

Объединенный институт ядерных исследований

**История создания
синхроциклотрона ОИЯИ
(в документах и воспоминаниях)**

Под общей редакцией *Н. А. Русаковича*

Дубна 2014

Составители:

*Г. В. Киселев, Н. А. Русакович (ч. 1);
Ю. А. Батусов, Н. С. Кавалерова, Е. М. Молчанов (ч. 2);
Б. М. Старченко*

Подбор фотографий из архива ОИЯИ *И. Ю. Щербаковой.*

Художник *Ю. Г. Мешенков*

История создания синхроциклотрона ОИЯИ (в документах и воспоминаниях) / Под общ. ред. Н. А. Русаковича; сост.: Г. В. Киселев, Н. А. Русакович (ч. 1); Ю. А. Батусов, Н. С. Кавалерова, Е. М. Молчанов (ч. 2); Б. М. Старченко. — Дубна: ОИЯИ, 2014. — 257, [16] с.

ISBN 978-5-9530-0351-3

Вниманию читателей предлагается история создания первого в СССР и мире, самого мощного на тот период синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории, впоследствии Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований, подготовленная на основе архивных документов и воспоминаний ряда участников. Книга позволяет получить достоверное представление о научном значении синхроциклотрона, его устройстве, этапах его создания и первых итогах исследований. Значительная часть представленной информации ранее не была известна научной общественности.

© Объединенный институт
ядерных исследований, 2014
© Составители, 2014
© Объединенный институт
ядерных исследований, 1999

ISBN 978-5-9530-0351-3

*Лаборатория ядерных проблем —
старейшая лаборатория ОИЯИ.
Само ее возникновение,
достигнутые и всемирно признанные
успехи ее научных сотрудников,
огромный накопленный ими опыт
как в области физики ядра
и конденсированных сред,
так и физики частиц высоких энергий —
все это неразрывно связано
с дубненским синхротроном,
его запуском и длительной успешной работой.
Героическим создателям
синхротрона,
основателям и руководителям,
всем ветеранам
Лаборатории ядерных проблем
посвящается эта книга.*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вниманию читателей предлагается документальная история первого в СССР мощного кольцевого ускорителя — синхроциклотрона бывшего филиала Лаборатории №2 АН СССР, который впоследствии был преобразован в самостоятельную Гидротехническую лабораторию (ГТЛ) АН СССР. Но на этом преобразования не закончились — ГТЛ затем стала Институтом ядерных проблем (ИЯП) АН СССР. После образования ОИЯИ ИЯП получил наименование Лаборатория ядерных проблем (ЛЯП), которая со временем приобрела мировое признание благодаря своим выдающимся научным достижениям.

Создание синхроциклотрона с высокой, рекордной в мире по тем временам, энергией ускоряемых протонов и дейтронов стало возможным благодаря двум принципиальным обстоятельствам. Первое заключалось в постоянной поддержке высшего руководства страны и научного руководителя советского Атомного проекта академика И. В. Курчатова. За короткий период строительства ускорителя (1947–1949 гг.), как видно из представленных в книге документов, было выпущено 6 постановлений и два распоряжения Совета Министров. На заседаниях Спецкомитета, являвшегося высшим координатором работ по Атомному проекту в стране, различные вопросы по синхроциклотрону обсуждались 9 раз в период с середины 1946 г. по март 1950 г. На заседаниях НТС Первого главного управления (ПГУ), являвшегося высшим исполнительным органом в Атомном проекте, вопросы ускорителя и программы исследований обсуждались 6 раз за 1947–1949 гг. Кроме того, при Лаборатории №2 был организован специальный Научный совет по установке «М» — так в период Атомного проекта называли по соображениям секретности синхроциклотрон ГТЛ. Таким образом, установилась следующая государственная система решения научно-технических и организационных проблем Атомного проекта: Совет Министров — Спецкомитет под руководством Л. П. Берия — Первое главное управление (руководитель Б. Л. Ванников) — НТС (первоначально при Спецкомитете, затем при ПГУ) — Научный совет по установке «М» при Лаборатории №2 АН СССР под председательством научного руководителя Атомного проекта академика И. В. Курчатова. В этой системе работы по созданию синхроциклотрона ГТЛ имели высший государственный приоритет наряду с технологией обогащения урана, промышленными ядерными реакторами, разработкой конструкций атомных и водородных зарядов и др. Об этом, кстати сказать, свидетельствует такой немаловажный факт, как присвоение всей деятельности по ускорителю высшего грифа секретности — «совершенно секретно/особая папка», как признание государственной важности проекта.

Благодаря сложившейся системе государственного управления разрыв между появлением принципиальных идей и их реализацией в период осуществления Атомного проекта сократился до минимума. Судите сами. Первое обсуждение вопроса «О сооружении мощного циклотрона» на заседании Спецкомитета состоялось 7 мая 1946 г. Первое постановление СМ СССР «О строительстве мощного циклотрона (установки "М")» было подписано 13 августа 1946 г. Начало строительства — середина 1947 г., ввод ускорителя в эксплуатацию — в ночь с 13 на 14 декабря 1949 г. При громадной сложности проекта и больших объемах строительно-монтажных работ это были беспрецедентные сроки сооружения крупномасштабной физической установки, каких ранее не было в Советском Союзе.

Следует признать уникальным порядок, существовавший в период Атомного проекта: годовые программы научных исследований на единичном, уникальном физическом приборе — ускорителе рассматривались на заседаниях НТС при Лаборатории №2 и НТС ПГУ, а затем утверждались Советом Министров СССР.

Другое важное обстоятельство заключалось в наличии в Советском Союзе сложившейся в предвоенные годы научной школы высококвалифицированных физиков-ядерщиков, чьи результаты не уступали достижениям зарубежных ученых. Большое значение для создания ускорителя имело привлечение специалистов ОКБ и завода «Электросила», которые смогли решить все поставленные, ранее им неизвестные технические и производственные задачи, относящиеся к наукоемкой отрасли знаний. Участников создания синхроциклотрона ГТЛ можно без преувеличения назвать первопроходцами, так как им впервые пришлось решать сложные научно-технические и инженерные проблемы, которые ранее не стояли перед наукой, промышленностью и строителями. Всех без исключения специалистов, участвовавших в создании синхроциклотрона, отличала высокая научная и инженерная компетентность, исключительная ответственность за порученное дело. В работах по созданию ускорителя, его освоению, проведению экспериментальных и расчетных исследований приняли непосредственное участие выдающиеся ученые и инженеры страны, среди которых в первую очередь следует назвать М. Г. Мещерякова, В. П. Желепова, В. И. Векслера, И. Г. Кабанова, А. Л. Минца, Д. В. Ефремова, Е. Г. Комара, и список этот можно продолжить. Не случайно правительство дважды отмечало достижения участников работы по созданию ускорителя.

Нельзя не согласиться с известным тезисом о том, что кадры решают все.

Необходимо обратить внимание читателя на целевое назначение синхроциклотрона — ради чего создавалась эта крупномасштабная физическая установка. В этом отношении очень важны документы за подписью И. В. Курчатова, представленные в книге. В них И. В. Курчатов, во-первых, привел убедительные доводы о необходимости принятия правительственного решения по строительству ускорителя, во-вторых, указал на целевое назначение синхроциклотрона, в-третьих, в них содержались определенные элементы просвещения высокопоставленных руководителей по проблеме. Он писал, что ускоритель предназначен для изучения природы ядерных сил и особенностей ядерных реакций взаимодействия частиц высоких энергий, т. е. для фундаментальных исследований, от которых в принципе можно ожидать

некоторый практический выход. Действительно, вскоре после пуска ускорителя появилась важная прикладная задача — поручение правительства по экспериментальному изучению ядерных реакций, происходящих в водородной бомбе, разработка которой велась в КБ-11 (ныне Федеральный ядерный центр «Научно-исследовательский институт экспериментальной физики»). По этой причине в «жизни» синхроциклотрона появился период, связанный с указанной прикладной тематикой, о которой ранее в технической литературе не сообщалось. С характером этих прикладных исследований можно познакомиться в настоящей книге.

За многие годы существования синхроциклотрона ГТЛ (ЛЯП) проведено много уникальных экспериментов, получены важные результаты, сделаны оригинальные открытия. В результате ЛЯП по праву относится к числу лучших в мире научных центров с высоким научным авторитетом в области физики частиц высоких энергий.

Следует также обратить внимание на одно важное и в то же время принципиальное явление новейшей физики, которое возникло при появлении крупномасштабных экспериментальных установок, какими являются современные ускорители. Это индустриализация физического эксперимента в области физики частиц высоких энергий. В этом отношении синхроциклотрон ГТЛ был первым крупным ускорителем, на котором отрабатывалась индустриальная технология его технического обслуживания со всеми необходимыми элементами, присущими промышленной установке или заводу, включающая разработку методик, планирование и проведение эксперимента, изготовление необходимого опытного оборудования и приборов, обеспечение радиационной и общепромышленной техники безопасности. Этот опыт, приобретенный во время пуска, эксплуатации и экспериментальных исследований, послужил при создании в нашей стране других типов ускорителей заряженных частиц.

Каждый из читателей волен делать собственные выводы при ознакомлении с документальными материалами, представленными в книге. Но очевидно одно — эти документы дают возможность понять, как была организована работа по созданию синхроциклотрона ГТЛ, познакомиться с научными и организационными подходами по реализации крупной физической установки, существовавшими в период отечественного Атомного проекта, наконец, со специалистами, участвовавшими в разработке проекта, изготовлении, строительстве, проведении экспериментальных и расчетных исследований. Это страница истории, которую нельзя забывать.

Директор ОИЯИ академик *В. А. Матвеев*

ВВЕДЕНИЕ

Установка «М», Гидротехническая лаборатория — давно забытые секретные названия, введенные более 60 лет назад, в период Атомного проекта СССР. О них пойдет наш рассказ — об истории создания синхротрона Гидротехнической лаборатории (ГТЛ), его научно-техническом значении, устройстве, решениях правительственных организаций и первом этапе исследований, — основанный на архивных документах и воспоминаниях участников. Первоначально в Лаборатории №2, переименованной в 1949 г. в Лабораторию измерительных приборов АН СССР, или сокращенно ЛИПАН, был образован циклотронный отдел (отдел №4) под руководством М. Г. Мещерякова. Затем на базе этого отдела был организован филиал Лаборатории №2, преобразованный вскоре в Гидротехническую лабораторию ЛИПАН. В начале января 1953 г. ГТЛ была выделена из ЛИПАН в самостоятельную организацию. В системе АН СССР она получила название Институт ядерных проблем (ИЯП АН СССР), а после образования в 1956 г. Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) — Лаборатория ядерных проблем (ЛЯП), которой в 2000 г. было присвоено имя В. П. Желепова.

Подготовка настоящей книги стала возможной благодаря изданию сборника архивных документов «Атомный проект СССР» под редакцией Л. Д. Рябева (М., Саров, 1998–2010) в трех томах (12 книгах), в котором представлена история уникальной отечественной атомной науки и техники. Опубликованные в этом сборнике исторические материалы свидетельствуют о том, что период деятельности, который называют Атомным проектом, относящийся к 1945–1953 гг., характеризовался беспрецедентным развитием в СССР новой наукоемкой отрасли знаний и техники, имеющей исключительно важное государственное значение. В тот период были разведаны и освоены отечественные месторождения урана, построены промышленные и исследовательские ядерные реакторы, внедрены радиохимические и специальные металлургические технологии для работы с делящимися веществами, разработаны и испытаны на полигоне атомные и водородные бомбы, созданы различные типы ускорителей заряженных частиц и мн. др. В период Атомного проекта были реализованы особые меры государственного управления важными масштабными проектами в виде организации в августе 1945 г. Специального комитета при Государственном Комитете Обороны (Спецкомитета) под председательством Л. П. Берия и Первого главного управления (ПГУ) при Совете Народных Комиссаров (СНК), впоследствии при Совете Министров (СМ) СССР, под руководством Б. Л. Ванникова. Не случайно, что при Спецкомитете был организован Технический совет (ТС), председателем которого был назначен

Б. Л. Ванников, его заместителем являлся И. В. Курчатov. ТС провел 26 заседаний с 27 августа 1945 г. по 8 апреля 1946 г. Согласно постановлению СМ СССР 10 декабря 1945 г. при Спецкомитете был образован Инженерно-технический совет (ИТС) под председательством зам. начальника ПГУ, министра химической промышленности М. Г. Первухина. При ИТС функционировали 5 секций по основным направлениям Атомного проекта. ИТС провел 9 заседаний и закончил свою работу 28 марта 1946 г. Затем 9 апреля 1946 г. Советом Министров было принято решение объединить ТС и ИТС в один Научно-технический совет, подчинив его ПГУ (председатель Б. Л. Ванников, с 1949 г. И. В. Курчатov). Деятельность ТС и ИТС Спецкомитета и НТС ПГУ позволила создать особый дух коллегиальности и высокой компетентности, персональной ответственности при обсуждении и решении сложнейших научно-технических проблем Атомного проекта. Созданная система управления Атомного проекта позволила исключить разрыв между идеями и предложениями ученых и инженеров и их реализацией. По мере приобретения опыта сложился исключительно рациональный и эффективный порядок управления новой отраслью. Подавляющее большинство принципиальных организационных и научно-технических вопросов должны были обязательно обсуждаться на НТС, но предварительно рассматривались на заседаниях отраслевых секций НТС или специально организованных комиссий под руководством ведущих ученых. В качестве экспертов привлекались высококвалифицированные ученые и инженеры страны, которые докладывали свои заключения на заседаниях секций и НТС. Решения НТС утверждались руководством ПГУ. Наиболее важные вопросы, требовавшие решения правительства, были предметом неоднократного обсуждения на заседаниях Спецкомитета.

Первоначально при НТС существовала Секция №3 НТС по вопросам электромагнитного и ионного разделения изотопов урана под председательством министра электропромышленности И. Г. Кабанова. Впоследствии Секции №3 НТС ПГУ было поручено рассмотрение вопросов по ускорительной технике; в состав секции ввели таких ученых, как В. И. Векслер, М. Г. Мещеряков, А. Л. Минц и др.

При ознакомлении с подлинниками протоколов НТС ПГУ видно, что практически все они имеют высший гриф «совершенно секретно/особая папка» (сс/оп). Кроме того, существовавший режим секретности требовал использования в документах различных условных обозначений и внесения в текст отдельных терминов от руки (например, нейтрон, протон, дейтрон и т. д.); ускоритель обозначался как *трансформатор*, природный уран — *олово*, *кремний*; уран-239 — *олово-119*; дейтерий — *продукт «120»*; тритий — *иттрий*, *продукт «130»* и т. д. Согласно введенным в марте 1950 г. новым условным обозначениям в служебной переписке, даже имеющей гриф «совершенно секретно/особая папка», должны были использоваться следующие термины: *двойной элемент* — дейтрон; *1-й расход* — α -частица; *2-й расход* — β -частица; реакции *центров систем* — реакции ядер; *элемент* — протон; *брызги* — ионы и т. д. Зачастую разрабатываемым установкам присваивали по соображениям режима секретности условные наименования; например, синхротриотрон называли установкой «М», синхрофазотрон — установкой «КМ»; лабораторию, в которой сооружался синхротриотрон, — Гидротехнической.

Характерным примером использования условных наименований в технической документации является выдержка из докладной записки Б. Л. Ванникова и И. В. Курчатова на имя Л. П. Берия «Об итогах научно-исследовательских, проектных, конструкторских и опытных работ Первого главного управления при СМ СССР за первое полугодие 1950 г.», в которой относительно установки «М» ГТЛ говорилось следующее [1]:

2 сентября 1950 г.

Сов. секретно

(Особая папка)

Товарищу Берия Л. П.

Во исполнение Постановления Совета Министров Союза ССР от 4.02.50 г. за № 574-220 Научно-технический совет Первого главного управления при СМ СССР рассмотрел 18 августа с. г. (протокол *K-17*) итоги научно-исследовательских, проектных, конструкторских и опытных работ за I полугодие 1950 г.

<...>

Раздел Г.

1. На установке «М» выполнены все первоочередные работы, предусматривающие использование *двойных элементов* и *1-го расхода*, и поэтому появилась возможность перевода установки в режим *ускорения элементов*. В процессе работы получен ряд новых реакций *центров систем* (научный руководитель т. Мецшеряков М. Г.).

Не зная условных обозначений, понять, что имелось в виду в этом документе, достаточно трудно. Речь идет об использовании дейтронов (*двойных элементов*) и α -частиц (*1-го расхода*), ускорении протонов (*элементов*) и реакциях ядер (реакциях *центров систем*).

Эти названия использованы в приводимых ниже документах. По требованиям режима секретности термины, вписанные от руки, в протоколах НТС и других документах выделялись подчеркиванием (для удобства читателей подчеркивания в данной книге исключены). Сейчас эти протоколы рассекречены, что позволило составителям включить их в текст настоящей книги. В текстах протоколов НТС ПГУ использовались различные обозначения терминов, понятий и физических единиц, например, «дейтоны» и «дейтроны», «Мэв», «мев», «Мев» и т. д. Составители решили сохранить написание терминов без изменений, а для физических величин использовать современные обозначения. Гриф секретности, указанный в документах, сохранен как свидетельство важности работ по созданию ускорителя. Протоколы НТС ПГУ, Секции № 3, заключения и воспоминания специалистов, участвовавших в научно-исследовательской, проектно-конструкторской и практической работе, являются документальными свидетельствами, характеризующими различные этапы создания синхроциклотрона. Ознакомление с ними позволяет узнать о подходах к созданию синхроциклотрона, порядке рассмотрения проектов, первых итогах его эксплуатации и результатах научных исследований, которые до настоящего времени не были известны широкой научной общественности.

Составители решили приурочить подготовку и издание книги к своеобразному юбилею. 60 лет назад, 5 и 12 мая 1952 г. состоялось обстоятельное обсуждение первых научных итогов работы синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории АН СССР за два года его эксплуатации после пуска. В этих

заседаниях участвовали выдающиеся деятели атомной промышленности и науки: А. П. Александров, В. С. Емельянов, Ю. Б. Харитон, И. К. Кикоин, Е. П. Славский, С. Л. Соболев, Л. А. Арцимович, М. Г. Мещеряков, А. П. Виноградов, А. И. Алиханов, А. Б. Мигдал, Я. А. Смородинский, В. И. Векслер, М. А. Марков, П. А. Черенков, Л. Д. Ландау, И. Я. Померанчук, Д. В. Ефремов, И. И. Новиков, Д. В. Скобельцын, Н. Н. Семенов, Д. И. Блохинцев, А. И. Лейпунский, Е. Г. Комар, В. П. Желепов, Б. В. Курчатov и др. С большим докладом выступил начальник Гидротехнической лаборатории АН СССР М. Г. Мещеряков, а также другие специалисты. Материалы этих двух заседаний НТС ПГУ приведены в книге.

Создание самого мощного в мире по тем временам синхроциклотрона (установки «М») Гидротехнической лаборатории АН СССР является примером ответственной работы специалистов многих отраслей промышленности, которая координировалась Спецкомитетом, НТС и Первым главным управлением в качестве одного из важных направлений Атомного проекта.

Во второй части книги для полноты картины приводятся воспоминания непосредственных участников событий, которые взяты без изменений из сборника «Первый ускоритель Дубны», изданного ОИЯИ в 1999 г. и ставшего библиографической редкостью.

Сейчас, через много лет после пуска синхроциклотрона, стало совершенно очевидно, что его создание находится в ряду выдающихся достижений мировой и отечественной науки и техники.

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ДОКУМЕНТАЛЬНАЯ

1. ХРОНИКА СОБЫТИЙ

В настоящем разделе представлена хроника событий, связанных с различными аспектами создания и организации работ по синхроциклотрону Гидротехнической лаборатории, основанная на архивных документах: постановлениях правительства, решениях Спецкомитета и НТС Первого главного управления, а также различных письмах административного и научного руководства Атомного проекта. Одно из первых писем И. В. Курчатова руководству Спецкомитета относилось к обоснованию необходимости создания большого кольцевого ускорителя — синхроциклотрона. По мнению составителей, этим письмом открывается история синхроциклотрона ГТЛ.

26.01.1946 г. Письмо И. В. Курчатова Л. П. Берия о строительстве мощного циклотрона [2]:

Сов. секретно

Товарищу Берия Л. П.

1. Нынешний уровень знаний об атомном ядре и космических лучах позволяет предполагать, что при помощи частиц, ускоренных до энергии 250 миллионов вольт и выше, можно перейти к открытиям новых физических явлений (открытию новых элементов, новых способов получать атомную энергию из более дешевых источников, чем уран).

2. Для получения частиц такой энергии необходимо, как устанавливают расчеты, иметь мощный циклотрон с диаметром полюсов не менее 3,5 метров <...>.

26.01.1946 г.

И. Курчатов

Примечание составителей: Полный текст письма И. В. Курчатова см. в разд. 2.

12.02.1946 г. Доклад И. В. Курчатова И. В. Сталину о ходе работ по использованию внутриатомной энергии [3].

7.05.1946 г. Рассмотрение Спецкомитетом вопроса «О сооружении мощного циклотрона» (п. X повестки заседания) [4]. Спецкомитетом были приняты следующие решения:

1. Поручить комиссии в составе гг. Ванникова (созыв), Вавилова, Первухина, Кабанова, Тевосяна, Алиханова, Казакова, Сабурова, Борисова, Алексенко, Минца, Векслера и Синельникова в 10-дневный срок, с учетом состоявшегося обмена мнениями, доработать представленный проект Постановления, подготовив решение следующих вопросов:

а) о целесообразности создания в системе Министерства электропромышленности специального Управления по сооружению циклотрона;

б) об организации специальной лаборатории для проведения необходимых научно-исследовательских работ, связанных с сооружением циклотрона;

в) о составе основных руководящих, научных и инженерных работников, ответственных за научную и инженерно-техническую разработку вопросов, связанных с сооружением циклотрона;

г) о сроке организации циклотронной лаборатории, сроках разработки заданий на научно-исследовательские и проектные работы, сроках разработки технических и рабочих проектов на изготовление циклотрона; сроках выдачи проектных материалов строительным и промышленным организациям;

д) об участии Научно-технического совета Первого главного управления в рассмотрении заданий на научно-исследовательские и проектные работы и других технических вопросов, связанных с сооружением циклотрона;

е) о промышленных предприятиях, которые должны быть привлечены к изготовлению отдельных узлов и деталей циклотрона.

2. Переработанный проект Постановления по данному вопросу представить на рассмотрение Специального комитета.

Председатель Специального комитета при Совете Министров СССР Л. Берия

5.07.1946 г. Рассмотрение Спецкомитетом проекта постановления правительства о строительстве мощного синхроциклотрона [5]:

Протокол № 23 заседания Специального комитета при Совете Министров СССР

г. Москва, Кремль

5 июля 1946 г.
Строго секретно
(Особая папка)

Члены Специального комитета при СМ СССР: тт. Берия, Маленков, Вознесенский, Ванников, Курчатов, Махнев, Первухин.

Присутствовали (при рассмотрении соответствующих вопросов): президент АН СССР Вавилов; д. чл. АН УССР Лейпунский; проф. Минц и старшие научные сотрудники Лаборатории № 2 АН СССР тт. Флеров, Гуревич; министры тт. Круглов, Кабанов, Тевосян, Малышев И. И.; заместитель председателя Госплана СССР т. Борисов; заместители начальника Первого главного управления при Совете Министров СССР тт. Антропов, Комаровский; заместители министров тт. Алексенко, Горюнов, Касаткин; уполномоченные Совета Министров СССР тт. Малышев и Павлов; заместители начальника 9-го Управления Министерства внутренних дел СССР тт. Зверев и Кравченко; начальник комбината № 7 Первого главного управления т. Царевский; зам. начальника управления Госплана СССР т. Черепнев; работники Специального комитета при Совете Министров СССР тт. Судоплатов, Никольский, Васин, Сизов.

<...>

II. О строительстве мощного циклотрона

1. Принять представленный тт. Вавиловым, Курчатовым, Ванниковым, Первухиным, Кабановым, Алексенко, Минцем и Научно-техническим советом Первого главного управления при Совете Министров СССР проект Постановления Совета Министров СССР «О строительстве мощного циклотрона» (строительство № 833) со следующими изменениями и дополнениями: <...>

Монтаж радиотехнической части возложить на Министерство электропромышленности.

Поручить т. Кабанову организовать для этой цели монтажную организацию;

г) в связи с передачей завода № 496 в систему Министерства электропромышленности поручить тт. Сабурову (созыв), Кабанову рассмотреть загрузку и уточнить

программу производства заводов «Электросила» и № 496 и свои предложения внести в Совет Министров СССР;

<...>

е) поручить тт. Ванникову, Первухину, Кабанову, Зубовичу и Минцу уточнить в п. 22 проекта Постановления список предприятий и проектно-конструкторских организаций, привлекаемых к участию в проектировании и изготовлении циклотрона, и конкретно определить задачи, возлагаемые на них.

2. Поручить тт. Ванникову (созыв), Первухину, Кабанову и Минцу в 3-дневный срок окончательно отредактировать проект Постановления.

3. Проект Постановления Совета Министров СССР «О строительстве мощного циклотрона» (строительство № 833) представить Председателю Совета Министров СССР товарищу Сталину И. В.

7.08.1946 г. Решение Спецкомитета о выборе места строительства мощного синхроциклотрона [6].

13.08.1946 г. Письмо Л. П. Берия И. В. Сталину о принятии решения по проекту постановления СМ СССР «О строительстве мощного циклотрона» [7].

13.08.1946 г. Постановление СМ СССР № 1764-766сс/оп «О строительстве мощного циклотрона (установки "М")» [8]. Согласно п. 26) постановления был установлен «срок окончания сооружения установки «М» и организации лаборатории при ней — I кв. 1949 г.».

19.12.1946 г. Обсуждение докладов А. Л. Минца и Н. С. Александрова о проектном задании на проектирование установки «М» на заседании секции № 3 НТС ПГУ [9].

27.01.1947 г. Доклад А. Л. Минца о проектном задании объекта «М» на заседании НТС ПГУ [9].

17.02.1947 г. Заседание НТС ПГУ с докладом А. П. Лепилова и К. Н. Мещерякова о выборе площадки и проектном задании установки «М» [10].

18.02.1947 г. Рассмотрение Спецкомитетом графика работ и мероприятий по обеспечению сооружения установки «М» и проекта постановления СМ СССР по этому вопросу [11].

1.03.1947 г. Постановление СМ СССР № 389-158сс/оп «О графике работ и мероприятиях, обеспечивающих сооружение установки "М"» [12].

11.04.1947 г. Рассмотрение Спецкомитетом мероприятий по обеспечению сооружения установки «М» (п. VI) [13, с. 171]. Спецкомитет принял следующие решения:

Принять проект Постановления Совета Министров СССР со следующими изменениями:

Возложить научно-техническое руководство сооружением установки «М» на Лабораторию № 2 АН СССР.

Для обеспечения научно-технического руководства проектированием и сооружением установки «М» утвердить:

т. Мещерякова М. Г. заместителем начальника Лаборатории № 2 АН СССР и научным руководителем установки «М» с освобождением его от работы в Радиовом институте АН СССР;

т. Минца А. Л. главным инженером установки «М».

Передать Лабораторию № 11 Физического института АН СССР Лаборатории № 2, организовав на базе физического сектора Лаборатории № 11 и сектора циклотрон-

ной физики Лаборатории № 2 циклотронный отдел (отдел № 4) под руководством т. Мещерякова и сохранив конструкторское бюро, проектный отдел и лабораторию радиотехники и электроники под руководством т. Минца.

Возложить на Лабораторию № 2 АН СССР (тт. Курчатова, Мещерякова и Минца) задачи, возлагавшиеся ранее на Лабораторию № 11.

Проект Постановления по данному вопросу представить Председателю Совета Министров Союза ССР товарищу Сталину И. В.

14.04.1947 г. Заседание НТС ПГУ с сообщениями Д. В. Ефремова, А. Л. Минца, М. Г. Мещерякова о проектировании установки «М» [14].

21.04.1947 г. Постановление СМ СССР № 1093-314сс/оп «О мероприятиях по обеспечению научно-технического руководства сооружением установок "М"», выдержки из которого приводятся ниже [15]:

г. Москва, Кремль

21 апреля 1947 г.
Сов. секретно
(Особая папка)

В целях обеспечения сооружения установки «М» в установленный Правительством срок и в частичное изменение Постановления Совета Министров СССР от 13 августа 1946 г. № 1764-766сс Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

Освободить Физический институт Академии наук СССР, вследствие его загруженности другими заданиями, от выполнения возложенных на него задач по сооружению установки «М».

Возложить научно-техническое руководство сооружением установки «М» на Лабораторию № 2 Академии наук СССР (акад. Курчатова И. В.).

Установить, что установка «М» сооружается при Лаборатории № 2 Академии наук СССР.

Для обеспечения научно-технического руководства проектированием и сооружением установки «М» утвердить:

т. Мещерякова М. Г. — заместителем начальника Лаборатории № 2 Академии наук СССР и научным руководителем установки «М» с освобождением его от работы в Радиовом институте Академии наук СССР;

т. Минца А. Л. — главным инженером установки «М».

Передать Лабораторию № 11 Физического института Академии наук СССР Лаборатории № 2, организовав на базе физического сектора Лаборатории № 11 и сектора циклотронной физики Лаборатории № 2 циклотронный отдел (отдел № 4) под руководством т. Мещерякова и сохранив конструкторское бюро, проектный отдел и лабораторию радиотехники и электроники под руководством т. Минца.

Поручить начальнику Лаборатории № 2 Академии наук СССР т. Курчатову в 10-дневный срок утвердить структуру и штаты отдела № 4 и лаборатории радиотехники и электроники (с проектным и конструкторским бюро).

Возложить на Лабораторию № 2 Академии наук СССР (тт. Курчатова, Мещерякова и Минца) выполнение задач, возлагавшихся ранее на Лабораторию № 11 Физического института Академии наук СССР.

Организовать при Лаборатории № 2 Академии наук СССР для рассмотрения научно-технических вопросов, связанных с сооружением, пуском и использованием установки «М», Научно-технический совет в составе:

акад. Курчатова И. В. (председатель)

канд. физ.-мат. наук Мещерякова М. Г. (зам. председателя)

акад. Вавилова С. И.

акад. Алиханова А. И.

чл.-кор. АН СССР Минца А. Л.

чл.-кор. АН СССР Арцимовича Л. А.

чл.-кор. АН СССР Векслера В. И.

инж. Алексенко Г. В.

инж. Мещерякова К. Н.

проф. Лейпунского А. И.

Обязать тт. Курчатова И. В., Алексенко Г. В., Мещерякова М. Г. и Минца А. Л. после ознакомления с состоянием всех проектных и исследовательских работ по установке «М», но не позднее 5 мая с.г., доложить свои предложения о плане дальнейших работ по проектированию и конструированию установки «М».

Поручить тт. Завенягину (созыв), Аполлонову, Алексенко, Минцу, Мещерякову, Павлову и Черепневу в 10-дневный срок представить предложения о передаче Лаборатории № 2 Академии наук СССР всех помещений Постоянной строительной выставки и необходимых мерах по обеспечению переоборудования этих помещений.
<...>

Председатель Совета Министров Союза ССР И. Сталин

Управляющий делами Совета Министров СССР Я. Чадаев

19.06.1947 г. Письмо Л. П. Берия И. В. Сталину с представлением проекта распоряжения об изменении параметров электромагнита установки «М» [16], на основании которого было подписано распоряжение СМ СССР № 7573сс.

29.08.1947 г. Доклады М. Г. Мещерякова и А. Л. Минца о технологической части технического проекта установки «М» на заседании секции № 3 НТС ПГУ [17].

1.09.1947 г. Обсуждение технического проекта установки «М» на заседании НТС ПГУ с докладами М. Г. Мещерякова и А. Л. Минца [17].

27.02.1948 г. Рассмотрение Спецкомитетом хода сооружения установки «М», в решении которого было предусмотрено [18]:

V. О ходе сооружения установки «М»

(тт. Минц, Берия, Кабанов, Ванников, Махнев)

Поручить Первому главному управлению при Совете Министров СССР (тт. Ванникову и Первухину) с участием тт. Кабанова, Круглова, Алексенко и других заинтересованных министров принять меры к ликвидации имеющегося отставания в проектировании, изготовлении специального оборудования и строительстве установки «М», исходя из необходимости выполнения работ в сроки, утвержденные Постановлением Совета Министров СССР от 1 марта 1947 г. № 389-158.

О принятых мерах доложить Специальному комитету в недельный срок.

6.04.1948 г. Постановление СМ СССР № 1127-402сс/оп «О плане специальных научно-исследовательских работ на 1948 г.» [19].

15.09.1948 г. Рассмотрение Спецкомитетом мероприятий по подготовке к пуску и эксплуатации установки «М» [20]. В п. 12 решения Спецкомитета было записано:

XII. О мероприятиях по подготовке к пуску и эксплуатации установки «М»

(тт. Берия, Маленков, Вознесенский, Круглов, Мещеряков М. Г., Борисов, Завенягин, Махнев, Ефремов, Минц)

1. Принять в основном представленный тт. Первухиным, Ефремовым, Мещеряковым М. Г. и Борисовым проект Постановления Совета Министров СССР «О мероприятиях по подготовке к пуску и эксплуатации установки «М»».

ятиях по подготовке к пуску и эксплуатации установки "М"», поручив тт. Борисову (созыв), Круглову, Ефремову, Мещерякову М.Г., Емельянову и Минцу в 3-дневный срок:

а) проверить необходимость установления для филиала лаборатории штата в 300 чел. и внести необходимые поправки, а также рассмотреть объем оставшихся к выполнению строительных работ по сооружению установки «М» и исключить излишества;

б) отредактировать проект с учетом состоявшегося обмена мнениями.

2. Поручить тт. Ванникову, Курчатову и Мещерякову в 2-дневный срок подобрать кандидатуру заместителя т. Мещерякова по научному руководству установкой и записать это назначение в проект Постановления.

3. Отредактированный проект Постановления Совета Министров СССР по данному вопросу представить на утверждение Председателя Совета Министров Союза ССР товарища Сталина И. В.

Одновременно с этим Спецкомитет принял еще одно организационное решение:

*XIV. О заместителях начальника Лаборатории № 2
и научного руководителя комбината № 817
(тт. Берия, Александров, Ванников)*

1. Считать необходимым иметь на комбинате № 817 двоих заместителей научного руководителя комбината акад. Курчатова.

2. Утвердить тт. Александрова А.П. и Мещерякова М.Г. заместителями т. Курчатова по научному руководству всеми работами Лаборатории № 2 и заместителями научного руководителя комбината № 817.

3. Поручить тт. Курчатову, Соболеву, Александрову и Мещерякову распределить работу т. Александрова по Институту физических проблем и Лаборатории № 2 и т. Мещерякова по Лаборатории № 2 и установке «М» с таким расчетом, чтобы на комбинате № 817 было обеспечено постоянное присутствие научного руководителя акад. Курчатова И. В. и одного из заместителей (тт. Александрова или Мещерякова).

4. Поручить т. Ванникову согласовать окончательный текст настоящего решения с т. Курчатовым.

На основании этого решения Спецкомитета 25 сентября 1948 г. вышло распоряжение СМ СССР № 13953-рс. Таким образом, М.Г. Мещеряков в дополнение к своей обязанности руководить работами по Гидротехнической лаборатории получил сложное поручение — быть заместителем научного руководителя по комбинату № 817.

Краткая справка. В этот период на комбинате № 817 был пущен в эксплуатацию первый промышленный уран-графитовый реактор «А» и велось строительство других ядерных реакторов, радиохимического завода для выделения плутония и специального металлургического завода для изготовления плутониевых и урановых деталей для ядерных зарядов, а также других объектов.

25.09.1948 г. Постановление СМ СССР № 3581-1441сс/оп «О мероприятиях к пуску и эксплуатации установки "М"», в котором, в частности, указывалось [21]:

18. <...> Установить для работников филиала Лаборатории № 2 Академии наук СССР на объекте «М» должностные оклады, утвержденные распоряжением Совета Министров СССР от 19 июня 1946 г. № 7748-рс для Лаборатории № 2, и выплачивать

лаборантам и рабочим, занятым на особо вредных работах, надбавку за вредность в размере 20 % заработной платы по списку, согласованному с Госпланом СССР.

Поручить тт. Курчатову, Мещерякову, Ванникову разработать к 1 ноября 1948 г. план научно-исследовательских работ филиала Лаборатории № 2 Академии наук СССР на объекте «М» на 1949 г. и представить его на утверждение в Совет Министров СССР. <...>

19. В дополнение к Постановлению Совета Министров СССР от 6 апреля 1948 г. № 1127-402 обязать:

а) Лабораторию № 2 Академии наук СССР (тт. Мещерякова и Минца) закончить в I кв. 1949 г. научно-исследовательские и опытные работы по разработке варианта «П» установки «М» по схеме, предложенной инженером Гуревичем Л. М., и по схеме, предложенной проф. Минцем А. Л., и к 1 апреля 1949 г. представить Совету Министров СССР предложение об изготовлении необходимого оборудования <...>.

20. Обязать Министерство промышленности средств связи (т. Алексенко):

а) временно приостановить изготовление радиотехнического оборудования для варианта «П» установки «М», подлежащего поставке согласно постановлениям Совета Министров СССР от 1 марта 1947 г. № 389-158 и от 8 февраля 1948 г. № 200-90, впредь до окончания в Лаборатории № 2 Академии наук СССР исследовательских работ по проверке возможности осуществления 5-каскадной схемы ускорения;

б) закончить в IV кв. с. г. разработку рабочего проекта указанной 5-каскадной схемы ускорения.

Спецуправлению № 1 Министерства электропромышленности оплатить ОКБ-678 Министерства промышленности средств связи стоимость работ по проектированию и конструированию 5-каскадной схемы ускорения за счет ассигнований, предусмотренных на сооружение установки «М».

<...>

23. Обязать Первое главное управление при Совете Министров СССР (т. За-вениягина), Министерство электропромышленности (т. Кабанова), Министерство внутренних дел СССР (т. Круглова) и Госплан СССР (т. Борисова) принять необходимые меры по ускорению строительно-монтажных работ основных объектов установки «М» и монтажа специального оборудования, исходя из установленного срока пуска объекта.

О принятых мерах доложить в двухнедельный срок в Совет Министров СССР.

Председатель Совета Министров Союза ССР И. Сталин

Управляющий делами Совета Министров СССР Я. Чадаев

20.12.1948 г. Доклад В. П. Дзелепова о плане работ по установке «М» на 1949 г. на заседании НТС ПГУ [23].

4.04.1949 г. Доклад В. П. Дзелепова о плане научно-исследовательских работ на установке «М» на 1949–1950 гг. на заседании НТС ПГУ [24].

21.04.1949 г. Предложения И. В. Курчатова и М. Г. Мещерякова о работах по сверхмощному атомному оружию от 21 апреля 1949 г. [25]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Товарищу Махневу В. А.

Направляя для доклада т. Берия Л. П. мой и т. Мещерякова М. Г. рукописный материал, прошу Вас хранить его у себя до приезда т. Мещерякова в Москву и уточнения им с т. Кикоиным данных по 5 и 6 пунктам проекта решения Правительства.

Приложение на 12 листах написано т. Мещеряковым и мной.

21.04.1949

И. Курчатов

[Приложение № 1]

Предложения И. В. Курчатова и М. Г. Мещерякова о работах по сверхмощному атомному оружию (выдержки из текста см. раздел 3). <...>

21.04.1949

И. Курчатова
М. Г. Мещеряков

Написано т. Мещеряковым

в 1 экземпляре

в адрес т. Берия Л. П.

[Приложение № 2] Проект решения Совета Министров Союза ССР <...>

АП РФ. Ф. 93, д. 21/50, л. 7-19. Препроводительная записка — автограф И. В. Курчатова; приложения — автограф М. Г. Мещерякова.

Резолюция на копии доклада, машинописью: «Тов. Ванникову Б. Л. Прошу рассмотреть записку и проект, внесенные тт. Курчатовым и Мещеряковым, и представить Ваши предложения. Запросите также мнение т. Харитона по этим вопросам. Срок 5 дней. Л. П. Берия. 9.05.49 г.»; от руки: «т. Курчатову И. В., т. Александрову А. С. (подчеркнуто). Прошу составить проект с учетом рассмотренных ранее наших предложений. Л. П. Берия. 22.05.49» (Архив Росатома. Ф. 24, д. 16344, л. 189).

23.05.1949 г. Решение Спецкомитета о выплате подъемных специалистам, переводимым на объект «М» [26].

9.06.1949 г. Совецание в КБ-11 по вопросу о разработке водородной бомбы (ВБ) РДС-6 [27].

9.06.1949 г. План научно-исследовательских работ по ВБ РДС-6 на 1949–1950 гг. [28].

16.06.1949 г. Письмо Б. Л. Ванникова Л. П. Берия о результатах обсуждения работ по ВБ РДС-6 [29].

29.10.1949 г. Награждение М. Г. Мещерякова орденом Ленина в связи с успешным испытанием первой отечественной атомной бомбы [30].

25.11.1949 г. Справка Д. В. Ефремова и В. И. Векслера об ускорителях заряженных частиц [22].

13.12.1949 г. Ввод синхроциклотрона ГТЛ в эксплуатацию.

20.12.1949 г. Докладная записка министра электропромышленности И. Г. Кабанова Л. П. Берия об окончании сооружения установки «М» [31].

21.12.1949 г. Докладная записка С. Н. Круглова, А. Н. Комаровского и А. П. Лепилова на имя Л. П. Берия о завершении строительства комплекса сооружений установки «М» [32].

26.12.1949 г. Рассмотрение на НТС ПГУ «Сводного плана основных работ по исследованиям на ускорителях на 1950 г.» [33].

14.02.1950 г. Постановление СМ СССР № 574-220сс/оп «О плане научно-исследовательских, проектных, конструкторских и опытных работ на 1950 г.» [34]:

г. Москва, Кремль

14 февраля 1950 г.
Сов. секретно
(Особая папка)

Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить представленный Первым главным управлением при Совете Министров СССР сводный план основных научно-исследовательских, проектных, конструкторских и опытных работ на 1950 г. согласно Приложению.

2. Обязать научных руководителей работ Курчатова, Александрова, Алиханова, Лейпунского, Кикоина, Тананаева, Фрумкина, Миллионщикова, Петрова, Соболева, Хлопина, Старика, Никитина, Бочвара, Шевченко, Виноградова, Сажина, Арцимовича, Векслера, Мещерякова обеспечить научное руководство и выдачу заданий на проведение работ, предусмотренных настоящим Постановлением, и ежеквартально, в 5-дневный срок по истечении квартала, представлять в Первое главное управление при Совете Министров СССР краткий отчет о ходе этих работ.

Приложение:

Сов. секретно

(Особая папка)

Хранить наравне с шифром

Из сводного плана основных научно-исследовательских, проектных, конструкторских и опытных работ на 1950 г.

<...>

Г. Ускорители заряженных частиц

1. Установка «М»

Обеспечение нормальной эксплуатации установки и выполнение на ней первоочередных работ по ядерным исследованиям; разработка 2-го варианта ускоряющей системы установки с целью повышения энергии ускоряемых частиц.

(Научные руководители Мещеряков М. Г., Минц А. Л.).

14.02.1950 г. Постановление СМ СССР № 577-223сс/оп «О составе секций Научно-технического совета Первого главного управления при Совете Министров СССР» [35]:

г. Москва, Кремль

14 февраля 1950 г.

Сов. секретно

(Особая папка)

Во исполнение постановления Совета Министров СССР от 1 декабря 1949 г. № 5468-2032 и в частичное изменение постановлений Совета Министров СССР от 9 апреля 1946 г. № 803-325, от 17 декабря 1948 г. № 4638-1812 и распоряжения Совета Министров СССР от 17 декабря 1948 г. № 18844 Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить секции Научно-технического совета Первого главного управления при Совете Министров СССР в следующем составе:

<...>

Секция № 3

1. Кабанов И. Г. — председатель секции

2. Ефремов Д. В. — зам. председателя секции

3. Алексенко Г. В.

4. Арцимович Л. А. — чл.-кор. АН СССР

5. Векшинский С. А. — чл.-кор. АН СССР

6. Мещеряков М. Г. — кандидат физ.-мат. наук

7. Козлинский В. А. — инженер, ученый секретарь секции

Участвуют в работе секции по вопросам их специальности:

1. Владимирский В. В. — зам. нач. Теплотехнической лаборатории АН СССР

2. Векслер В. И. — чл.-кор. АН СССР

3. Калашников С. Г. — доктор физ.-мат. наук, профессор

4. Минц А. Л. — чл.-кор. АН СССР

5. Попов Н. Л. — инженер.

26.02.1950 г. Постановление СМ СССР № 827-303сс/оп «О работах по созданию РДС-6», выдержки из которого приводятся ниже [36]:

г. Москва, Кремль

26 февраля 1950 г.
Сов. секретно
(Особая папка)

Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Обязать Первое главное управление при Совете Министров СССР, Лабораторию № 2 АН СССР и КБ-11 организовать расчетно-теоретические, экспериментальные и конструкторские работы по созданию изделий РДС-6С и РДС-6Т, в первую очередь изделия РДС-6С с добавкой иттрия, тротиловым эквивалентом 1 000 000 т и весом изделия до 5 т.

Установить срок изготовления 1-го экземпляра РДС-6С — 1954 г.

2. Утвердить:

научным руководителем работ по созданию РДС-6С и РДС-6Т члена-корреспондента АН СССР Харитона Ю. Б.;

первым заместителем научного руководителя по созданию РДС-6С и РДС-6Т доктора физико-математических наук Щелкина К. И.;

заместителем научного руководителя по изделиям РДС-6С члена-корреспондента АН СССР Тамма И. Е.;

заместителем научного руководителя по расчетно-теоретической части РДС-6Т члена-корреспондента АН СССР Зельдовича Я. Б.;

заместителями научного руководителя по исследованиям ядерных процессов кандидата физико-математических наук Мещерякова М. Г. и кандидата физико-математических наук Флерова Г. Н.

<...>

10. Организовать в филиале Лаборатории № 2 АН СССР под руководством Мещерякова М. Г. специальную группу экспериментальной физики в количестве 20 человек для выполнения работ по планам КБ-11, связанным с выполнением настоящего Постановления.

Возложить на группу т. Мещерякова проведение в 1950–1951 гг. следующих основных работ по исследованиям ядерных процессов:

а) определение сечения взаимодействия продуктов «120» и «130» для энергии нейтронов в интервале от 0 до 2,5 млн электронвольт.

Срок исполнения — не позднее IV кв. 1950 г.;

б) определение числа делений олова, числа образующихся ядер продукта «130» и числа захватов нейтронов оловом с образованием олова-119 для 14-мегавольтных нейтронов и нейтронов DD-реакции, попадающих в модель многослойного заряда.

Срок исполнения — не позднее 3–4 месяцев после получения многослойного заряда.

Примечание составителей. Используются следующие условные наименования: иттрий, продукт «130» — тритий; продукт «120» — дейтерий; олово-119 — уран-239.

22.03.1950 г. Заседание Спецкомитета, выдержки из решения которого приводятся ниже [37]:

г. Москва, Кремль

22 марта 1950 г.
Строго секретно
(Особая папка)

Члены Специального комитета: тт. Берия, Маленков, Завенягин, Курчатov, Махнев, Первухин.

Присутствовали (при рассмотрении соответствующих вопросов): министры тт. Абакумов, Круглов, Смирнов, Алексенко, Паршин, Кузьмин, Зверев, Фомин, Кабанов; начальник Второго главного управления при Совете Министров СССР т. Антропов; председатель Гостехники СССР т. Вяткин; президент Академии

наук СССР акад. Вавилов, акад. Скобельцын, члены-корреспонденты АН СССР тт. Векслер, Минц, чл.-кор. АМН СССР т. Франк; заместители министров тт. Бурназян, Ефремов, Мещеряков, Жигалин, Панюков, Силуянов; заместители начальника Первого главного управления при Совете Министров СССР тт. Павлов, Емельянов, Мешик, Петросьянц, член коллегии Первого главного управления т. Зверев; зам. нач. Лаборатории № 2 АН СССР т. Мещеряков; заместители начальника управления Спецкомитета тт. Черепнев, Баскаков; работники Специального комитета тт. Сазыкин, Васин, Коробков, Никольский, Сизов, Васильченко, Морозов; уполномоченные Совета Министров СССР тт. Малышев, Павленко; от Министерства внутренних дел СССР тт. Георгиевский, Любый, Левченко, Лепилов, Волгин.

<...>

*II. Об утверждении плана научно-исследовательских работ
на установке «М» в 1950 г.
(тт. Курчатов, Мещеряков, Берия)*

1. Утвердить представленный Научно-техническим советом Первого главного управления при Совете Министров СССР план научно-исследовательских работ на установке «М» с поправками, внесенными т. Курчатовым.

2. Обязать Лабораторию измерительных приборов АН СССР (тт. Курчатова и Мещерякова) обеспечить выполнение научных исследований, предусмотренных планом работ на установке «М» на 1950 г.

О ходе выполнения плана и результатах исследований ежеквартально докладывать Специальному комитету. <...>

*III. О разработке и изготовлении высоковольтного импульсного генератора
для установки «М»
(тт. Минц, Алексенко, Берия)*

Принять проект распоряжения Совета Министров СССР по данному вопросу, поручив тт. Завенягину (созыв), Алексенко, Мещерякову и Минцу в 3-дневный срок рассмотреть дополнительно предложения, выдвинутые т. Алексенко, и окончательно отредактировать проект.

Отредактированный проект распоряжения представить на утверждение Председателя Совета Министров Союза ССР товарища Сталина И. В.

<...>

*IX. О кандидатах для выдвижения в состав Академии наук СССР
(тт. Курчатов, Маленков, Завенягин, Берия)*

Считать необходимым выдвинуть для избрания в состав Академии наук СССР следующие кандидатуры:

По Отделению физико-математических наук

В академии

- чл.-кор. АН СССР т. Харитона Ю. Б.
- чл.-кор. АН СССР т. Александрова А. П.
- чл.-кор. АН СССР т. Тамма И. Е.

В члены-корреспонденты

- проф., д-ра физ.-мат. наук Щелкина К. И.
- канд. физ.-мат. наук т. Флерова Г. Н.
- канд. физ.-мат. наук т. Мещерякова М. Г.

По Отделению геолого-географических наук

В академии — чл.-кор. АН СССР т. Виноградова А. П. (по разделу геохимия).

По Отделению технических наук

В члены-корреспонденты — проф., д-ра техн. наук т. Доллежала Н. А. (по разделу механика).

Поручить т. Вавилову С. И. войти с соответствующими предложениями в Академию наук СССР.

2.10.1950 г. Рассмотрение Спецкомитетом вопроса «О мерах помощи Гидротехнической лаборатории Академии наук СССР», по результатам которого были приняты следующие решения [38]:

XXII. О мерах помощи Гидротехнической лаборатории Академии наук СССР

1. Утвердить:

— первым заместителем начальника Гидротехнической лаборатории Академии наук СССР кандидата физико-математических наук т. Козодаева М. С.;

— заместителем начальника Гидротехнической лаборатории Академии наук СССР и начальником сектора лаборатории кандидата физико-математических наук Джелепова В. П.;

— заместителем начальника Гидротехнической лаборатории по административно-хозяйственной части и строительству т. Володина Н. В.

2. Обязать Академию наук УССР (т. Палладина) и Министерство высшего образования СССР (т. Кафтанова) откомандировать для работы в Гидротехнической лаборатории АН СССР в качестве старших научных сотрудников: т. Сиксина Валентина Степановича — кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника Харьковского физико-технического института Академии наук УССР; т. Говорова Александра Михайловича — аспиранта Харьковского государственного университета; т. Железцова Николая Александровича — старшего научного сотрудника Горьковского государственного университета.

3. Обязать начальника Гидротехнической лаборатории (т. Мещерякова) создать при секторе № 64 Гидротехнической лаборатории Академии наук СССР группу аспирантов физиков-теоретиков в составе 4 чел. и при секторе № 61 — группу аспирантов физиков-экспериментаторов в составе 4 чел.

4. Обязать Первое главное управление при Совете Министров СССР (т. За-вениягина, Бабкина) укомплектовать к 1 января 1951 г. группу аспирантов способными молодыми специалистами из числа оканчивающих государственные университеты в декабре 1950 г. <...>

1–8.02.1951 г. Заседание НТС КБ-11 под председательством И. В. Курчатова по обсуждению различных вопросов по атомным и водородным зарядам, в том числе по водородным бомбам РДС-6С и РДС-6Т [39]. В разделе протокола заседания, относящегося к РДС-6С, было предусмотрено (п. 11):

Считать необходимым созвать совещание по вопросам измерения ядерных констант в начале апреля 1951 г. Совет поручает тт. Курчатову и Мещерякову подготовку и проведение совещания в ЛИПАН по прилагаемой программе, которая должна быть утверждена в ПГУ вместе со списком участников (программа и список — см. Приложения № 2 и 3).

В «Список участников совещания по вопросам изучения реакций между легкими элементами» были включены следующие сотрудники ЛИПАН: И. В. Курчатов, М. Г. Мещеряков, И. Н. Головин, В. А. Давиденко, В. С. Сиксин, И. И. Гуревич, И. Я. Померанчук.

В «Программе работ совещания по вопросам изучения ядерных реакций между легкими элементами» был предусмотрен доклад В. С. Сиксина «Определение сечения реакции деления ядер ^{232}Th , ^{233}U , ^{235}U , ^{238}U и ^{239}Pu под действием быстрых нейтронов».

К указанному протоколу заседания НТС КБ-11 имеется примечание составителя [39]: «Печатал лично Ю. Харитон в 2 экз., на 6 листах каждый. Черновики и копировальная бумага уничтожены. 9 февраля 1951 г. Маш. № 134/3-оп».

26.03.1951 г. (не позднее). Докладная записка И. В. Курчатова о мощном синхротроне, в качестве одного из приложений к докладу Л. П. Берия И. В. Сталину о ходе выполнения заданий правительства по развитию атомной промышленности, в котором была дана характеристика работ по синхроциклотрону ГТЛ (см. с. 34) [40].

23.04.1951 г. Доклад М. Г. Мещерякова о реконструкции установки «М» на заседании НТС ПГУ [41].

6.12.1951 г. Постановление СМ СССР № 4964-2148сс/оп «О награждении и премировании за выдающиеся научные работы в области атомной энергии, за создание новых видов изделий РДС, достижения в области производства плутония и урана-235 и развития сырьевой базы для атомной промышленности», согласно которому была награждена большая группа участников создания синхроциклотрона [42].

25.12.1951 г. Отчет Г. Н. Флерова о выполнении плана исследовательских работ по РДС-6С привлеченных организаций, работающих по заданиям КБ-11 (по состоянию на 25.11.1951 г.) [43].

29.12.1951 г. Постановление СМ СССР № 5373-2333сс/оп «О плане работ КБ-11 на 1952 г.», в котором были даны поручения ГТЛ по проведению физических исследований по РДС-6С [44].

29.12.1951 г. Благодарственное письмо ученых, конструкторов, инженеров и руководящих работников И. В. Сталину за высокую оценку работы в области развития атомной промышленности и создания новых конструкций изделий РДС (среди подписавших были М. Г. Мещеряков, Д. В. Ефремов, А. Л. Минц, В. И. Векслер) [45].

28.04.1952 г. Распоряжение СМ СССР № 9996-рс/оп о реконструкции установки «М» с целью повышения энергии протонов до 650–680 млн электронвольт [46].

5 и 12.05.1952 г. Обсуждение результатов работ и плана дальнейших работ на установке «М» на заседании НТС ПГУ с докладом М. Г. Мещерякова [47, 48].

12.12.1952 г. План ядерно-физических работ по РДС-6С, утвержденный А. П. Завенягиным и И. В. Курчатовым, в котором были предусмотрены следующие работы ГТЛ [49]:

III. ГТЛ АН СССР

Руководитель — Мещеряков М. Г.

1. Измерение коэффициента использования на плоской модели:

- а) для слоев 4 см — с 15.01.53 г. по 15.02.53 г.;
- б) для слоев 6 см — с 15.01.53 г. по 15.03.53 г.;
- в) для слоев 1 см — с 15.03.53 г. по 1.04.53 г.;

г) выяснение влияния железного слоя на величину коэффициента использования в опытах со слоями 4 см.

Срок — с 15.01.53 г. по 15.02.53 г. Исполнители: Сиксин В. С., Погребов И. С., Сауков А. И., Тутуров Ю. Ф.

2. Измерения эффективных кривых активации индикаторов $(n, 2n)$, $Ni(n, 2n)$, $Au(n, 2n)$ и $U^{238}(n, 2n)$.

Срок — с 15.02.53 г. по 1.04.53 г.

Исполнители: Сиксин В. С., Погребов И. С., Сауков А. И., Тутуров Ю. Ф.

Примечание: Работа с U^{238} проводится совместно с Б. В. Курчатовым.

3. Проверка сечения деления олова-118 на 14-МэВ нейтронах.

Срок — до 1.02.53 г.

Исполнитель Сиксин В. С.

4. Измерение коэффициента регенерации методом накопления *иттрия* на модели с толщиной слоев 6 см и на модели с толщиной слоев 4 см.

Примечание: работа проводится совместно с Институтом физических проблем, предоставляющим образцы для закладки в модель на все время производства изменений коэффициента использования.

Срок — с 15.01.53 г. по 1.04.53 г.

8.01.1953 г. Постановление СМ СССР № 48-27сс/оп «О выделении Гидротехнической лаборатории Лаборатории измерительных приборов Академии наук СССР в самостоятельную лабораторию» [51]:

г. Москва, Кремль

8 января 1953 г.

Сов. секретно

(Особая папка)

Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Выделить Гидротехническую лабораторию из состава Лаборатории измерительных приборов Академии наук СССР в самостоятельную лабораторию и передать ее Первому главному управлению при Совете Министров СССР.

2. Утвердить:

а) начальником Гидротехнической лаборатории научного руководителя установки «М» доктора физико-математических наук Мещерякова М. Г.;

б) первым заместителем начальника Гидротехнической лаборатории по научной части кандидата физико-математических наук Козодаева М. С.;

в) заместителем начальника Гидротехнической лаборатории по научной части кандидата физико-математических наук Джелепова В. П.;

г) заместителем начальника и главным инженером Гидротехнической лаборатории инженера Честного А. В. <...>

Утвердить председателем Ученого совета Гидротехнической лаборатории доктора физико-математических наук Мещерякова М. Г.

Утвердить членами Ученого совета Гидротехнической лаборатории доктора физико-математических наук Блохинцева Д. И., академика Алиханова А. И., академика Фока В. А., доктора физических наук Понтекорво Б. М., доктора физико-математических наук Померанчука И. Я., доктора физико-математических наук Терлецкого Я. П., доктора физико-математических наук Маркова М. А., доктора физико-математических наук Завойского Е. К., кандидата физико-математических наук Козодаева М. С., кандидата физико-математических наук Джелепова В. П.

3. Обязать Лабораторию измерительных приборов Академии наук СССР передать Гидротехнической лаборатории безвозмездно все материальные ценности и фонды на оборудование и материалы, принадлежащие Гидротехнической лаборатории по состоянию на 1 января 1953 г., а также передать ей легковой и грузовой автотранспорт, используемый для обслуживания Гидротехнической лаборатории.

4. Утвердить мероприятия, связанные с передачей Гидротехнической лаборатории из ведения Лаборатории измерительных приборов Академии наук СССР в систему Первого главного управления при Совете Министров СССР, согласно Приложению № 1¹.

Председатель Совета Министров Союза ССР И. Сталин²

Управляющий делами Совета Министров СССР М. Помазнев^{2,3}

АП РФ. Ф. 93, коллекция постановлений и распоряжений СМ СССР за 1953 г. Заверенная копия.

¹Приложение не публикуется.

²Подпись отсутствует.

³Документ заверен печатью: «Протокольная часть. Управление делами Совета Министров СССР».

31.12.1953 г. Постановление СМ СССР № 3044-1304сс/оп «О присуждении Сталинских премий научным и инженерно-техническим работникам Министерства среднего машиностроения и других ведомств за создание водородной бомбы и новых конструкций атомных бомб» [52].

26.03.1956 г. Подписание Соглашения представителями правительств одиннадцати стран-учредителей о создании на базе Института ядерных проблем и Электрофизической лаборатории международного Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ) с целью объединения научного и материального потенциала для изучения фундаментальных свойств материи.

* * *

Представленные в этом разделе архивные документы позволяют установить некоторые основные «вехи» в истории создания синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории и характерные особенности организации работ, разработки проекта и сооружения этого важного объекта в системе отечественного Атомного проекта.

1. Можно утверждать, что история синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории началась с письма научного руководителя Атомного проекта академика Игоря Васильевича Курчатова от 26 января 1946 г., в котором была представлена развернутая программа сооружения мощного ускорителя заряженных частиц. Характерно, что это письмо появилось спустя полгода после образования Спецкомитета и ПГУ, что свидетельствовало о понимании И. В. Курчатовым важности и необходимости развития экспериментальной базы ядерной физики.

2. Синхроциклотрон Гидротехнической лаборатории относился к числу объектов Атомного проекта, имеющих важнейшее государственное значение наряду с промышленными ядерными реакторами для получения оружейного плутония, конструкциями атомных и водородных бомб, технологиями обогащения урана и другими направлениями. Поэтому работа по ускорителю ГТЛ находилась под постоянным контролем Спецкомитета и ПГУ.

3. Первое рассмотрение Спецкомитетом вопроса «О сооружении мощного циклотрона» состоялось 7 мая 1946 г. Впоследствии Спецкомитет 9 раз обсуждал различные проблемы по синхроциклотрону в период с середины 1946 г. по март 1950 г.

4. Первое постановление Совета Министров СССР «О строительстве мощного циклотрона (установки "М")» было подписано 13 августа 1946 г.

Всего за короткий период (1947–1949 гг.) было выпущено 6 постановлений и одно распоряжение Совета Министров.

5. На заседаниях НТС Первого главного управления, являвшегося высшим исполнительным органом в Атомном проекте, вопросы ускорителя и программы НИОКР обсуждались 7 раз за период 1947–1949 гг.

6. Согласно постановлению СМ СССР «О строительстве мощного циклотрона (установки "М")» от 13 августа 1946 г. были назначены ответственные организации-исполнители и руководители. Это было основополагающее постановление, с которого можно вести отсчет работ по созданию синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории.

7. Этим постановлением было утверждено:

а) место строительства мощного циклотрона (установки «М») — район Ивановской ГЭС;

б) срок окончания сооружения установки «М» и организации лаборатории при ней — 1-й квартал 1949 г.

8. Согласно постановлению от 13 августа 1946 г. было поручено:

а) организация комплексного проектирования, изготовление и монтаж установки «М» — Министерству электропромышленности;

б) выполнение строительных работ по сооружению установки «М» и лаборатории при ней — Министерству внутренних дел СССР; начальником строительства установки «М» (строительства № 833 МВД СССР) был назначен А. П. Лепилов.

Проектирование и изготовление электромагнита установки «М», агрегатов питания обмоток электромагнита с системой стабилизации магнитного потока, а также вакуумной камеры и резонансной линии было поручено ОКБ при заводе «Электросила» и заводам «Электросила» и № 496 Министерства электропромышленности.

Конструирование и изготовление радиотехнической части установки «М» поручалось заводу № 678 и НИИ-160 Министерства промышленности средств связи.

Проект строительной части установки «М» и лаборатории при ней выполнял ГСПИ-11 ПГУ.

9. По этому постановлению научно-техническое руководство сооружением установки «М» было поручено Физическому институту Академии наук СССР (акад. Вавилов, проф. Скобельцын и Векслер). Для рассмотрения научных и технических вопросов, связанных с проектированием и сооружением установки «М», был образован при ФИАН Научный совет под председательством академика С. И. Вавилова. Это поручение ФИАН объясняется, по мнению составителей, тем, что в первые два года Атомного проекта (1946–1948 гг.) основные работы по ускорителям были сосредоточены в ФИАН. Однако уже 11 апреля 1947 г. Спецкомитет принял решение: «Возложить научно-техническое руководство сооружением установки «М» на Лабораторию № 2 АН СССР», а Научный совет по установке «М» был подчинен Лаборатории № 2, его председателем стал И. В. Курчатов.

10. Было принято решение об организации на объекте «М» филиала Лаборатории № 2 и назначении начальником этого филиала и научным руководителем установки «М» заместителя начальника Лаборатории № 2

М. Г. Мещерякова и заместителем начальника филиала и научного руководителя установки «М» В. П. Дзепелова. Впоследствии филиал Лаборатории № 2 был выделен из ЛИП и преобразован в Гидротехническую лабораторию АН СССР. В системе АН СССР эта лаборатория получила наименование Институт ядерных проблем (ИЯП) АН СССР. После образования Объединенного института ядерных исследований ИЯП вошел в состав ОИЯИ в качестве Лаборатории ядерных проблем (ЛЯП).

11. В результате напряженной работы промышленности, проектных и научных организаций и эксплуатационного персонала синхроциклотрон был пущен в эксплуатацию 13 декабря 1949 г.

12. Первые итоги экспериментальных и расчетных исследований на синхроциклотроне были подведены на заседании НТС ПГУ 5 и 12 мая 1952 г. с участием большого числа ведущих ученых страны.

2. НАЗНАЧЕНИЕ СИНХРОЦИКЛОТРОНА

В настоящее время хорошо известно, что развитие современной ядерной физики невозможно без строительства и проведения исследований на ускорителях заряженных частиц для углубленного понимания структуры атомного ядра, изучения новых частиц и особенностей их взаимодействия. На начальной стадии Атомного проекта это понимали немногие. Лишь благодаря усилиям научного руководителя Атомного проекта академика И. В. Курчатова, его настойчивости и авторитету, удалось осуществить ряд проектов электронных и протонных ускорителей различных конструктивных схем. Помимо конкретных предложений, И. В. Курчатова постоянно просвещал административных руководителей Атомного проекта о значении и важности ускорителей заряженных частиц для получения необходимых ядерных данных, которых в те далекие времена не хватало ядерщикам. Одним из многочисленных документов И. В. Курчатова в этом отношении является его письмо руководителю Спецкомитета Л. П. Берия от 26 января 1946 г., в котором он указывал [2]:

Сов. секретно

Товарищу Берия Л. П.

1. Нынешний уровень знаний об атомном ядре и космических лучах позволяет предполагать, что при помощи частиц, ускоренных до энергии 250 миллионов вольт и выше, можно перейти к открытиям новых физических явлений (открытию новых элементов, новых способов получать атомную энергию из более дешевых источников, чем уран).

2. Для получения частиц такой энергии необходимо, как устанавливают расчеты, иметь мощный циклотрон с диаметром полюсов не менее 3,5 метра.

Целесообразно, однако, построить циклотрон с диаметром полюсов 4,5–5 метров, чтобы получить энергию частиц, большую, чем это может дать самый мощный циклотрон (Лоуренса). <...>

Письмо написано на следующий день после приема И. В. Курчатова И. В. Сталиным. О факте этого приема — см.: Посетители кремлевского кабинета И. В. Сталина: Журналы (тетради) записи лиц, принятых первым генсеком. 1924–1953 гг.: Алфавитный указатель // Исторический архив. 1998. № 4; там же. 1996. № 4. С. 116; АП РФ. Ф. 45, оп. 1, д. 416, л. 81.

Уже 12 февраля 1946 г. И. В. Курчатова в своем докладе И. В. Сталину констатирует [3]:

Сов. секретно

Товарищу Сталину И. В. Доклад

В соответствии с Вашими указаниями о необходимости придать работам по использованию внутриатомной энергии больший размах и наиболее целесообразное направление в дальнейшем привлечении к этим работам ученых докладываю следующие свои соображения.

<...>

IV. О развитии научно-технической базы

Нам необходимо развивать исследования по общетеоретическим вопросам атомного ядра, чтобы не потерять перспективу наиболее правильного развития работ по использованию внутриатомной энергии.

За 50 лет работ по атомной энергии возможность ее практического использования впервые дал уран. Однако нет сомнения в том, что по мере развития и углубления наших знаний о материи и, в частности, о строении атомного ядра будут, помимо урана, найдены другие практические источники внутриатомной энергии.

Наша научно-техническая база изучения атомного ядра укрепилась за последние годы, но все же сильно отстает от США. Рассмотрев этот вопрос на Специальном комитете, мы приняли решение о необходимости постройки мощного циклотрона с весом электромагнита в 6000 тонн (наибольший циклотрон в США имеет магнит в 4200 тонн), который бы дал возможность перейти к открытию новых физических явлений и обогнать в этих открытиях американцев и англичан.

Строительство такого циклотрона требует затраты около 150 миллионов рублей и 2–3 лет напряженной работы по изготовлению его.

Решено также построить *бетатрон* — прибор для ускорения электронов. В Америке за последние 2–3 года построено несколько подобных приборов.

Мероприятия по обеспечению строительства циклотрона и бетатрона будут в ближайшее время представлены Специальным комитетом на Ваше утверждение. <...>

Москва

И. Курчатова

12 февраля 1946 г.

О назначении ускорителей можно также узнать из подробной «Справки Д. В. Ефремова и В. И. Векслера об ускорителях заряженных частиц», направленной Л. П. Берия 25 ноября 1949 г. [22]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Ускорители заряженных частиц и их значение для исследований строения вещества и проблемы ядерной энергии

Наиболее эффективным способом исследования структуры и свойств *атомных ядер*, характера *внутриядерных* сил и других фундаментальных проблем строения вещества является *бомбардировка ядер быстрыми частицами*.

Быстрые *частицы* получаются при помощи *ускорителей заряженных частиц* — *бетатронов, синхротронов, циклотронов* и других.

Вопросы практического использования *ядерной энергии* также в значительной степени зависят от исследований, выполняемых на *ускорителях*. Так, например, с помощью *циклотрона* был впервые получен один из *делящихся* материалов — *плутоний* — в количествах, достаточных для микрохимического исследования.

Дальнейшее развитие проблемы *ядерной энергии* теснейшим образом связано с прогрессом в сооружении мощных *ускорителей*, так как новые успехи в иссле-

довании природы ядерных сил и устойчивости атомных ядер возможны только в том случае, если исследователи будут обладать мощными средствами воздействия на ядра.

В настоящее время следует считать установленным, что в вопросах устойчивости атомных ядер и свойств ядерных частиц (протонов и нейтронов) большую роль играют мезоны — частицы с массой, промежуточной между массой протона и электрона.

До последнего времени мезоны обнаруживались только в космических лучах; современные ускорители, в которых заряженные частицы приобретают энергии в сотни миллионов электронвольт, обеспечивают получение мезонов в лабораторных условиях в количествах, неизмеримо больших, чем те, которые наблюдаются в космических лучах.

Таким образом, физики получили новое средство для исследования свойств атомных ядер и, в частности, для поисков нового типа ядерных реакций, сопровождаемых выделением энергии.

Современное развитие теории ускорителей и технический прогресс обеспечивают сооружение таких ускорителей, с помощью которых заряженные частицы смогут приобретать энергию в несколько миллиардов электронвольт.

Важность интервала энергии 5–10 миллиардов электронвольт обусловлена, в частности, тем, что при этих энергиях существует некоторая вероятность искусственной генерации ядерных частиц.

Из вышеуказанного ясно, какое большое значение имеют ускорители и их развитие для дальнейшей разработки более эффективных способов получения ядерной энергии.

По сообщению американской печати, в США к началу 1948 г. насчитывалось около 50 действующих ускорителей различных типов и находились в стадии проектирования и сооружения еще 40 ускорителей, в том числе по крайней мере 15 ускорителей на энергии в 100 миллионов электронвольт и выше.

В соответствии с опубликованными данными, в апреле 1948 г. Комиссией по атомной энергии США утверждено строительство двух гигантских кольцевых ускорителей протонов: ускорителя на 2–3 миллиарда электронвольт в Брукхэйвенской лаборатории и ускорителя на 6–7 миллиардов электронвольт в Калифорнийском университете.

Общая стоимость сооружения вышеуказанных 50 действующих ускорителей в США может быть ориентировочно оценена суммой около 600 миллионов рублей по ценам, действовавшим в Советском Союзе в 1945 г.

Затраты на сооружение 40 запланированных ускорителей, включая указанные гигантские кольцевые ускорители, значительно превзойдут ранее израсходованные США суммы в связи с тем, что за последние годы сооружаются преимущественно мощные ускорители, и [затраты на их сооружение] могут быть ориентировочно оценены суммой около 2300 миллионов рублей также в ценах, действовавших в Советском Союзе в 1945 г.

Следует отметить, что сооружение большого числа ускорителей в США финансируется Комиссией по атомной энергии или Управлением Военно-морского флота.

Строительство ускорителей приобрело широкое развитие также в Англии, Франции, Швеции и других странах.

В Советском Союзе имеются значительные успехи в области разработки ускорителей заряженных частиц.

Установленный в 1944 г. советской наукой принцип автофазировки частиц позволил значительно расширить пределы энергии ускоряемых частиц (на 2–3 порядка величины энергии).

Электротехническая промышленность освоила изготовление сложнейшего оборудования, из которого комплектуются современные ускорители.

Отечественная промышленность изготовила для ведущих научно-исследовательских институтов и университетов 4 малых *циклотрона*, 3 крупных *циклотрона*, 2 *бетатрона* и *синхротрон* на 30 млн электронвольт. Большинство из указанных установок введено в эксплуатацию.

Успешно изготовлена и пущена установка *C-25* — *синхротрон* на 250 миллионов электронвольт; в стадии окончания предпусковых работ находится установка «М», которая по энергии частиц превзойдет все известные заграничные действующие ускорители.

Имеются все необходимые теоретические и технические предпосылки для разработки еще более мощных *ускорителей* и в первую очередь установки «КМ», которая явится мощнейшим оружием для дальнейших исследований фундаментальных проблем *атомного ядра* и *ядерной энергии*.

Д. Ефремов, В. Векслер

Примечание составителей. Установка КМ — условное наименование синхрофазотрона ЛВЭ ОИЯИ.

В дополнение к указанным фундаментальным проблемам появились прикладные задачи, о которых сказано в предложении И. В. Курчатова и М. Г. Мещерякова о работах по сверхмощному атомному оружию, направленному Л. П. Берия 21 апреля 1949 г. [25]:

Товарищу Берия Л. П.

Разработка способов усиления эффективности взрыва обычной атомной бомбы, т. е. создание сверхмощного атомного оружия, является одной из важнейших задач ядерной физики. Особенно заманчивой кажется перспектива использования для этой цели энергии ядерных превращений легких элементов, в первую очередь, тяжелого изотопа водорода — дейтерия (H^2), запасы которого практически не ограничены.

У нас пока разрабатываются обычные атомные бомбы, в которых источником энергии являются процессы деления ядер плутония-239 или урана-235. Эффективность взрыва обычной атомной бомбы, однако, не может быть намного увеличена, поскольку величина заряда плутония или урана в них всегда должна быть меньше критической массы этих веществ.

Теоретически нельзя исключить возможность использования дейтерия для резкого усиления взрыва атомной бомбы. В этом направлении у нас были сделаны два конструктивных предложения: одно — тт. Зельдовичем, Харитоновым, Померанчуком и Гуревичем, другое — тт. Сахаровым и Таммом. В обоих этих предложениях для зажигания больших количеств дейтерия, окружающего обычную атомную бомбу, предполагается использовать второй тяжелый изотоп водорода — тритий (H^3), добываемый в уран-графитовом котле. Расчеты показывают, что успешное решение задачи использования энергии, освобождаемой при сгорании дейтерия, даст возможность увеличить радиус поражаемой взрывом зоны в десятки раз. Надо также иметь в виду, что при этом открывается перспектива использования энергии деления урана-238, что существенно расширяет запасы ядерного взрывчатого вещества.

Основным элементом сверхбомбы является обычная атомная бомба. Несмотря на то, что работы по ее созданию у нас еще не завершены и что принципиальная осуществимость предложений об использовании для военных целей энергии превращения легких ядер пока еще не ясна, так как в настоящее время еще не известны с достаточной точностью константы некоторых ядерных реакций, мы все же считаем крайне необходимым начать изыскания в этой области. Следует признать, что до сих пор в Советском Союзе в этом направлении исследования проводились слабо, а теоретическая разработка вопросов о сверхбомбе в Физическом институте АН

СССР не была увязана с работой КБ-11. Не налажено у нас также производство весомых количеств трития и дейтерида урана.

С другой стороны, известно, что, начиная с 1945 г., в США усиленно проводятся исследования, имеющие своей целью усовершенствование и создание нового атомного оружия. О том, какое значение американцы придают возможности использования в военных целях энергии, выделяющейся при ядерных превращениях легких элементов, свидетельствует тот факт, что Лос-Аламосская лаборатория, предназначенная для исследования и конструирования новых образцов атомных бомб, оснащена четырьмя ускорителями (40-дюймовый циклотрон, 20-МэВ бетатрон, 2-МэВ генератор Ван-де-Граафа и ускорительная трубка на 200 кэВ), с помощью которых широко проводятся исследования ядерных реакций среди легких элементов. Несомненно, американцы заняты изысканием новых путей освобождения ядерной энергии для военной цели.

Для того, чтобы широко развернуть у нас изучение теоретических вопросов конструирования сверхатомных бомб, исследования ядерных реакций, энергия которых может быть использована в этих целях, и разработку методов получения необходимых материалов (тритий, дейтерид урана), мы считаем необходимым предложить на Ваше рассмотрение и просить Вас утвердить следующие мероприятия:

1) Организовать экспериментальную работу по изучению ядерных реакций, которые могут быть использованы в сверхбомбе, на базе имеющихся в Лаборатории № 2 ускорителей, сконцентрировав всю эту работу в филиале «М» Лаборатории № 2. Первоочередной задачей экспериментального исследования должно явиться изучение ядерных реакций $H^2(d, n)He^3$, $H^2(d, p)H^3$, $H^3(d, n)He^4$ и взаимодействия нейтронов с энергией 14 МэВ с ураном.

<...>

[Приложение]

Проект решения Совета Министров Союза ССР

г. Москва

...1949 г.

Для обеспечения исследовательских работ по изучению ядерных превращений, которые могут быть использованы в военных целях, Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Обязать филиал Лаборатории № 2 АН СССР (т. Мещерякова):

а) провести в 1949–1950 гг. детальное изучение нижеследующих ядерных процессов $H^2(d, n)He^3$, $H^2(d, p)H^3$, $H^3(d, n)He^4$ и взаимодействия нейтронов с энергией 14 МэВ с ураном. <...>

1. Копия доклада И. В. Курчатова и М. Г. Мещерякова была направлена Б. Л. Ванниковым Ю. Б. Харитону 12 мая 1949 г. за исх. № 2594/25 с припиской «только лично» и с просьбой «срочно сообщить Ваше мнение» (Архив Росатома. Ф. 24, д. 16344, л. 185).

2. 21 апреля 1949 г. И. В. Курчатова направил Л. П. Берия письмо следующего содержания: «В дополнение к предложениям, содержащимся в прилагаемом докладе, написанном мной и т. Мещеряковым М. Г., считал бы целесообразным дополнить постановление Совета Министров СССР пунктом о назначении т. Мещерякова М. Г. научным руководителем исследований по ядерным вопросам, связанным с разработкой атомной сверхбомбы. Прошу Ваших указаний. И. Курчатова. 21.04.49» (АП РФ. Ф. 93, д. 21/50, л. 18).

Примечание составителей. Предложение зав. теоретическим отделом ФИАН членом-корреспондентом АН СССР И. Е. Таммом «Об использовании легких элементов в качестве ядерных взрывчатых веществ» от 9.04.1949 г. было направлено президентом АН СССР С. И. Вавиловым Л. П. Берия 11.04.1949 г. (см.: Атомный проект СССР. Документы и материалы Т. 3. Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2008. С. 188–191).

9 июня 1949 г. состоялось большое совещание в КБ-11 по вопросу разработки первой советской водородной бомбы РДС-6, предложенной А. Д. Сахаровым, с участием начальника ПГУ Б. Л. Ванникова, И. В. Кур-

чатова, Ю. Б. Харитона, М. Г. Мещерякова и других ведущих ученых КБ-11, выдержки из которого приводятся ниже [27]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Проведенные за истекший период теоретические исследования пока не дали исчерпывающего ответа по вопросу об использовании для практических целей энергии превращения легких ядер (дейтерий, тритий). Полученные первые теоретические результаты не дали также исходных данных, необходимых для начала работ по эскизному проектированию РДС-6.

Выяснение вопроса о том, возможно или невозможно осуществление ядерного взрыва с использованием энергии легких элементов, требует проведения широких теоретических и экспериментальных исследований, а также разработки технологии получения ряда необходимых для этой цели материалов. Объем и характер этих исследований требует концентрации больших научных сил для согласования ведения работ в этой области.

В дальнейшем разработка вопросов использования для практических целей энергии превращения легких ядер должна вестись по следующим направлениям:

1. Теоретические исследования газодинамики термоядерных реагирующих систем.
2. Экспериментальные исследования ядерных реакций, используемых в системах типа РДС-6. <...>

В связи с вышеизложенным совещание считает необходимым:

- 1) Сосредоточить основные исследования, необходимые для создания систем типа РДС-6, в Лаборатории измерительных приборов.
- 2) Для осуществления работ по вопросам РДС-6: <...>
- 4) Организовать в филиале Лаборатории измерительных приборов основные экспериментальные исследования ядерных реакций, используемых в системах типа РДС-6.
- 5) Назначить научным руководителем экспериментальных исследований ядерных реакций, используемых в системах типа РДС-6, т. Мещерякова М. Г.
- 6) Принять план научно-исследовательских работ по РДС-6 на 1949–1950 гг. <...>

Протокол совещания подписали Б. Л. Ванников, И. В. Курчатова, М. Г. Мещеряков, Я. Б. Зельдович, А. Д. Сахаров, Ю. Б. Харитон, П. М. Зернов, К. И. Щелкин, В. И. Алферов.

В плане научно-исследовательских работ по РДС-6 на 1949–1950 гг. от 9 июня 1949 г. (не позднее), выдержки из которого приводятся ниже, было предусмотрено [25]:

А. Теоретические изыскания. <...>

Б. Экспериментальные исследования.

I. Определение констант реакций $H^2 + H^2$, $H^2 + H^3$, $H^3 + H^3$ и $H^2 + He^3$ и изучение спектров нейтронов от перечисленных реакций.

Исполнители: ЛИПАН СССР, ИХФ АН СССР, УФИ. Срок 1.01.1951.

II. Исследование взаимодействия нейтронов с энергией 14 МэВ и нейтронов от реакции $H^2(d, n)He^3$ с U^{238} , Th^{232} , Li^6 , Li^7 и H^2 :

а) деление U^{238} под действием нейтронов с энергией 14 МэВ и нейтронов от реакции $H^2(d, n)He^3$; деление в результате захвата нейтрона и в результате неупругого рассеяния. Соотношение этих процессов. Выход нейтронов деления;

б) то же самое для Th^{232} ;

в) изучение энергетического распределения нейтронов от реакции $H^3(d, n)He^4$ и $H^2(d, n)He^3$ при рассеянии на U^{238} , Th^{232} , Li^6 , Li^7 , H^2 , Cu . Определение сечения упругого и неупругого рассеяния для этих случаев;

г) определение сечений реакций (n, γ) для U^{238} , Th^{232} , Li^6 , Li^7 , Cu при различной энергии.

Исполнители тем:

1. ЛИПАН СССР (опыты с нейтронами от реакции $H^3(d, n)He^4$).
2. УФИИ и ИХФ АН СССР (опыты с нейтронами от реакции $H^2(d, n)He^3$).

Срок 1.01.1951. <...>

О результатах обсуждения работ по РДС-6 на совещании в КБ-11 Б. Л. Ванников 16 июня 1949 г. доложил Л. П. Берия [29]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Товарищу Берия Л. П.

Во время пребывания в КБ-11 нами совместно с т. Курчатовым, т. Мещеряковым, т. Харитоновым, т. Щелкиным, т. Зельдовичем и т. Сахаровым обсуждался вопрос о разработке РДС-6. Совещание пришло к следующему выводу, что проведенные за истекший период теоретические исследования пока не дали исчерпывающего ответа по вопросу об использовании для практических целей энергии превращения легких ядер (дейтерий и тритий). Полученные первые теоретические результаты не дали также исходных данных, необходимых для начала работ по экспериментальному проектированию РДС-6.

Выяснение вопроса о том, возможно или невозможно осуществление ядерного взрыва с использованием энергии легких элементов, требует проведения широких теоретических и экспериментальных исследований, а также разработки технологии получения ряда необходимых для этой цели материалов.

Объем и характер этих исследований требуют концентрации больших научных сил для согласованного ведения работ в этой области.

В связи с этим совещание признало необходимым:

1. Сосредоточить основные исследования, необходимые для создания систем типа РДС-6, в Лаборатории № 2 Академии наук СССР; для этого необходимо:

<...>

3. Организовать в филиале Лаборатории № 2 основные экспериментальные исследования ядерных реакций, используемых в системах типа РДС-6.

4. Назначить научным руководителем теоретических и экспериментальных исследований ядерных реакций, используемых в системах типа РДС-6, т. Мещерякова М. Г.

5. Принять план научно-исследовательских работ по РДС-6 на 1949–[19]50 гг.

Проект Постановления по этому вопросу, согласованный с т. Курчатовым, Мещеряковым, Харитоновым, Зельдовичем, Сахаровым, прилагается.

Б. Ванников

Наконец, постановление СМ СССР № 827-303сс/оп от 26.02.1950 г. «О работах по созданию РДС-6», выдержки из которого приводятся ниже, определило итоговые задачи Гидротехнической лаборатории по экспериментальному обоснованию ядерных реакций водородной бомбы РДС-6С [36]:

г. Москва, Кремль

26 февраля 1950 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Обязать Первое главное управление при Совете Министров СССР, Лабораторию № 2 АН СССР и КБ-11 организовать расчетно-теоретические, экспериментальные

и конструкторские работы по созданию изделий РДС-6С и РДС-6Т, в первую очередь изделия РДС-6С с добавкой иттрия, тротиловым эквивалентом 1 000 000 т и весом изделия до 5 т.

Установить срок изготовления 1-го экземпляра РДС-6С — 1954 г.

2. Утвердить:

научным руководителем работ по созданию РДС-6С и РДС-6Т члена-корреспондента АН СССР Харитона Ю. Б.;

первым заместителем научного руководителя по созданию РДС-6С и РДС-6Т доктора физико-математических наук Щелкина К. И.;

заместителем научного руководителя по изделиям РДС-6С члена-корреспондента АН СССР Тамма И. Е.;

заместителем научного руководителя по расчетно-теоретической части РДС-6Т члена-корреспондента АН СССР Зельдовича Я. Б.;

заместителями научного руководителя по исследованиям ядерных процессов кандидата физико-математических наук Мещерякова М. Г. и кандидата физико-математических наук Флерова Г. Н.

<...>

11. Организовать в филиале Лаборатории № 2 АН СССР под руководством Мещерякова М. Г. специальную группу экспериментальной физики в количестве 20 человек для выполнения работ по планам КБ-11, связанным с выполнением настоящего Постановления.

Возложить на группу т. Мещерякова проведение в 1950–1951 гг. следующих основных работ по исследованиям ядерных процессов:

а) определение сечения взаимодействия продуктов «120» и «130» для энергии нейтронов в интервале от 0 до 2,5 млн электронвольт.

Срок исполнения — не позднее IV кв. 1950 г.;

б) определение числа делений олова, числа образующихся ядер продукта «130» и числа захватов нейтронов оловом с образованием олова-119 для 14-мегавольтных нейтронов и нейтронов DD-реакции, попадающих в модель многослойного заряда.

Срок исполнения — не позднее 3–4 месяцев после получения многослойного заряда.

Примечание составителей. Используются следующие условные наименования: иттрий, продукт «130» — тритий; продукт «120» — дейтерий; олово — природный уран; олово-119 — уран-239; РДС-Т — трубный вариант водородной бомбы.

Итоговым отчетом, из которого можно узнать о значении установки «М» и важности проведенных исследований, является докладная записка И. В. Курчатова, в качестве одного из приложений к докладу Л. П. Берия И. В. Сталину о ходе выполнения заданий правительства по развитию атомной промышленности, выдержки из которой приводятся ниже [40]:

[Приложение № 5]

[Докладная записка о мощном синхроциклотроне]

Не позднее 26 марта 1951 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Товарищу Сталину И. В.

Докладываем Вам, товарищ Сталин, что начатое в 1946 г. по Вашему заданию конструирование и сооружение самого мощного в мире ускорителя атомных частиц — синхроциклотрона было завершено в конце 1949 г. Пуск синхроциклотрона в режиме ускорения дейтронов (атомных ядер тяжелого водорода) до энергии 280 млн элек-

тронвольт был произведен 14–21 декабря 1949 г. В феврале 1950 г. на синхроциклотроне были ускорены α -частицы (ядра гелия) до энергии 560 млн электронвольт. В октябре 1950 г. синхроциклотрон был переведен в режим ускорения протонов (ядра водорода) до энергии 490 млн электронвольт. <...>

Построенный синхроциклотрон является самым мощным в мире ускорителем тяжелых частиц и значительно превосходит известные по опубликованным данным заграничные ускорители тяжелых частиц. Крупнейший американский синхроциклотрон, построенный в г. Беркли (Калифорния) и пущенный в конце 1946 г., имеет электронвольт весом 4200 тонн и ускоряет дейтроны до энергии 190 млн электронвольт и протоны — до энергии 340 млн электронвольт. В конце 1950 г. американцы ввели в строй второй мощный синхроциклотрон, который ускоряет протоны до энергии 390 млн электронвольт. Единственный в Англии синхроциклотрон, построенный в исследовательском атомном центре в г. Харуэлле, имеет электромагнит весом 700 тонн и ускоряет протоны до энергии 170 млн электронвольт. <...>

С завершением всех работ по сооружению, пуску и освоению мощного синхроциклотрона в Советском Союзе создана база для развертывания широким фронтом экспериментальных и теоретических исследований по многим разделам физики атомного ядра.

В исследованиях, выполненных на мощном синхроциклотроне с участием семи научно-исследовательских институтов, был собран фактический материал по следующим основным направлениям:

1. Искусственное получение заряженных и нейтральных мезотронов и изучение вызываемых ими ядерных превращений. Разработаны методы искусственного обнаружения мезотронов и определения их масс. В разнообразных опытах было показано, что α -частицы с энергией 560 млн электронвольт и протоны с энергией 490 млн электронвольт производят заряженные и нейтральные мезотроны, массы которых равны около 270 электронных масс. В этих опытах не было обнаружено возникновения более тяжелых мезотронов. Анализ экспериментальных материалов, полученных на мощном синхроциклотроне, показывает, что отрицательные мезотроны способны производить взрыв атомных ядер с испусканием быстрых протонов, нейтронов, α -частиц и ядер лития. В этих опытах было установлено новое явление — деление тяжелых ядер урана и вольфрама под воздействием медленных отрицательных мезотронов. Судя по опубликованным материалам, это явление еще не обнаружено за границей.

2. Исследование ядерных превращений, производимых дейтронами, α -частицами и протонами, ускоренными до высоких энергий. Наиболее существенными новыми фактами, открытыми в этих опытах, являются наблюдение развала α -частицы на составные элементы в момент соударения ее с атомным ядром и обнаружение глубоких ядерных превращений, заканчивающихся образованием ранее неизвестных радиоактивных атомных ядер. Радиохимические исследования продуктов таких глубоких превращений ядер серебра и меди привели к открытию новых радиоактивных изотопов кадмия, серебра, молибдена, стронция, титана, криптона и хлора. Эти изотопы не были обнаружены американцами в их опытах на синхроциклотроне в г. Беркли.

3. Изучение процессов деления тяжелых стабильных ядер под действием быстрых нейтронов. Мощный синхроциклотрон является источником нейтронов с энергией от 140 до 400 млн электронвольт. В опытах, выполненных с нейтронами указанных энергий, наблюдалось деление стабильных ядер висмута, свинца, таллия, золота, рения, вольфрама, тантала, бария, эрбия, диспрозия и серебра. В настоящее время продолжается изучение этого важного явления.

4. Изучение биологического воздействия нейтронов с энергией 140 млн электронвольт. В связи с этой проблемой были установлены закономерности воздействия быстрых нейтронов на живые организмы, определены смертельные дозы и выявлены особенности реакций живого организма на облучение нейтронами высоких энергий.

Первый год работы большого синхроциклотрона позволил нашим физикам овладеть техникой работы с частицами большой энергии и сделать первые серьезные шаги в более глубоком изучении строения атомного ядра.

И. Курчатов

Пометы на верхнем поле документа, от руки: «В. А. Махнева (установлено по почерку): Только (подчеркнуто) товарищу Сталину; Настоящий доклад возвращен т[овари]щем Сталиным после ознакомления с ним 28.11.1951 г. Л. Берия».

1–8 февраля 1951 г. состоялись заседания НТС КБ-11 под председательством И. В. Курчатова по обсуждению различных вопросов по атомным и водородным зарядам, в том числе по водородным бомбам РДС-6С и РДС-6Т [39]. В относящемся к РДС-6С разделе протокола заседания, подписанного Курчатовым, Павловым, Таммом, Сахаровым, Щелкиным, Харитоновым, Зельдовичем, Флеровым, Мещеряковым, Алферовым, было предусмотрено (п. 2):

Одобрить план научно-исследовательских работ по определению ядерных констант для РДС-6С (см. Приложение № 1). <...>

В приложении № 1 к протоколу «План физических работ, проводимых в связи с разработкой изделия РДС-6С», были предусмотрены следующие эксперименты:

14. Измерение сечения деления U^{233} , U^{235} , Pu^{239} нейтронами энергий от 5 до 100 кэВ с точностью 30 % в УФТИ — Вальтер, Таранов;

в ГТЛ — Мещеряков, Сиксин.

Окончание работы 1.07.1951 г.

<...>

17. Исследование слоистой системы уран + дейтерид лития с нейтронами от реакций $H^3(d, n)He^4$ и $H^2(d, n)He^3$.

Срок исполнения — 4 месяца после получения слоистой системы.

Исполнители в ГТЛ — Мещеряков М. Г., Давиденко В. А.

В разделе протокола заседания, относящемся к РДС-6Т, было предусмотрено (п. 2):

Одобрить тематический перечень работ по ядерным измерениям (см. Приложение № 9), необходимым для РДС-6Т. Предложить КБ-11 (ответственный Харитон, при участии Ландау, Мещерякова и Зельдовича) уточнить очередность, сроки и необходимую точность измерений по отдельным работам и представить к 31.03.1951 г. план ядерных работ по проблеме РДС-6Т. <...>

Приложение № 9

Тематический перечень работ по ядерным измерениям, необходимым для РДС-6Т

1. Определение эффективных сечений реакции $D^2 + D^2$ в интервале энергий от 30 кэВ до 1 МэВ.

Исполнители: ГТЛ АН СССР — Мещеряков М. Г., Давиденко В. А., Кучер А. М. <...>.

В отчете Г. Н. Флерова (в то время сотрудника КБ-11) по выполнению плана исследовательских работ по РДС-6С привлеченных организаций, ра-

ботавших по заданиям КБ-11 (по состоянию на 25.11.1951 г.), приводится следующая информация о работах ГТЛ [43]:

II. Работы, проводимые Гидротехнической лабораторией АН СССР

1) Исследование *слоистой системы уран + дейтерид магния с нейтронами* от реакций: $\text{He}_1^3(D, n)\text{He}_2^3$ и $\text{He}_1^2(D, n)\text{He}_2^3$.

Исполнители — Мещеряков, Давиденко. Срок исполнения — через 4 месяца после получения *слоистой системы*.

В 1951 г. в Гидротехнической лаборатории была подготовлена конструкция и аппаратура для проведения опытов. Опыты не проводились из-за отсутствия слоев из *дейтерида магния*. Слои из U^{238} в настоящее время изготовлены.

2) Измерения сечения деления U^{233} , U^{235} , Pu^{239} *нейтронами* с энергией от 30 до 200 кэВ с точностью 30 %.

Исполнители — Мещеряков, Сиксин. Срок окончания — 1.12.1951 г. Работа не закончена из-за задержки с введением в эксплуатацию *высоковольтного генератора*, изготовленного УФИ для ГТЛ.

Примечание составителей. Дейтерид магния — условное наименование дейтерида лития.

В п.5 постановления СМ СССР № 5373-2333сс/оп «**О плане работ КБ-11 на 1952 г.**» от 29 декабря 1951 г. было предусмотрено [44]:

<...> Утвердить план проведения физических исследований, подлежащих выполнению в 1952 г. в Лаборатории измерительных приборов, Физическом институте Академии наук СССР, Институте химической физики АН СССР, Радиовом институте Академии наук СССР, Гидротехнической лаборатории Академии наук СССР и Украинском физико-техническом институте по заданию КБ-11, согласно приложению № 2.

В разд.5 приложения №2 «План проведения физических исследований ядерных процессов, выполняемых по заданию КБ-11» было указано:

Наименование работ	Сроки исполнения	Основные исполнители
<i>V. Гидротехническая лаборатория Академии наук СССР</i>		
1. Проведение интегральных <i>нейтронных</i> измерений на большой плоской модели: а) измерения без <i>дейтерида</i> Mg б) измерения с <i>дейтеридом</i> Mg	1.03.1952 г. 1.08.1952 г.	Давиденко, Кучер
2. Определение сечения взаимодействия $D + T$ в области энергии 30–200 кэВ (точность определения — 10 %)	1.02.1952 г.– 29.12.1952 г.	Давиденко, Кучер

В развитие предыдущих решений правительства постановлением СМ СССР от 8 января 1953 г. ГТЛ было поручено [47]:

3. Возложить на Гидротехническую лабораторию:

а) экспериментальное и теоретическое исследование свойств и взаимодействия элементарных частиц и атомных ядер при высоких энергиях, в том числе: исследование взаимодействия нуклонов с нуклонами; исследование образования и взаимодействия различных мезонов с нуклонами и атомными ядрами, систематизацию экспериментальных данных и разработку количественной теории ядерных сил и теории элементарных частиц, а также разработку теории атомных ядер;

- б) определение констант термоядерных реакций на ускорителях низких энергий;
- в) усовершенствование имеющихся и разработку новых методов и аппаратуры для ядерных исследований в области высоких энергий;
- г) усовершенствование синхроциклотронного метода и разработку новых методов ускорения заряженных частиц.

4. Преобразовать Научно-технический совет по сооружению установки «М» в Ученый совет Гидротехнической лаборатории.

Возложить на Ученый совет Гидротехнической лаборатории:

- а) координацию научно-исследовательских работ, ведущихся на установке «М» всеми привлеченными организациями;
- б) обсуждение хода и результатов выполняемых работ;
- в) обсуждение планов и отчетов по всем научно-исследовательским работам, выполняемым на установке «М»;
- г) разработку предложений о порядке информации заинтересованных организаций о проведенных работах, в том числе и об опубликовании отдельных работ.

Таким образом, из представленных документов видно, что на синхроциклотроне (установке «М») Гидротехнической лаборатории проводились принципиальные экспериментальные исследования в области физики частиц высоких энергий и структуры ядра и прикладные работы по ядерным константам основных ядерных реакций, происходящих в водородной бомбе, имевшие исключительно важное значение для атомной науки и техники.

* * *

Представленные в этом разделе уникальные документы наших предшественников позволяют обратить внимание читателей на наиболее важные моменты, которые имеют значение и в настоящее время.

1. Как указывал И. В. Курчатов в своих обращениях в правительство, основное назначение синхроциклотрона (или, как он тогда называл эту физическую установку, «циклотрона») заключалось в изучении структуры ядра и особенностей ядерных реакций при высоких энергиях ускоряемых частиц. В то же время И. В. Курчатов, а вслед за ним и Л. П. Берия, говоря о фундаментальных исследованиях на ускорителе, осторожно высказывали мысль о том, что, возможно, удастся открыть новые источники энергии по сравнению с ураном, т. е. делали недвусмысленные намеки на практический выход. С другой стороны, высказывалась идея, что работы на ускорителях, может быть частично, заменят исследования космических лучей как одну из составляющих Атомного проекта. В то же время в документах И. В. Курчатова прослеживается достаточно четкое намерение просветить руководителей страны в сложных проблемах ядерной физики. Авторитет И. В. Курчатова был настолько высок, что его предложения о создании мощного ускорителя были приняты правительством.

2. Однако прошло менее двух лет с даты принятия правительственного решения о строительстве синхроциклотрона, как возникла конкретная практическая задача исключительной важности. Речь идет о разработке конструкции водородной бомбы слоистой структуры, предложенной А. Д. Сахаровым. Имеется достаточно много опубликованных описаний этой идеи, сошлемся лишь на т. 3 (кн. 1 и 2) сборника архивных документов «Атомный проект СССР», изданного РФЯЦ–ВНИИЭФ под редакцией Л. Д. Рябева. Уже



И. В. Курчатов



М. Г. Мещеряков



С. И. Вавилов



Д. В. Скобельцын



Л. А. Арцимович



В. И. Векслер



М. Г. Первухин



Б. Л. Ванников



К. Н. Мещеряков



А. И. Алиханов



Д. В. Ефремов



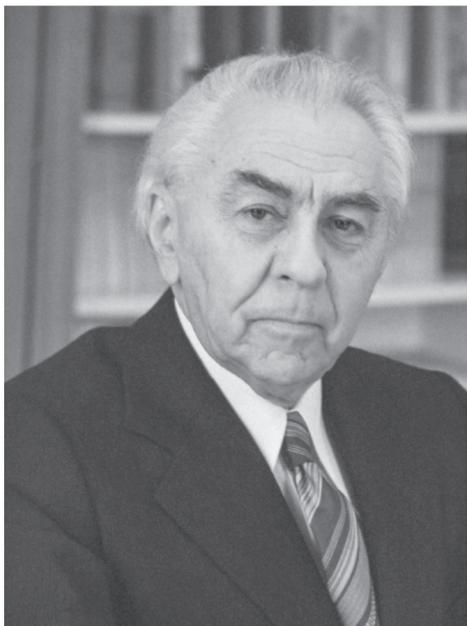
И. Г. Кабанов



Е. Г. Комар



А. Л. Минц



В. П. Дзепепов



А. П. Лепилов



В. С. Катшев



А. В. Честной

в 1948 г. были даны правительственные поручения о разработке первой водородной бомбы РДС-6С типа «слойка», в середине 1949 г. было поручено организовать в филиале Лаборатории № 2 основные экспериментальные исследования ядерных реакций, используемых в системах типа РДС-6. Эти исследования были организованы и выполнены. Таким образом, коллектив ГТЛ внес серьезный вклад в изучение основных ядерных реакций, происходящих в водородной бомбе РДС-6 и последующих конструкциях, что позволило повысить достоверность расчетных данных, а главное, обосновать ее работоспособность. Действительно, сбылось предвидение И. В. Курчатова о том, что будут найдены вещества (легкие элементы — дейтерий и тритий) и реакции синтеза в качестве источника энергии, эффективность которых выше, чем уран.

Краткое отступление. Один из составителей (Г. В. Киселев) беседовал об экспериментах на синхроциклотроне ГТЛ с активным участником работ по водородным бомбам сотрудником КБ-11 (ныне РФЯЦ-ВНИИЭФ) профессором Г. А. Гончаровым, удостоенным звания Героя Социалистического Труда за эту деятельность. Он рассказал, что расчетчики КБ-11 испытывали большую потребность в достоверных ядерных константах основных ядерных реакций, происходящих в водородной бомбе. Кстати сказать, заведующий теоретическим сектором Института физических проблем академик Л. Д. Ландау, привлеченный для расчетных исследований по водородной бомбе РДС-6С, неоднократно в своих записках указывал на отсутствие достоверных ядерных констант, что снижало точность проводимых им расчетов. Г. А. Гончаров говорил, что он, после окончания Физтеха придя работать в КБ-11, по поручению А. Д. Сахарова готовил технические задания на мишени для облучения на синхроциклотроне ГТЛ и отправлял их с соответствующим сопроводительным письмом за подписью А. Д. Сахарова в ГТЛ. Он также рассказывал, что Сахаров и Гончаров неоднократно приезжали в Дубну для ознакомления с ходом экспериментов и получения результатов.

3. ВЫБОР ПЛОЩАДКИ, РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА, УСТРОЙСТВО И СООРУЖЕНИЕ СИНХРОЦИКЛОТРОНА ГТЛ

Знакомясь в этом разделе с архивными документами, расположенными в хронологической последовательности, можно получить представление об этапах разработки проекта, организациях-исполнителях, устройстве синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории и технических проблемах, требовавших решения.

Первое рассмотрение вопросов, связанных с сооружением ускорителя ГТЛ, состоялось на заседании Спецкомитета 7 мая 1946 г. [4] (см. разд. 2). Затем 5 июля 1946 г. Спецкомитет рассмотрел и одобрил с некоторыми изменениями и дополнениями проект постановления Совета Министров СССР «О строительстве мощного циклотрона» (строительство № 833), представленный С. И. Вавиловым, И. В. Курчатовым, Б. Л. Ванниковым, М. Г. Первухиным, И. Г. Кабановым, Г. В. Алексенко, А. Л. Минцем и Научно-техни-

ческим советом ПГУ при Совете Министров СССР [5]. В п. 1а) решения Спецкомитет поручил:

т. Ванникову (созыв), Первухину, Вавилову, Кабанову, Жимерину, Борисову, Комаровскому представить к следующему заседанию Специального комитета предложение о месте строительства № 833 в нескольких вариантах <...>.

7 августа 1946 г. Спецкомитет заслушал сообщение комиссии под председательством Б. Л. Ванникова и принял следующее решение [6]:

Протокол № 25

заседания Специального комитета при Совете Министров СССР

г. Москва, Кремль

7 августа 1946 г.

Строго секретно

(Особая папка)

Члены Специального комитета: тт. Берия, Маленков, Вознесенский, Ванников, Курчатов, Махнев, Первухин.

Присутствовали (при рассмотрении соответствующих вопросов): президент АН СССР Вавилов, акад. Алиханов, чл.-кор. АН СССР Кикоин, проф. Векслер, проф. Минц; министры тт. Круглов, Зубович, Малышев; заместители министров тт. Алексенко, Мирзаханов, Флоров, Митраков, Спорышев; заместители начальника Первого главного управления при Совете Министров СССР тт. Комаровский, Мешик; зам. председателя Госплана СССР т. Борисов; уполномоченные Совета Министров СССР при институтах и лабораториях тт. Андреев, Малышев, Павлов; зам. начальника Управления Министерства внешней торговли т. Гольцов; работники Специального комитета тт. Васин, Коробков, Никольский, Судоплатов.

1. О выборе места строительства мощного циклотрона

1. Утвердить из числа представленных комиссией тт. Ванникова, Вавилова, Векслера, Первухина, Жимерина, Кабанова, Борисова, Алексенко, Комаровского и Минца площадок для строительства мощного циклотрона район Ивановской ГЭС.

Поручить тт. Кабанову, Ванникову, Зубовичу, Круглову, Вавилову, Борисову и Комаровскому при разработке мероприятий по обеспечению строительства циклотрона предусмотреть задание соответствующим министерствам по восстановлению железнодорожного пути и улучшению шоссе к площадке строительства циклотрона.

2. Предложение о месте строительства мощного циклотрона представить Председателю Совета Министров Союза ССР товарищу Сталину И. В. вместе с проектом Постановления Совета Министров СССР «О строительстве мощного циклотрона».

На основании этого решения Спецкомитета Л. П. Берия 13 августа 1946 г. направил И. В. Сталину письмо с проектом указанного постановления, которое приводится ниже полностью [7]:

Товарищу Сталину И. В.

По утверждению наших ученых, академиков Курчатова, Вавилова, Алиханова, профессоров Скобельцына, Арцимовича и других, нынешний уровень знаний об атомном ядре и космических лучах позволяет предполагать, что при помощи частиц, ускоренных до энергии 250 миллионов вольт и выше, можно перейти к открытиям новых физических явлений (открытию новых элементов, новых способов получать атомную энергию из более дешевых источников, чем уран).

В этих целях академики Вавилов, Курчатов, Алиханов, профессора Скобельцын и Арцимович внесли предложение о постройке мощного циклотрона с весом

электромагнита в 6–7 тысяч тонн, позволяющего ускорять элементарные частицы до энергий 250 млн вольт и выше, т. е. до энергий, близких к энергии космических лучей и больших, чем это может дать самый мощный в мире циклотрон Лоуренса, построенный в США (имеющий вес электромагнита 4000 тонн).

В настоящее время у нас имеется два действующих циклотрона (в Радиевом институте и Лаборатории № 2), дающих ускорение элементарных частиц до 10 млн вольт, вводится в эксплуатацию циклотрон Физико-технического института Академии наук СССР, рассчитанный на получение энергии 15 млн вольт. Кроме этого, строится и в начале 1947 г. будет пущен циклотрон средней мощности с весом электромагнита 330 тонн (в Лаборатории № 2 Академии наук СССР), который будет давать ускорение элементарных частиц до 20–25 млн вольт.

Стоимость сооружения мощного циклотрона определяется ориентировочно в 150 млн рублей, а срок изготовления — 2 года.

Этот срок обусловлен тем, что проектирование и сооружение такой установки представляет собой весьма сложную проблему, требующую больших научно-исследовательских и экспериментальных работ, в том числе моделирования отдельных составных частей установки.

Специальный комитет рассмотрел и принял представленный нашими учеными совместно с Министерством электропромышленности и Госпланом СССР проект Постановления Совета Министров СССР «О строительстве мощного циклотрона».

Проектом предусматривается:

Сооружение мощного циклотрона с электромагнитом весом 6–7 тыс. тонн. Срок пуска циклотрона — I квартал 1949 г.

Место постройки циклотрона — район Ивановской ГЭС в 125 километрах от г. Москвы.

Наличие вблизи Ивановской гидроэлектростанции позволит обеспечить питание циклотрона энергией с постоянной частотой, что является необходимым условием для нормальной работы циклотрона.

Для осуществления строительства циклотрона потребуется уложить 37 километров железнодорожной колеи, снятой во время войны, и отремонтировать шоссе на дорогу.

Научное руководство сооружением циклотрона по предложению академика Вавилова возлагается на Физический институт Академии наук СССР (академика Вавилова и профессоров Скобельцына и Векслера).

Изготовление циклотрона возлагается на Министерства электропромышленности и промышленности средств связи, а строительство — на Министерство внутренних дел СССР.

Прошу Вашего решения.

13.08.[1946]

Л. Берия

Это предложение Спецкомитета было одобрено И. В. Сталиным, в результате чего было выпущено постановление СМ СССР № 1764-766сс/оп от 13.08.1946 г. «**О строительстве мощного циклотрона (установки "М")**» [8] как основополагающий документ по разработке и сооружению ускорителя, выдержки из которого приводятся ниже:

В целях дальнейшего развития научных исследований в области физики атомного ядра Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

Принять предложение академиком Вавилова, Курчатова, Алиханова и профессоров Скобельцына и Арцимовича о строительстве мощного циклотрона (установки «М») с электромагнитом, имеющим следующие основные параметры:

вес электромагнита — 6–7 тыс. т
диаметр полюсов — около 5 000 мм

воздушный зазор между полюсами — 1 000–1 200 мм

индукция в воздушном зазоре — 14 000 гаусс.

Утвердить:

а) место строительства мощного циклотрона (установки «М») — район Ивановской ГЭС;

б) срок окончания сооружения установки «М» и организации лаборатории при ней — I кв. 1949 г.

Возложить:

а) научно-техническое руководство сооружением установки «М» на Физический институт Академии наук СССР (акад. Вавилова, профессоров Скобельцына и Векслера);

б) рассмотрение заданий на проведение проектных и научно-исследовательских работ, связанных с сооружением установки «М», — на Научно-технический совет Первого главного управления при Совете Министров СССР;

в) организацию комплексного проектирования, изготовление и монтаж установки «М» — на Министерство электропромышленности (т. Кабанова и Мещерякова);

г) выполнение строительных работ по сооружению установки «М» и лаборатории при ней — на Министерство внутренних дел СССР (т. Круглова и Комаровского).

Для рассмотрения научных и технических вопросов, связанных с проектированием и сооружением установки «М», образовать при Физическом институте Академии наук СССР Научный совет в следующем составе: акад. Вавилов С. И. (председатель), проф. Скобельцын Д. В., инж. Мещеряков К. Н., проф. Минц А. Л., акад. Курчатов И. В., акад. Алиханов А. И., инж. Алексенко Г. В., проф. Векслер В. И., инж. Попов Н. Л., проф. Арцимович Л. А., проф. Лейпунский А. И., проф. Синельников К. Д.

Разрешить Академии наук СССР (т. Вавилову) организовать при Физическом институте Академии наук СССР специальную лабораторию (Лабораторию № 11) по использованию установки «М».

Возложить на Лабораторию № 11 Физического института Академии наук СССР:

а) разработку технического задания на проектирование установки «М»;

б) разработку технического задания на строительство Лаборатории № 11;

в) проведение научно-исследовательских работ, связанных с сооружением установки «М»;

г) разработку объединенного технического проекта установки «М», а также радиотехнической части установки «М»;

д) подготовку научных и технических кадров для эксплуатации установки «М»;

е) пуск в эксплуатацию установки «М»;

ж) проведение научно-исследовательских и проектных работ, необходимых для сооружения других систем, имеющих аналогичные с установкой «М» задачи.

Принять предложение т. Вавилова о назначении руководителем Лаборатории № 11 проф. Скобельцына Д. В. и его заместителем проф. Векслера В. И.

Разрешить Министерству электропромышленности организовать в составе министерства «Специальное управление № 1» по сооружению установки «М» и трест № 1 по монтажу радиотехнической части установки «М».

Возложить на Специальное управление № 1 Министерства электропромышленности организацию комплексного проектирования установки «М», организацию проведения научно-исследовательских работ, связанных с проектированием и изготовлением установки «М», размещение заказов на оборудование, заключение договоров на производство строительных, монтажных и прочих работ по сооружению установки «М».

Утвердить начальником Специального управления № 1 Министерства электропромышленности заместителя министра т. Мещерякова К. Н. с освобождением его от текущей работы по министерству. Утвердить главным инженером Специального управления № 1 проф. Минца А. Л.

Утвердить начальником строительства установки «М» (строительство № 833 МВД СССР) т. Лепилова А. П.

Учитывая сложность разработки установки «М», считать целесообразным для ускорения ее сооружения вести комплексное проектирование и строительство установки параллельно с проведением необходимых научно-исследовательских работ.

Обязать Академию наук СССР (т. Вавилова) и Лабораторию № 11 Физического института Академии наук СССР (т. Скобельцына) в трехмесячный срок разработать техническое задание на проектирование установки и техническое задание на строительную часть установки «М» и лаборатории при ней.

Проектирование и изготовление электромагнита установки «М», агрегатов питания обмоток электромагнита с системой стабилизации магнитного потока, а также вакуумной камеры и резонансной линии возложить на ОКБ при заводе «Электросила» и заводы «Электросила» и № 496 Министерства электропромышленности.

Возложить разработку проекта строительной части установки «М» и лаборатории при ней на ГСПИ-11 Первого главного управления при Совете Министров СССР.

Конструирование и изготовление радиотехнической части установки «М» возложить на завод № 678 и НИИ-160 Министерства промышленности средств связи.

Разрешить Министерству промышленности средств связи организовать Особое конструкторское бюро по установке «М» при заводе № 678 и НИИ-160, распространив на работников указанных бюро условия оплаты труда, установленные для работников ОКБ при заводе «Электросила» Постановлением СНК СССР от 27 декабря 1945 г. № 3176-964сс.

Обязать тт. Кабанова (созыв), Зубовича, Круглова, Вавилова, Борисова и Комаровского представить к 15 октября 1946 г. на утверждение Совета Министров СССР график работ по проектированию и изготовлению основных элементов установки «М», строительству зданий установки «М» и лаборатории при ней, а также мероприятия, обеспечивающие выполнение указанных работ. <...>

Среди организационных решений, указанных в постановлении, обращают на себя внимание пункты о научном руководстве Физическим институтом работы по ускорителю и об организации научного совета при ФИАН для рассмотрения различных вопросов, связанных с проектированием и сооружением установки «М». Впоследствии этот совет был передан в ведение Лаборатории № 2, его председателем был назначен И. В. Курчатов в связи с тем, что научно-техническое руководство сооружением установки «М» было поручено Лаборатории № 2 Академии наук СССР (акад. Курчатова И. В.) (см. [15]).

Несмотря на указанные выше решения о месте расположения ускорителя, НТС ПГУ при рассмотрении 27 января 1947 г. проектного задания на объект «М» высказал следующие соображения, предусмотренные в п. 2 решения НТС [9]:

Считать необходимым войти в Правительство с предложениями о месте строительства объекта «М», учитывая, что в результате проведенных подготовительных работ по схеме установки и на строительной площадке выяснилось:

а) возможность облегчения требований к источнику питания объекта электроэнергией и таким образом ослабления зависимости расположения объекта от наличия подходящей *гидроэлектростанции* — ввиду больших допусков, чем это предполагалось ранее, на колебания *частоты* в электрической сети;

б) неблагоприятные условия на строительной площадке по грунтовым водам (площадка расположена в глубине массива болот и ниже зеркала, находящегося поблизости водоема), что дополнительно, по сравнению с представленной сметой,

повышает стоимость строительства и не обеспечивает в дальнейшем благоприятных условий для обслуживающего персонала.

Поручить тов. *Завенягину А. П.* в 10-дневный срок подготовить предложения по месту строительства объекта «М» в соответствии с обменом мнениями на заседании Совета.

Это поручение А. П. Завенягиным было выполнено, что явилось предметом специального обсуждения на заседании НТС ПГУ 17 февраля 1947 г. (протокол № 62) [10]. Приведем этот протокол полностью вместе с приложениями.

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол № 62 заседания НТС ПГУ

Понедельник, 17 февраля 1947 г.

Присутствовали: тт. Первухин М. Г., Курчатов И. В., Иоффе А. Ф., Алиханов А. И., Семенов Н. Н., Кикоин И. К., Харитон Ю. Б., Малышев В. А., Завенягин А. П., Поздняков Б. С.

Участвовали в заседании: Емельянов В. С., Левич В. Г. (НТС)

По 1-му вопросу:

тт. Кабанов И. Г.

Алексенко Г. В.

Вавилов С. И. — президент АН СССР

Малышев Ф. П. — уполномоченный СМ

Мещеряков К. Н. — зам. министра электропромышленности

Александров Н. С. — ГСПИ-11

Лепилов А. П. — управление строительства (МВД)

Минц А. Л. — нач. Лаб. № 11 ФИАН

Козлинский В. А. — НТС

Суходольский П. И. — НТС

1. О площадке и проектном задании по объекту «М» (Сообщение т. Лепилова А. П. и Мещерякова К. Н.)

Выступили: тт. Алексенко Г. В., Завенягин А. П., Малышев В. А., Первухин М. Г.

При обсуждении Советом проектного задания по объекту «М» 27 января 1947 г. (протокол № 58) было поручено т. *Завенягину А. П.*, с участием соответствующих лиц, подготовить предложения по месту строительства объекта и дополнительно просмотреть проектное задание в направлении сокращения стоимости строительства.

По сообщению т. *Лепилова А. П.* (акт прилагается) 5–7 февраля 1947 г. было обследовано четыре площадки, наиболее подходящие для строительства. В том числе повторно обследована ранее выбранная площадка в районе *Иваньковской ГЭС*.

В результате сопоставления обследованных площадок комиссия рекомендует (т. *Лепилов А. П.*, т. *Мещеряков К. Н.*, т. *Минц А. Л.*, т. *Александров Н. С.*) для строительства ранее намеченную *Иваньковскую* площадку — ввиду стабильности электроснабжения, близости к водному пути, а также учитывая стоимость перевода строительной организации на новую площадку. Стоимость уже проведенных работ (2 млн руб.) и возможность удаления грунтовых вод при затрате не более 3,5 млн руб.

По сообщению т. *Завенягина А. П.*, в результате дополнительного обсуждения (протокол прилагается) проектного задания выяснилась возможность сократить затраты на строительство объекта. Комиссия считает возможным уменьшить: здания «П» и «Л» (сделав их двухэтажными), заглубление туннеля, общее количество жилплощади поселка (на 20 %). В результате этих мероприятий сокращается общая площадь территории объекта и улучшается размещение зданий.

На основании обмена мнениями по сообщениям комиссии Научно-технический совет ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Согласиться с предложениями т. *Завенягина А. П.* о целесообразности строительства объекта «М» на ранее намеченном месте, в районе *Иваньковской ГЭС* — ввиду значительного улучшения площадки путем дренирования (водоотвода), благоприятных условий по стабильности напряжения в питающей объект электросети и в связи с тем, что изменение строительной площадки может удлинить сроки строительных работ.

2. Утвердить предложения комиссии т. *Завенягина А. П.* по сокращению стоимости строительства объекта и по улучшению стройплощадки, предусматривающие:

- дренирование площадки,
- изменение расположения зданий, для использования лучших грунтов, размещение туннеля между зданиями «М» и «П» на меньшей глубине,
- сокращение площадей промышленных и жилых зданий в общей сложности приблизительно на 3000 м^2 , размещение шоссейной дороги рядом с ж. д. (что обеспечивает в половодье связь с участком по шоссе).

3. Считать возможным развертывание дальнейших проектных и строительных работ по объекту «М» с внесением в проектное задание указанных выше изменений.

Поручить т. *Завенягину А. П.* дать, в соответствии с настоящим решением, указания *ГСПИ-11* и начальнику строительства № *833 МВД*.

Первухин М. Г.
Поздняков Б. С.

Ниже приводятся приложения к протоколу НТС № 62. Акт по выбору площадки:

К п. 1 протокола № 62 от 17.02.1947 г.

Сов. секретно
Особая папка

Начальник Первого главного управления
при Совете Министров СССР
генерал-полковник
Ванников

Акт

8 февраля 1947 г.

г. Москва

В соответствии с приказом начальника Первого главного управления при Совете Министров СССР генерал-полковника т. Ванникова Б. Л., комиссия в составе: начальника Управления строительства № 833 МВД СССР генерал-майора инженерно-технической службы т. Лепилова А. П. (председатель), заместителя министра электропромышленности СССР — начальника Специального управления № 1 т. Мещерякова К. Н., начальника Лаборатории № 11 при ФИАН т. Минца А. Л. и главного инженера проекта ГСПИ-11 т. Александрова Н. С., на основании картографических материалов и рекомендаций Гидропроекта МВД СССР, рассмотрела, при участии начальника Гидропроекта генерал-майора инженерно-технической службы т. Жука С. Я., ряд районов, пригодных для выбора площадок для сооружения установки «М», расположенных в зоне 100–150 км от г. Москва.

Исключив некоторые из них, ввиду их несоответствия требованиям, установленным проектным заданием, комиссия решила обследовать три наиболее подходящих площадки, а также повторно обследовать выбранную ранее площадку в районе *Иваньковской ГЭС*.

Комиссия 5, 6 и 7 февраля с. г. обследовала в натуре следующие площадки:

Коломенская площадка (№ 1),
Запрудненская площадка (№ 2),
Каширская площадка (№ 3),
Иваньковская площадка (№ 4).

При обследовании установлено:

I. Коломенская площадка (№ 1)

Коломенская площадка расположена в Луховицком районе Московской области на территории Луховицкого лесничества на расстояниях: от Москвы 126 км, от разъезда Черная Московско-Рязанской ж. д. — 4,5 км и от г. Коломна — 12 км.

Ближайшие населенные пункты с. Перочи и с. Городец находятся от площадки на расстоянии до 5 км. Площадка расположена от шоссе Москва–Рязань в 4 км и от пристаней на реке Ока — Перочи и Щурово соответственно в 5 км и 9 км.

Территория площадки представляет пологий склон в направлении реки Черная. Вся территория площадки покрыта смешанным лесом с преобладанием сосны. Поверхность площадки на всей территории — песчаная; уровень грунтовых вод колеблется в пределах 5–6 м. Необходимы работы по планировке и освоению площадки с устройством ж. д. ветки и шоссейной дороги.

Ближайшим источником электроснабжения является Коломенская подстанция — 110/35/6 кВ, находящаяся на расстоянии 10 км; колебания напряжения порядка $\pm 6\%$.

Примыкание новой ж. д. ветки возможно произвести у разъезда Черная, при условии путевого развития разъезда и превращения его в станцию, открытую для грузовых операций.

Сброс сточных вод допустим после очистки в речку Черная. Водоснабжение, вследствие удаленности площадки от реки, осуществимо только путем сооружения артезианских скважин.

II. Запрудненская площадка (№ 2)

Площадка расположена в Талдомском районе Московской области на расстояниях: от Москвы 97 км, от ж. д. ст. Вербилки Савеловской линии — 6 км и от канала Москва–Волга — 4 км.

Площадка находится в 4 км от шоссе Дмитров – Б. Волга и на расстоянии 6,5 км от пристани Соревнование.

Ближайшие населенные пункты — с. Запрудня — 1,2 км и с. Васино — 1 км. Площадка находится между этими населенными пунктами и жел[езной] дорогой.

Площадка имеет небольшой равномерный уклон. Большая ее часть покрыта молодым смешанным лесом.

Поверхность площадки по всей территории песчаная; повсюду имеется на глубине 0,5–1,5 м «верховодка». Вблизи от площадки имеются заболоченные места и на расстоянии 2 км расположены торфяные болота.

Электроснабжение возможно от подстанции Темпы — канала Москва–Волга — 110/35/6 кВ, находящейся в 20 км от площадки. Колебания напряжения находятся в пределах $\pm 2,5\%$.

Примыкание ж. д. ветки можно произвести у ст. Соревнование (2–2,5 км).

Сточные воды могут спускаться после очистки в ручей, впадающий в р. Дубну.

III. Каширская площадка (№ 3)

Каширская площадка расположена в Михневском районе Московской области в лесном массиве на расстояниях от Москвы — 96 км и от подъездной ветки Жилевского химзавода — 2 км.

Ближайшие населенные пункты с. Матвейково — 2,5 км, с. Ситня-Щелканово — 1,5 км.

Территория площадки представляет собой почти ровную глинистую поверхность. Это обстоятельство сильно затрудняет сток поверхностных вод, вследствие чего в пределах площадки возможны отдельные заболоченные участки.

Ближайшим источником электроснабжения является Ступинская подстанция 110/10 кВ, расположенная в 10 км. Колебания напряжения около $\pm 7\%$.

Примыкание ж. д. ветки возможно произвести к подъездному пути Жилевского химзавода. Сточные воды после очистки могут быть направлены в тальвег у деревни Матвейково. Водоснабжение, вследствие удаленности площадки от открытого водоема, возможно осуществить только при помощи артезианских скважин.

IV. Ивановская площадка (№4)

Площадка расположена на берегу р. Волги в Кимрском районе Калининской области на расстояниях: от Москвы 130 км, от быв[шей] ж. д. станции Б. Волга — 4 км, от канала Москва–Волга — 4 км и от шоссе Дмитров – Б. Волга — 4 км. Причал на р. Волге находится непосредственно у площадки, что позволяет доставить водой из Ленинграда негабаритные детали установки.

Ближайшие к технической площадке населенные пункты: поселок Б. Волга — 4 км и с. Ново-Иваново — 1 км.

Рельеф площадки спокойный. Большая ее часть покрыта хвойным лесом. Поверхность площадки по всей территории песчаная, повсюду имеется «верховодка», залегающая на глубине 0,6–2,0 м. Вблизи площадки имеются заболоченные места.

Электроснабжение обеспечивается от подстанции Ивановской ГЭС — 110/85/10 кВ, находящейся в 4,5 км от площадки.

Колебания напряжения находятся в пределах $\pm 2,5\%$.

Примыкание подъездного пути решается к восстанавливаемой ж. д. линии ст. Б. Волга – ст. Соревнование. Сброс сточных вод намечен в Волгу.

По Ивановской площадке проведены следующие проектно-изыскательские работы:

- а) топографическая съемка закончена на 75 %;
- б) выполнены предварительные геолого-гидрогеологические изыскания и
- в) составлено проектное задание.

С октября м[еся]ца 1946 г. развернуты подготовительные работы, и в ближайшие два месяца будут закончены временные сооружения.

Затраты, произведенные по этой площадке, составляют до 2 млн рублей.

ВЫВОДЫ:

Произведенное комиссией обследование четырех площадок показало, что ранее выбранная площадка в Ново-Иваново имеет по сравнению с остальными площадками следующие преимущества:

1. Стабильность и надежность электроснабжения.
2. Непосредственная близость к площадке водного пути, необходимого для доставки негабаритного оборудования и стройматериалов.
3. Удобство осуществления сброса сточных вод.

Единственным недостатком площадки является наличие высокого уровня грунтовых вод, что вызывает необходимость проведения работ по дренированию участка. Максимальная стоимость этих работ по предварительным данным исчислена Гидропроектом МВД СССР в 3,5 млн руб.

Перебазирование строительства на какую-либо новую площадку повлечет за собой потерю уже произведенных затрат на строительные работы, по транспорту и проектно-изыскательские работы на общую сумму до 2 млн руб., а также неизбежно вызовет срыв сроков строительства в 1947 г. и задержку пуска объекта «М» на один год.

На основании изложенного комиссия считает необходимым продолжать строительство объекта «М» на площадке в Иваново.

Для уменьшения стоимости дренажных работ комиссия считает необходимым:

- а) уменьшить заглубление тоннеля и подвалов здания «П»;
- б) частично изменить планировку жилого поселка, разместив жилые дома на участках, имеющих наиболее низкий уровень грунтовых вод.

А. Лепилов, А. Минц, К. Мещеряков, Н. Александров

Из представленного акта комиссии видно, что рассматривались четыре площадки для размещения ускорительного комплекса. В результате было подтверждено решение Спецкомитета о месте его расположения в районе Ивановской ГЭС.

Одновременно А. П. Завенягин представил в НТС протокол совещания по снижению стоимости строительства ускорителя, что было поручено решением НТС ПГУ от 27 января 1947 г. (п. 1 протокола НТС № 58):

**Протокол совещания при заместителе начальника
Первого главного управления при Совете Министров СССР**

Сов. секретно
(Особая папка)
от 14 февраля 1947 г.

Присутствовали: заместитель начальника Первого главного управления при Совете Министров СССР генерал-лейтенант Завенягин А. П.

заместитель министра электропромышленности, начальник Специального управления № 1 Мещеряков К. Н.,

начальник строительства № 833 МВД СССР генерал-майор инженерно-технической службы Лепилов А. П.,

начальник Лаборатории № 11 при ФИАН член-корреспондент Академии наук СССР Минц А. Л.,

главный инженер проекта ГСПИ-11 инженер Александров Н. С.,

инженер Козлинский В. А. (Первое главное управление).

Рассмотрев проектное задание по объекту «М», совещание считает возможным произвести следующее сокращение объемов работ:

1. По зданию Лаборатории

В проектном задании предусмотрено трехэтажное здание с площадью застройки 1 182 кв. м, строительной площадью 3 546 кв. м и строительной кубатурой 14 538 куб. м.

Предлагается здание Лаборатории уменьшить, сделав его двухэтажным при прежней площади застройки.

Здание Лаборатории сокращается: по строительной площади на 1 182 кв. м и по строительной кубатуре на 5 319 куб. м.

2. По зданию «П»

В проектном задании здание предусмотрено двухэтажным с центральной частью в три этажа, при площади застройки 1 731 кв. м, строительной площади 3 850 кв. м и строительной кубатурой 31 100 куб. м.

Оставить здание в пределах предусмотренных двух этажей.

Исключить строительство третьего этажа в центральной части, соответственно перепроектировав план здания.

Необходимые служебные площади для главного инженера и комнаты техников перенести в здание Лаборатории.

Здание «П» сокращается по строительной площади на 345 кв. м и строительной кубатуре на 1 450 куб. м.

3. По зданию «М»

Совместить предложенную технической секцией Научно-технического совета пристройку для проведения научно-исследовательских работ с предусмотренной в проектом задании пристройкой для вентиляционной установки.

4. По тоннелю между зданиями «М» и «П»

Оставить принятый проектным заданием разрыв между зданиями «М» и «П» в 400 м.

Повысить отметки тоннеля и зданий «М» и «П» для удешевления строительных работ и упрощения гидроизоляции, обосновав в техническом проекте выбор целесообразных отметок.

5. По жилому поселку

Сократить предусмотренную в проектном задании жилую площадь зданий поселка, пересчитав последнюю по следующим нормам:

- для научных работников по 9 кв. м на человека, плюс 18 кв. м на главу семьи;
- для инженерно-технических работников по 9 кв. м на человека, для прочих — по 6 кв. м на человека.

Принять в поселке следующие жилые здания:

- а) коттедж типа I — один — жилплощадь 138 кв. м,
- б) коттедж типа II — четыре — общая жилплощадь 240 кв. м,
- в) двухквартирные дома типа III — пять — общая жилая площадь 570 кв. м,
- г) 12-квартирные дома и два общежития для остального населения поселка, общая площадь 4 700 кв. м.

Всего: 5 648 кв. м

против принятых в проектном задании — 7 241 кв. м.

Таким образом, жилая площадь поселка сокращается на 1 553 кв. м.

6. По административному корпусу

Здание адмкорпуса с расположением в поселке и размещением в нем обслуживающих население поселка учреждений (столовая, клуб, амбулатория, почта, АТС, радиоузел и т. д.) оставить в запроектированном размере.

В качестве конференц-зала, в связи с исключением последнего в лабораторном корпусе, использовать зрительный зал клуба.

Председатель совещания генерал-лейтенант Завенягин

Таким образом, НТС ПГУ своим решением от 17 февраля 1947 г. окончательно подтвердил место расположения синхроциклотрона ГТЛ.

1 марта 1947 г. СМ СССР постановлением № 389-158сс/оп утвердил график работ и мероприятий, обеспечивающий сооружение установки «М», выдержки из которого приводятся ниже [12]:

В развитие Постановления Совета Министров СССР от 13 августа 1946 г. № 1764-766сс Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

Утвердить комплексный график работ по сооружению установки «М» и лабораторий при ней согласно Приложению № 1.

Обязать Академию наук СССР (т. Вавилова), Первое главное управление при Совете Министров СССР (т. Ванникова), Министерство внутренних дел СССР (т. Круглова), Министерство электропромышленности (т. Кабанова) и Министерство промышленности средств связи (т. Зубовича) обеспечить проведение научно-исследовательских и проектно-изыскательских работ, а также поставку специального оборудования для сооружения установки «М» согласно приложениям № 2, 3, 4.

Поручить Научно-техническому совету Первого главного управления при Совете Министров СССР (т. Ванникову):

а) рассмотреть и утвердить технический проект установки «М» к 15 августа 1947 г., а также утверждать проекты отдельных объектов по мере окончания их проектирования (до утверждения технического проекта в целом);

б) рассмотреть вопрос о необходимости изготовления для Лаборатории № 11 Физического института Академии наук СССР модели установки «М» с магнитом весом 300–400 т, обсудив при этом возможность проведения работ по моделированию на аналогичных установках других научных учреждений, и свои предложения представить в месячный срок в Совет Министров СССР.

Обязать Министерство внутренних дел СССР (т. Круглова):

а) выполнить все строительные и общемонтажные работы по сооружению установки «М» и лабораторий при ней в сроки согласно Приложению № 1. <...>

Уровень централизации в период Атомного проекта был настолько велик, что отдельные изменения требований или характеристик установок рассматривались в Спецкомитете и Совете Министров. Показательным в этом отношении является письмо Л. П. Берия И. В. Сталину от 19 июня 1947 г. с представлением проекта распоряжения об изменении параметров электромагнита установки «М» [16], на основании которого было подписано соответствующее распоряжение СМ СССР № 7573сс. В письме Л. П. Берия указывалось:

Не позднее 19 июня 1947 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Товарищу Сталину

Представляю на Ваше рассмотрение проект решения об изменении некоторых параметров электромагнита проектируемой для Лаборатории № 2 Академии наук СССР установки «М» (*мощного циклотрона*), принятых Постановлением Совета Министров СССР от 13 августа 1946 г., а именно: уменьшается воздушный зазор между полюсами с 1000–1200 мм до 800 мм и увеличивается индукция в воздушном зазоре с 14 000 гауссов до 17 000–18 000 гауссов.

Эти изменения, по мнению ученых и инженеров (акад. Курчатова, проф. Минца, Векслера и Ефремова), проектирующих *циклотрон*, дают возможность при сохранении установленного ранее веса электромагнита (6–7 тысяч тонн) повысить энергию частиц с 350 до 500 мегаэлектронвольт.

Проект одобрен Научно-техническим советом Первого главного управления при Совете Министров СССР, рассмотрен и принят Специальным комитетом.

Прошу Вашего решения.

« » июня 1947 г.²

Л. Берия¹

АП РФ. Ф. 93, д. 1/47, л. 49. Подлинник.

¹Подпись отсутствует.

²Число месяца отсутствует.

Помета на оборотной стороне листа, машинописью: «Утверждено т. Сталиным И. В. 19.06.1947 г. См. Распоряжение СМ № 7573-рс».

Как указывалось во Введении, в период Атомного проекта существовал порядок, по которому планы НИОКР по особо важным проектам и установкам рассматривались и утверждались Советом Министров. Так, например, постановлением СМ СССР № 1127-402сс/оп от 6.04.1948 г. был утвержден **план специальных научно-исследовательских работ на 1948 г.**, в котором предусматривались следующие поручения по установке «М» [19]:

Москва, Кремль

6 апреля 1948 г.
Сов. секретно
(Особая папка)

В целях обеспечения дальнейшего развития специальных научно-исследовательских и проектных работ Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Утвердить представленный Научно-техническим советом Первого главного управления при Совете Министров СССР сводный план развития ведущих уже специальных научно-исследовательских, экспериментальных и проектных работ на 1948 г. согласно Приложению № 1.

<...>

12. Обязать заместителя начальника Лаборатории № 2 АН СССР т. Мещерякова М. Г. и начальника Лаборатории электроники и радиотехники чл.-кор. АН СССР Минца А. Л. провести в 1948 г. научно-исследовательские и экспериментальные работы, связанные с проектированием и изготовлением установки «М», по темам и в сроки согласно Приложению № 1 (раздел V, п. 30). <...>

Лаборатория № 2 АН СССР

(Научные руководители работ — зам. начальника Лаборатории № 2 Мещеряков М. Г. и чл.-кор. АН СССР Минц А. Л.)

Наименование работ	Сроки исполнения	Основные исполнители
30. Проектирование и изготовление установки «М», в т. ч.:	1948 г.	
а) исследование синхроциклотронного режима на циклотроне М-1, расчеты фокусировки и траекторий, изучение методов вывода ионов, исследование импульсного питания, разработка методов определения энергии частиц;	I–IV кв.	<i>Лаборатория № 2 Мещеряков М. Г.</i>
б) теоретические и экспериментальные работы по радиотехнической части (генератор токов высокой частоты, колебательная система по электронике, вакуумной части и метрике), проектные работы и участие в монтаже;	I–IV кв.	<i>Лаборатория № 2 Мещеряков М. Г., Минц А. Л.</i>
в) проектирование и изготовление основного оборудования установки (электромагнит, система питания, разгонная камера, высокочастотные устройства и другое оборудование) для дейтонного варианта установки;	II–IV кв.	<i>ОКБ з-да «Электросила» Ефремов Д. В., Комар Е. Г. Завод № 678 Карпов В. А. Лаборатория № 2 Мещеряков М. Г.</i>
г) разработка, изготовление и испытание высоковакуумного агрегата на 40 тыс. л/с	Сентябрь	<i>ХФТИ АН СССР Синельников К. Д., Ямницкий</i>

В связи с приближением пуска ускорителя Совет Министров СССР своим постановлением № 3581-1441сс от 25 сентября 1948 г. «**О мероприятиях к пуску и эксплуатации установки "М"**» определил следующие мероприятия [21]:

В дополнение к постановлениям Совета Министров СССР от 13 августа 1946 г. № 1764-766 и от 1 марта 1947 г. № 389-158 Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

Обязать начальника Лаборатории № 2 Академии наук СССР т. Курчатова организовать на объекте «М» филиал Лаборатории № 2.

Возложить на филиал Лаборатории № 2 Академии наук СССР на объекте «М»:

а) наладку и пуск установки;

б) эксплуатацию установки и проведение научно-исследовательских работ на ней.

Назначить начальником филиала Лаборатории № 2 на объекте «М» заместителя начальника Лаборатории № 2 и научного руководителя установки «М» т. Мещерякова М. Г. и заместителем начальника филиала и научного руководителя установки «М» т. Дзелепова В. П.

Обязать начальника филиала Лаборатории № 2 Академии наук СССР на объекте «М» (т. Мещерякова) до начала эксплуатации установки «М»:

а) подобрать эксплуатационные кадры, обучить и подготовить их к работе на агрегатах установки;

б) осуществить технический контроль за качеством строительно-монтажных работ;

в) подготовить объект «М» совместно со Специальным управлением № 1 Министерства электропромышленности (т. Мещеряковым) к приемке правительственной комиссией.

Обязать спецуправление № 1 Министерства электропромышленности (т. Мещерякова) и стройуправление № 833 Министерства внутренних дел СССР (т. Лепилова):

а) представлять филиалу Лаборатории № 2 Академии наук СССР исполнительную проектно-техническую документацию на все виды строительно-монтажных работ и передавать ее по мере готовности отдельных объектов;

б) сдавать филиалу Лаборатории № 2 Академии наук СССР лабораторные, производственные здания и сооружения (включая котельную, насосную станцию, трансформаторные подстанции, АТС и дороги) по окончании строительных и монтажных работ по этим объектам. Жилищные и коммунальные здания и сооружения сдавать также по мере окончания каждого объекта и не заселять их без согласования с Лабораторией № 2.

Утвердить штаты филиала Лаборатории № 2 Академии наук СССР на 1949 г. в количестве 260 единиц. <...>

На начальной стадии работ по синхроциклотрону имелся лишь небольшой опыт разработки и сооружения циклотронов в Радиевом институте и Лаборатории № 2. Опыта создания больших ускорителей для ускорения протонов или дейтронов на большие энергии не имелось. Тем не менее И. В. Курчатова в конце января 1946 г. в письме Л. П. Берия сформулировал следующие предварительные соображения об устройстве нового ускорителя — синхроциклотрона [2]:

<...>

3. Циклотронная установка должна состоять из следующих основных частей:

- электромагнита циклотрона,
- разгонной вакуумной камеры,
- мотор-генератора для питания обмоток электромагнита с комплекующим оборудованием и аппаратурой,
- высокочастотной импульсной установки для генерирования поля высокой частоты между дуантами разгонной камеры,
- вакуумной установки для создания высокого вакуума внутри разгонной камеры.

Технические данные основных частей циклотрона с диаметром полюсов 5 000 мм следующие:

Разгонная вакуумная камера диаметром 5 000 мм, по предварительным соображениям, должна иметь толщину крышек около 250–300 мм, вес около 150 тонн, допуская создание внутри нее вакуума порядка 10^{-5} мм ртутного столба.

Мотор-генератор для питания обмоток электромагнита комплектуется из следующего оборудования:

- генератора постоянного тока мощностью около 700 кВт,
- мотора для вращения генератора, возбудителя и подвозбудителя, пусковой и регулирующей аппаратуры,
- системы стабилизации магнитного поля электромагнита по току его обмотки с точностью регулирования до 0,05 %.

Высокочастотная установка характеризуется следующими ориентировочными параметрами: импульсная мощность ок[оло] 2000 кВт, длина волны ок[оло] 14 м.

Проектирование такой установки представляет собой самостоятельную сложную проблему, требующую большой расчетной и экспериментальной работы.

Вакуумная установка состоит из вакуум-насосов с коммуникациями и аппаратурой регулирования и измерения вакуума.

4. Для обеспечения проектирования, изготовления и монтажа большого циклотрона необходимо:

а) осуществление строительства гидрокорпуса завода «Электросила» в г. Ленинграде и монтажа уникального металлодавящего и металлорежущего оборудования;

б) разборка и перевозка на площадку завода «Электросила» металлоконструкций и кранов цеха мощных трансформаторов завода АЕГ в Берлине, переданного в соответствии с Постановлением ГОКО заводу «Электросила», с целью использования при постройке гидрокорпуса;

в) перевозка на завод «Электросила» крупного металлорежущего оборудования, демонтированного на заводе «Сименс», задержанного отгрузкой из Берлина в связи с отсутствием специальных транспортных средств (пониженных большегрузных транспортеров);

г) обеспечение завода «Электросила» листовым прокатом с толщиной листа 20 мм в количестве 7 500 т, поковками из стали СТ-3 и «Армко» с суммарным весом около 1 200 тонн и сортовым прокатом в количестве около 1 500 тонн;

д) осуществление строительства здания для циклотронной установки площадью около 4 500 м² при высоте около 25 м, с подкрановыми путями и краном грузоподъемностью 15 тонн.

5. Ориентировочная стоимость проектирования и изготовления циклотронной установки, а также вышеуказанного строительства составляет около 150 млн рублей.

Проектирование циклотрона и изготовление его отдельных частей требует широкого развития научно-исследовательских и экспериментальных работ и в том числе моделирования электромагнита, разгонной камеры, высокочастотной установки и пр.

6. Учитывая вышеуказанное, а также производственную сложность и отсутствие опыта в изготовлении установок такого масштаба, длительность проектирования и изготовления циклотрона определена в два года.

Целесообразно ряд точных узлов и деталей циклотрона заказать в Чехословакии и Германии.

26.01.1946 г.

И. Курчатов

Одновременно И. В. Курчатов привел в этом письме «сравнительные технические показатели для циклотронов с диаметром полюсов: 1 500, 3 500, 4 500, 5 000 мм и циклотрона Лоуренса»:

Технический показатель	Диаметр полюса, мм				
	1 500	3 500	4 500	5 000	4600 (цикл[отрон] Лоуренса)
Полный вес электромагнита, т	330	2 300	4 500–5 000	6 000–7 000	4 000
Вес меди, т	45	190	450	600	—
Максимальный вес поковки, т	26	60	80	110	—
Площадь, занимаемая магнитом, м ²	20	50	80	100	—
Высота электромагнита, м	4	8	10	12	

Примечание. В расчете положено, что магнитная индукция в зазоре между полюсами составляет 14 000 гауссов.

О других особенностях устройства синхроциклотрона можно узнать из документов НТС ПГУ, представленных в следующем разделе.

Разработка проекта синхроциклотрона с большой энергией протонов стала возможной на основании принципа автофазировки, предложенного В. И. Векслером при участии Е. Л. Фейнберга по расчетному обоснованию. Сооружение ускорителя началось в 1947 г. Согласно проекту ускоритель состоял из вакуумной камеры, в которой происходил процесс ускорения заряженных частиц, вращающихся по кольцевым орбитам под действием внешнего магнитного поля. Снаружи вакуумной камеры находилась магнитная система, создающая необходимой величины магнитное поле, управляемое по специальному алгоритму. Ускоренный пучок протонов выводился из вакуумной камеры наружу, в экспериментальный зал для проведения физических экспериментов. Магнит представлял собой уникальное сооружение, его вес был около 7000 тонн (см. фото). Он состоял из железных плит длиной около 18 м, каждая весом 120 тонн. Высота магнита — около 10 м, диаметр обмоток — свыше 10 м. Ускоритель размещался в главном корпусе размерами 40 × 50 м, высотой около 40 м, с толстыми (2 м) железобетонными стенами в качестве биологической защиты. Все это имело величественный вид (см. фото). К этому следует добавить, что здание ускорителя было перекрыто 12 металлическими фермами, залитыми железобетоном толщиной 2 м и засыпанными однометровым слоем песка. В строительном отношении это было очень сложное сооружение. О трудностях его строительства хорошо рассказано в очерке В. П. Желепова «Когда Дубны не было на карте»*. Для обеспечения работы ускорителя был предусмотрен также ряд других вспомогательных систем (системы ионного источника, вакуумирования, энергоснабжения, технологического и радиационного контроля, биологической защиты, транспортной системы и т. д.).

Сравним предварительные соображения И. В. Курчатова с фактическим устройством ускорителя, воспользовавшись описанием, которое привел И. В. Курчатов в докладной записке И. В. Сталину от 26 марта 1951 г. [40]:

* См. с. 217–224 наст. издания.

Вошедший в строй синхроциклотрон состоит из следующего оборудования:

- электромагнита весом 7 300 тонн;
- вакуумной камеры (для разгона частиц) диаметром 5 метров;
- механического вариатора частоты;
- мощных радиогенераторов для подачи высокочастотного напряжения в вакуумную камеру;
- аппаратуры дистанционного управления ускорителем и наблюдения за работой его;
- агрегатов электропитания синхроциклотрона и мощных вакуумных насосов. <...>

Сооружение синхроциклотрона потребовало решения новых весьма трудных и сложных теоретических и инженерных задач и явилось большим достижением советской науки и промышленности. Разработка проекта синхроциклотрона и конструирование новейшей физической, радиотехнической и вакуумной аппаратуры были проведены коллективом научных работников Лаборатории № 2 под руководством доктора физико-математических наук М. Г. Мещерякова и члена-корреспондента Академии наук СССР А. Л. Минца и коллективом конструкторов Особого конструкторского бюро Министерства электропромышленности под руководством Д. В. Ефремова, впоследствии Е. Г. Комара.

Строительное управление № 620¹ (начальник т. Лепилов А. П.) Главпромстроя Министерства внутренних дел СССР построило для размещения синхроциклотрона специальное железобетонное здание объемом 70 000 м³, со стенами толщиной в 2 м (для защиты персонала от радиоактивных излучений); корпус дистанционного управления и энергосилового хозяйства объемом 21 000 м³; корпус научно-исследовательских лабораторий объемом 10 500 м³; вспомогательные помещения площадью 7 600 м², а также жилой поселок площадью 7 000 м² для научного и инженерно-технического персонала.

Оборудование синхроциклотрона изготовлено и смонтировано заводами «Электросила» и № 496 Министерства электропромышленности.

Примечания составителей. ¹ Следует читать 833.

Видно, что первоначальное и приведенное в докладной записке описание устройства синхроциклотрона мало отличаются друг от друга.

Министр электропромышленности И. Г. Кабанов 20 декабря 1949 г. направил Л. П. Берия специальный доклад об окончании сооружения установки «М» [31]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Товарищу Берия Л. П.

Докладываю Вам, товарищ Берия, что *начатым сооружением в 1946 году* по указанию товарища Сталина и по заданию Специального комитета (Постановление № 1764-766) мощный синхроциклотрон (установка «М») для искусственного ускорения частиц *закончен сооружением*, смонтировано сложное уникальное оборудование и ко дню семидесятилетия со дня рождения товарища Сталина произведены испытания, показавшие, что энергия ускоренных частиц — дейтронов — достигает запроектированной: 290 миллионов электронвольт.

Основные параметры установки «М» соответствуют Постановлению Правительства:

- вес электромагнита — 7 000 тонн,
- вакуумная камера с диаметром полюсов — 5 000 мм,
- магнитная индукция — 17 000 гауссов.

В состав этой установки входят: механический вариатор частоты, специальные радиогенераторы для подачи напряжения высокой частоты, агрегаты электропитания, сложная аппаратура дистанционного управления, контроля и сигнализации, мощные высоковакуумные насосы и специальные измерительные приборы.

Сооруженный синхроциклотрон, судя по опубликованным данным, является самым мощным ускорителем в мире.

Построенный в США (в Беркли) мощный синхроциклотрон имеет вес электромагнита 4 200 тонн, диаметр полюсов — 4 675 мм и создает ускоренные дейтроны с энергией 190 миллионов электронвольт.

В Англии построен синхроциклотрон с весом электромагнита 700 тонн.

Таким образом, установка «М» в полтора раза мощнее самого крупного американского синхроциклотрона, что является серьезным достижением советской науки и промышленности. Пуск установки «М» дает нашей физике атомного ядра *мощнейшее оружие* для научного исследования.

При помощи этого синхроциклотрона могут быть открыты новые ядерные реакции, искусственно созданы различные элементарные частицы материи и исследованы вопросы разрушения ядер стабильных тяжелых элементов (висмут, свинец и т. д.).

Сооружение установки «М» потребовало возведения специального железобетонного здания (корпус № 1) с объемом 74 000 куб. метров, имеющего толщину стен в 2 метра для предохранения работающего на объекте персонала от вредного влияния радиоактивных излучений.

Управление процессом будет вестись из другого здания (с объемом 22 000 куб. метров), соединенного с корпусом № 1 четырехсотметровым туннелем, в котором проложены кабели и трубопроводы.

Во втором здании размещено электрооборудование, насосная, пульта и устройства для дистанционного управления и наблюдения за процессом при посредстве измерительных приборов и телевизионной аппаратуры.

Построены особое здание для лабораторий и здания подсобно-вспомогательного назначения.

При объекте построен жилой городок с общей площадью всех зданий 14 000 кв. метров, располагающий благоустроенной жилплощадью и различными культурно-бытовыми зданиями, которые обеспечивают удобные условия жизни для научно-технических работников и их семей.

Общий размер капиталовложений на сооружение установки составил 200 млн рублей.

Научно-исследовательские и проектные работы, связанные с сооружением установки, научно-техническая разработка основных вопросов и пуск установки были осуществлены:

по линии физики — Лабораторией № 2 (т. Мещеряков М. Г.);

по радиотехнике высокой частоты и электронике — отделом радиоаппаратуры Лаборатории № 2 (т. Минц А. Л.);

по электромагнитному и специальному электрооборудованию — ОКБ Министерства электропромышленности (т. Ефремов Д. В.).

Строительные и общемонтажные работы выполнены стройуправлением № 620¹ МВД СССР (т. Лепилов А. П.), осуществившим строительство ответственных технических зданий.

Основное уникальное оборудование изготовлено заводами «Электросила» и № 496 МЭП.

Специальное управление № 1 МЭП (т. Мещеряков К. Н., Минц А. Л.) выполнило организацию комплексного проектирования установки, обеспечило изготовление и поставку всего оборудования и аппаратуры и произвело специальные монтажные и наладочные работы.

Сооружение установки «М» в целом осуществлено Министерством электропромышленности в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 13 августа 1946 г.

Прошу Вас, Лаврентий Павлович, доложить товарищу Сталину.

20.12.1949 г.

И. Кабанов

Примечание составителей: ¹Следует читать 833.

Днем позже, 21 декабря 1949 г. С. Н. Круглов, А. Н. Комаровский и А. П. Лепилов направили докладную записку на имя Л. П. Берия о завершении строительства комплекса сооружений установки «М» [32]:

Сов. секретно
Экз. № 1

Товарищу Берия Л. П.

Докладываем, что во исполнение Постановления Совета Министров Союза ССР № 1764-766сс от 13.08.1946 г. о строительстве установки «М» Министерством внутренних дел СССР полностью закончены работы по всему комплексу сооружений установки «М» в составе:

- здание установки «М» площадью 2722 м², высотой 34 м и строительным объемом 68 380 м³ с железобетонными стенами толщиной 2 м;
- корпус «П» площадью 1652 м², строительным объемом 20 641 м³;
- железобетонный тоннель сечением 6 м на 2 м, длиной 400 м, в котором расположены кабели управления установкой;
- лабораторный корпус, строительным объемом 10 449 м³;
- мастерская, строительным объемом 3 650 м³;
- жилой поселок, состоящий из 22 каменных жилых зданий, общей площадью 6 959 м²;
- административные и коммунально-бытовые здания в составе административного корпуса, школы, детских яслей, детского сада, бани-прачечной, хлебопекарни, магазина и складов;
- комплекс зданий для размещения военной охраны.

По комплексу установки «М» выполнены все работы по дорогам, всем подземным коммуникациям, благоустройству и озеленению.

Все послемонтажные недоделки ликвидированы, и сооружения в декабре с. г. сданы 1-му Спецуправлению МЭП с отличной оценкой качества работ.

21 декабря 1949 г.

Круглов, Комаровский, Лепилов

Как видно из представленных документов, сооружение синхротрона, при постоянном контроле Спецкомитета и ПГУ в качестве важного объекта, заняло около трех лет, что явилось непревзойденным достижением отечественной науки и техники в условиях послевоенного периода.

Наиболее представительной характеристикой деятельности, связанной с сооружением синхроциклотрона ГТЛ, является глава «Создание материальной базы для дальнейшего развития работ по физике» из черновой версии сборника по истории овладения атомной энергией в СССР, подготовленного хорошо информированными сотрудниками секретариата Спецкомитета, в период 19 сентября 1952 г. — не позднее 26 июня 1953 г. [50]:

а) Строительство мощного циклотрона

Сооружение самого мощного в мире циклотрона — ускорителя тяжелых ядерных частиц — потребовало решения целого ряда сложнейших задач научного и научно-

инженерного характера в области физики, радиотехники, электроники, вакуумной техники, электромеханических систем, теплотехники, электротехники и специальной метрики.

Ко времени начала проектирования циклотрона в 1946 г. в СССР не было никакого опыта и никаких данных о способах осуществления таких огромных установок.

Необходимо было овладеть этой новой отраслью техники, провести необходимые научно-исследовательские, расчетные работы, составить проект сооружения в целом, а также разработать и изготовить целый ряд уникальных агрегатов и установок.

Руководство разработкой проекта и сооружением мощного циклотрона для ускорения тяжелых ядерных частиц было возложено на доктора физико-математических наук Мещерякова М. Г., профессора Ефремова Д. В. и члена-корреспондента АН СССР Минца А. Л.

Для проведения научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ по созданию уникального оборудования циклотрона при Лаборатории № 2 Академии наук СССР была создана специальная лаборатория.

Коллективу Особого конструкторского бюро Министерства электропромышленности СССР было поручено проектирование и конструирование основного оборудования циклотрона — магнита, системы питания и т. д. и совместно с заводом «Электросила» разработка технологии изготовления и монтажа основного оборудования.

Для руководства всеми работами по сооружению мощного циклотрона в системе Министерства электропромышленности было создано специальное управление.

Итак, предстояло спроектировать и построить крупнейший в мире ускоритель тяжелых ядерных частиц.

Американский циклотрон в Беркли в мировой литературе расценивается как одно из замечательных сооружений современности, однако советский циклотрон превосходит американский не только по размерам электромагнита (магнит советского циклотрона весит 7 000 т, а американского — 4 200 т) и величине энергии ускоренных частиц, но и по своему техническому совершенству.

Советские физики и инженеры при создании ускорителя шли своими оригинальными путями, разрешив ряд сложнейших научно-инженерных задач, впервые поставленных перед советской наукой и техникой. Были найдены также новые монтажные и строительные приемы, позволившие соорудить циклотрон в более короткие сроки, чем это имело место в США.

В связи с сооружением циклотрона было выполнено 69 крупных научно-исследовательских работ, разработано большое количество новых приборов и разного рода устройств: вакуумные вентили с дистанционным управлением, высоковакуумные шиберы с гидравлическим управлением, генераторы высокой частоты, специальные осциллографы и много другой радиотехнической и вакуумной аппаратуры.

Большие технические и технологические трудности были преодолены при изготовлении гигантского электромагнита ускорителя, состоящего из отдельных деталей весом около 120 тонн каждая, которые требовалось собрать с точностью до десятых долей миллиметра.

Полная высота электромагнита составляла более 10 метров, а ширина — около 17 метров при общем весе около 7 000 тонн.

Изготовление огромных катушек циклотрона диаметром до 11 метров считалось ранее возможным только в заводских условиях на специальном крупном оборудовании.

В то же время доставка катушек с завода на место сооружения циклотрона по железной дороге совершенно исключалась из-за больших габаритов катушек.

Эта трудность была преодолена благодаря смелому решению — изготовлению катушек прямо на строительстве, что и было успешно выполнено.

Одним из важнейших элементов циклотрона является вакуумная камера со всем электротехническим и радиотехническим оборудованием.

Изготовленная для циклотрона камера имеет диаметр свыше 5 метров, вес ее около 200 тонн, объем камеры, в котором поддерживается высокий вакуум, составляет около 30 кубических метров.

Сооружение уникального по своей конструкции и размерам циклотрона потребовало от проектных, строительных и монтажных организаций новых решений, сложного комплекса проектных и строительно-монтажных работ.

Из числа зданий, воздвигнутых строителями, особенно следует отметить главный корпус, в котором размещен электромагнит. Этот корпус представляет собой монолитное железобетонное сооружение высотой до 36 метров со стенами толщиной в два метра.

Сорокаметровый пролет корпуса обслуживается 150-тонным мостовым краном, установленным на высоте 32 метра.

Монтаж гигантского электромагнита, вакуумной камеры, системы электропитания, радиохимических генераторов и устройств, систем дистанционного управления питанием, охлаждением, вакуумом и прочими устройствами также представлял собой совершенно новую и весьма сложную задачу.

Все монтажные работы в целом были успешно закончены в сроки, установленные правительством, благодаря применению новых методов строительно-монтажных работ и их одновременному комплексному выполнению.

Циклотрон позволил получить полную проектную энергию ускоренных тяжелых частиц, протонов, равную 500 млн электронвольт, и в течение длительного времени работает надежно и устойчиво.

Широкая автоматизация процессов работы на ускорителе позволяет очень быстро проводить экспериментальные работы.

В целом ускоритель является одним из выдающихся достижений советской науки и дает возможность изучать строение атомных ядер, деление ядер, образование ядерных расщеплений, образование мезонов, взаимодействие ядерных частиц с веществом, образование новых, до сего времени неизвестных, радиоактивных изотопов и действие ядерных частиц высокой энергии на живые организмы.

* * *

Представленные в этом разделе документы позволяют обратить внимание на следующие особенности сооружения синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории.

1. Решение о строительстве мощного синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории (установки «М») было принято Советом Министров СССР по предложению академиков Вавилова, Курчатова, Алиханова и профессоров Скобельцына и Арцимовича.

2. Выбор площадки для размещения ускорителя, как было принято в период Атомного проекта, был сделан первоначально на основании рекомендаций специальной комиссии, состоящей из четырех министров: Ванникова, Первухина, Жимерина, Кабанова, двух заместителей министра: Борисова, Алексенко, начальника Главпромстроя МВД СССР Комаровского и трех ученых: Вавилова, Векслера, Минца. Впоследствии НТС ПГУ назначил комиссию специалистов в составе А. П. Лепилова, А. Л. Минца, К. Н. Мещерякова и Н. С. Александрова для дополнительного изучения этого вопроса. Были рассмотрены четыре площадки: Коломенская, Запрудненская, Каширская и Ивановская. В итоге комиссия подтвердила решение Спецкомитета о размещении ускорительного комплекса на Ивановской площадке. Как показало время, этот выбор оказался удачным.

3. В период Атомного проекта осуществлялось одновременно проектирование, изготовление и строительство многих новых заводов и специальных установок параллельно с проведением необходимых научно-исследовательских работ. Такой же порядок был установлен для установки «М».

4. Благодаря совместной работе ученых, конструкторов, проектировщиков конструкция синхроциклотрона оказалась удачной, позволившей получить заданные характеристики ускоряемых частиц и имевшей инженерные запасы для улучшения характеристик в дальнейшем.

4. ДОКУМЕНТЫ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА ПЕРВОГО ГЛАВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Ниже представлены копии документов НТС ПГУ, которые дают более полное представление об особенностях устройства синхроциклотрона, этапах его создания, возникших проблемах и результатах исследований, выполненных в начальный период работы ускорителя. Первое заседание НТС ПГУ, посвященное ускорителю, состоялось 27 января 1947 г., с обсуждением проектного задания объекта «М» [9]. Выбор площадки и проектное задание по объекту «М» рассматривалось на заседании НТС ПГУ 17 февраля 1947 г. [10]; 14 апреля 1947 г. НТС ПГУ заслушал сообщения Д. В. Ефремова, А. Л. Минца и М. Г. Мещерякова о проектировании установки «М» [14]. Технический проект установки «М» был рассмотрен на заседании НТС 1 сентября 1947 г. [17]. Планы НИР рассматривались на НТС ПГУ три раза: 20 декабря 1948 г. — на 1949 г. [23], 4 апреля 1949 г. — на 1949–1950 гг. [24], хотя сооружение ускорителя еще не было закончено; 26 декабря 1949 г. — на 1950 г. [33]. Предложения по реконструкции установки «М» обсуждались на заседании НТС (протокол № Л-9, см. подразд. 4.4, [41]). Большие по составу участники заседания НТС, посвященные отчету о результатах работ за 1950–1951 гг. и планам дальнейших исследований на ускорителе, состоялись 5 и 12 мая 1952 г. (протоколы № М-5 и М-6, см. подразд. 4.5, [47, 48]). Особенностью оформления приведенных документов являлось внесение в текст по требованию режима секретности отдельных терминов и фамилий некоторых специалистов от руки, что обозначалось подчеркиванием (для удобства читателей подчеркивания в книге исключены). Все приводимые здесь документы НТС рассекречены, однако гриф секретности на копиях документов оставлен, так как наличие высшей степени секретности свидетельствовало в те времена о важности проводимой работы.

4.1. РАССМОТРЕНИЕ ПРОЕКТНОГО ЗАДАНИЯ УСКОРИТЕЛЯ

Вначале представим в хронологической последовательности копии протоколов Секции № 3 от 19 декабря 1946 г. и НТС ПГУ от 27 января 1947 г. [9].

К протоколу НТС ПГУ № 58 приложен следующий протокол заседания Секции № 3 НТС от 19 декабря 1946 г.:

К п. 1-му протокола № 58
от 27 января 1947 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

**Протокол
заседания Секции № 3 Научно-технического совета Первого главного
управления при Совете Министров СССР**

19 декабря 1946 г.

Члены секции: тт. Кабанов И. Г., Алексенко Г. В., Векшинский С. А., Попов Н. Л., Ефремов Д. В., Козлинский В. А.

Члены секции: т. Арцимович Л. А. и т. Лебедев А. А. отсутствуют в связи с отъездом в Ленинград; инженер Секции № 3 — т. Суходольский П. И.

Присутствовали:

тт. Емельянов В. С. — зам. начальника Первого главного управления при СМ СССР.

Курчатов И. В. — академик.

Мещеряков К. Н. — начальник Спец. управления МЭП.

Минц А. Л. — гл. инженер Специального управления МЭП и нач. Лаборатории № 11 АН СССР — чл.-корреспондент АН СССР.

Векслер В. И. — зам. директора ФИАН СССР по научной части — чл.-корресп. АН СССР.

Александров Н. С. — представитель ГСПИ-11 — гл. инж. проекта.

*Рассмотрение проектного задания на проектирование установки «М»
(Доклад тт. Минца А. Л. и Александрова Н. С.)*

В обсуждении докладов т. Минца и т. Александрова приняли участие: академик Курчатов, чл.-корр. АН СССР т. Векслер и т. Векшинский, проф. Ефремов, тт. Емельянов, Алексенко, Мещеряков, Козлинский.

В результате обсуждения признано необходимым внести в проектное задание следующие дополнения и изменения, которые учесть при разработке технического проекта установки «М».

1. Предусмотреть пристройку к задней стороне здания «М» лабораторного помещения, площадью не менее 500 кв. м с высотой, обеспечивающей проведение измерений на уровне зазора электромагнита.

2. Предусмотреть в районе зданий «М» помещение легкого типа для хранения в нем внутренних частей разгонной камеры в промежутки времени после их удаления из камеры и до начала подготовки их к следующему циклу работы.

3. Рассмотреть дополнительно следующие вопросы, связанные с радиоактивностью сред, охлаждающих внутренние части разгонной камеры и обмотки электромагнита:

а) допустимость расположения теплообменников для охлаждения воды, омывающей детали разгонной камеры, в одном помещении с другими теплообменниками;

б) допустимость использования для теплообменников, в которых охлаждается вода, омывающая детали разгонной камеры, и воздух, омывающий обмотки электромагнита, воды из брызгального бассейна, общего для всех теплообменников установки;

в) допустимость отвода воздуха, омывающего обмотки электромагнита, непосредственно в атмосферу.

В зависимости от решения указанных вопросов при разработке технического проекта произвести необходимые изменения в части расположения теплообменников и брызгальных бассейнов.

Для обеспечения принятия решений по пунктам 3а, 3б и 3в просить директора ФИАН СССР академика С. И. Вавилова поручить зам. научного руководителя проекта — чл.-корреспонденту АН СССР т. Векслеру В. И., с привлечением необходимых

специалистов, в декадный срок рассмотреть вопрос о возможной степени радиоактивности воды и воздуха, охлаждающих части камеры и электромагнита, и разработать необходимые рекомендации для проектной организации.

Рекомендовать воздушное охлаждение обмоток электромагнита производить по замкнутому контуру, как в летнее, так и в зимнее время.

4. Пересмотреть состав зданий жилого поселка, с учетом необходимости создания для высококвалифицированных научных и инженерных кадров и остального постоянного персонала Лаборатории «М», а также научных работников, приезжающих для проведения научно-исследовательских работ, хороших жилищно-бытовых условий.

5. Рассмотреть дополнительно вопрос обеспечения лабораторных помещений техническими газами и сжатым воздухом. При разработке технического проекта установки «М» рассмотреть следующие вопросы:

1) Определение и меры устранения влияния магнитного поля электромагнита на работу ламп мощного каскада высокочастотного генератора.

2) Возможность периодической замены одного комплекта внутренних частей разгонной камеры другим комплектом.

Проектное задание с указанными дополнениями и изменениями внести на рассмотрение Научно-технического совета Первого главного управления при Совете Министров СССР.

Председатель Секции № 3 И. Кабанов

Академик И. В. Курчатов

Зам. научного руководителя проекта — чл.-корреспондент АН СССР В. Векслер

Секретарь секции В. Козлинский

Это решение Секции № 3 и доклад А. Л. Минца о проектном задании установки «М» рассматривалось на заседании НТС 27 января 1947 г. [9]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол № 58
заседания Научно-технического совета Первого главного управления
при Совете Министров СССР

Понедельник, 27 января 1947 г.

Члены Научно-технического совета: тт. Ванников Б. Л., Первухин М. Г., Курчатов И. В., Иоффе А. Ф., Алиханов А. И., Семенов Н. Н., Кикоин И. К., Малышев В. А., Завенягин А. П., Поздняков Б. С.

Присутствовали на заседании:

Борисов Н. А. — Госплан СССР

Славский Е. П. — зам. нач. 1-го гл. упр. при СМ СССР

Левич В. Г. — НТС

Еремин Г. Н. — НТС

Присутствовали на 1-м вопросе:

Вавилов С. И. — директор ФИАН

Кабанов И. Г. — министр электропром.

Минц А. Л. — нач. лаб. ФИАН

Векслер В. И. — ФИАН

Малышев Ф. Н. — уполномоченный СМ СССР

Александров Н. С. — гл. инж. проекта (ГСПИ-11)

Комаровский А. Н. — МВД

Мещеряков К. Н. — нач. Спецупр.

Лепилов А. П. — нач. строительства

Суходольский П. И. — НТС
Козлинский В. А. — НТС
Лямкин Г. М. — 3-й управл. 1-го гл. упр.

1. Проектное задание по объекту «М»
(Сообщение т. Минца А. Л.)

Выступили: тт. Первухин М. Г., Малышев В. А., Алиханов А. И., Комаровский А. Н., Лепилов А. П., Завенягин А. П., Кабанов И. Г., Векслер В. И., Александров Н. С., Семенов Н. Н., Вавилов С. И., Ванников Б. Л.

По сообщению т. Минца А. Л., проектное задание по объекту «М» (вход. № Т-844/13И) разработано ГСПИ-11 во исполнение постановления Совета Министров СССР от 13 августа за № 1764-766сс.

Проектное задание предусматривает:

Однодуантную установку с диаметром полюсов 5 м, весом железа магнита 700 т, весом меди 500 т. По предварительным подсчетам при надлежащем решении вопроса о системе устройств можно ожидать получения дейтонов с энергией до 200 млн электронвольт и протонов с энергией свыше 200 млн электронвольт.

Потребление электрической мощности объектом в целом составит 5300 кВт. В связи с намеченной системой питания установки в последнее время удалось понизить требование к стабильности частоты питающего объект электрического тока; предусматривается подача электроэнергии на объект от Ивановской гидроэлектростанции, параллельно с обычными объектами.

По санитарным условиям и для обеспечения работы без помех некоторых приборов установка имеет защитный каркас со слоем воды 3 м, а здание ее отнесено от лабораторий и помещений управления на расстояние 400 м, а жилые здания — 1000 м.

В состав объекта, расположенного на площадке около 39 га в районе Иваново, входит:

здание «М» — объемом 78 800 м³, высотой 36 м, оборудованное подъемным краном грузоподъемностью 125–150 тонн;

здание «П» (управление установкой) — объемом 21 000 м³;

здание лаборатории — объемом 14 300 м³;

жилой поселок — для размещения 700 человек (кроме охраны);

прочие здания — кузнечно-сварочная мастерская, склад, котельная, насосная, пожарное депо, гараж, административный корпус, казарма на 200 человек и др.

Сметная стоимость объекта с жилым поселком составляет 186,53 млн рублей (в ценах 1936 г.), в том числе строительная часть 30,6 млн рублей, оборудование 81 млн рублей. В эту сумму не полностью входят мероприятия, требующиеся для дренирования строительной площадки ввиду того, что стройплощадка находится в болотистой местности и зеркало Московского моря (4,5 км от стройплощадки) выше средней отметки стройплощадки на 2 м.

На основании обсуждения проектного задания объекта Научно-технический совет ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Принять по предложению Научно-технического совета ФИАН (т. Вавилов С. И.) и Секции № 3 (т. Кабанов И. Г.) представленные ГСПИ-11 и ФИАН проектные задания по объекту «М», признав при этом необходимым сокращение строительной стоимости объекта.

Поручить тт. Завенягину А. П., Кабанову И. Г., Комаровскому А. Н., Борисову Н. А., Минцу А. Л. и Александрову Н. С. в 10-дневный срок дополнительно просмотреть проектное задание по объекту «М» в направлении сокращения стоимости его строительства (соединение в один блок корпуса «П» и лаборатории, сокращение помещений административного корпуса и т. д.).

2. Считать необходимым войти в Правительство с предложениями о месте строительства объекта «М», учитывая, что в результате проведенных подготовительных работ по схеме установки и на строительной площадке выяснилось:

а) возможность облегчения требований к источнику питания объекта электроэнергией и таким образом ослабить зависимости расположения объекта от наличия подходящей *гидроэлектростанции* — ввиду больших допусков, чем это предполагалось ранее, на колебания *частоты* в электрической сети;

б) неблагоприятные условия на строительной площадке по грунтовым водам (площадка расположена в глубине массива болот и ниже зеркала, находящегося поблизости водоема), что дополнительно, по сравнению с представленной сметой, повышает стоимость строительства и не обеспечивает в дальнейшем благоприятных условий для обслуживающего персонала.

Поручить тов. *Завенягину А. П.* в 10-дневный срок подготовить предложения по месту строительства объекта «М» в соответствии с обменом мнениями на заседании Совета.

<...>

Б. Л. Ванников
Б. С. Поздняков

14 апреля 1947 г. состоялось заседание НТС ПГУ с сообщениями Д. В. Ефремова, А. Л. Минца и М. Г. Мещерякова о проектировании установки «М», протокол которого представлен ниже [14]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол № 69 заседания НТС ПГУ

Понедельник, 14 апреля 1947 г.

Присутствовали: тт. Первухин М. Г., Курчатов И. В., Алиханов А. И., Семенов Н. Н., Кикоин И. К., Малышев В. А., Завенягин А. П., Лейпунский А. И., Поздняков Б. С.

Присутствовали на заседании:

т. Емельянов В. С.
т. Кабанов И. Г.
т. Алексенко Г. В.
т. Арцимович Л. А.
т. Павлов Н. И. — уполномоченный СМ
т. Козлинский В. А. — НТС
т. Левич В. Г. — НТС
т. Еремин Г. И. — НТС

На 2-м вопросе:

т. Мещеряков М. Г. — Лаборатория № 2
т. Минц А. Л. — Лаборатория № 11
т. Мещеряков К. Н. — зам. министра электропромышленности
т. Ефремов Д. В. — ОКБ завода «Электросила»
т. Попов Н. Л. — Министерство средств связи
т. Суходольский П. И. — НТС

<...>

II. О проектировании установки «М»

(Сообщение т. Ефремова Д. В., т. Минца А. Л., т. Мещерякова М. Г.)

Выступили: тт. Арцимович Л. А., Лейпунский А. И., Алиханов А. И., Курчатов И. В., Кабанов И. Г., Завенягин А. П., Малышев В. А., Первухин М. Г.

По сообщению т. Ефремова Д. В. (докладная записка прилагается), опубликованные в периодической печати американские данные показывают, что увеличение

энергии *дейтонов* на циклотроне с *модуляцией частоты Калифорнийского университета* со *100 МэВ* до *200 МэВ* получено за счет *уменьшения зазора* между полюсами и соответствующего увеличения индукции.

В связи с тем, что установка «М» проектируется с *модуляцией частоты*, ОКБ завода «Электросила» произвело пересчет установки «М», исходя при этом из принятой характеристики магнита ($D = 500$ см), но при *уменьшении зазора* между полюсами со *120 см* до *80 см*. При этом оказывается возможным увеличить индукцию в зазоре между полюсами до *17–18 тыс. гаусс* против *14 тыс. гаусс* и получить значительное увеличение энергии ускоряемых частиц (для *протонов* около *570 МэВ* и для *дейтонов 340 МэВ*).

Дальнейшее форсирование установки за счет *уменьшения зазора* между полюсами позволяет получить индукцию порядка *19–20 тыс. гаусс*, что соответствует энергии для *протонов* в *670–700 МэВ*.

На основании этих расчетов ОКБ завода «Электросила» (т. Ефремов Д. В.) считает целесообразным уменьшение зазора в установке «М» до *800 мм* при индукции *17000 гаусс* в длительном режиме.

По сообщению т. Минца А. Л. (докладная записка прилагается), *намечаемое уменьшение зазора* между полюсами приводит к существенному увеличению энергии ускоряемых частиц, но значительно повышает радиотехнические трудности из-за необходимости обеспечить большие девиации частоты.

Произведенные подсчеты показывают, что при некотором усложнении конструкции механические вариаторы частоты могут позволить получить в *циклотроне* с *модуляцией частоты протоны* с энергией до *250–300 МэВ*.

Во избежание применения конструктивно сложного механического вариатора, имеющего, кроме того, существенные недостатки (повышенная мощность высоко-частотного генератора, затруднительность настройки на наивысшую частоту, низкая производительность установки, применение конденсаторов с большим коэффициентом перекрытия и др.), т. Минца А. Л. предлагает систему *разгонной камеры с дуантным каскадом*. Частицы разгоняются последовательно в нескольких *полукольцевых дуантах*. Питание высокой частотой производится через *полосные усилители*, возбуждаемые от генератора. При изменении частоты генератора в пределах *полосы частот* каждого из усилителей питание получает тот ускоряющий *электрод (полукольцевой дуант)*, который соединен с выходным контуром этого усилителя. Таким образом, ускоряющие *электроды* становятся активными последовательно во времени.

По сообщению т. Минца А. Л., предлагаемая им схема имеет большие преимущества по сравнению с обычным *частотно модулированным циклотроном*, так как диапазон рабочих частот для *каждого ускоряющего электрода* будет незначительным и возможно обойтись без применения механического вариатора.

Предлагаемая схема *дуантного каскада* должна быть предварительно экспериментально проверена на *циклотроне*, позволяющем получить *частицы релятивистских энергий*.

На основании обсуждения сообщений т. Ефремова Д. В., т. Минца А. Л. и т. Мещерякова М. Г. об изменении зазора между полюсами установки «М» (выводы комиссии прилагаются), Научно-технический совет ПОСТАНОВИЛ:

1. Считать целесообразным предложение т. Мещерякова М. Г., т. Минца А. Л., т. Векслера В. И. и т. Ефремова Д. В. об уменьшении зазора между полюсами электромагнита установки «М» до *80 см* против ранее установленного в *120 см* (с повышением индукции в зазоре до *17–18 тыс. гаусс* вместо *14 тыс. гаусс*), так как указанное изменение при том же общем весе магнита обеспечивает значительное *повышение энергии* ускоряемых частиц (для *дейтонов* приблизительно от *200* до *300 МэВ* и для *протонов* от *380* до *500 МэВ*).

2. Поручить т. *Мещерякову М. Г.*, т. *Минцу А. Л.* и, соответственно, т. *Ефремову Д. В.* и т. *Гутову А. И.*:

а) уточнить при разработке технического проекта установки «М» значения величин предельных энергий ускоряемых частиц;

б) пересмотреть, в связи с *увеличением энергии* ускоряемых частиц и вследствие этого *усилением радиоактивного излучения*, принятые ранее размеры защиты от излучений;

в) вести разработку и проектирование *разгонных камер* для установки «М», как для ускорения *дейтонов* и α -частиц, так и для ускорения *протонов*.

3. Одобрить предложение т. *Минца А. Л.* о параллельной разработке и экспериментальной проверке намеченной им системы *разгонной камеры с дуантным каскадом*.

Поручить т. *Мещерякову М. Г.* и т. *Минцу А. Л.*:

а) составить графоаналитический расчет ускоряющих электрических полей в этой конструкции *камеры*;

б) провести опыты с моделями предлагаемой камеры на *циклотроне М-300* Лаборатории № 2.

Графоаналитический расчет и результаты экспериментальной проверки модели и камеры новой системы доложить *НТС*.

4. Считая правильным предложение Секции № 3, предварительно обсуждавшееся, во исполнение Постановления № 389-158сс от 1 марта 1947 г. (протокол № СЗ-19 от 20 февраля 1947 г.), проверить основные данные сооружения «М» на промежуточной установке, признать целесообразным осуществить эту проверку на магните *М-300* в Лаборатории № 2.

Предложение о сооружении новой промежуточной установки 300–400 Гс для этой цели в Лаборатории № 11 — отклонить.

5. Поручить т. *Первухину М. Г.*, т. *Курчатову И. В.*, т. *Завенягину А. П.* и т. *Кабанову И. Г.* доложить *Специальному комитету* о решениях Научно-технического совета по установке «М».

6. Поручить т. *Кабанову И. Г.* рассмотреть и решить на ближайшем заседании *Секции № 3* порядок и сроки проектирования и изготовления *разгонной* камеры, рассчитанной на *модуляцию частоты* для *циклотрона РИАНа*.

Учесть при этом желательность осуществления в короткие сроки *первой разгонной камеры с модуляцией частоты*.

В случае необходимости подготовить для внесения в *Правительство* соответствующий проект мероприятий.

За председателя Научно-технического совета М. Первухин

Ученый секретарь Б. Поздняков

К протоколу НТС приложены следующие документы:

1) докладная записка Д. В. Ефремова по вопросу увеличения мощности установки «М» от 12 марта 1947 г., с приложением;

2) записка А. Л. Минца о некоторых вопросах, связанных с разработкой и проектированием установки «М»;

3) предложения А. Л. Минца, В. И. Векслера, М. Г. Мещерякова, Д. В. Ефремова по установке «М» от 28 февраля 1947 г.;

4) записка И. Г. Кабанова Б. Л. Ванникову от 22 февраля 1947 г.;

5) проект решения НТС, подготовленный А. Л. Минцем, М. Г. Мещеряковым, Д. В. Ефремовым, от 14 апреля 1947 г.

Ниже приводятся следующие приложения к протоколу НТС ПГУ № 69:

1) Докладная записка Д. В. Ефремова

Сов. секретно
(Особая папка)

Докладная записка по вопросу увеличения мощности установки «М»

Циклотронный электромагнит типа *E-1* (габаритный чертеж 1А200305) для большого циклотрона «М» в соответствии с заданием имеет следующие основные данные:

диаметр полюсных башмаков $D = 500$ см,
индукция в воздушном зазоре $B = 14000$ Гс,
воздушный зазор $\delta = 120$ см.

Энергия частиц в МэВ, которая может быть получена в циклотроне при указанных данных электромагнита, может быть определена на основании следующего выражения:

$$W = 945M \left[\sqrt{1 + 0,102 \left(\frac{1}{M} \frac{R}{100} \frac{B}{10000} \right)^2} - 1 \right] \text{ МэВ.}$$

Здесь: M — атомный вес частиц; R — радиус максимальной орбиты в см; B — индукция на орбите.

Полагая $R = \frac{D - 0,5\delta}{2} = 220$ см, получим следующие значения энергии:

частица энергия в МэВ
протон 380
дейтон 220

В связи с тем, что циклотрон выполняется с модуляцией частоты, не требующей предельно высокого напряжения на дуантах, а также применено падающее от центра к периферии магнитное поле, обеспечивающее хорошую фокусировку частиц в вертикальной плоскости, возникает возможность применения меньших зазоров по сравнению с циклотронами без модуляции частоты. Это позволяет при сохранении веса значительно увеличить энергию.

Так, переход в электромагните *E-1* к воздушному зазору в 80 см позволяет увеличить индукцию в воздушном зазоре до 17000 Гс; при этом могут быть получены следующие значения энергии:

частица энергия в МэВ
протон 570
дейтон 340

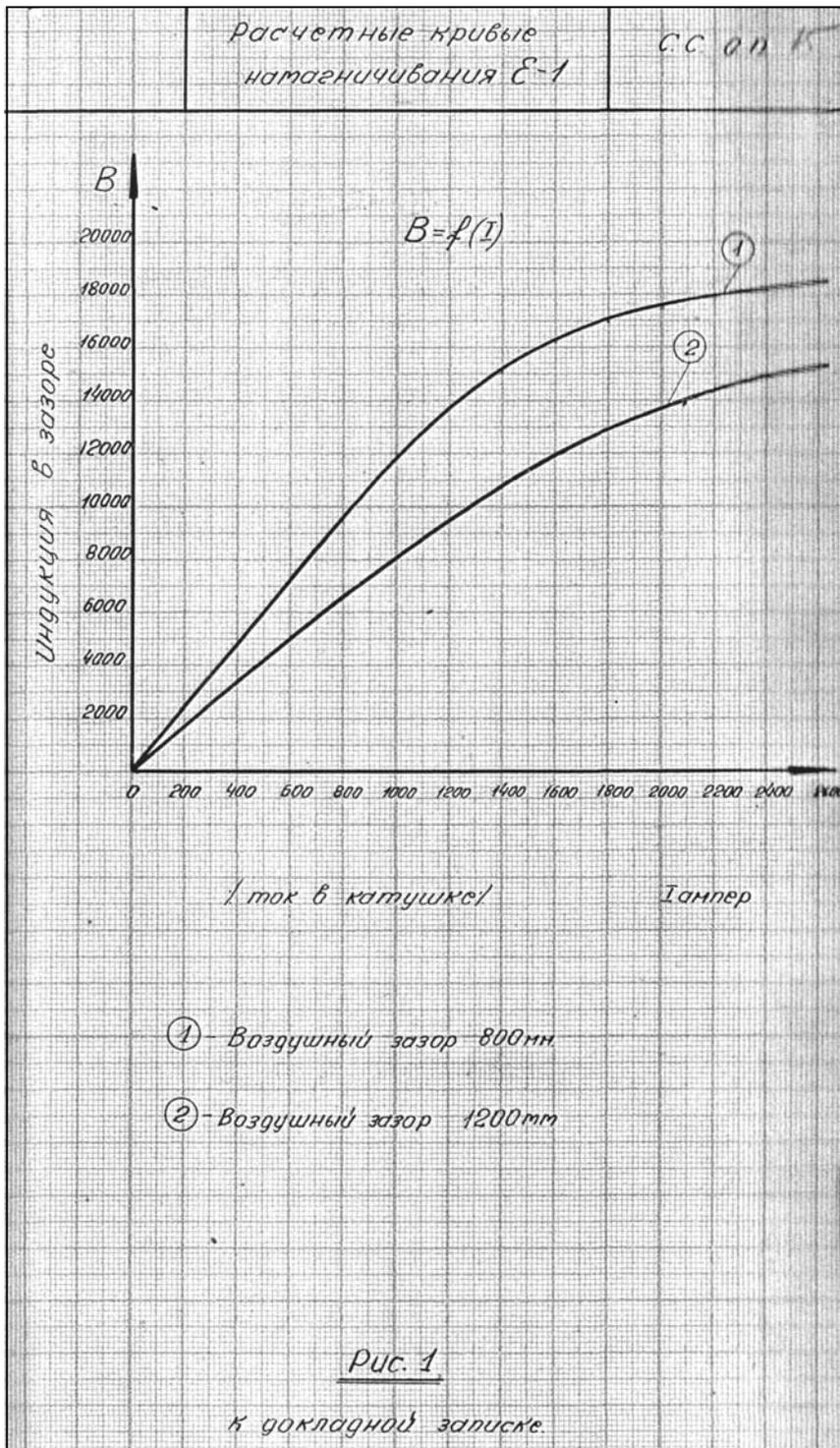
Электромагнит *E-1* спроектирован с воздушным охлаждением обмотки. Для предотвращения засорения обмотки пылью вентилирующего воздуха предусмотрен замкнутый цикл вентиляции. Катушки верхнего и нижнего полюса имеют отдельные выводы и соединяются параллельно.

Магнитная система электромагнита состоит из отдельных балок, собранных из листов ст. 3. Для обеспечения симметричности магнитного поля полюсной наконечник выполнен из «Армко».

Для питания электромагнита предусмотрен мотор-генератор переменного-постоянного тока, мощностью на постоянном токе 1850 кВт, при напряжении 250 В и токе 5000 А.

На рис. 1 представлены расчетные кривые намагничивания электромагнита *E-1* при зазорах 80 см и 120 см.

Расчетный ток в катушке электромагнита при зазоре 120 см и индукции 14000 Гс составляет 2100 ампер на катушку, что соответствует току в питающей сети 4200 А.



Расчетный ток в катушке *электромагнита* при зазоре *80 см* и индукции *17 000 Гс* составляет *1 800* ампер, что соответствует току в питающей сети *3 600 А*.

Уменьшение зазора *электромагнита E-1* до *80 см* позволяет при фокусировке получить индукции, значительно превышающие *17 000 Гс*, и, соответственно, большие энергии частиц.

При использовании во время фокусировки основного и запасного агрегата можно ожидать получения индукции порядка *17 000 Гс* и *20 000 Гс*, что соответствует энергии протонов в *670 ÷ 740 МэВ*.

Для получения энергии протонов в *200* и *300 МэВ* в *циклотронах* конструкции, аналогичной конструкции *E-1*, необходимы *электромагниты* со следующими данными:

Энергия, МэВ	Диаметр, см	Индукция, Гс	Зазор, см	Вес, т
200	300	15 000	40	1 200
300	380	15 000	50	2 300

Новейшие *американские циклотроны* на подобные энергии имеют *электромагниты* весом *1 100 т* и *2 500 т*.

Таким образом, конструкция *циклотронных электромагнитов*, принятая для *E-1*, позволяет получить *циклотроны*, находящиеся по весовым показателям на уровне *современных американских образцов*.

Результативные данные по значению энергии частиц проектируемого *циклотрона* значительно опережают построенные и известные нам *строящиеся образцы*.

Из сопоставления приведенных выше цифр может быть сделан следующий вывод, предлагаемый ОКБ.

1. Целесообразно уменьшить зазор в *циклотроне* (между крышками *камеры*) до *800 мм*.

2. Целесообразно использовать сокращение зазора для форсирования активного *магнитного потока* до величины, соответствующей индукции *17 000 Гс* в длительном режиме за счет уменьшения коэффициента *рассеяния*.

3. Целесообразно предусмотреть в схеме работы *циклотрона* форсирование установки, что позволяет в кратковременных режимах (2–3 часа) доводить *индукцию* в воздухе до *19 000 ÷ 20 000 Гс*.

4. Целесообразно иметь возможность без специальных переделок увеличивать зазор в случае необходимости до *1 200 мм* с доведением *индукции* в воздухе при форсированном режиме (2–3 часа) до *16 000 Гс*.

Указанные выше положения позволяют уложиться в общий вес — *7 000 т*.

Приложение: чертеж 1А200305, инв. № 188 на 1-м листе, рис. № 1 на 1-м листе. Чертеж инв. № 188 только адресату.

Начальник ОКБ МЭП Ефремов Д. В.

Приложение:

Сов. секретно
(Особая папка)

Приложение к докладной записке по вопросу увеличения мощности установки «М»

Анализ основных данных американского *циклотрона Ф 184''*

Самый крупный *циклотрон*, построенный в США, имеет *электромагнит* со следующими основными данными (по материалам, опубликованным в *Е. Eng.* 1942 г. № 7, и по различным фотографиям, опубликованным в периодической печати):

Диаметр полюсов	$D = 4\,680$ мм
Вес железа	$G_{\text{Fe}} = 3\,700$ т
Вес меди	$G_{\text{Cu}} = 300$ т
Мощность, потребляемая обмоткой,	400 кВт
Энергия дейтонов	100 МэВ

На черт. 1А200336 представлены ориентировочные габариты этого *циклотрона*, установленные по фотографии и некоторым опубликованным в литературе габаритным данным.

В настоящее время, по сведениям американской печати, на этом *циклотроне* при применении модуляции частоты получены дейтоны с энергией около 200 МэВ.

Это может быть осуществлено только в случае применения уменьшенного по сравнению с запроектированным воздушного зазора и увеличенной индукции в воздухе.

Указанные выше цифры дают основание предполагать, что первоначально выбранный воздушный зазор имел величину около 1200 мм и в настоящее время составляет 600 мм. Эти размеры воздушного зазора дают расчетное значение мощности, потребляемой обмоткой *электромагнита*, согласующееся с опубликованными цифрами (см. приложение).

Индукция в воздушном зазоре на основании известной *энергии частиц* может быть рассчитана следующим образом:

$$B = \frac{3,13 \cdot 10^6}{R} M \sqrt{\left(1 + \frac{W}{945M}\right)^2} - 1 \text{ гаусс,}$$

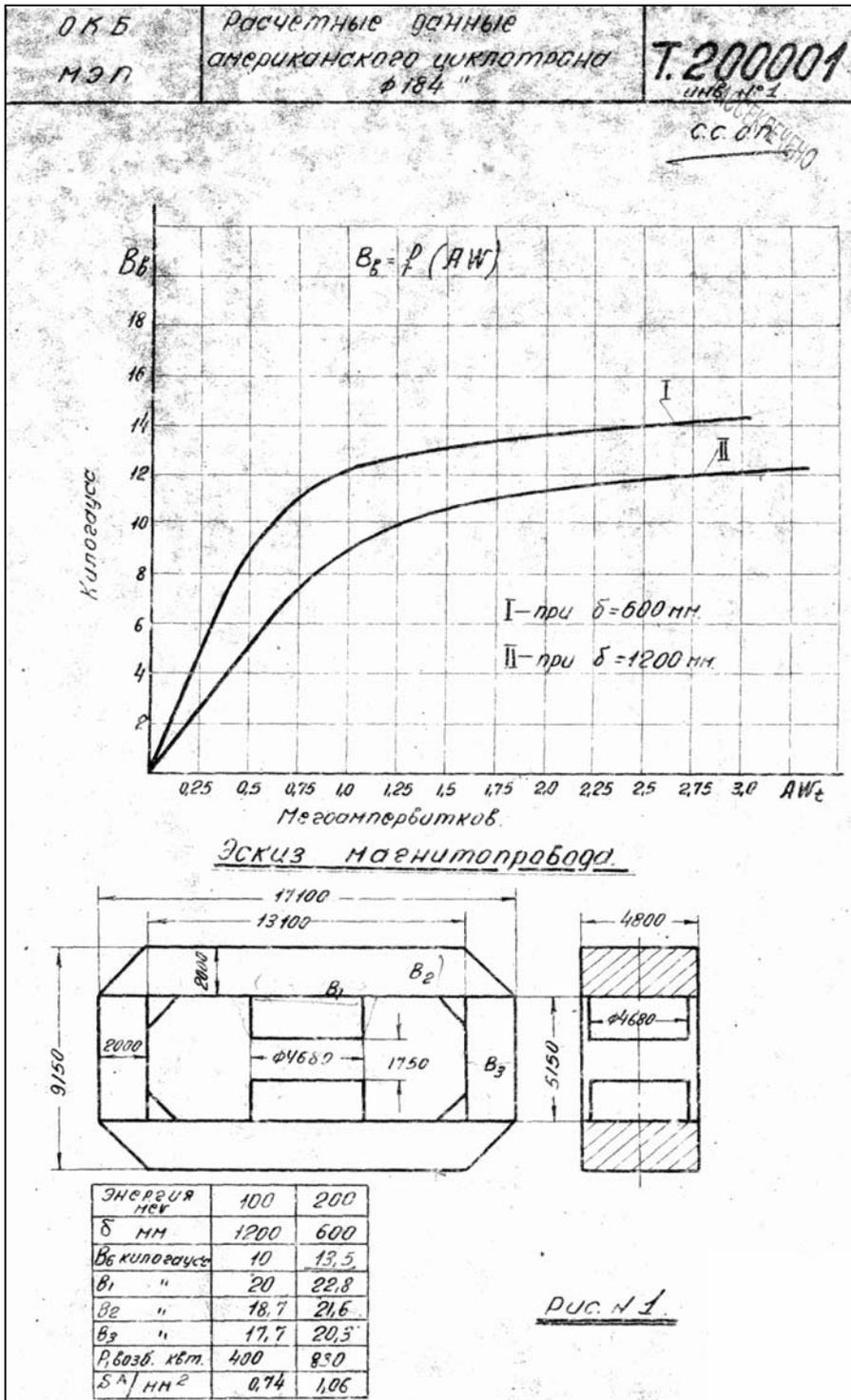
где W — энергия частиц в МэВ; M — атомный вес; R — радиус наибольшей орбиты в см.

Полагая $R = \frac{D - 0,5\delta}{2}$, получим для *дейтонов* с энергией 100 МэВ индукцию около 10 000 гаусс и при энергии 200 МэВ индукцию около 13 500 гаусс.

На рис. 1 приведены расчетные кривые намагничивания *электромагнита* при зазоре 1200 мм и 600 мм. Из рис. 1 видно, что рабочая точка при 600 мм лежит далеко за коленом кривой и представляет собой резко форсированный режим.

При этом мощность возбуждения *электромагнита* составляет около 830 кВт. Характер кривой намагничивания дает основание полагать, что величина воздушного зазора 600 мм при энергии 200 МэВ является предельной (в действительности, не исключено, что зазор выбран еще меньшей величины) и практически не допускает дальнейшую форсировку.

Сравнивая весовые и энергетические показатели рассматриваемого *электромагнита* с расчетными данными спроектированного в ОКБ *электромагнита* Е-1, следует отметить определенные преимущества последнего. Действительно, вес в тоннах на 1 МэВ американского *электромагнита* практически не отличается от аналогичной величины для *электромагнита* Е-1 при зазоре 800 мм и составляет около 2 тонн на 1 МэВ при *дейтронах*. В то же время совершенно очевидно, что вес на 1 МэВ в одинаково сконструированных *электромагнитах* должен увеличиваться с увеличением энергии, вследствие того, что вес (при одинаковых индукциях) растет примерно пропорционально степени 2,5 ÷ 2,7 от диаметра, а возрастание энергии определяется величиной, меньшей второй степени диаметра. Сравнительно высокий вес американского *электромагнита* [объясняется] значительным местным насыщением железа (20 ÷ 30 килогаусс) при малых индукциях в воздушном зазоре (15 килогаусс), как это видно из расчетных данных. На основании вышеизложенного следует, что применение в американском *циклотроне* модуляции частоты позволило уменьшить зазор по меньшей мере до величины 600 мм (возможно и ниже), благодаря чему удалось значительно повысить энергию.



Эти данные подтверждают необходимость и возможность значительного уменьшения воздушного зазора в *циклотроне* и доведения его по меньшей мере до величины *800 мм*.

Отсюда же следует целесообразность рассмотрения вопроса о дальнейшем снижении величины воздушного зазора *циклотрона* «*»*¹, что позволит еще несколько увеличить *энергии частиц*.

Приложение: чертеж 1А200336, рис. № 1 (Т200001) — 2 листа, только адресату.

Начальник ОКБ МЭП Ефремов Д. В.

¹Так в документе.

2) Записка А. Л. Минца

Сов. секретно
(Особая папка)

О некоторых вопросах, связанных с разработкой и проектированием установки «М»

1. На первый взгляд вес электромагнита, запроектированного для установки «М», кажется преувеличенным по сравнению с американскими данными; в действительности этот вес является совершенно обоснованным и укладывается в расчетные данные, приведенные на рис. 1, на котором по оси абсцисс отложены *энергии* ускоряемых *протонов*, выраженные в миллионах электронвольт, а по оси ординат — веса *электромагнитов*, выраженные в тоннах.

На рис. 1 видна совершенная закономерность связи между энергией *частиц* и весами *электромагнитов* для четырех известных нам установок: Рочерского университета (200 [МэВ]), Колумбийского университета (300 МэВ), Калифорнийского университета (207 [МэВ] для дейтонов¹) и установки «М» (560 МэВ). Из этого графика следует, что если бы мы использовали те же методы построения *циклотрона* и хотели получить энергии *протонов* в один миллиард электронвольт, то вес *электромагнита* вырос бы до *20 000 т*.

Быстрое нарастание весов *электромагнитов* мощных *циклотронов* легко объясняется тем, что *энергии* частиц пропорциональны *квадрату*, в то время как *веса* увеличиваются пропорционально *кубу радиусов полюсов*.

<...>

2. Предложение повысить напряженность магнитного поля до *17–18 тыс.* эрстед при одновременном уменьшении зазора с *1 200* до *800 мм* оказывается весьма эффективным и, хотя связано со значительным возрастанием радиотехнических трудностей, все же должно быть принято, так как позволяет получить значительно больше *энергии* на выходе.

<...>

3. Как уже неоднократно указывалось, получение частиц высоких энергий не может быть осуществлено при применении классической схемы *циклотрона*, т. е. устройства, у которого поле в зазоре *электромагнита* будет равномерным и частота напряжения, подводимого к ускоряющим электродам, будет оставаться неизменной в течение всего процесса разгона *частиц*. Легко убедиться, что классическая схема *циклотрона* для ускорения *протонов* верна лишь для значения энергии $V_0 \leq 20 \text{ МэВ}$, так как по мере возрастания скоростей частиц будет наблюдаться все более увеличение их массы. Таким образом, на увеличение произведения *RH*, которое могло бы, казалось, привести к повышению энергии, в действительности, из-за выпадания частиц из синхронизма окажется, что на более ранних орбитах *частицы* будут обладать большими *энергиями*, чем находящиеся на более поздних орбитах.

Это ограничение применения схемы классического *циклотрона*, как показал В. И. Векслер, может быть устранено путем применения *частотной модуляции*, закон которой будет выбран так, чтобы *релятивистское* приращение массы частиц сопро-

вождалось соответствующим убыванием частоты напряжения, подводимого к ускоряющим электродам.

<...>

Очевидно, что в *частотно модулированном циклотроне* полное ускорение, соответствующее напряжению $2nU$, получают лишь те *частицы*, для которых в любой момент времени частота будет соответствовать выражению, приведенному для f в таблице формул *релятивистского циклотрона*. Применение *частотной модуляции* позволяет, кроме того, отказаться от требования равномерности поля и задаться заранее полем, напряженность которого несколько спадает от оси к периферии. Такой прием позволяет получить магнитную фокусировку, начиная с орбит, имеющих относительно небольшой радиус.

В *релятивистском циклотроне* ускоряющие электроды получают питание от генератора токов *высокой частоты* в течение всего времени разгонного *цикла частицы*, а если не принять особых мер, то и во время паузы между смежными циклами.

Между работой классического и *релятивистского циклотронов* имеется существенная принципиальная разница, заключающаяся в том, что в то время как правильно отрегулированный и налаженный классический *циклотрон* дает захват частиц ионным источником один раз в течение каждого периода высокочастотного напряжения, в *релятивистском циклотроне* полное ускорение получают лишь те частицы, которые вступают в разгонный процесс при начальной частоте

$$f_0 = \frac{H \ell}{2n_c m_0}$$

и окажутся у выходной части *циклотрона* при конечной частоте

$$f_{\min} = f_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}.$$

Обладая серьезными преимуществами в отношении получения высоких значений *энергий* частиц, по сравнению с классической схемой, *релятивистский циклотрон* значительно уступает классическому в отношении мощности *пучка*, так как выпуск ионов получается лишь один раз в течение всего цикла изменения частоты.

Интенсивность ионного пучка в *релятивистском циклотроне* может быть получена, если увеличить напряжение на электродах при одновременном ускорении процесса изменения частоты этого напряжения. Время разгонного процесса τ будет тем меньше, чем больше значение напряжения на электродах U . Благодаря этому разгонный цикл сможет быть повторен большее число раз в единицу времени.

Закон изменения частоты напряжения во времени определяется следующим образом:

$$\tau_i = \frac{n_i}{2} \left(\frac{1}{f_0} + \frac{1}{f_i} \right).$$

Из сказанного выше следует, что *релятивистский циклотрон*, будучи более простым в смысле налаживания системы электромагнита (упрощается шиммирование, а также отпадает необходимость чрезвычайно высокой стабилизации магнитного поля), оказывается более сложным в радиотехническом отношении из-за необходимости обеспечить большие девиации частоты. Это обстоятельство особенно сильно сказывается при больших произведениях, когда *релятивистское* приращение *массы частиц* становится значительным.

<...>

Нетрудно убедиться, что при прочих равных условиях (добротность контура $Q = \text{const}$) пиковая мощность, которую высокочастотный генератор должен будет отдать системе ускоряющих электродов, будет возрастать с повышением напряженности поля H , так как пропорционально ей увеличивается значение f_0 . Кроме того, возрас-

тание емкости электродов относительно корпуса *разгонной камеры* приблизительно пропорционально *квадрату радиуса* полюсов.

С достаточной степенью приближения можно принять:

$$P_{\sim} = \frac{AHR^2U^2}{\alpha N}.$$

Здесь приняты следующие обозначения: A — коэффициент пропорциональности, α — зазор между поверхностью дуанта и крышкой разгонной камеры; R — радиус дуанта, U — напряжение на дуанте. Для протонов величина $N = 1$, для дейтронов $N = 2$.

4. Радиотехнические трудности, возникающие при увеличении радиуса полюсов электромагнита и напряженности магнитного поля $\langle \dots \rangle$ могут быть характеризованы следующими величинами, приведенными в таблице: λ_0 — наиболее короткая волна, при которой начинается разгонный процесс; $\Delta\delta/f_0\%$ — относительная девиация частоты, равная отношению разности между начальной и конечной частотами напряжения во время разгонного процесса к начальной частоте; $\lambda_0/2D$ — отношение наиболее короткой волны рабочего диапазона к двойному диаметру дуанта; эта величина показывает возможность подбора реактанца элемента настройки дуанта для наиболее высокой частоты диапазона. Следует отметить, что при $\lambda_0/2D < 2$ осуществление настройки технически становится весьма трудным; P_{\sim} — выраженная в относительных единицах мощность высокочастотного генератора, необходимая для питания дуантной системы.

$\langle \dots \rangle$

Можно сделать однозначный вывод, что как возрастание значения радиуса R , так и увеличение напряженности поля H приводит к резкому увеличению трудностей инженерного осуществления *релятивистского циклотрона* не только в отношении громоздкости электромагнитного агрегата, но и особенно в отношении реализации радиотехнической части установки.

Для значения энергии дейтронов порядка *200 МэВ Лоуренсу* и его сотрудникам удалось довольно просто разрешить проблему девиации частоты путем введения в схему *механического вариатора*, выполненного в виде многозубчатого конденсатора переменной емкости, ротор которого вращается в вакууме.

Подсчеты, проведенные нами для случая ускорения *протонов*, показали, что при некотором усложнении конструкции *механические вариаторы частоты* могут позволить получить в *релятивистском циклотроне протоны* с энергией до *250–300 МэВ*.

В *циклотроне с механическим вариатором частоты* возможно применить простую схему лампового генератора с самовозбуждением. Вся трудность сооружения в этой схеме переходит в область механического конструирования, создания надежных вакуумных уплотнений и осуществления необходимой изоляции.

Однако у *циклотрона с механическим вариатором частоты* имеются следующие принципиальные недостатки:

1) В то время как ускоряемые частицы в любой момент разгонного процесса находятся в пределах лишь небольшой кольцевой зоны *дуанта*, питание токами высокой частоты имеет место для всей емкости *дуанта*, что приводит к большим значениям силы тока, а следовательно, к повышению мощности генератора в. ч.

2) Одна и та же *дуантная* система должна работать в значительном диапазоне частот, причем, хотя в начале разгонного процесса частота f_0 — наивысшая, геометрические размеры и связанные с ними электрические параметры системы остаются теми же, что и при самых низких частотах в конце процесса, что сильно затрудняет настройку на наивысшую частоту.

3) Производительность установки очень низка, так как за время полного изменения частоты напряжения на *дуантах* от f_0 до f_{\min} , а также за время, необходимое для возврата начальной настройки *дуанта* к начальной частоте f_0 , только один «комок» дойдет до выводной части.

Повышение производительности может быть достигнуто лишь путем повышения напряжения на электродах при одновременном увеличении числа оборотов ротора *вариатора частоты*, что еще повышает конструктивные трудности.

4) Осуществление вариации частоты в очень небольших пределах, необходимое для сохранения резонанса частиц с большой энергией относительно частоты питающего напряжения, заставляет конструировать конденсаторы с большим коэффициентом перекрытия $k = C_{\max}/C_{\min}$, что при больших величинах рабочего напряжения и связанных с этим значительных расстояниях между зубцами ротора и статора переменного конденсатора приводит к необходимости увеличить паузу между разгонными циклами, а следовательно, еще больше снизить ток *ионного пучка*.

5. Представляется естественным сделать попытку уменьшить перечисленные недостатки, а также устранить конструктивные трудности, связанные с осуществлением *механического вариатора частоты*.

Нами было предложено <...> разделить площадь *дуанта* на ряд (например, 3 или 5) *полукольцевых зон*, расположив их через одну по обе стороны диаметральной рамки. Площадь каждой из зон, являющихся ускоряющими электродами, определяется значениями внешнего радиуса R_i и внутреннего радиуса r_i , причем для первой центральной зоны $r_1 = 0$. Питание каждого из ускоряющих электродов высокочастотной энергией производится через *полосные усилители* мощности, возбуждаемые от общего независимого генератора, частота которого меняется в пределах от f_0 до f_{\min} . Полосы пропускания каждого из усилителей выбираются так, чтобы разделить диапазон $f_0 \div f_{\min}$ на пропорциональные части, число которых равно числу ускоряющих электродов, а следовательно, и количеству усилителей. При изменении частоты независимого генератора в пределах полосы пропускания частот любого из усилителей, питание получит тот ускоряющий электрод, который соединен с выходным контуром этого усилителя. Таким образом, *ускоряющие электроды* становятся активными *последовательно* во времени.

<...> Первый *полосной усилитель* и центральный электрод I обеспечивают работу в пределах полосы от f_0 до f_1 ; соответственно, второй усилитель и ускоряющий электрод II — в пределах от f_1 до f_2 ; и, наконец, третий полосной усилитель и электрод III обеспечивают работу в полосе частот от f_2 до величины f_{\min} . <...> При помощи весьма простых устройств можно добиться того, чтобы за время полуволны возврата частоты независимого генератора полосные усилители мощности не потребляли бы энергии от источника питания анодных цепей. Выбор надлежащих величин R_i и r_i необходимо производить следующим образом:

1) По заданным величинам интенсивности поля и отношения заряда к массе частицы определяется значение исходной частоты f_0 .

2) По заданному произведению RH (с учетом снижения за счет краевого эффекта) определяется величина отношения относительной девиации частоты $\Delta f/f_0$.

3) Полученный диапазон рабочих частот $f_0 \div (f_0 - \Delta f)$ разделяется на ряд поддиапазонов, число которых должно быть равно числу ускоряющих электродов и связанных с ними полосных усилителей.

Можно найти зависимость между числом ускоряющих электродов m и коэффициентом относительного перекрытия поддиапазонов

$$k = \frac{\Delta f_2}{f_1} = \text{const}, \quad \frac{1-k}{1+k} = \sqrt[m]{1 - \frac{\Delta f}{f_0}}.$$

Число m должно быть целым; по конструктивным соображениям нежелательно, чтобы m было более 5 и k — соответственно, более 0,06.

4) Для определения внешнего радиуса R_i любого ускоряющего электрода необходимо вычислить значение относительной девиации частоты для этого радиуса:

$$\frac{\Delta f_{R_i}}{f_0} = 1 - \left[\frac{1-k}{1+k} \right]_i.$$

Найденным значением $\Delta f_{R_i}/f_0$ можно воспользоваться в качестве ординаты для определения по кривой $\Delta f/f_0$ произведения $R_i H/N <...>$. Отсюда легко вычислить величину R_i .

Смежные противостоящие электроды устраиваются с некоторым перекрытием, т. е. $r_j < R_i - 1$.

Работа такой системы будет протекать правильно только в случае, если фаза напряжения на электродах в момент перехода частицы из сферы действия предыдущего электрода будет отличаться на 180° , а также если закон изменения амплитуды напряжения в момент перехода будет подобран надлежащим образом. Оба эти условия могут быть без особого труда осуществлены путем применения простых фазовращателей в тракте *полосных усилителей*, а также путем правильного расчета кривых пропускания *полосовых фильтров*, входящих в систему усилителей.

Следует отметить, что предлагаемая новая система имеет большие преимущества по сравнению с *частотно модулированным циклотроном*, так как диапазон рабочих частот для *каждого ускоряющего* электрода является незначительным. Благодаря этому сравнительно просто можно обеспечить пропускание частот без применения *механического вариатора*.

Емкости ускоряющих электродов будут значительно меньше, чем у обычного *дуанта*, и, что весьма существенно, наименьшему по геометрическим размерам электроду соответствуют наиболее высокие рабочие частоты.

Нами предложено развить описанную систему за счет применения «многозахватного» режима, причем представляется возможным при помощи весьма незначительных усложнений независимых генераторов, число которых в этом случае должно равняться числу *полосных усилителей*, либо увеличить в несколько раз интенсивность пучка на выходе, либо, сохранив ту же интенсивность пучка, что и в обычном *релятивистском циклотроне*, иметь значительно меньшую мощность генератора частоты, а также снизить напряжение на *дуантах* в число раз, равное числу *кольцевых зон*, на которые разбит *дуант*.

<...>

Предлагаемый нами способ дает основания предполагать возможность получения от установки «М» *протонов* с энергиями порядка *полмиллиарда* электронвольт.

В заключение следует отметить необходимость экспериментальной проверки новой системы *циклотрона*. Проверка принципа новой системы может быть проведена без переделки *разгонной камеры* на любом действующем *циклотроне*, данные электромагнита которого позволяют получить *релятивистские частицы*.

<...>

В начале разгонного процесса, как это описывалось ранее, через специально подготовленный *полосной усилитель* питающее напряжение подается только к правому *дуанту* <...>. После этого становится активным левый *дуант*, при помощи которого разгон частиц доводится до предельной энергии, соответствующей размерам *циклотрона*. В то время как один из *дуантов* становится *активным*, другой выполняет функции *заземленной рамки*.

Особо следует указать, что в случае получения успешных результатов, в качестве отхода от такой проверки появится возможность с существующими *циклотронами* получить частицы значительно больших энергий, чем это имеет место в настоящее время.

Применение этого способа к полуметровому *циклотрону* Лаборатории № 2 должно позволить получить частицы с энергией *свыше 50 МэВ*.

7.04.1947 г.

А. Минц

¹Для циклотрона Калифорнийского университета, работающего на дейтонах, указано значение энергии для протонов.

Примечание составителей. Указанные в тексте записки рисунки и таблицы отсутствуют в протоколе НТС и здесь не приводятся.

3) Предложения А. Л. Минца, В. И. Векслера, М. Г. Мещерякова, Д. В. Ефремова по установке «М»

К п. 2-му протокола № 69
от 14.04.1947 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

1. Опубликованные данные по весам магнитов циклотронов и предполагаемым к получению от этих циклотронов энергиям укладываются в известные нам нормальные границы такого типа аппаратов.

В машинах, видимо, приняты относительно уменьшенные воздушные зазоры, что позволяет полнее использовать площадь полюсных башмаков при индукциях до 16 000–17 000 гаусс в воздухе.

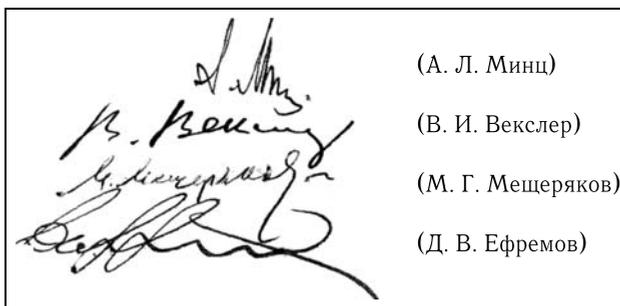
2. В соответствии с этим имеется необходимость уменьшить воздушный зазор в установке «М», что позволит несколько повысить индукцию в зазоре, и имеются основания ожидать получения значительно больших энергий для дейтонов, чем первоначально предполагалось.

3. Вопрос о возможном пропорциональном увеличении энергий для протонов требует расчетного и экспериментального изучения в связи с возникающими большими радиотехническими трудностями.

4. Имеется настоятельная необходимость в кратчайшее время произвести необходимые расчеты и опыты на модели магнита установки «М» для проверки новых соотношений.

5. Следует в ближайшее время осуществить переход циклотронов на режим работы с частотной модуляцией на установке Радиевого и Физико-технического институтов для накопления опыта и получения данных для физических и инженерных расчетов.

28 февраля 1947 г. А. Л. Минц, В. И. Векслер, М. Г. Мещеряков, Д. В. Ефремов



(А. Л. Минц)

(В. И. Векслер)

(М. Г. Мещеряков)

(Д. В. Ефремов)

Факсимиле подписей ученых

4) Предложения И. Г. Кабанова

К п. 2-му протокола № 69
от 14.04.1947 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Товарищу Ванникову Б. Л.

Секцией № 3 при участии академиков *И. В. Курчатова* и *А. Ф. Иоффе* и чл.-корреспондентов *В. И. Векслера* и *А. Л. Минца* рассмотрен вопрос о необходимости оснащения Лаборатории № 11 ФИАН СССР *циклотронной установкой* с диаметром *полюса* электромагнита *1200–1500* мм для исследования вопросов, связанных с сооружением установки «М», и подготовки кадров для ее обслуживания.

При обсуждении указанного вопроса академиками *И. В. Курчатовым* и *А. Ф. Иоффе* внесены предложения о возможности использования *циклотронов*

ЛФТИ и Лаборатории № 2 АН СССР для проведения работ, связанных с сооружением установки «М» по программе, согласованной с Лабораторией № 11 ФИАН СССР; академиком Курчатовым высказано также соображение о возможности частичного или полного использования для работ Лаборатории № 11 ФИАН СССР циклотрона, находящегося в Лаборатории № 3 АН СССР.

В результате обсуждения академиком Курчатовым принято поручение рассмотреть с академиком Алихановым и чл.-корреспондентами Векслером и Минцем вопрос об использовании указанных работ, связанных с сооружением установки «М», и внести свои предложения на рассмотрение *Научно-технического совета*.

22 февраля 1947 г.

И. Кабанов

5) Проект решения НТС

Сов. секретно
(Особая папка)

Научно-технический совет Первого главного управления при Совете Министров СССР считает необходимым:

1. Войти с ходатайством в Совет Министров СССР о нижеследующих изменениях параметров электромагнита установки «М»: воздушный зазор электромагнита принять равным 800 мм с тем, чтобы получить возможность иметь индукцию в зазоре порядка 17000–18000 при непрерывной работе и до 20000 эрстед при кратковременной работе в течение 2–3 часов.

2. В связи с повышением индукции в воздушном зазоре электромагнита установить следующие значения энергий, которые могут быть получены на установке «М»:

для дейтонов	— 300	миллионов	электронвольт
для протонов	— 500	»	»
для α -частиц	— 600	»	»

3. Для разработки *разгонной камеры*, радиопередатчика и пуска установки «М» установить следующую очередность:

а) в первую очередь ведется разработка *разгонной камеры* для ускорения дейтонов и α -частиц с использованием полученного в США опыта по применению *частотной модуляции* с электромеханическим *вариатором частоты*; разработка радиопередатчика и пуск установки также сначала производятся для дейтонов и α -частиц;

б) во вторую очередь, после экспериментальной проверки на моделях, разрабатывается *разгонная камера* для ускорения протонов по новой системе «каскадного циклотрона», а также высокочастотные генераторы, связанные с этой системой.

Проект решения подписали М. Г. Мещеряков, А. Л. Минц и Д. В. Ефремов.

Handwritten signatures and dates of the decision project authors. The signatures are: Мещеряков (Mещеряков), Минц (Минц), and Ефремов (Ефремов). The date is 14/IV 47.

Из представленных здесь материалов НТС видно, что, по существу, намечена обширная программа улучшения характеристик синхроциклотрона.

4.2. ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ УСТАНОВКИ «М»

Технический проект установки «М» был рассмотрен на заседании НТС ПГУ 1 сентября 1947 г. [17]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол № 90 заседания Научно-технического совета Первого главного управления при Совете Министров СССР

1 сентября 1947 г.

Члены Научно-технического совета: тт. Ванников Б. Л., Курчатов И. В., Алиханов А. И., Семенов Н. Н., Малышев В. А., Завенягин А. П.

Присутствовали на заседании:

Александров А. С.

Емельянов В. С.

Петросьянц А. М.

Васин А. И. — Сов. Мин.

Вавилов С. И. — АН

Кабанов И. Г.

Алексенко Г. В.

Левич В. Г.

Еремин Г. И.

На первом вопросе:

Минц А. Л. — Лаб. № 2

Мещеряков М. Г. »

Мещеряков К. Н. — Спецупр. МЭП

Арцимович Л. А.

Павлов Н. И. — уполн. СМ

Лепилов А. П. — нач. объекта

Козлинский В. А.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ УСТАНОВКИ «М» (Сообщение т. Мещерякова М. Г. и т. Минца А. Л.)

(в соответствии с Постановлением Совета Министров от 1.08.1947 г. № 389-158сс) Выступили тт. Ванников Б. Л., Лепилов А. П., Завенягин А. П., Арцимович Л. А., Алиханов А. И., Курчатов И. В., Малышев В. А., Кабанов И. Г.

Технический проект установки «М» представлен на утверждение научным руководителем установки т. Мещеряковым М. Г. и Секцией № 3 т. Кабановым И. Г.

Проект разработан Лабораторией № 2 (т. Минц А. Л.) и ГСПИ-11 (т. Александров Н. С.) в соответствии с постановлениями Совета Министров СССР от 13.08.1946 № 1764-766сс, 1.03.1947 № 389-158сс, распоряжением Совета Министров СССР от 19.06.1947 № 7573сс и проектным заданием, утвержденным Научно-техническим советом, от 17.02.1947, протокол № 62 (перечень материалов технического проекта установки «М» прилагается).

1. По сообщению научного руководителя установки «М» т. Мещерякова М. Г., отличием представленного на утверждение технического проекта установки «М» от проектного задания является изменение рабочего зазора электромагнита с 1200 мм до 800 мм и вследствие этого повышение интенсивности магнитного поля в зазоре 17000 эрстед против 14000 эрстед.

Установка рассчитана на получение ускоренных частиц до энергии: для дейтронов — свыше 250 МэВ, α -частиц свыше — 500 МэВ и протонов — до энергии свыше 500 МэВ. При этом ускорение дейтронов и α -частиц предусмотрено в одной камере.

Ускорение *дейтонов* и α -частиц предусмотрено по методу *частотной модуляции* с использованием электромеханического вариатора частоты.

Ускорение *протонов* до энергии порядка *500 МэВ* аналогичным методом вряд ли удастся осуществить, так как почти невозможно, применяя электромеханический вариатор частоты, добиться глубины *модуляции частоты* порядка *40 %* и выше. Поэтому для ускорения *протонов* до энергии *500 МэВ* в проекте предусмотрен вариант системы ускорения, предложенный т. *Минцем А. Л.*, нуждающийся в проверке на моделях.

К техническому проекту представлены дополнительно произведенные расчеты, показавшие возможность достижения ускорения *протонов* на той же разгонной камере (для *дейтонов*) с помощью электромеханического вариатора частоты до энергии *250–270 МэВ*, производя переделку разгонной камеры.

В техническом проекте изложены соображения, касающиеся важнейших узлов разгонной камеры: вариатор частоты, ионный источник, резонансные линии, вакуумная система, схема дистанционного управления и наблюдения за процессами внутри циклотрона, а также конструкция самой камеры.

Предложена новая конструкция ионного источника, уменьшающая натекание рабочего газа в разгонную камеру циклотрона, имеющая ряд преимуществ перед существующими конструкциями ионных источников.

В основе конструкции предложенного ионного источника лежит идея улавливания *молекулярного пучка* из *капилляра* ионного источника и его откачка по независимому трубопроводу.

Выполнены некоторые расчеты, в частности, вычислены начальные траектории *дейтонов* и *протонов*, теоретически исследован вопрос устойчивости центра орбит ускоряемых ионов в горизонтальной плоскости *циклотрона*.

Эти расчеты произведены с целью создания условий для повышения интенсивности ионного тока на выходе *циклотрона*.

Для защиты обслуживающего персонала и окружающего населения от действия излучений техническим проектом предусмотрен ряд мер, направленных на их устранение, в том числе размещение эксплуатационных помещений не ближе *400 м* от здания «М», а жилого поселка не ближе *1000 м*, сохранение вокруг корпуса «М» защитной полосы леса, направление пучка в противоположную сторону от жилых помещений и лаборатории, размещение центрального пульта управления в здании «П» и только малого дублирующего пульта в здании «М», отвод радиоактивных газов из здания «М» и выброс их через трубу на высоте *40 м* и др.

Вентиляционная система здания «М» допускает полную смену объема воздуха в течение *25 минут* летом и *50 мин* зимой.

В целях сокращения стоимости всего сооружения, сокращения сроков монтажных работ, устранения сложных по эксплуатации сооружений и [по] ряду других причин решено отказаться от сооружения *водяной* защиты вокруг *циклотрона*.

В соответствии с решением Научно-технического совета Лаборатории № 2 защита от излучения здания «М» в техническом проекте решается путем выполнения самого здания «М» и перекрытий его из железобетона толщиной *2 м*.

Конструкция разгонной камеры в техническом проекте разработана так, что корпус разгонной камеры будет использован и при ускорении *дейтонов* и α -частиц, и при ускорении *протонов*.

Таким образом, требуется изготовление только одной разгонной камеры вместо двух, как это предполагалось ранее.

Техническим проектом, впредь, до разработки и технического решения *вывода* пучка ускоренных частиц *наружу*, работа установки предусмотрена с применением только внутренних мишеней.

2. По сообщению т. *Минца А. Л.*, на генеральном плане технической площадки установки «М» размещаются здания «М» и «П», соединенные между собой тоннелем, где размещаются кабели, шины и трубопроводы.

В здании «М» — размещается электромагнит, разгонная камера с комплектом вакуумных и насосных агрегатов, ламповые блоки мощного каскада генератора, вентиляционная и охлаждающая установки и пульт управления. К зданию примыкает лаборатория площадью 500 м^2 .

В здании «П» — размещаются выпрямители анодного питания с фильтрами, распределительные устройства низкого и высокого напряжения, задающие генераторы для возбуждения мощных каскадов, электромагнитные и насосные агрегаты, теплообменники и другие узлы системы охлаждения, а также главный пульт системы центрального управления, блокировки и сигнализации, требующие постоянного ухода и осмотра.

В комплекс зданий технической площадки также входит лабораторный корпус с размещением лаборатории в одной части здания, во второй части — производственных мастерских, здание сварочной мастерской, масляного хозяйства, компрессорной и генераторной станции, материально-технический склад лаборатории, а также корпус «Р», предназначенный для выдержки частей разгонной камеры, и брызгальный бассейн. Особое внимание при разработке технического проекта было уделено проектированию разгонной камеры. Предложенная в проекте конструкция камеры позволяет вести агрегатное изготовление ее и сборку.

Конструкция разгонной камеры представляет собой оболочку с неподвижной верхней и нижней крышкой камеры, в которую вдвигаются на специальных тележках внутренние камеры с дуантной системой.

В зазоре между крышками разгонной камеры и камерами, вдвигаемыми внутрь (по 10 см на сторону), размещается система охлаждения и шиммы.

Разгонная камера позволяет производить ускорение протонов до энергии порядка 260 МэВ без ее переделок с заменой только наружных труб резонансных линий.

В случае применения схемы каскадного циклотрона для получения более высоких энергий протонов проектом предусматривается возможность замены систем ускоряющих электродов внутри разгонной камеры без изменения самой конструкции камеры.

По сообщению т. *Минца А. Л.*, при проектировании установки «М» приняты во всех частях ее разумные резервы с целью обеспечить возможность проведения в будущем тех или других необходимых изменений и дополнений.

Потребность в электроэнергии установки вместе с вспомогательными службами и жилого поселка определяется в $6,5\text{--}7,0 \text{ тыс. кВт}$ и обеспечивается от *Иваньковской* ГЭС.

По сообщению эксперта т. *Арцимовича Л. А.*, максимальная энергия частиц, которая может быть получена на установке «М» при выбранных значениях H и R , должна составить для дейтонов $230\text{--}300 \text{ МэВ}$ и для протонов 500 МэВ .

Получение дейтонов указанной энергии не вызывает особых сомнений; неясным является вопрос относительно интенсивности пучка.

Получение протонов до энергии 500 МэВ является менее ясным, и только прямые опыты могут окончательно решить вопрос о возможности ускорения протонов до этих энергий.

Существенным недостатком проекта является отсутствие экспериментальных данных, подтверждающих правильность выбранных основных параметров.

В заключение, т. *Арцимович Л. А.* считает возможным технический проект установки «М» принять, установив сроки проведения экспериментальных и опытных работ на моделях.

По сообщению эксперта т. *Алиханова А. И.*, в техническом проекте нет достаточных обоснований для выбора зазора электромагнита ~ 800 мм, и особенно для варианта ускорения протонов, а также зазор, по его мнению, излишен.

Тов. *Алиханов А. И.* считает необходимым произвести расчет траекторий ионов для камеры, предложенной т. *Миццем А. Л.*

В экспертном заключении, представленном т. *Векслером В. И.*, отмечаются следующие недостатки технического проекта:

а) полное отсутствие опытной проверки на моделях основных физических положений;

б) отсутствие настоящего теоретического рассмотрения вопросов, связанных с интенсивностью пучка ускоряемых частиц.

Принятые в проекте цифры, относящиеся к физике, получены на основании расчетов, часто весьма приближенных.

Тов. *Векслер В. И.* считает, что создание большой камеры, особенно для протонов, без проведения предварительных опытов, — преждевременно. Необходимо принять в ближайшее время меры — ликвидировать очень опасное отставание физического эксперимента.

Вторым важным недостатком проекта, по заключению тов. *Векслера В. И.*, является недостаточное использование теории, даже в тех случаях, когда она может дать и ответ, и ориентировку.

Отсутствие настоящей теории сказалось на разработке варианта камеры для протонов с частотным перекрытием.

Расчет движения пучка в этой камере отсутствует, а ряд факторов заставляет опасаться сильного уменьшения интенсивности пучка. Необходимо произвести настоящий расчет движения частиц в подобной камере.

В заключение тов. *Векслер В. И.* пишет, что теоретическая часть проекта нуждается в серьезной доработке.

На основании проведенного обсуждения технического проекта установки «М» по докладу научного руководителя установки «М» т. *Мещерякова М. Г.* и начальника Лаборатории № 11 т. *Мицца А. Л.*, а также заключениям экспертов — тт. *Арцимовича Л. А.*, *Алиханова А. И.*, *Векслера В. И.*, *Векшинского С. А.*, *Неменова Л. М.* Научно-технический совет ПОСТАНОВИЛ:

1. Утвердить представленный научным руководителем т. *Мещеряковым М. Г.* и Секцией № 3 т. *Кабановым И. Г.* разработанный Лабораторией № 2 АН СССР (т. *Мицц А. Л.*) и ГСПИ-11 (т. *Александров Н. С.*) технический проект установки со следующими замечаниями и дополнениями:

1) Учитывая, что в представленном техническом проекте установки отсутствуют достаточно полные теоретические обоснования характеристик установки, поручить научному руководителю установки т. *Мещерякову М. Г.* с привлечением в установленном порядке физиков-теоретиков тт. *Соболева С. Л.* (Лаб. № 2), *Рабиновича (ФИАН)*, *Гринберга (ЛФТИ)*, *Векслера В. И.* подробно разработать теоретические основы технического проекта, в том числе следующие вопросы:

— интенсивность пучка заряженных частиц и влияние выбранной формы магнитного поля на интенсивность пучка частиц;

— влияние выбранной формы зубцов вариатора частоты на интенсивность магнитного поля;

— требуемый запас в амплитуде вариации частоты;

— допустимое изменение разности потенциалов на дуантах за время ускорения и др.

Детально разработать и теоретически обосновать предложенную т. *Миццем А. Л.* систему многоэлектродного ускорения, являющуюся ближайшей задачей для дальнейшей работы по осуществлению ускорения протонов до энергии порядка 500 МэВ.

2) Поручить т. Курчатову И. В. рассмотреть на Техническом совете установки «М» в Лаборатории № 2 доклад научного руководителя т. Мещерякова М. Г. с подробным изложением теоретических основ проекта установки.

Результаты рассмотрения доложить Научно-техническому совету к 15 декабря 1947 г.

3) Учитывая, что экспериментальная проверка и моделирование, связанные с сооружением установки «М», значительно отстают от общего хода работ, считать необходимым форсировать эти работы в Лаборатории № 2 на малом циклотроне.

В связи с этим поручить т. Мещерякову М. Г. в месячный срок разработать план экспериментальных работ, необходимых для проектирования и сооружения установки «М».

В плане экспериментальных работ предусмотреть использование для работ по моделированию циклотронов, имеющихся в других организациях и подлежащих переделке для работы с частотной модуляцией.

4) Поручить Научно-техническому совету установки «М» Лаборатории № 2 т. Курчатову И. В. и Секции № 3 т. Кабанову И. Г. рассмотреть план и сроки выполнения экспериментальных работ по моделированию установки «М».

5) Считать необходимым привлечение в установленном порядке соответствующих специалистов, в частности, с завода ЛМЗ к расчетам и разработке конструкции вариатора частоты, являющегося весьма ответственным и сложнейшим узлом установки «М».

6) Поручить т. Завенягину А. П.:

а) Дополнительно рассмотреть отдельные вопросы строительной части проекта установки и экспертные заключения по этому разделу и дать необходимые указания.

б) Рассмотреть совместно с тт. Борисовым Н. А., Комаровским А. Н. и утвердить в сентябре м[еся]це с. г. генеральную смету установки «М».

в) Дать необходимые указания о форсировании выполнения работ по ремонту и реконструкции здания Лаборатории № 11.

Председатель Научно-технического совета Б. Л. Ванников

За Ученого секретаря Г. Еремин

С протоколом знакомить членов Совета: тт. Первухина М. Г., Малышева В. А., Завенягина А. П., Позднякова Б. С., Лейпунского А. И., т. Борисова Н. А. и т. Емельянова В. С., т. Петросьянца А. М.

с п. 1 — тт. Кабанова И. Г., Алексенко Г. В., Мещерякова М. Г., Минца А. Л., Козлинского В. А., Мещерякова К. Н.

Доклады А. Л. Минца и М. Г. Мещерякова приводятся ниже.

Доклад А. Л. Минца:

К пункту 1 заседания НТС
протокол № 90 от 1.09.1947 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

**Краткое содержание
доклада А. Л. Минца, сделанного на заседании Научно-технического совета
Первого главного управления при Совете Министров Союза ССР
1 сентября 1947 г.**

На генеральном плане технической площадки установки «М» указаны основные здания «М» и «П», отстоящие друг от друга на расстоянии 400 м и соединенные тоннелем, в котором смонтированы трубопроводы системы охлаждения, кабели и шины питания и управления всей установкой. В комплекс зданий технической площадки также входит лабораторный корпус, здания сварочной мастерской, масляного хозяйства, компрессорной и генераторной станции, материально-технический склад

Лаборатории, а также корпус «Р», служащий для выдержки частей разгонной камеры до снижения их радиоактивности и для ремонта.

В здании «М» расположены: электромагнит, разгонная камера с комплектом вакуумных насосных агрегатов, ламповые блоки мощного каскада генератора, вентиляционная и охлаждающая установки для отвода тепла от обмоток электромагнита и мостовой кран грузоподъемностью 150 т, необходимый для монтажа и последующей эксплуатации установки.

В соответствии с решениями Научно-технического совета Лаборатории № 2 по установке «М» решено было отказаться от намеченной в проектом задании системы водяной защиты, так как последняя ограничивала пространство вокруг электромагнита и требовала постоянного наблюдения во время эксплуатации. Кроме того, срок монтажа всего сооружения удлинился, так как защитную систему можно было начать монтировать только после окончания монтажа самого магнита. Ряд соображений и подсчетов показал возможность выполнить более целесообразно защиту путем сооружения здания целиком из железобетона при толщине его стен и перекрытия в 2 м.

К зданию «М» примыкает лаборатория, имеющая площадь порядка 500 кв. м, причем уровень пола и высота помещения лаборатории рассчитаны таким образом, чтобы пучок после того, как его удастся вывести из разгонной камеры, мог быть направлен в помещение лаборатории на уровне 1,2 м от пола.

Вентиляционная система здания «М» допускает смену полного объема воздуха в течение 35 мин летом и 50 мин зимой. При этом выброс радиоактивного воздуха из здания «М» производится в трубу на высоте 40 м над уровнем земли. В здании «П» размещаются выпрямители анодного питания с фильтрами, распределительные устройства высокого и низкого напряжения, задающий генератор для возбуждения мощного каскада, электромашинные и насосные агрегаты, теплообменники и другие узлы системы водоохлаждения, а также главный пункт системы центрального управления, блокировки и сигнализации и посты телеизмерительного и телевизионного наблюдения, а также «контроля обстановки».

Все остальные установки располагаются в аппаратном зале, электромашинном зале, в зале системы водоохлаждения, в камерах распределительных устройств, а также в зале управления и контроля.

Выделение подавляющей части оборудования, требующего постоянного ухода и осмотра, в здании «П» повышает в значительной степени надежность эксплуатационной работы циклотрона, так как лишь значительная часть подобного оборудования, которую нельзя или совершенно нецелесообразно отделять от здания «М», остается без постоянного ухода.

Предусмотрена возможность в период первоначальной наладки всей установки, а также кратковременно во время ее эксплуатации воспользоваться элементами дублирующей системы управления установкой непосредственно в здании «М».

Отдельно и в отрыве от зданий «М» и «П» располагается лабораторный корпус, в правом крыле которого расположены производственные мастерские, предназначенные для обеспечения проведения всех необходимых научно-исследовательских работ. В левом крыле лабораторного корпуса располагаются исследовательские лаборатории физиков и химиков, работающих на установке.

Для отвода тепла от установок с водяным охлаждением принимаются брызгальные бассейны, расположенные вблизи здания «П».

Потребность объекта «М» в электроэнергии полностью обеспечивается Ивановской ГЭС, причем для питания всей установки, а также вспомогательных служб и жилого поселка необходима мощность 6,5–7,0 тыс. кВт.

Как указывалось в сообщении т. М. Г. Мещерякова, в техническом проекте, кроме варианта для ускорения дейтронов, также предлагается вариант ускорения протонов до весьма высоких значений энергии. По поручению акад. И. В. Курчатова технический проект был дополнен специальным расчетом, из которого следует, что применение

частотной модуляции с электромеханическим вариатором позволяет получить протоны с энергиями до 360 МэВ. При этом удастся полностью сохранить конструкцию разгонной камеры и вариатора частоты, изменив только диаметры наружных труб резонансных линий.

Что касается применения схемы каскадного циклотрона для получения еще более высоких энергий протонов, то проектом предусматривается возможность замены систем ускоряющих электродов внутри разгонной камеры без изменения конструкции самой камеры. Особое внимание при разработке технического проекта было уделено проектированию самой разгонной камеры. После разработки ряда вариантов было принято новое решение, заключающееся в том, что разгонная камера состоит из двух основных частей: внешней камеры, выполненной из весьма массивных элементов, причем крышками этой камеры являются полюсные наконечники из железа «Армко», внутренней камеры, не отделенной герметически от пространства внешней камеры, но построенной из двух легко снимаемых частей, снабженных водяным охлаждением и закрепленных вместе с ускоряющими электродами к массивным фланцевым крышкам, являющимся одновременно крышками первой внешней камеры. Такая конструкция позволяет вести агрегатное изготовление и сборку и облегчает возможность производства изменений, вытекающих из данных лабораторных исследований или из результатов наладки во время пускового периода.

При проектировании установки «М» во всех частях были приняты разумные резервы с целью обеспечить возможность произвести в будущем те или другие необходимые изменения или дополнения.

Несмотря на это, следует признать справедливой критику экспертов, отметивших недопустимое отставание проведения экспериментальных работ от хода проектирования. Это обстоятельство, вызванное задержкой окончания ремонтно-строительных работ в Лаборатории № 11, неизбежно приведет к необходимости отдельных переделок во время реализации сооружения установки «М» и в течение пускового периода. Однако не приходится сомневаться, что основные строительные сооружения и подавляющая часть оборудования, запроектированного для этой установки, окажутся соответствующими своему назначению.

2 сентября 1947 г.

А. Л. Минц

Сообщение М. Г. Мещерякова:

К пункту 1 протокола № 90
заседания НТС от 1 сентября 1947 г.

Сов. секретно

Тезисы сообщения т. Мещерякова М. Г. Физическая часть тех. проекта

Нами представлен на утверждение технический проект мощного циклотрона, имеющего диаметр полюсов электромагнита 5 метров, вес электромагнита 7 000 тонн, зазор между полюсами 800 мм и магнитное поле напряженностью 17 000 эрстед; циклотрон рассчитан на получение дейтронов с энергией свыше 250 МэВ, α -частиц с энергией свыше 500 МэВ и протонов с энергией свыше 500 МэВ. Ускорение дейтронов и α -частиц должно будет производиться на одной и той же разгонной камере.

В тех. проекте показано, что ускорение дейтронов и α -частиц до указанных энергий возможно по методу частотной модуляции, осуществляемому электромеханическим вариатором частоты, входящим в состав колебательной системы вместе с дуантом и полуволновой резонансной линией, включенной между дуантом и вариатором. Этот метод уже проверен в американских лабораториях; в настоящее время на одном из циклотронов Лаборатории № 2 мы также начали модельные испытания.

Вряд ли возможно таким же способом осуществить ускорение протонов до энергий порядка 500 МэВ, вследствие того, что почти невозможно при помощи электромеханического вариатора добиться глубины модуляции частоты порядка 40 % и выше. В техническом проекте изложен в общих чертах вариант многоэлектродной системы ускорения протонов. Этот способ пока еще не проверен на моделях. Как показали расчеты (не включенные в проект), с помощью спроектированного электромеханического вариатора можно будет ускорить протоны до энергий порядка 250–270 МэВ без капитальной переделки разгонной камеры. В техническом проекте (т. III) мы изложили наши соображения, касающиеся таких важнейших узлов разгонной камеры, как вариатор частоты, ионный источник, резонансная линия, вакуумная система, схемы дистанционного управления и наблюдения за процессами, происходящими внутри камеры циклотрона и др. Разгонная камера большого циклотрона представляет из себя четырехугольную коробку со стальными круглыми крышками (толщиной 200 мм) сверху и снизу, вставленную между полюсами электромагнита. Крышки камеры сточены на конус так, чтобы было возможно получить линейное спадание магнитного поля с 17 000 эрстед в центре полюса до 16 200 эрстед на расстоянии 2 300 мм от центра. Таким образом, мы рассчитываем иметь в нашем приборе действующий радиус, равный 2 300 мм. Указанное 5 %-е спадание напряженности магнитного поля обеспечивает надлежащую фокусировку ионного пучка в центральной плоскости циклотрона. Несомненно, действующий радиус в 2 300 мм может быть получен только посредством круговых шимм, обеспечивающих линейное спадание магнитного поля вблизи края полюса электромагнита. Форма этих шимм так же, как и закон изменения толщины стальных крышек камеры с увеличением радиуса, могут быть найдены только на опытах с моделями. Эти опыты уже начаты на циклотроне Лаборатории № 2. В настоящее время ведутся также расчеты с целью определить размеры кольцевых шимм. Кольцевые шиммы, а также и местные шиммы, применяемые для устранения возможной локальной неоднородности магнитного поля, вызванной дефектами материала крышек или полюсов электромагнита, монтируются внутри разгонной камеры на поверхностях стальных крышек с помощью особых держалок-дисков. Чертежи этих приспособлений в техническом проекте не приведены, но уже посланы на завод «Электросила».

При проектировании большого циклотрона особого внимания заслуживает вопрос о способе образования ионов в центре разгонной камеры. В техническом проекте приведена предложенная нами конструкция ионного источника, исключающая натекание рабочего газа в разгонную камеру циклотрона. Перед уже известными устройствами эта конструкция обладает такими преимуществами, как:

а) отсутствие потери ионов из пучка вследствие захвата ими электронов (явление перезарядки) и рассеяния ионов на большие углы. Это должно повести к заметному повышению тока ускоренных ионов на выходе циклотрона;

б) устранение объемных зарядов тлеющих разрядов вокруг дуанта вследствие того, что при отсутствии натекания рабочего газа в разгонную камеру давление при работе установки будет в 5–10 раз ниже того, что имеет место при работе обычного ионного источника;

в) исключение помех, создаваемых ядерными превращениями, которые производят на своем пути ускоряющиеся ионы в рабочем газе и на поверхностях дуантов.

В основе нашей конструкции ионного источника лежит идея улавливания молекулярного пучка, выходящего из капилляра ионного источника, и его откачка по независимому трубопроводу.

В техническом проекте приведены некоторые обсчеты, выполненные нашими физиками.

Во-первых, вычислены начальные траектории дейтронов и протонов. Цель этих расчетов заключалась в том, чтобы определить оптимальную геометрию в центре

разгонной камеры, а именно: размеры электродов, отсасывающих ионы из разрядного столба, и размеры конических сопел ионного источника. Как показал опыт работы обычных циклотронов, интенсивность ионного пучка на выходе циклотрона в значительной мере определяется геометрией электродов в центре циклотрона.

Во-вторых, теоретически исследован вопрос об устойчивости центра орбит ускоряемых ионов в горизонтальной плоскости циклотрона. Необходимость в этих расчетах была вызвана тем, что «Электросила» гарантировала установку пятиметровых стальных крышек разгонной камеры, друг относительно друга, с точностью только 1 мм. Надо было выяснить, не вызовет ли такой величины перекося крышек камеры сползания центра орбит ионов, что может привести к заметной энергетической неоднородности пучка ионов на выходе циклотрона. Расчеты показали, что указанный перекося крышек приведет к 2–3% уменьшению действующего радиуса. В обычных циклотронах сползание центра орбит иногда достигает 10–15%.

При разработке технического проекта мы особое внимание обращали на то, чтобы создать условия для повышения интенсивности ионного тока на выходе циклотрона. Выше я уже указывал, что и разработка новой конструкции ионного источника, и определение геометрии в центре разгонной камеры проводились с учетом именно этого требования. Мы предполагаем, что у нас, по сравнению с ныне действующим американским циклотроном, напряжение на дуантах будет выше. Так как ток на выходе циклотрона возрастает с увеличением напряжения на дуанте примерно по закону «3/2», повышение напряжения на дуанте также должно увеличить интенсивность пучка ускоренных ионов.

В настоящее время у нас нет опыта работы с ионами, ускоренными до энергии в несколько сот миллионов электронвольт, поэтому трудно сколько-нибудь точно оценить степень опасности для людей, работающих с ионами такой энергии. В техническом проекте указаны следующие мероприятия по защите обслуживающего персонала и окружающего населения от действия излучения, возникающего при эксплуатации большого циклотрона.

1. Удаление большого циклотрона от жилых мест и лабораторных помещений на расстояние не меньше 500 метров.

2. Сохранение вокруг корпуса с большим циклотроном полосы леса, что должно уменьшить глубину диффузии нейтронов вдоль поверхности земли и в нижних слоях атмосферы, вследствие замедления и поглощения их в древесине.

3. Помещение большого циклотрона в специальном железобетонном корпусе. Учитывая имеющиеся данные о поглощении нейтронов в железобетоне, Научно-технический совет по сооружению большого циклотрона принял решение о том, что толщина железобетонных стенок в специальном корпусе должна быть равна 2 метрам.

4. Ориентация разгонной камеры большого циклотрона так, чтобы пучок был направлен от жилых мест и лабораторных помещений в сторону леса.

5. Осуществление дистанционного контроля и управления всеми агрегатами большого циклотрона.

6. Сооружение отдельной замкнутой линии охлаждения разгонной камеры водой.

7. Удаление радиоактивных газов из специального корпуса, накапливающихся при работе большого циклотрона, посредством мощной системы вентиляции.

8. Отвод радиоактивных газов, накапливающихся в разгонной камере и выбрасываемых форнасосами в вытяжную трубу.

Чтобы уменьшить стоимость всего сооружения и тем самым сократить сроки монтажных работ в специальном корпусе, было решено отказаться от строительства водяной защиты вокруг циклотрона. Эффективность такой защиты крайне низкая, хотя на сооружение ее надо было бы затратить 1350 тонн железных конструкций. Было решено также признать нерациональным до получения опытных данных сооружение вокруг специального корпуса земляного вала высотой 15 метров.

По тем же соображениям экономии, конструкция разгонной камеры разработана так, что корпус разгонной камеры будет использован и при ускорении дейтронов и α -частиц, и при ускорении протонов. Менять придется только внутренние электроды и резонансную линию. Этот вариант, таким образом, требует изготовления только одной разгонной камеры вместо двух, как это предполагалось ранее.

Указание экспертизы, что представленный нами технический проект не подкреплен экспериментами на моделях, я считаю правильным. Однако надо указать, что в течение последних двух месяцев такие работы ведутся. В настоящее время производится перделка одного из циклотронов Лаборатории № 2 для работы с частотной модуляцией.

Указания экспертизы об отсутствии теоретического материала в техн. проекте большого циклотрона надо также признать правильными, хотя я не могу согласиться с мнением проф. Векслера о том, что расчеты устойчивости центра орбит в горизонтальной плоскости циклотрона не представляют новизны. Нам известно, что такие расчеты были сделаны в ФИАНе, но так как после того, как проф. Векслер перестал заниматься большим циклотроном, расчеты не были переданы ни в Лабораторию № 2, ни в Лабораторию № 11, — мы были вынуждены произвести эти расчеты заново. В связи с указанием на отсутствие теоретического материала надо признать также, что в течение месяцев проф. Векслер занимался большим циклотроном, однако этот факт не нашел какого-либо отражения в техническом проекте.

М. Г. Мещеряков

На заседании НТС ПГУ выступили следующие эксперты: А. И. Алиханов, Л. А. Арцимович, В. И. Векслер, С. А. Векшинский, И. К. Кляцкин, Л. М. Немецов, заключения которых приводятся ниже.

Замечания А. И. Алиханова:

К пункту 1 заседания НТС от 1.09.1947 г.
протокол № 90

Сов. секретно
(Особая папка)

Замечания к техническому проекту установки «М»

1. Выбор зазора 800 мм не обоснован. Кажется возможным зазор для циклотрона с частотной модуляцией взять меньше, чем 800 мм.

По литературным данным, в Америке идут на меньшие зазоры и этим сильно снижают вес электромагнита.

Для протонного варианта с 5 электродами такой зазор в особенности представляется излишним.

2. В связи с предложенным т. Минцем вариантом протонной камеры выполнено исследование поля между электродами. В выводах сказано, что краевой эффект сказывается на расстоянии 2,5–3 см. Что означает «сказывается» и что означает «поле строго равномерное»?

Что означает, что перекрытие 25 мм достаточно для нормальной работы?

Эти выводы можно сделать только из расчета траектории ионов; такого расчета в материалах нет.

25.09.1947 г.

Академик А. Алиханов

Замечания Л. А. Арцимовича:

К пункту № 1 заседания НТС от 1.09.1947 г.
протокол № 90

Сов. секретно
(Особая папка)

Заключение по техническому проекту установки «М»

Важнейшей характеристикой установки «М» является максимальная энергия частиц, которую можно достигнуть в этой установке. Для дейтронов, при выбранных

H и *V*, максимальная энергия должна составлять 250–300 МэВ и для протонов — 500 МэВ.

Возможность получения дейтронов с энергией 250–300 МэВ при выбранном в техническом проекте варианте модуляции частоты не вызывает особых сомнений.

Однако совершенно невыясненным остается вопрос об интенсивности пучка. По этому поводу в техническом проекте мы не находим никаких данных.

Менее ясным является вопрос о возможности использования каскадного ускорения, необходимого для получения протонов с энергией 500 МэВ. Вблизи краев открытых полукольцевых электродов, по всей их длине, будет существовать электрическое поле, проникающее вглубь на 50–70 мм. Это поле может весьма существенным образом влиять на вертикальную фокусировку ионов. Кроме того, частицы, двигающиеся вблизи краев, будут не полностью ускоряться (т. е. получать меньшую энергию, чем частицы, проходящие в глубине электродов). Только прямые опыты по ускорению частиц указанным методом позволят окончательно решить вопрос о его пригодности.

Недостатком технического проекта является отсутствие экспериментальных данных, на которые можно было бы опереться при выборе всех основных параметров. Совершенно необходимо в самый кратчайший срок поставить на одном (или нескольких) из существующих у нас циклотронов модельные эксперименты по ускорению частиц с модуляцией частоты.

Недостатком технического проекта является также отсутствие разработанного проекта важнейшей части всей установки — разгонной камеры. Из-за отсутствия проекта камеры остается невыясненным вопрос о наиболее целесообразном выборе зазора в электромагните.

Недостаточно обоснован большой разрыв между зданиями «М» и «П», и вообще получается впечатление, что по защите от излучений взят чересчур большой запас прочности.

Из остальных недостатков проекта можно отметить отсутствие достаточно полных экспериментов по выбору формы дисков вариатора, обеспечивающих наилучшее соответствие теоретическим требованиям в отношении закона изменения частоты.

В общем, я считаю, что проект можно принять, но поставить твердые сроки для проведения опытов на моделях и для представления проекта.

Член-корреспондент АН СССР Л. А. Арцимович

Замечания В. И. Векслера:

К пункту № 1 заседания НТС от 1.09.1947 г.
протокол № 90

Сов. секретно
(Особая папка)

Заключение по физической части технического проекта установки «М»

В прилагаемом ниже заключении по техническому проекту установки «М» совсем не буду рассматривать (в силу некомпетентности) целый ряд вопросов, касающихся чисто технической стороны дела. Мои замечания будут касаться, в основном, физической части.

Необходимо указать следующие серьезные недостатки проекта:

1. Полное отсутствие опытной проверки (на моделях) основных физических положений проекта.
2. Отсутствие настоящего теоретического рассмотрения вопросов, связанных с интенсивностью пучка ускоряемых частиц.

Все относящиеся к физике цифры, приведенные в проекте, являются результатами одних только расчетов и умозрительных заключений, и притом, очень часто, расчетов весьма приближенных.

Мне известно, что сжатость сроков не позволит осуществить полную экспериментальную проверку проекта на модели, однако создание гигантского сооружения, которому посвящен проект, без всякого предварительного моделирования и эксперимента, мне кажется очень рискованным. В особенности это относится к камере для протонов с частотным разделением. Без предварительных опытов, в которых был бы получен пучок частиц, ускоряемых по этому принципу, считаю создание большой камеры преждевременным.

Можно указать ряд вопросов, которые не могут быть решены без опытов, только умозрительным путем, в частности, вопрос о дополнительных экранах внутри камеры и влияния этих экранов на параметры камеры и, соответственно, на параметры вариаторов и пр., вопрос о влиянии формы зубцов вариаторов на интенсивность пучка, о требуемом запасе на амплитуду модуляции частоты и ряд других, совсем не затронутых в проекте, однако весьма существенных для рациональной работы установки.

Нельзя при создании такой огромной установки базироваться только на общеизвестных принципах да на отрывочных и не всегда полноценных данных американской печати. Это является главным и основным недостатком рецензируемого проекта.

Для того, чтобы это обстоятельство не привело к неожиданным неприятным последствиям уже после того, как на основании такого проекта будет проделана огромная работа, совершенно необходимо в самое ближайшее время ликвидировать очень опасное отставание физического эксперимента.

Следующий, очень существенный недостаток проекта состоит в том, что теория совершенно не использована для установления и выбора оптимальных параметров установки, даже в тех случаях, где теория может дать и ответ, и ориентировку. За исключением излишне подробного рассмотрения одного весьма частного вопроса о влиянии неоднородностей магнитного поля, вопроса, ответ на который является общеизвестным, все остальное теоретическое рассмотрение, по существу, является чисто иллюстративным и мало связанным с остальной частью проекта. В результате такого подхода в проекте совершенно не рассматривается вопрос об интенсивности пучка, влиянии на интенсивность выбранной формы магнитного поля, выбранной формы зубцов, требуемом запасе в амплитуде вариации частоты, допустимом изменении разности потенциалов на дуанте при ускорении и ряд других важных вопросов, определяющих параметры линии, вариаторов частоты, мощность генератора и т. п.

В дополнение к сказанному, в этой части работы содержится большое количество неточных формулировок и ошибок (например, 6-я страница, том III, формула 16; 8-я стр., т. III, 12-я стр. и т. п.).

Отсутствие настоящей, а не иллюстративной теории сказалось также на разработке варианта камеры для протонов с частотным перекрытием. Этот вариант совершенно недоработан в смысле физики.

Расчет движения пучка в этой камере вообще отсутствует, а ряд качественных факторов (большие фазовые и, следовательно, радиальные колебания в фазотроне вообще и наличие радиальных электрических полей в данном случае) заставляют опасаться сильного уменьшения интенсивности пучка. Поэтому совершенно необходим настоящий расчет движения частиц в подобной камере.

Суммируя сказанное по этому разделу, считаю, что теоретическая часть проекта нуждается в серьезной доработке и развитии. В этом случае расчеты смогли бы внести дополнительную ясность в целый ряд важных вопросов проекта.

Член-корреспондент АН СССР В. Векслер

Замечания С. А. Векшинского:

К пункту № 1 заседания НТС от 1.09.1947 г.
протокол № 90

Сов. секретно
(Особая папка)

Заключение по 5-му тому технического проекта**А. Разборные генераторные лампы.**

Предусмотренные техническим проектом разборные генераторные лампы мощностью 500 кВт не вызывают возражений. Расчет самой лампы произведен правильно, и выбранные значения постоянных технически оправданы.

Вызывает сильные сомнения возможность осуществления предложенной проектом конструкции самой лампы, особенно в части колец (коронки), несущих 18 катодов. При общем токе накала катода в 1175 ампер и однофазном питании токонесящие кольца будут иметь очень высокую температуру (ориентировочно — выше 1600 °С). Поэтому их можно выполнить только из вольфрама, молибдена или тантала. Но при заданных форме и размерах этих колец их не из чего делать, так как таких заготовок из этих металлов технологически негде выполнить.

Переход на 3-фазное питание катода несколько облегчит это затруднение, но не устранит его.

Вызывает сомнение и поведение катода, предложенной проектом формой, в условиях работы лампы в рассеянном магнитном поле. Ввиду отсутствия в проекте указаний на величину напряженности магнитного поля в том месте, где расположены лампы, — не представляется возможным оценить величину сил, которые будут вызывать деформацию, дрожание и, возможно, поломку катода.

Необходимо также отметить, что принятое в проекте размещение моторов и насосов форвакуумного агрегата на полюсных наконечниках требует особого доказательства допустимости, так как совершенно неясно, как будут работать (нагреваться) эти вращающиеся в магнитном поле рассеяния металлические массы.

По-видимому, следует принять (в проекте на это нет указаний), что диффузионные насосы должны быть выполнены из немагнитных материалов. До осуществления проекта экспериментально должна быть проверена работа генераторных ламп в магнитном поле, так как его наличие может очень существенно нарушить расчетный режим лампового генератора. Вакуумное хозяйство разборной лампы — возражений не вызывает.

Б. Вакуумная система разгонной камеры.

Расчет вакуумной системы разгонной камеры выполнен достаточно подробно, но сплошь основан на произвольно или условно выбранных значениях величины газоотдачи и натекания.

По сути дела, выбор величины скорости откачки сделан уже на стр. 45, где принята установка двух насосов на 15 000 л/с.

Все последующие расчеты имеют целью только оправдать эмпирическое правило: 1000 л/с на 1 куб. м объема (стр. 43). Подбирая те или иные произвольные значения величины газоотдачи, всегда можно либо оправдать, либо опровергнуть принятое решение.

Я полагаю, что до получения своих опытных данных на крупных вакуумных установках не следует прибегать к попыткам псевдотеоретического обоснования произвольно (или на основе американского опыта) выбранного решения. Такого рода «расчеты» не повышают инженерной надежности сооружений. В данном случае достаточно было принять американское эмпирическое правило (стр. 43), так как в настоящее время мы ничего другого предложить не можем.

Приведенные далее в проекте вспомогательные насосы возражений не вызывают. Существенным моментом может оказаться вопрос о длительности промежутка времени, потребного для достижения вакуума $< 10^{-5}$ мм, принимая во внимание

огромную поверхность внутренних деталей устройства. Оценки этого времени в проекте нет.

Все указанные замечания следует учесть при разработке рабочего проекта установки.

13.08.1947 г.

Векшинский

Замечания И. К. Кляцкина:

К пункту 1 заседания НТС от 1.09.1947 г.
протокол № 90

Сов. секретно

К вопросу о применении системы с вариатором частоты для ускорения протонов

Согласно изложенному в техническом проекте, система с вариатором частоты предназначена для ускорения протонов. Интересно рассмотреть вопрос, как такая система может быть применена для ускорения протонов и какие энергии частиц можно получать в этом случае.

Запроектированный вариатор частоты, обеспечивающий коэффициент перекрытия по емкости 4,2 (тех. проект, т. III, гл. V), дает возможность получить отношение частот (технический проект, т. III, гл. III)

$$\frac{f}{f_0} = 0,77.$$

Такое изменение частот, при учете спада магнитного поля к краю камеры на 5 %, соответствует изменению массы (тех. проект, т. III, гл. 1, ур. 11)

$$\gamma = \frac{f}{f_0} \frac{H}{H_0} = 0,95/0,77 = 1,24.$$

При таком изменении массы энергия протонов на выходе (т. III, гл. 1, ур. 4)

$$V_0 = 940 \cdot 10^6 (\gamma - 1) = 225 \text{ МэВ.}$$

Произведение радиуса на минимальную напряженность магнитного поля получается равным (т. III, гл. 1)

$$RH_{\min} = 3,13 \cdot 10^6 \sqrt{\gamma^2 - 1} = 2,3 \cdot 10^6,$$

что соответствует

$$H_{\min} = 10\,000 \text{ эрстед, } H_0 = 10\,500 \text{ эрстед.}$$

Максимальная частота получается равной (т. III, гл. 1)

$$f_0 = 1,52 \cdot 10^3 H_0 = 16 \text{ МГц,}$$

минимальная частота

$$f_0 = 0,77 \cdot 16 = 12,3.$$

Диапазон волн получается от 18,8 до 24,4 метра.

Для сохранения того же расстояния вариатора от катушек магнитной системы приходится понизить волновое сопротивление линии до 22 Ом. Диаметр внешней трубы (экрана) должен быть равен 580 мм, вместо 715 мм по проекту.

Таким образом, без серьезных изменений системы можно получить на выходе протоны с энергией 225.

Для увеличения энергии протонов необходимо значительно увеличить коэффициент перекрытия по емкости варианта¹ частоты.

Это можно сделать, уменьшая напряжение на дуантной системе. Тогда уменьшается напряжение на вариаторе и можно уменьшить зазор между роторными и статорными дисками.

Приняв наибольшее напряжение между дуантом и рамкой равным 20 киловольт, что соответствует ускоряющему напряжению в 10 киловольт, можно уменьшить зазор между пластинами в вариаторе с 5 до 3 мм. Ожидаемый в этом случае коэффициент перекрытия равен 3. Относительное изменение частоты

$$\frac{\Delta f}{f_0} = 0,26.$$

Изменение массы равно

$$\gamma = \frac{0,95}{0,74} = 1,28.$$

Это соответствует энергии протонов

$$V_0 = 940 \cdot 10^6 (\gamma - 1)^* = 260 \text{ МэВ}.$$

Напряженность магнитного поля равна

$$H_{\min} = 11\,000 \text{ эрстед}, \quad H_0 = 11\,600 \text{ эрстед}.$$

Крайние частоты диапазона

$$f_0 = 17,6, \quad f_{\min} = 13 \text{ МГц}.$$

Диапазон волн от 17 до 23 метра. Для сохранения расстояния между вариатором и катушками электромагнита необходимо понизить волновое сопротивление линии до 16 омов, т. е. внешняя труба должна иметь диаметр 524 мм.

Общий вывод. При уменьшении напряжения между дуантом и рамкой до 20 киловольт, что соответствует напряжению, принятому в технологическом проекте для протонного варианта, и при соответствующей переделке вариатора частоты, линии и передатчика, питающего циклотрон, *можно получить на выходе протоны с энергией 260 МэВ.*

Начальник теоретического отдела Лаборатории № 11

И. Кляцкин

4.09.1947 г.

Примечания составителей. ¹Имеется в виду вариатор частоты.

*В тексте пропущена единица, т. е. следует читать $(\gamma - 1)$. В этом случае $940 \cdot 0,28 = 263$.

Заключение Л. М. Неменова:

К пункту № 1 заседания НТС от 1.09.1947 г.
протокол № 90

Сов. секретно
(Особая папка)

Заключение на задание по разгонной камере установки «М»

1. Изложенное в томе III следует понимать как общее введение для конструкторов завода. К сожалению, отсутствует материал по самому корпусу *разгонной камеры* — самого трудного узла по своей технологии. Единственное имеющееся указание — это то, что *полюса электромагнита* являются одновременно крышками *камеры*.

2. Введение всех внутренних элементов на общем фланце (по типу *Ливингстона*) безусловно следует одобрить.

Это наиболее рациональная конструкция из всех предложенных в *циклотронной* технике.

3. Необходимо продумать вопрос об использовании нового *источника положительных ионов*, предложенного проф. Арденне. В случае его применения устройство значительно упростится; возможно, даже отпадет необходимость в дополнительной *откачке источника* ввиду малых количеств газа, имеющих место в конструкции Арденне.

4. Одно из наиболее сложных устройств — штоки *дуантов*, и *дуанты* сопряжены не совсем удачно при помощи конических болтов. (При каждой разборке необходимо будет переделывать отверстия и болты.)

Казалось бы, что шаровой шарнир является более удачным решением.

5. Все вакуумные швы и уплотнения должны быть доступны для раздельного испытания на вакуум.

6. Не выбраны типовые вакуумные уплотнения. Необходимо выбрать несколько типовых и использовать их на всех аналогичных узлах.

7. В ряде узлов использованы для гибких соединений «сильфоны», непосредственно припаянные к тяжелым деталям, это необходимо устранить, вводя «сильфон» как отдельный элемент с отдельными фланцами.

8. Все дополнительные устройства монтируются на специальных тележках. Требования, предъявляемые к ним, никак не оговорены.

9. Не запроектирован разъем водоведущих трубок, охлаждающих «*дуант*».

Водоведущие трубки соединены «сильфонами». Необходимо проверить, смогут ли они выдержать напор воды порядка 4–5 атмосфер.

Тип шарнира на опорных изоляторах, поддерживающих штоки, следует сделать более мягкими¹, иначе он не выберет перекосов, которые могут привести к поломке изолятора. Уплотнение изоляторов необходимо производить так, чтобы фарфор работал только на сжатие (скалывающих *усилий* не должно быть).

10. Нигде не оговорено выполнение электрических контактов на стыках токоведущих частей.

11. За отсутствием чертежа, неясно, как будет происходить корректировка *магнитного поля*. Из описания следует, что каждый раз необходимо будет вынимать корпус *камеры*, так как можно будет производить только внутреннюю корректировку, что будет занимать очень много времени, учитывая размеры и вес устройства.

12. Приведенный материал, очевидно, не удовлетворит заводских конструкторов, и поэтому первый этап разработки чертежей придется вести авторам совместно с заводским КБ.

В задании следует указать порядок сборки и разборки, как отдельных узлов, так и всей *камеры*.

Изготовление *магнита* не может быть начато (речь идет о чистовой обработке металла), пока нет в наличии рабочих чертежей корпуса *камеры* с системой уплотнения крышек — *полюсов*.

13. При выдаче задания авторы игнорируют технологические сложности, которые возникнут при производстве. (Подразумевается, что постройка всей *камеры* будет производиться на одном заводе.)

Этим исчерпываются все замечания.

14. В более детальное рассмотрение войти не удалось за ограниченностью времени.

27 августа 1947 г.

Л. М. Неменов

Примечание составителей. ¹Так в документе.

К протоколу НТС приложена выписка из протокола Секции № 3 НТС от 29 августа 1947 г.:

К пункту 1 заседания НТС от 1.09.1947 г.
протокол № 90

Сов. секретно
(Особая папка)

**Выписка
из протокола № СЗ-28 заседания Секции № 3 Научно-технического совета
Первого главного управления при Совете Министров Союза ССР
от 29.08.1947 г.**

1. О технологической части технического проекта установки «*М*»¹
(Сообщения т. Мещерякова М. Г. и Минца А. Л.)

Тт. Мещеряков М. Г. и Минц А. Л. докладывают о теоретическом обосновании технических характеристик основных элементов установки «*М*», изменениях, внесенных в технический проект, по сравнению с проектным заданием, блок-схеме установки, конструктивном решении вопроса защиты от *излучений*, принятом в проекте (отказ от водяной защиты и сооружения здания установки «*М*» целиком из железобетона при толщине его стен и перекрытия в 2 м), состоянии экспериментальных работ, связанных с проектированием установки «*М*», а также высказывают замечания по экспертным заключениям тт. Алиханова А. И., Арцимовича Л. А., Векслера В. И., Векшинского С. А. и Неменова Л. М.

Эксперт технического проекта т. Векслер В. И. указывает на недостаточную разработку теоретической части проекта и, в частности, на отсутствие теоретических расчетов, подтверждающих возможность получения достаточно интенсивного *пучка ионов* в многоэлектродной *разгонной камере*.

По мнению т. Векслера, впредь, до выполнения указанных расчетов, а также проведения необходимых экспериментов на моделях, не может решаться вопрос об изготовлении многоэлектродной *разгонной камеры* для ускорения *протонов*. Тов. Векслер отмечает также наличие значительного отставания экспериментальных работ, связанных с проектированием установки «*М*».

Эксперт технического проекта т. Арцимович Л. А. указывает на то, что основные элементы установки «*М*»: *электромагнит* и корпус *камеры* в конструктивном отношении решены хорошо; не вызывает сомнений техническое решение *камеры* для ускорения *протонов*, однако имеющийся в техническом проекте материал, касающийся *разгонной камеры* для *протонов*, не дает оснований утверждать о возможности получения *протонов* с *энергией* до 500 *мегаэлектронвольт*. Изготовление *камеры* для ускорения *протонов* по предложенному в техническом проекте варианту — без проверки т. Арцимович считает преждевременным. Т. Арцимович указывает также на необходимость форсирования экспериментов по ускорению *частиц* с применением *модуляции частоты* на одном или нескольких имеющихся *циклотронах*.

Эксперт строительной части технического проекта т. Юрин указывает на трудность осуществления цельнобетонного здания «*М*» и, в особенности, его перекрытия при толщине последнего 2 м и предлагает рассмотреть вопрос о применении *защитной коробки* из шлако-бетонных блоков.

Тов. Алексенко отмечает, что основные элементы установки «*М*»¹ (*электромагнит*, корпус *камеры* и пр.) не должны подвергаться изменениям, в связи с чем технический проект в целом может быть одобрен. Наряду с этим, т. Алексенко считает необходимым форсировать экспериментальные работы, связанные с сооружением установки «*М*», а также выполнить необходимые научно-теоретические работы, обобщающие основные параметры установки.

РЕШЕНИЕ:

1. Отмечая, что рассмотренная Секцией технологическая часть технического проекта установки «М» с инженерной стороны разработана хорошо, просить *Научно-технический совет* утвердить представленную Лабораторией № 2 и научным руководителем проекта т. Мещеряковым М. Г. технологическую часть технического проекта установки «М».

2. Учитывая замечания экспертизы о недостаточной разработке теоретической части технического проекта, поручить научному руководителю проекта т. Мещерякову М. Г., с привлечением необходимых физиков-теоретиков, подробно разработать теоретическую основу технического проекта и, в частности, теоретическое обоснование предлагаемой конструкции многоэлектродной *разгонной камеры для ускорения протонов*.

3. Отмечая значительное отставание экспериментальных работ, связанных с сооружением установки «М», поручить тт. Мещерякову М. Г. и Минцу А. Л. принять необходимые меры по форсированию указанных работ.

4. Просить *Научно-технический совет* назначить комиссию для разработки плана по применению *частотной модуляции* на имеющихся *циклотронах* и в первую очередь с целью экспериментирования, связанного с разработкой *частотной модуляции* установки «М».

5. Просить *Научно-технический совет* оказать необходимое содействие по ускорению строительства Лаборатории № 11 при Лаборатории № 2 АН СССР.

6. Считать возможным проведение работ по проектированию *разгонных камер* для установки «М» одновременно с теоретическим обоснованием их параметров и исследованием моделей, однако изготовление *камер* производить только при условии удовлетворительных результатов испытаний на моделях.

7. Поручить тт. Ефремову Д. В. и Минцу А. Л. рассмотреть вопрос о привлечении Ленинградского металлургического завода им. Сталина к проектированию электромеханического *вариатора частоты* для установки «М».

8. Одобрить принятое в техническом проекте конструктивное решение вопроса о защите от *излучений* (отказ от *водяной* защиты и сооружение цельнобетонного здания с толщиной стен и перекрытий в 2 м).

Примечание составителей. ¹ Название установки не указано; имеется в виду установка «М».

4.3. ПРОГРАММЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Программы исследований на синхротроне ГТЛ обсуждались на НТС ПГУ три раза, как ни одна из ядерных установок, разрабатываемых в тот период. Первое рассмотрение состоялось 20 декабря 1948 г. [23]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол № 136
заседания Научно-технического совета Первого главного управления
при Совете Министров СССР

Понедельник, 20 декабря 1948 г.

Члены Научно-технического совета: тт. Ванников Б. Л., Первухин М. Г., Алиханов А. И., Семенов Н. Н., Старик И. Е., Тевосян И. Т., Завенягин А. П., Емельянов В. С., Поздняков Б. С.

Присутствовали

на заседании: т. Александров А. С. — ПГУ

т. Черепнев А. А. — Госплан

т. Столяров С. П. — »

т. Павлов Н. И. — *уполн. СМ*

т. Осетров Н. А. — »

т. Соколов И. И. — *НТС*

т. Еремин Г. И. — »

На первом вопросе: т. Владимирский В. В. — *Лаб. №3*

т. Калинин В. Ф. — *НТС*

На втором вопросе: т. Джелепов В. И.¹ — *Лаб. №2*

т. Франк И. М. — *ФИАН*

т. Лямкин Г. М. — ПГУ

О². *О плане работ по установке «М» на 1949 г.*

(Сообщение т. Джелепова В. И.¹)

Выступили: тт. Соболев С. Л., Ванников Б. Л., Первухин М. Г., Тевосян И. Т., Павлов Н. И.

Во исполнение постановления Совета Министров СССР № 3581-1441 от 25.08.1949 г. т. Соболевым С. Л. представлен план научно-исследовательских работ на объекте «М» на 1949 г. (план прилагается).

По сообщению т. Джелепова В. П., представленный план предусматривает следующие основные направления работ:

а) искусственное получение мезонов;

б) изучение деления тяжелых устойчивых ядер (*висмут, свинец* и более легкие элементы) под действием быстрых *нейтронов, дейтронов и α -частиц*;

в) изучение условий формирования и прохождения пучка *нейтронов* с энергией порядка 150 МэВ через различные материалы (*воздух, графит, алюминий* и др.);

г) радиохимическое исследование продуктов *ядерных превращений*, производимых ускоренными *дейтронами и α -частицами*, а также *нейтронами* с энергией порядка 150 МэВ.

Заслушав сообщение т. Джелепова В. П. и на основании состоявшегося обмена мнениями, Научно-технический совет ПОСТАНОВЛЯЕТ:

1. Представленный Лаб. № 2 т. Соболевым С. Л. план научно-исследовательских работ на установке «М» в 1949 г. (филиал Лаборатории № 2), как недостаточно связанный с работами других научно-исследовательских организаций и не предусматривающий работ пускового периода, рассматривать как предварительный и только как тематический.

2. Поручить т. Курчатову И. В., Мещерякову М. Г. и Соболеву С. Л. к 5.01.1949 г. переработать план научно-исследовательских работ на установке «М» на 1949 г., согласовав его с планом работ заинтересованных научно-исследовательских организаций (Лаб. № 3, ИХФ, ФИАН, РИАН и др.). План работ по установке «М» на 1949 г., обоснованный с научно-физической стороны (первоочередные задачи), согласованный с исследовательскими организациями, с учетом исследовательских работ пускового периода и *указанием исполнителей и сроков* представить на утверждение Научно-техническому совету.

3. В связи с имеющимся отставанием строительно-монтажных работ по установке «М» заслушать на очередном заседании Научно-технического совета сообщение т. Мещерякова К. Н. и т. Комаровского А. Н. о ходе строительства установки «М».

Поручить т. Комаровскому А. Н. выехать на строительство установки «М» для проверки состояния дела на месте.

Председатель Научно-технического совета Б. Л. Ванников

Ученый секретарь Б. С. Поздняков

С протоколом ознакомить полностью гг. Первухина М. Г., Курчатова И. В., Алиханова А. И., Александрова А. П., Семенова Н. Н., Соболева С. Л., Старика И. Е., Кикоина И. К., Харитона Ю. Б., Малышева В. А., Тевосяна И. Т., Завенягина А. П., Емельянова В. С. и т. Борисова Н. А.

С п. 1 — гг. Калинина В. Ф., Тихомирова В. И.

С п. 2 — Козлинского В. А., Лямкина Г. М.

Примечания составителей. ¹Так в документе, правильно Джелепов В. П.

²Так в документе.

К указанному заседанию НТС С. Л. Соболевым и М. Г. Мещеряковым были представлены следующие документы:

Сов. секретно
(Особая папка)

**Доклад о проекте
плана научно-исследовательских работ филиала Лаборатории № 2
на объекте «М» на 1949 г.**

Распоряжением Совета Министров СССР от 7 мая 1947 г. № 3042сс срок окончания сооружения установки «М» и организации Лаборатории при ней назначен на 1-й квартал 1949 г.

В соответствии с этим руководство Лаборатории № 2 выработало план научно-исследовательских работ филиала Лаборатории № 2 на 1949 г.

Представленный Совету план рассчитан на годичный срок.

Так как окончание специального монтажа корпусов «П» и «М», назначенное на март 1949 г., закончится не ранее этого времени, то пусковой период основной установки начнется лишь с апреля месяца 1949 г., а научная работа не ранее мая.

Таким образом, план является в значительной степени переходящим на 1950 г., носит предварительный характер и подлежит обсуждению и, возможно, коррективам.
<...>

II. Содержание плана работ

1. Искусственное получение *мезотронов*:

а) определение спектра масс *мезотронов* посредством отклонения их в магнитном поле;

б) определение выхода *мезотронов* как функция энергии *дейтронов* и α -частиц;

в) изучение ядерных взрывов, создаваемых *мезотронами*.

2. Изучение деления тяжелых устойчивых ядер (*висмут, свинец* и более легкие элементы) под действием быстрых *нейтронов, дейтронов* и α -частиц:

а) определение выхода процесса деления от энергии падающей частицы и атомного номера мишени;

б) исследование распределения продуктов деления по массам.

3. Изучение условий формирования и прохождения пучка *нейтронов* с энергией ~ 150 МэВ через различные материалы (воздух, графит, алюминий и др.):

а) определение выхода процесса деления от энергии падающей частицы и атомного номера мишени;

б) определение энергетического распределения *нейтронов* в первичном пучке;

в) определение энергетического и углового распределения вторичных частиц, испускаемых атомными ядрами при бомбардировке *нейтронами* с энергией ~ 150 МэВ;

г) измерение полных сечений ядерных реакций, вызываемых быстрыми *нейтронами*.

4. Радиохимическое исследование продуктов *ядерных превращений*, производимых ускоренными *дейтронами* и α -частицами, а также *нейтронами* с энергией ~ 150 МэВ.

Для обеспечения выполнения намеченного плана научных работ необходимо укомплектовать филиал Лаборатории кадрами научных и инженерно-технических работников.

Совет Министров Союза ССР распоряжением от 9-го октября с.г. обязал ПГУ и руководство Лаборатории №2 принять необходимые для этого меры, а ЦК партии помочь филиалу в вопросе получения высококвалифицированных специалистов, инженеров, мастеров и механиков.

В результате проведенной работы в настоящее время можно считать, что проблема эксплоатационных кадров будет решена успешно. Что же касается вопроса научных и научно-технических кадров, в задачу которых входит разработка и подготовка аппаратуры и проведение научных работ, предусмотренных вышеизложенным планом, то комплектация их идет неудовлетворительным темпом.

В целях наиболее полного использования установки «М» для научных целей руководство Лаборатории №2 и ее филиала на объекте «М» считает совершенно необходимым привлечение ведущих физических институтов Москвы, Ленинграда, Харькова и других городов Советского Союза к работе на ней.

Планирование, порядок и сроки выполнения научных работ должны устанавливаться единым руководящим центром. Было бы целесообразно поручить эти функции НТС.

По решению Правительства общее лабораторное оборудование и приборы поставляются на объект «М» Первым Спец. управлением МЭП в достаточном количестве.

Однако для постановки некоторых научных работ, включенных в план, потребуются дополнительно разместить на заводах заказы на специальное оборудование, не предусмотренное этими поставками.

Перечень этого оборудования дается в приложении №1.

И. о. начальника Лаборатории №2 Академии наук СССР академик С. Л. Соболев

Примечание составителей. Приложение №1 здесь не приводится.

Утверждаю

И. о. начальника Лаборатории №2

АН Союза ССР

Академик — (С. Л. Соболев)

30 октября 1948 г.

Сов. секретно

(Особая папка)

План

научно-исследовательских работ филиала Лаборатории №2 АН СССР

1. Искусственное получение *мезотронов*:

а) определение спектра масс *мезотронов* посредством отклонения их в магнитном поле;

б) определение выхода *мезотронов* как функции энергии *дейтронов* и α -частиц;

в) изучение ядерных взрывов, создаваемых *мезотронами*.

2. Изучение деления тяжелых устойчивых ядер (*висмут, свинец* и более легкие элементы) под действием быстрых *нейтронов, дейтронов* и α -частиц:

а) определение выхода процесса деления от энергии падающей частицы и атомного номера мишени;

б) исследование распределения продуктов деления по массам.

3. Изучение условий формирования и прохождения пучка *нейтронов* с энергией ~ 150 МэВ через различные материалы (воздух, графит, алюминий и др.):

а) определение выхода процесса деления от энергии падающей частицы и атомного номера мишени;

б) определение энергетического распределения *нейтронов* в первичном пучке;

в) определение энергетического и углового распределения вторичных частиц, испускаемых атомными ядрами при бомбардировке *нейтронами* с энергией ~ 150 МэВ;

г) измерение полных сечений ядерных реакций, вызываемых быстрыми нейтронами.

4. Радиохимическое исследование продуктов ядерных превращений, производимых ускоренными дейтронами и α -частицами, а также нейтронами с энергией ~ 150 МэВ.

М. Г. Мещеряков

Второе обсуждение плана научно-исследовательских работ на НТС ПГУ состоялось 4 апреля 1949 г. [24]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол № Т-4
заседания Научно-технического совета Первого главного управления
при Совете Министров СССР

Понедельник, 4 апреля 1949 г.

Члены Научно-технического совета: тт. Первухин М. Г., Алиханов А. И., Семёнов Н. Н., Соболев С. Л., Малышев В. А., Тевосян И. Т., Завенягин А. П., Емельянов В. С.

Присутствовали на заседании:

т. Васин А. И. — Сов. Мин.

т. Столяров С. П. — Госплан СССР

Скоров Д. М. — ПГУ

т. Соколов И. И. — НТС

Еремин Г. И. — НТС

На 1-м вопросе:

т. Джелепов В. П. — Лаб. № 2

т. Векслер В. И. — ФИАН

т. Лямкин Г. М. — ПГУ

1. План научно-исследовательских работ на установке «М» на 1949–1950 гг.
(Сообщение т. Джелепова В. П.)

Выступили: тт. Алиханов А. И., Соболев С. Л., Векслер В. И., Малышев В. А., Тевосян И. Т., Васин А. И., Первухин М. Г.

По сообщению т. Джелепова В. П., сооружение установки «М» заканчивается во 2-м квартале с. г. Ввод в действие установки «М» позволяет начать широкие научные исследования по ядерной физике, используя мощные пучки частиц с энергиями: α -частиц — 600 МэВ, дейтонов — 300 МэВ и нейтронов — 150 МэВ.

Перевод установки «М» на новые схемы работы, разработанные Лабораторией № 2, позволит в дальнейшем получить пучок протонов с энергией 550 МэВ.

Представленный план научно-исследовательских работ на установке «М» на 1949–1950 гг. во исполнение поручения Научно-технического совета от 20.12.1948 г. (протокол № 136) составлен с учетом привлечения к работе на установке Лаборатории № 3, РИАНа и Института химической физики.

Планом предусматривается проведение следующих основных работ:

а) искусственное получение *варитронов* и изучение ядерных реакций, вызываемых *варитронами*;

б) изучение явлений деления тяжелых, устойчивых ядер под действием быстрых нейтронов;

в) изучение условий формирования и прохождения пучка нейтронов с энергией 150 МэВ через различные материалы (воздух, графит, алюминий и другие);

г) радиохимическое исследование продуктов ядерных превращений, производимых ускоренными *дейтонами* и α -частицами, а также *нейтронами* с энергией *150 МэВ* (докладная записка т. Соболева С. Л. и проект плана научно-исследовательских работ прилагается).

Заслушав и обсудив план научно-исследовательских работ на установке «М» на 1949–1950 гг., Научно-технический совет ПОСТАНОВИЛ:

1. Признать, что представленный план научно-исследовательских работ на 1949–1950 гг. на установке «М», представленный Лабораторией № 2 — т. Соболевым С. Л., не предусматривает достаточно полного использования имеющихся возможностей установки «М» для научных исследований и нуждается в дополнительной проработке, уточнении и расширении программы работ и установлении их очередности.

2. Поручить Научному совету по установке «М» т. Соболеву С. Л. (созыв), с привлечением физиков-теоретиков и физиков-экспериментаторов Лаборатории № 2, Лаборатории № 3, РИАНа, ФИАНа, ИХФ АН СССР и руководителей этих институтов (в установленном для этого порядке и указанием Научно-технического совета на заседании), с целью максимального использования установки «М» для решения практических и теоретических вопросов, дополнительно обсудить программу научно-исследовательских работ по ядерной физике на установке «М».

При уточнении и составлении плана получить письменные обоснования целесообразности постановки каждой научно-исследовательской работы и планов необходимых подготовительных мероприятий для проведения этих работ.

Уточненный в соответствии с решением Научно-технического совета план научно-исследовательских работ на установке «М» с указанием в нем очередности проведения работ, исполнителей и сроков, а также план необходимых подготовительных мероприятий для проведения предусмотренных планом работ (приборы, материалы, кадры и другие) представить Научно-техническому совету в двухнедельный срок.

К протоколу НТС приложена следующая объяснительная записка, подписанная С. Л. Соболевым:

К исх. 343сс/оп от 7.03.1949 г.

Сов. секретно

К п. 1-му протокола № Т-4 от 4.04.1949 г.

(Особая папка)

**Объяснительная записка
к плану научно-исследовательских работ филиала
Лаборатории № 2 АН СССР на 1949–1950 гг.**

Установка, заканчивающаяся сооружением *во 2-м квартале этого года*, представляет собой *крупнейший в мире фазотрон (циклотрон с модулированной частотой)*.

Этот *фазотрон* позволит получить *пучки α -частиц, дейтонов и нейтронов* с энергиями порядка *600, 300 и 150 МэВ* соответственно.

Использование схемы инж. Гуревича с электромеханическим *вариатором частоты* или значительно более эффективной, с точки зрения интенсивности, *пятиэлектродной системы* чл.-кор. АН СССР А. Л. Минца позволит в дальнейшем получить *пучок протонов* с энергией ~ 550 МэВ.

План научно-исследовательских работ, намеченных к выполнению на установке «М» в 1949–1950 гг., предполагает широкое изучение механизма и результатов взаимодействия столь *быстрых, тяжелых частиц с атомными ядрами*.

Эти исследования в основном будут проводиться по следующим направлениям:

1. Рождение *варитронов (мезотронов)* при бомбардировке ядер α -частицами и *дейтонами* с энергией до *600 и 300 МэВ* соответственно.

2. Взаимодействие *варитронов с ядрами. Ядерные взрывы, создаваемые варитронами*, и выяснение возможности возникновения *каскадных* процессов.

3. Изучение ядерных сил, действующих между элементарными частицами, путем исследования процессов столкновения нейтронов и протонов до энергии 150 МэВ.

4. Развал атомных ядер, происходящий при бомбардировке последних α -частицами, протонами и нейтронами различных энергий, вплоть до максимально достижимых с помощью данной установки.

Все эти вопросы нашли свое отражение в приложенном к записке и утвержденном на заседании НТС по установке «М» тематическом плане работ филиала Лаборатории № 2 на объекте на 1949–1950 г.

В решении задач, предусмотренных планом, наряду с работниками Лаборатории № 2 и ее филиала будут принимать участие: Лаборатория № 3 АН СССР (академик Алиханов А. И.), Радиевый институт АН СССР (академики Хлопин В. Г., Лукирский П. И.), Институт химической физики АН СССР (академик Семенов Н. Н.).

С ними этот вопрос согласован и их участие в работах отражено в плане.

И. о. начальника Лаборатории № 2 Академии наук СССР академик С. Л. Соболев

Таким образом, члены НТС ПГУ оказались не удовлетворены представленными планами исследований и решили в третий раз 26 декабря 1949 г. послушать предложения Лаборатории № 2 [33]:

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол Т-24
заседания Научно-технического совета Первого главного управления
при Совете Министров СССР

Понедельник, 26 декабря 1949 г.

Члены Научно-технического совета: тт. Емельянов В. С., Первухин М. Г., Кикоин И. К., Малышев В. А., Соболев С. Л., Арцимович Л. А., Мещеряков М. Г., Алиханов А. И., Поздняков Б. С. и т. Виноградов А. П.

Присутствовали на заседании:

тт. Завенягин А. П. — ПГУ

Новиков И. И. — ПГУ

Кабанов И. Г. — министр электропромышленности

Ефремов Д. В. — зам. министра электропромышленности

Лямкин Г. М. — ПГУ

Козлинский В. А. — НТС

Еремин Г. И. — НТС

Соколов И. И. — НТС

1. Сводный план основных работ по исследованиям на ускорителях на 1950 г.
(Сообщение т. Мещерякова М. Г.)

Выступили: тт. Арцимович Л. А., Алиханов А. И., Малышев В. А., Первухин М. Г., Емельянов В. С., Завенягин А. П.

По сообщению т. Мещерякова М. Г., план научно-исследовательских работ, которые будут проводиться в 1950 г. на установке «М», согласован с научно-исследовательскими организациями, привлекаемыми к исследовательским работам на этой установке.

План составлен с учетом данных, опубликованных в литературе о работах, проведенных за последние годы на 184'' синхроциклотроне в Калифорнийском университете (тезисы сообщения т. Мещерякова М. Г. о работах, проводившихся в Калифорнийском университете, прилагаются).

Установка «М» позволяет, как показали первоначальные опыты, получать дейтроны с энергией 280–290 МэВ (калифорнийский синхроциклотрон дает энергию

дейтронов 180–185 МэВ), α -частицы с энергией 560–580 МэВ, а также генерировать нейтроны с энергией до 150 МэВ.

Практическая возможность получать пучки ускоренных частиц значительно больших энергий, чем у американцев, дает основание предполагать, что в процессе работ на установке «М» могут быть обнаружены новые неизученные явления в области генераций мезотронов, деления ядер и взаимодействия нейтронов с веществом.

Планом научно-исследовательских работ на установке «М» предусматривается проведение следующих основных работ:

1. Изучение механизма формирования и прохождения через вещество (углерод, вода, воздух, алюминий, железо, бетон, свинец, кремний, амелий и др.) пучка нейтронов с энергией ~ 150 МэВ.

2. Исследование механизма образования мезотронов различных масс и механизмов вызываемых ими ядерных превращений.

3. Изучение ядерных превращений, вызываемых нейтронами высоких энергий.

4. Исследование механизма деления тяжелых ядер под действием быстрых нейтронов.

5. Радиохимическое исследование продуктов распада ядер при бомбардировке их частицами высоких энергий.

6. Разработка технологии получения фотоэмульсий, регистрирующих частицы высоких энергий.

7. Получение искусственно-радиоактивных изотопов.

8. Биологическое действие нейтронов высоких энергий.

К выполнению этих работ привлекаются ЛИП АН, ИХФ АН, РИАН, Теплотехническая лаборатория АН, ФИАН, ГЕОХИ АН, Институт биофизики АМН. Все предусмотренные планом работы согласованы с участниками (исполнителями) работ. <...>

Заслушав и обсудив сообщение т. Мещерякова М. Г. о плане научно-исследовательских работ, подлежащих выполнению на установке «М» в 1950 г., Научно-технический совет ПОСТАНОВИЛ:

1. Принять сводный план основных научных исследований на ускорителе в 1950 г. (н. вх. Т-1990 от 17.12.1949 г.), в т. ч. по установке «М», представленный т. Мещеряковым М. Г. и согласованный с т. Курчатовым И. В. и участниками-исполнителями, и по установке С-25, ранее представленный и принятый НТС (протокол н. вх. Т-20 от 19.11.1949 г.).

2. Поручить Научно-техническому совету по установке «М» (т. Курчатову И. В., т. Мещерякову М. Г.) рассмотреть и утвердить рабочие программы научных исследований привлеченных к работам на установке «М» научно-исследовательских организаций, проверить их подготовку к выполнению работ, а также рассмотреть в соответствии со сроками, предусмотренными сводным планом, результаты работ каждой из организаций.

3. Поручить ПГУ — т. Новикову И. И. — включить в планы научно-исследовательских работ соответствующих организаций на 1950 г. предусмотренную сводным планом тематику научных исследований на установке «М».

Сообщение М. Г. Мещерякова на заседании НТС представлено ниже:

Секретно

Обзор работ на 184'' с/ц¹

Я доложу Вам о плане научно-исследовательских работ, которые будут проводиться в 1950 г. на нашем большом с/ц. Этот план составлен по заявкам исследовательских учреждений, а также с учетом того, что сделано в течение последних трех лет на 184'' с/ц в Америке в радиационной лаборатории Калифорнийского университета. На этом приборе проводились научные работы по следующим направлениям.

1. Изучение механизма формирования пучков *нейтронов* большой энергии с помощью реакции отщепления частиц от *дейтронов*.

Было замечено, что при бомбардировке различных мишеней *дейтронами* с энергией, примерно равной половине энергии падающего *дейтрона*, полуширина пучка равнялась всего лишь 9–10°. Механизм образования пучка быстрых *нейтронов* состоит в том, что быстрый *дейтрон*, проходя линию *ядра*, касается его края одной из своих частиц, в результате чего эта частица захватывается *ядром*, а вторая частица продолжает свое движение вперед со скоростью, примерно равной скорости первичного *дейтрона*. Так освобождаются примерно в равном количестве быстрые *нейтроны*, которые выходят из камеры ускорителя, и быстрые *протоны*, отклоняемые магнитным полем внутрь камеры с/ц. Изучение углового и энергетического распределения освобождаемых частиц подтвердило в общих чертах эту картину *внеядерного развала дейтрона*.

Как показали опыты, выполненные около двух лет назад в нашей лаборатории на полутораметровом *циклотроне*, процесс отщепления возможен и у *дейтронов*, ускоренных до энергии в 16 МэВ.

Бомбардируя в первые же дни после пуска нашего большого с/ц *медную* мишень *дейтронами* с энергией 290 МэВ, мы без особого труда обнаружили узкий пучок быстрых *нейтронов* от реакции отщепления. Грубая оценка показывает, что поток *нейтронов* в том пучке равен примерно одному миллиарду *нейтронов* в секунду. Чтобы судить о биологической вредности этого пучка *нейтронов*, достаточно сказать, что толерантная доза *нейтронного излучения* составляет всего лишь около 150 быстрых *нейтронов* в секунду на один см² поверхности человеческого организма. В настоящее время в соответствии с представляемым планом мы начали на нашем с/ц детальное изучение механизма образования пучка быстрых *нейтронов*.

2. Исследование взаимодействия быстрых *нейтронов* с *атомными ядрами*. Реакция отщепления частиц от быстрых *нейтронов* оказалась весьма удобным источником *нейтронов* с энергией вплоть до 90 МэВ. Сразу же после пуска 184'' с/ц были поставлены опыты, в которых измерялось поглощение быстрых *нейтронов* в *свинце*, *меди*, *алюминии*, *углероде*, *воздухе* и *воде*, а также в обычном и баритовом *бетоне*. Можно предполагать, что результаты измерений с *бетоном американцам* понадобились в связи с ведущимся строительством нескольких мощных ускорителей и вызванной этим обстоятельством разработкой средств *защиты* людей от проникающего *излучения*. Опыты по поглощению быстрых *нейтронов* показали, что толщина материала, ослабляющая пучок *нейтронов* с энергией 90 МэВ в два раза, меняется от 56 см (*вода*) до 25 см (*бетон*).

Особый интерес вызывают опыты, в которых измерялись полные сечения *ядер* для *нейтронов* с энергией 90 МэВ. На протяжении периодической таблицы величина этого сечения меняется более чем в шестьдесят раз: от 0,08 барн для *водорода* до 5 барнов для —². По данным этих измерений могут быть вычислены, как известно, радиусы соударения *ядер*. При дальнейшем изучении процесса соударения быстрых *нейтронов* с *ядрами свинца* и *меди* было найдено, что рассеяние носит преимущественно дифракционный характер.

3. Рассеяние *нейтронов* большой энергии на *водороде*. Принципиальный интерес вызывает установленное в этих опытах наличие максимума числа *протонов* впереди, а не сзади, что определенно указывает на то, что по крайней мере частично взаимодействие между *протоном* и *нейтроном* носит обменный характер.

В предлагаемом плане работ на 1950 г. этому вопросу посвящена специальная тема.

4. Искусственное образование *мезотронов*.

При бомбардировке *углерода*, *бериллия* и *меди* α -частицами с энергией около 380 МэВ было замечено испускание как положительных, так и отрицательных *мезотронов* с массой около 300 *электронных* масс. Две трети отрицательных *мезотро-*

нов в конце своего пробега образуют *звезды*. Положительные *мезотроны* большей частью распадаются, давая вторичные *мезотроны*, масса которых равна примерно 200 *электронных* масс, а кинетическая энергия — около 4 *МэВ*. Грубая оценка показывает, что при бомбардировке разных мишеней покоя в 0,1 мкА α -частицами с энергией около 380 *МэВ* в фотографическую пластинку за 10-минутную экспозицию входит более чем в сто миллионов раз больше *мезотронов*, чем в таких же опытах с *космическими лучами*. На нашем с/ц могут быть получены α -частицы с энергией 580 *МэВ*, а поэтому указанное соотношение изменится еще больше в нашу пользу.

Наряду с опытами, в которых *мезотроны*, после отклонения их в магнитном поле с/ц, будут регистрироваться с помощью толстослойных *фотопластинок*, мы намереваемся также ввести пучок *мезотронов* из разгонной камеры с/ц. Необходимые для этой цели магнитные каналы нами рассчитаны и спроектированы.

5. *Ядерные реакции при больших энергиях.*

а) Прежде всего следует упомянуть об изучении реакций $C^{12}(p, pn)C^{11}$, $C^{12}(n, 2n)C^{11}$ и $C^{12}(d, dn)C^{11}$. Все эти три реакции широко используются в качестве индикаторов быстрых частиц. Это в значительной мере и было причиной детального изучения функций возбуждения этих реакций. Характерной особенностью реакций $C^{12}(p, pn)C^{11}$ и $C^{12}(n, 2n)C^{11}$ является постоянство их сечений при энергиях выше 60 *МэВ*. Сечение реакций $C^{12}(d, dn)C^{11}$ остается постоянным, начиная примерно с 160 *МэВ*. Это постоянство сечений рассматриваемых реакций при больших энергиях падающих частиц вызвано, по-видимому, тем, что исходное *ядро* C^{12} фактически получает лишь часть энергии падающей частицы. Таким образом, механизм рассматриваемых реакций ничего не имеет общего с обычным *боровским* процессом испарения частиц из возбужденного *ядра*.

б) Изучение *звезд*, создаваемых *дейтронами*, α -частицами разных энергий в фотографических *эмульсиях*. Было найдено, что быстрые *дейтроны* и α -частицы, проходя через слой фотографической *эмульсии*, производят превращения, протекающие с испусканием нескольких заряженных частиц. Такие превращения оставляют после себя след в виде *звезд* в слое *эмульсии*. Среднее число следов в *звездах*, создаваемых *дейтронами*, равно 3.

Для α -частиц это число несколько больше. Число следов в направлении движения *дейтрона* в три раза больше, чем в обратном направлении.

γ) Радиохимическое исследование продуктов превращений, производимых быстрыми частицами в *Al*, *As*, *Cu*, *Fe*, *Bi*, *Rd*. В этих опытах было обнаружено образование *протонов*, отличающихся по весу на 20 или даже 30 массовых единиц от исходного *ядра* (например, образование C^{38} и P^{32} из *меди* и др.). Были замечены также новые, ранее неизвестные *радиоактивные* изотопы (N^{17} , N^{12} , Pd^{101} , Pd^{100} и др.). На нашем с/ц радиохимическое исследование продуктов *ядерных* превращений будет производиться Институтом аналитической химии и геохимии.

6. Деление *тяжелых ядер* под действием частиц большой энергии.

С помощью частиц, ускоренных в 184'' с/ц, было обнаружено деление таких *тяжелых стабильных ядер*, как *Bi*, *Pb*, *Fe*, *Pt*, *Hg*, *Au*, остающихся стабильными, как известно, под действием нейтронов с энергией в несколько миллионов электронвольт.

Деление под действием частиц высоких энергий существенно отличается от деления *U*, вызываемого медленными *нейтронами*. Во-первых, отсутствует асимметрия в распределении продуктов деления по массам, во-вторых, возникает много *легких* изотопов, которые при делении или совсем не наблюдались, или наблюдались очень редко.

До деления *исходное ядро* испускает большое число *нейтронов*. Этим и объясняется тот факт, что сумма массовых чисел продуктов деления обычно меньше массового числа исходного изотопа.

Таков краткий обзор опытов, выполненных на 184'' с/ц. В этих опытах были существенно расширены наши представления о механизме *ядерных* превращений,

протекающих при больших энергиях, было искусственное получение *мезотронов* и, наконец, обнаружена способность *тяжелых* стабильных ядер делиться при больших энергиях возбуждения.

М. Г. [Мещеряков]

Примечания составителей: ¹В сообщении и других материалах НТС нет расшифровки термина 184'' с/ц; надо полагать, что речь идет о 184-дюймовом фазотроне в Беркли (США).

²Поставлен прочерк, значение не указано.

НТС ПГУ был утвержден следующий план исследований (за подписью М. Г. Мещерякова):

Сов. секретно
(Особая папка)

**План научно-исследовательских работ,
проводимых на установке «М» на 1950 г.**

Проблема	Тема	Исполнители	Сроки
1. Изучение механизма формирования и прохождения через вещество (углерод, вода, воздух, алюминий, железобетон, свинец, кремний, амелил и др.) пучка нейтронов с энергией ~ 150 МэВ	1) Изучение углового распределения пучка <i>нейтронов</i> от реакции раздирания быстрых <i>дейтронов</i>	Лаборатория измерительных приборов и Гидротехническая лаборатория АН СССР.	1.01.1950–1.05.1950
	2) Изучение энергетического распределения <i>протонов</i> от реакции раздирания быстрых <i>дейтронов</i>	Руководитель — Курчатов И. В.	1.01.1950–1.10.1950
	3) Измерение полных сечений взаимодействия с атомными ядрами <i>нейтронов</i> с энергией ~ 150 МэВ	Исполнители: Мещеряков М. Г.	1.01.1950–переход на 1951 г.
	4) Исследование функции возбуждения реакции $C^{12}(p, pn)C^{11}$ в интервале энергий от 90 до 250 МэВ	Джелепов В. П.	1.01.1950–1.10.1950
	5) Исследование углового распределения <i>нейтронов</i> с энергией ~ 150 МэВ, рассеянных на водороде	Реут А. А.	1.01.1950–переход на 1951 г.
	6) Определение выхода <i>нейтронов</i> при прохождении <i>дейтронного</i> пучка через мишень из <i>легких элементов</i>	Гавриловский Б. В.	1.01.1950–31.12.1950
	7) Определение коэффициента поглощения <i>быстрых нейтронов</i> в <i>углероде</i>	Селиванов Г. И.	1.01.1950–переход на 1951 г.
	8) Определение суммарного выхода <i>вторичных нейтронов</i> при взаимодействии <i>быстрых нейтронов</i> с ядрами <i>тяжелых элементов</i> по зависимости размножения от массы вещества	Казаринов Ю. М.	1.01.1950–31.12.1950
	9) Интегральные опыты на модели с определением эффективного числа доходящих до центра <i>нейтронов</i>	Петров Н. И.	1.01.1950–31.12.1950
	10) Исследование механизма торможения <i>быстрых нейтронов</i> ядерным веществом: поиски <i>тормозного излучения</i> при ядерных процессах	Институт химической физики АН СССР. Руководитель — Семенов Н. Н. Исполнители: Ковальский А. А. Гольданский В. И.	1.01.1950–1.10.1950
	Миллер В. В.	1.01.1950–31.12.1950	
	Путен Н. Я.	1.01.1950–31.12.1950	
	Гусак Л. А.	1.01.1950–31.12.1950	
	Тарумов В. В.	1.01.1950–31.12.1950	
	» »	1.01.1950–1.10.1950	
	Радиевый институт АН СССР.	1.01.1950–31.12.1950	
	Руководитель — Лукирский П. И.		
	Исполнители: Перфилов Н. А.		
	Жданов А. П.		

Проблема	Тема	Исполнители	Сроки
2. Исследование механизма образования мезотронов различных масс и механизма вызываемых ими ядерных превращений	1) Измерение <i>времени жизни мезотронов</i> различных масс	Теплотехническая лаборатория АН СССР. Руководитель — Алиханов А. И.	1.01.1950–переход на 1951 г.
	2) Определение спектра масс <i>мезотронов</i> посредством отклонения их в <i>магнитном поле</i> установки «М»	Гидротехническая лаборатория АН СССР. Руководитель — Мещеряков М. Г. Исполнители: Гуревич И. И. Григорьев Е. Л. Богачев Н. П. Сороко Л. М. Барчугов В. В. Самойлович Д. Я.	1.01.1950–переход на 1951 г.
	3) Изучение методом фотопластинок <i>мезотронов</i> разных масс и вызываемых ими <i>ядерных</i> превращений	Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР. Руководитель — Франк И. М. Исполнители: Сухов Л. В. Беловицкий Г. Е.	1.01.1950–переход на 1951 г.
	4) Изучение <i>ядерных</i> превращений, вызываемых <i>отрицательными мезотронами</i>	Радиевый институт АН СССР. Руководитель — Лукирский П. И. Исполнители: Перфилов Н. А. Жданов А. П.	1.01.1950–переход на 1951 г.
	5) Измерение спектра масс <i>варитронов</i> из установки «М» методом <i>масс-спектрометра</i> и камеры Вильсона	Теплотехническая лаборатория АН СССР. Руководитель — Алиханов А. И.	1.01.1950–переход на 1951 г.
	6) Исследование механизма <i>деления тяжелых ядер нейтронным излучением</i>	Лаборатория измерительных приборов АН СССР. Руководитель — Флеров Г. Н. Исполнители: Воробьев Е. Д. Столяров Г. А.	1.01.1950–переход на 1951 г.
	7) Исследование прохождения через вещество <i>нейтронного</i> излучения	» »	1.01.1950–переход на 1951 г.

Проблема	Тема	Исполнители	Сроки
3. Изучение сложных ядерных превращений, вызываемых нейтронами высоких энергий (образование «звезд» и деление тяжелых ядер)	Исследование механизма генерации «звезд» в тяжелых элементах	Радиевый институт АН СССР. Руководитель — Жданов А. П.	1.01.1950–переход на 1951 г.
4. Исследование механизма деления тяжелых ядер под действием быстрых нейтронов	1) Определение относительного выхода процесса деления в зависимости от энергии нейтрона и атомного номера облучаемого элемента	Лаборатория измерительных приборов АН СССР. Руководитель — Курчатов И. В. Исполнители: Мещеряков М. Г. Реут А. А. Селиванов Г. И. Казаринов Ю. М. Головин Б. М. Радиевый институт АН СССР. Руководитель — Перфилов Н. А.	1.01.1950–31.12.1950
	2) Радиохимическое исследование продуктов деления	Радиевый институт АН СССР. Руководитель — Никитин Б. А.	1.01.1950–переход на 1951 г.
5. Радиохимическое исследование продуктов распада ядер при бомбардировке их частицами высоких энергий	Идентификация осколков различными физико-химическими методами	Институт геохимии и аналитической химии АН СССР. Руководитель — Виноградов А. П.	1.01.1950–переход на 1951 г.
6. Разработка технологий получения фотозмульсий, регистрирующих частицы высоких энергий	Выяснение пригодности существующих эмульсий для регистрации быстрых частиц и разработка методов получения соответствующих для этой цели фотослоев	Радиевый институт АН СССР. Руководитель — Жданов А. П. Перфилов Н. А. Лаборатория измерительных приборов АН СССР. Руководитель — Гуревич И. И. Самойлович Д. Д.	1.01.1950–31.12.1950

Проблема	Тема	Исполнители	Сроки
7. Получение искусственно радиоактивных изотопов	1) Получение <i>искусственно радиоактивных</i> изотопов (<i>короткоживущих</i>) 2) Получение <i>искусственно радиоактивных</i> изотопов, требующихся для изготовления бомбардировки <i>дейтронами</i> , <i>нейтронами</i> <i>высоких энергий</i>	Лаборатория измерительных приборов АН СССР. Руководитель — Курчатов Б. В. Институт биофизики АМН СССР. Руководитель — Франк Г. М. Исполнители: Бочкарев В. В. Пчелин П. Н.	1.03.1950–переход на 1951 г.
8. Биологическое действие нейтронов высоких энергий	1) Определение смертельных и поражающих доз 2) Особенности течения картин поражения по анализам крови, биохимическим изменениям, патолого-анатомическим картинам	Институт биофизики АМН СССР. Руководитель — Франк Г. М. Исполнители: Лубан И. С. Каляева П. В. Торопова Г. П.	1.01.1950–31.12.1950 (до 1 апреля необходимо подготовить дозиметрию)
9. Разработка устройства для вывода пучка ускоренных ионов из камеры установки «М»	1) Разработка магнитных каналов и корректирующих шимм 2) Расчеты выводных каналов 3) Расчет формы полюсов магнита для фокусировки пучка, вышедшего из камеры установки «М» 4) Выдача заданий промышленности на изготовление фокусирующего магнита	Гидротехническая лаборатория АН СССР. Руководитель — Катышев В. С. Кропин А. А. Руководитель — Катышев В. С. Кропин А. А. Дмитриевский В. П. Руководитель — Мещеряков М. Г. Джелепов В. П. Кропин А. А. Руководитель — Честной А. В. Катышев В. С. Кропин А. А.	1.01.1950–1.03.1950 1.01.1950–1.04.1950 1.01.1950–1.04.1950 К 1 мая 1950 г.
10. Экспериментальное исследование условий работы установки «М»	1) Изучение <i>бетатронных</i> колебаний ионов в камере установки «М»	Гидротехническая лаборатория АН СССР. Руководитель — Мещеряков М. Г. Исполнители: Честной А. В. Катышев В. С. Кропин А. А. Батюня В. В. Игнатенко А. Е. Вахрамеев А. Г. Дмитриевский В. П.	1.01.1950–1.05.1950

Проблема	Тема	Исполнители	Сроки
	2) Разработка новых конструкций <i>ионных источников</i> для установки «М»	Руководитель — Мещеряков М. Г. Исполнители: Честной А. В. Катышев В. С. Кропин А. А. Батюня В. В. Игнатенко А. Е. Вахрамеев А. Г. Дмитриевский В. П.	1.01.1950–31.12.1950
	3) Определение зависимости тока на выходе установки «М» от величины напряженности <i>магнитного и электрического</i> полей, рабочего давления в камере и режима импульсного питания <i>ионного источника</i>	» »	1.01.1950–1.05.1950
	4) Выбор оптимальных условий работы всех устройств установки «М»	» »	1.01.1950–1.06.1950
11. Работы по второму варианту установки	1) Выбор и обоснование оптимальных размеров внутренних элементов <i>разгонной камеры</i> второго варианта	Гидротехническая лаборатория АН СССР. Руководитель — Мещеряков М. Г. Джелепов В. П. Честной А. В. Катышев В. С. Батюня В. В.	1.01.1950–1.03.1950
	2) Моделирование формы магнитного поля второго варианта установки «М»	Совместно с ОКБ МЭП СССР (Комар Е. Г.) От Гидротехнической лаборатории АН СССР — Честной А. В. Кропин А. А.	1.01.1950–1.03.1950
	3) Разработка выводного узла <i>ионного</i> источника и отсасывающих электродов для второго варианта	Руководитель — Честной А. В. Катышев В. С. Игнатенко А. Е.	1.01.1950–1.06.1950
	4) Разработка устройств для регистрации <i>ускоренных ионов</i> в камере второго варианта	Руководитель — Джелепов В. П. Реут А. А.	1.01.1950–1.06.1950
	5) Участие в монтажных и наладочных работах второго варианта установки «М»	Руководитель — Честной А. В. Тараканов К. И. Катышев В. С. Пронин А. А. Игнатенко А. Е. Вахрамеев А. Г.	1.06.1950–переход на 1951 г.

4.4. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ «М»

Предложения по реконструкции установки «М» обсуждались на заседании НТС 23 апреля 1951 г. и были утверждены А. П. Завенягиным [41].

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол № Л-9 заседания Научно-технического совета Первого главного управления при Совете Министров СССР

Понедельник, 23 апреля 1951 г.

Члены совета: тт. Курчатов И. В., Емельянов В. С., Бочвар А. А., Первухин М. Г., Соболев С. Л., Мещеряков М. Г., Доллежалъ Н. А., Павлов Н. И., Поздняков Б. С.

Присутствовали:

на заседании — тт. Новиков И. И. — ПГУ
Соколов И. И. — НТС

на 1-м вопросе —

тт. Минц А. Л. — *Радиотехн. лабор.*

Векслер В. И. — *ФИАН*

Комар Е. Г. — *ОКБ МЭП*

Лямкин Г. М. — *ПГУ*

Козлинский В. А. — *НТС*

1. О реконструкции установки «М» (Сообщение т. Мещерякова М. Г.)

Выступили: тт. Комар Е. Г., Векслер В. И., Первухин М. Г., Минц А. Л., Курчатов И. В.

По сообщению т. Мещерякова М. Г. (материал прилагается), в соответствии с решением Научно-технического совета от 18 августа 1950 г. (протокол К-17) были проведены расчетно-теоретические, исследовательские и экспериментальные работы по выяснению возможности перевода установки «М» в режим *циклосинхротронного* ускорения с целью повышения энергии частиц до 1500 млн электронвольт.

В Лаборатории измерительных приборов были проведены расчеты и экспериментальные работы (н. вх. Т-398/13оп, инв. № 190оп, 113, 114, 115сс):

а) расчеты движения *ионов* в меняющемся по величине и форме магнитном поле *циклосинхротрона*;

б) экспериментально изучена структура *ионного* пучка в зоне последних орбит установки «М», с целью выяснения условий перехода к *циклосинхротронному* режиму. Установлено, что *циклосинхротронный* режим ускорения может быть осуществлен посредством создания дополнительного, нарастающего во времени магнитного поля в зоне последних орбит *фазотронного* ускорения. При этом кольцевая область *циклосинхротронного* ускорения должна иметь размеры по радиусу порядка 350–400 мм и по высоте не менее 150 мм.

В ОКБ Министерства электропромышленности определены основные параметры системы катушек, создающих дополнительное магнитное поле для *циклосинхротронного* ускорения, и параметры системы питания катушек. Установлено, что система катушек может быть реально осуществлена при размерах области *циклосинхротронного* ускорения 80 × 150 мм. Однако указанные размеры области ускорения (80 × 150 мм) в два раза менее, чем это требуется по расчетам Гидротехнической лаборатории ЛИП (т. Мещеряков М. Г.).

Система питания катушек в этом случае также имеет приемлемые масштабы: пиковая мощность питания катушек составит 40 000 кВт, а типовая мощность специального синхронного генератора — 15 000 кВт.

Дополнительные расчеты, выполненные в ОКБ МЭП, показали, что создание системы катушек дополнительного магнитного поля с размерами рабочей области, рассчитанными Гидротехнической лабораторией ЛИП АН СССР, является мало реальным; мощность питания катушек дополнительного магнитного поля при этом также возрастает до неприемлемой величины (пиковая мощность $150\,000\text{--}200\,000$ кВт).

При переходе на *циклосинхротронный* режим получают малые *ионные токи* на выходе (в $\sim 10^3$ раз меньше по сравнению с *фазотронным* режимом установки «М»).

Реконструкция установки «М» связана с длительной остановкой ее.

Научно-технический совет по установке «М», рассмотрев 29 марта 1951 г. (протокол прилагается) вопрос о переводе установки в режим *циклосинхротронного* ускорения, признал этот перевод нерациональным из-за невозможности создания дополнительного магнитного поля необходимых размеров.

Одновременно Научно-технический совет по установке «М» признал необходимым возобновить работы по проектированию и изготовлению *камеры* для шестиметрового варианта установки, приостановленные в связи с разработкой вопроса о *циклосинхротронном* ускорении.

По сообщению т. Комара Е. Г., значительные работы, проведенные в ОКБ МЭП по разработке системы *циклосинхротронного* ускорения, привели к выводу о невозможности создания рабочей области *циклосинхротронного* ускорения с размерами, указанными Гидротехнической лабораторией. В связи с этим нецелесообразно проведение дальнейших работ по реконструкции установки «М» путем перевода ее в режим *циклосинхротронного* ускорения.

Многоэлектродный вариант *камеры* для установки «М», обеспечивающий повышение энергии частиц до $650\text{--}700$ млн электронвольт, в настоящее время необходимо доработать в соответствии с накопившимся за последнее время опытом эксплуатации установки «М».

По сообщению т. Векслера В. И., метод *циклосинхротронного* ускорения является принципиально возможным. Однако техническое осуществление его связано с большими трудностями.

Сооружение ускорителя на энергию $1,5$ млрд. электронвольт по *циклосинхротронному* методу требует вообще больших затрат, чем сооружение нового *кольцевого ускорителя* на ту же энергию частиц из-за крайней сложности создания системы дополнительного магнитного поля и других причин.

По сообщению т. Минца А. Л., высота области ускорения должна быть не менее 10 см, включая толщину ускоряющих электродов и зазоры до крышки *камеры* не менее 15–20 см. Это приводит к неприемлемым размерам системы питания дополнительных катушек (пиковая мощность порядка $200\,000$ кВт).

Уже только по этим причинам перевод установки «М» в *циклосинхротронный* режим безусловно нецелесообразен.

По мнению т. Ефремова Д. В. (письмо прилагается), дальнейшее увеличение размеров по высоте между *дуантами* с 80–100 мм до 150–180 мм приводит к нецелесообразности осуществления режима *циклосинхротронного* ускорения на установке «М».

Заслушав и обсудив сообщение т. Мещерякова М. Г. о реконструкции установки «М», Научно-технический совет ПОСТАНОВИЛ:

1. Признать, на основании сообщения т. Мещерякова М. Г., т. Комара Е. Г. и заключения Научно-технического совета по установке «М», что в результате работ, проведенных в Лаборатории измерительных приборов, Гидротехнической лаборатории и ОКБ Министерства электропромышленности для выяснения возможности перевода установки «М» в режим *циклосинхротронного* ускорения, установлено следующее:

а) принципиальная возможность *циклосинхротронного* ускорения за счет создания дополнительного переменного магнитного поля в зоне последних орбит *фазотро-*

на; определены требования к характеристикам магнитного поля в рабочей области, и установлены минимальные размеры ее (ширина 350–400 мм, высота 150 мм);

б) на основании проектных и экспериментальных работ выяснились большие трудности осуществления дополнительного магнитного поля, к которым относятся:

— создание, при помощи безжелезных катушек, требуемой равномерности магнитного поля в зоне *циклосинхротронного* ускорения;

— подавление искажающего влияния массивных полюсов на распределение магнитного поля в зазоре;

— преодоление электродинамических усилий в дополнительных катушках;

— осуществление связи между напряженностью магнитного поля и частотой ускоряющего напряжения;

— сложность системы питания дополнительных катушек;

— значительная мощность питания и др.

Работы ОКБ МЭП показали возможность преодоления большинства из указанных трудностей в случае, если размеры рабочей области ускорения не будут превышать примерно 80×150 мм. При увеличении этих размеров по ширине до 350–400 мм и по высоте до 150 мм осуществление катушек дополнительного магнитного поля и системы питания этих катушек становится нереальным.

2. Признать, по предложению Научно-технического совета по установке «М» (т. Курчатова И. В.), т. Мещерякова М. Г. и т. Ефремова Д. В., нецелесообразным ведение дальнейших работ по переводу установки «М» в режим *циклосинхротронного* ускорения из-за невозможности практически осуществить на установке «М» дополнительное магнитное поле, обеспечивающее *циклосинхротронное* ускорение.

3. Признать целесообразным, по предложению т. Мещерякова М. Г. и Научно-технического совета по установке «М», возобновление разработки и осуществление 6-метровой *камеры* установки «М», позволяющей повысить энергию *элементов*¹ с 490 млн электронвольт до 650–700 млн электронвольт, а также увеличить интенсивность пучка частиц.

4. Поручить тт. Мещерякову М. Г. (созыв), Ефремову Д. В., Минцу А. Л., Мещерякову К. Н., Гутову А. И., Комаровскому А. Н. и Новикову И. И. в месячный срок разработать и представить на рассмотрение Секции план-график работ, а также необходимые мероприятия по осуществлению 6-метровой установки «М», определяющий:

а) сроки проектирования *камеры* и дополнительного оборудования;

б) сроки разработки проекта дополнительной защиты в связи с повышением энергии частиц;

в) сроки изготовления оборудования;

г) сроки и порядок выполнения необходимых строительных работ и монтажа оборудования, обеспечивающие минимальный перерыв в работе установки.

5. Поручить Секции № 3 (т. Кабанов И. Г.) в месячный срок обсудить представляемый т. Мещеряковым М. Г., т. Ефремовым Д. В. и др. план-график работ по проектированию и изготовлению 6-метровой *камеры* установки «М».

Предложения Секции № 3 и план-график работ по изготовлению 6-метровой *камеры* установки «М» представить в ПГУ для внесения их в *Правительство*.

Примечание составителей. ¹Имеются в виду протоны.

К протоколу НТС приложены следующие документы: 1) предложения М. Г. Мещерякова по реконструкции установки «М», 2) письмо М. Г. Мещерякова В. С. Емельянову, 3) письмо Д. В. Ефремова, 4) протокол заседания Научно-технического совета по установке «М» от 29 марта 1951 г.

1) Предложения М. Г. Мещерякова по реконструкции установки «М»:

Сов. секретно
(Особая папка)

Предложения по реконструкции установки «М»

Во второй половине 1950 г. в Лаборатории измерительных приборов были проведены исследовательские работы с целью выяснения возможности перевода установки «М» в режим циклосинхротронного ускорения *элементов*¹ до энергии 1500 млн электронвольт. Программой этих работ предусматривалось следующее:

1. Определение смещения центров вращения ионов на последних орбитах относительно геометрического центра зазора электромагнита.

2. Изучение структуры магнитного поля в зоне последних орбит и разработка способов коррекции поля в этой области.

3. Определение вертикальных размеров и положения циркулирующего пучка ионов относительно средней плоскости синхроциклотрона.

4. Изучение вопроса о распределении частиц по амплитудам вертикальных колебаний в зоне последних орбит.

Одновременно была проведена расчетно-теоретическая работа по изучению движения ионов в меняющемся по форме и величине магнитном поле циклосинхротрона. Теоретическому рассмотрению подлежали также вопросы переходного режима и распределения магнитного поля тока вблизи железных масс.

Как экспериментальные, так и теоретические исследования привели к следующим заключениям:

1. Циклосинхротронный способ ускорения принципиально возможно осуществить посредством создания дополнительного, нарастающего во времени магнитного поля в зоне последних орбит синхроциклотронного ускорения.

2. Для того, чтобы ускорение в циклосинхротронном режиме происходило без заметного ослабления интенсивности пучка ионов, кольцевая область дополнительного магнитного поля должна иметь размеры по радиусу порядка 350–400 мм; по высоте зазор для пучка должен быть не менее 150 мм. В пределах этой области магнитное поле должно удовлетворять всем требованиям устойчивости синхротронного ускорения. Указанный размер по высоте области дополнительного поля является минимальным: с учетом известных недостатков безжелезного синхротронного ускорения (малость показателя радиального спада магнитного поля, невозможность шиммирования, наличие неизбежных механических деформаций токопроводов и т. д.) этот размер желательно взять с запасом.

Параллельно с упомянутыми опытами и расчетами, в ОКБ Министерства электропромышленности были проведены исследовательские и конструкторские разработки по установлению основных параметров системы катушек дополнительного магнитного поля и определению размеров агрегатов питания их. По сообщению тов. Ефремова Д. В., эти разработки также показали принципиальную возможность реконструкции установки «М» с доведением уровня энергии до 1500 млн электронвольт; при этом разумные, с инженерной точки зрения, устройства вспомогательного питания могут быть получены при расстоянии по высоте между дуантами 80–100 мм. Дальнейшее увеличение расстояния делает осуществление этого варианта малореальным. При обсуждении вопроса об увеличении расстояния по высоте до 150–180 мм было установлено, что осуществление такого варианта в ближайшее время маловероятно.

Таким образом, ввиду невозможности простыми инженерными средствами создать должных размеров область дополнительного магнитного поля необходимо прекратить дальнейшие изыскания, связанные с циклосинхротроном, и начать работы по конструированию и изготовлению вакуумной камеры, рассчитанной на получение

элементов¹ с энергией 650–700 млн электронвольт путем увеличения диаметра полюсных наконечников до 6 метров.

В связи с возобновлением работ по новой камере необходимо отметить, что выданное в середине 1949 г. техническое задание на разработку и проектирование вакуумной камеры устарело и нуждается в серьезном пересмотре с учетом имеющегося опыта эксплуатации установки «М» в режиме ускорения элементов¹ до энергии 490 млн электронвольт.

Примечание составителей. ¹Имеются в виду протоны.

2) Дополнения к предложениям М. Г. Мещерякова по реконструкции установки «М» (письмо М. Г. Мещерякова В. С. Емельянову):

Сов. секретно
(Особая папка)

Товарищу Емельянову В. С.

В связи с предстоящим обсуждением в НТС вопроса о реконструкции объекта «М» я должен сообщить, что работы по второму варианту не исчерпываются одним только изготовлением шестиметровой вакуумной камеры. Необходимо учесть, что технический проект второго варианта был составлен четыре года тому назад и поэтому нуждается в серьезном пересмотре. В комплекс проектных работ по реконструкции установки «М» следует включить:

1. Составление технического проекта на все радиотехнические устройства многоэлектродного варианта, включая систему высокочастотного питания электродов, систему управления и регулирования, а также импульсный генератор для питания *дефлектора*. Эта проектная работа должна быть поручена Радиотехнической лаборатории АН СССР, поскольку в этой лаборатории все перечисленные радиотехнические устройства разрабатывались. Необходимость в составлении такого проекта вызвана тем, что вплоть до последнего времени в систему радиотехнических устройств вносились изменения и дополнения.

2. Составление технического проекта на реконструкцию электромагнита и системы его питания и охлаждения.

Необходимость в таком проекте вызвана тем, что диаметр полюсных наконечников увеличивается с пяти до шести метров. Проект должен быть составлен в ОКБ МЭП.

3. Разработка технического проекта на реконструкцию вакуумной системы, подлежащей переделке в связи с увеличением габаритов камеры. Эта разработка тесно связана с конструированием вакуумной камеры и поэтому может быть выполнена ОКБ МЭП.

4. Составление проекта защитных устройств от *излучений*. Новые защитные устройства необходимо разработать ввиду увеличения энергии частиц на выходе установки «М». Эта работа может быть поручена Ленгипрострою.

В связи с вышеизложенным, я прошу Вас включить упомянутые работы в перечень мероприятий по реконструкции объекта «М».

20 апреля 1951 г.

М. Г. Мещеряков

3) Письмо Д. В. Ефремова:

261сс/оп
17 марта 1951 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Товарищу Курчатову И. В.

Проведенные в ОКБ исследования и конструктивные разработки показали принципиальную возможность реконструкции установки «М», с доведением уровня энергии до 1500 МэВ, при этом разумные, с инженерной точки зрения, устройства

вспомогательного питания могут быть получены при расстоянии по высоте между дуантами 80–100 мм.

Дальнейшее увеличение расстояния делает этот вариант малореальным.

Так как физики, на созванном у Вас по этим вопросам совещании, высказались за необходимость иметь расстояние по высоте не менее 150–180 мм, то осуществление такого варианта в ближайшее время становится маловероятным.

Поэтому следует продолжить изготовление камеры основного варианта с доведением энергии до ~ 700 МэВ по протонам, работы по которой были временно остановлены в соответствии с указанием Правительства.

Прошу Вашего срочного решения по этому вопросу.

Приложение: Технический отчет № 5, одна книга, сов. секретно/особая папка, от н/вх. 0-1795, только в адрес¹.

Д. Ефремов

Примечание составителей. ¹Отчет не приводится.

4) Протокол заседания Научно-технического совета по установке «М»:

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол заседания Научно-технического совета по установке «М»

от 29 марта 1951 г.

Присутствовали: Курчатов И. В., Ефремов Д. В., Алиханов А. И., Мещеряков К. Н., Векслер В. И., Минц А. Л., Павленко И. Г. и Мещеряков М. Г.

Слушали: Сообщение тов. Мещерякова М. Г. по вопросу реконструкции установки «М».

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Совет считает нерациональным перевод установки «М» в режим циклосинхротронного ускорения с доведением уровня энергии до 1500 млн электронвольт в связи с встретившимися трудностями при осуществлении этого варианта. К числу таких трудностей относятся:

а) невозможность простыми инженерными средствами создать должных размеров область дополнительного магнитного поля;

б) невозможность в короткий срок осуществить переход к циклосинхротронному ускорению, что вызовет длительную остановку объекта «М»;

в) малость токов, которые могут быть получены на выходе циклосинхротрона;

г) значительная стоимость работ по переводу установки «М» в циклосинхротронный режим.

2. Ввиду большой важности вопроса о повышении уровня энергий на установке «М» Совет считает необходимым на специальном совещании рассмотреть расчеты, выполненные тт. Мигдалом А. Б. и Будкером Г. И. в связи с разработкой циклосинхротрона, после экспертизы этих расчетов в Эталонной лаборатории Физического института АН СССР.

3. Совет считает необходимым продолжить работы по проектированию и строительству шестиметровой вакуумной камеры для установки «М».

4. Совет просит тов. Ефремова Д. В. собрать совещание для рассмотрения вынесенных тов. Мещеряковым М. Г. предложений по реконструкции электромагнита установки «М» и строительству шестиметровой камеры.

Председатель совета академик



(И. В. Курчатов)

На основании указанных решений НТС 28 апреля 1952 г. вышло следующее распоряжение **СМ СССР № 9996-рс/оп о реконструкции установки «М»** [46]:

г. Москва, Кремль
28 апреля 1952 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

1. В частичное изменение Постановления Совета Министров СССР от 5 июня 1949 г. за № 2242-878 принять предложение Первого главного управления при Совете Министров СССР (т. Ванникова и Завенягина), Лаборатории измерительных приборов Академии наук СССР (т. Курчатова и Мещерякова) и Радиотехнической лаборатории Академии наук СССР (т. Минца) о реконструкции установки «М» по одноэлектродному варианту для повышения энергии протонов до 650–680 млн электронвольт.

2. Обязать Первое главное управление при Совете Министров СССР (т. Завенягина):

а) утвердить до 1 мая 1952 г. проектное задание на реконструкцию установки «М» со сметно-финансовыми расчетами;

б) выполнить в мае 1952 г. силами Ленгипростроя разработку строительных рабочих чертежей на реконструкцию установки «М».

3. Обязать Министерство электропромышленности (т. Ефремова):

а) разработать, согласно утвержденному Первым главным управлением при Совете Министров СССР проектному заданию, и передать в производство на завод № 496 Министерства электропромышленности в мае 1952 г. рабочие чертежи вариатора, дуанта, пробников и всех остальных комплектующих элементов коробки, а также рабочие чертежи узлов реконструируемой части трансформатора и систем его питания и охлаждения;

б) выполнить до 1 мая 1952 г. на трансформаторе Е-2 Особого конструкторского бюро Министерства электропромышленности моделирование крышек коробки установки «М» с шиммами;

в) изготовить и поставить в октябре 1952 г. на площадку установки «М» коробку и вариатор с комплектующими элементами, а также узлы реконструируемой части трансформатора установки «М» и систем его питания и охлаждения;

г) выполнить в период с 1 по 15 ноября 1952 г. совместно с Гидротехнической лабораторией Академии наук СССР демонтаж существующей коробки, вариатора и полюсных наконечников трансформатора установки «М»;

д) выполнить в ноябре 1952–феврале 1953 г. на установке «М» работы по реконструкции трансформатора и систем его питания и охлаждения, монтаж и наладку коробки и вариатора со всеми комплектующими элементами, а также монтаж импульсного генератора на 200 киловольт;

е) изготовить и поставить в декабре 1952 г. для установки «М» импульсную магнитную установку высокой напряженности, предусмотренную распоряжением Совета Министров СССР от 24 мая 1951 г. № 8036;

ж) выдать в июле 1952 г. Московскому проектно-конструкторскому управлению треста «Центроэлектромонтаж» Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии задание на разработку рабочих чертежей монтажа импульсной магнитной установки высокой напряженности;

з) выполнить в декабре 1952 г. на установке «М» монтаж импульсной магнитной установки высокой напряженности.

4. Обязать Радиотехническую лабораторию Академии наук СССР (т. Минца):

а) разработать в мае 1952 г. по проектному заданию, утвержденному Первым главным управлением при Совете Министров СССР, рабочие чертежи реконструкции радиотехнической части, системы водоохлаждения и вакуумной системы установки «М»;

б) изготовить и поставить в сентябре 1952 г. по техническому заданию Гидротехнической лаборатории Академии наук СССР все реконструированные радиотехнические устройства установки «М»;

в) выполнить в ноябре 1952 – январе 1953 г. монтаж, а в феврале 1953 г. — наладку и ввод в эксплуатацию всех реконструированных радиотехнических устройств установки «М».

5. Обязать Министерство строительства предприятий тяжелой индустрии (т. Райзера) и трест «Центроэлектромонтаж» Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии (т. Павлюченко):

а) разработать в октябре 1952 г. по техническому заданию Гидротехнической лаборатории Академии наук СССР рабочие чертежи частичной реконструкции электрооборудования установки «М» с учетом ее новых агрегатов, в том числе импульсного генератора на 20 киловольт и импульсной магнитной установки высокой напряженности;

б) выполнить в ноябре 1952 – январе 1953 г. работы по реконструкции, наладке и вводу в эксплуатацию электротехнической части установки «М» и монтажу импульсного генератора на 200 киловольт, а в декабре 1952 г. смонтировать импульсную магнитную установку высокой напряженности.

6. Обязать Министерство внутренних дел СССР (т. Круглова) и Главпромстрой МВД СССР (т. Гвоздевского):

а) выполнить в ноябре 1952 – январе 1953 г. по рабочим чертежам Ленгипростроя Главгорстроя СССР строительные и общемонтажные работы по реконструкции установки «М»;

б) построить по рабочим чертежам Академпроекта Академии наук СССР и сдать в июне 1952 г. в эксплуатацию лабораторное здание объемом 1200 м³ на площадке установки «М»;

в) выполнять обязанности генерального подрядчика по реконструкции установки «М».

7. Обязать Гидротехническую лабораторию Академии наук СССР (т. Мещерякова):

а) остановить с 1 ноября 1952 г. по 1 апреля 1953 г. установку «М» для выполнения строительных, монтажных и наладочных работ по ее реконструкции;

б) выполнить в течение ноября 1952 – января 1953 г. собственными силами монтаж и наладку вакуумной системы и системы охлаждения установки «М»;

в) выполнить в течение февраля – марта 1952 г. наладку реконструируемой установки «М» и обеспечить получение на ней к 15 апреля 1953 г. протонов с энергией 650–680 млн электронвольт.

8. Обязать Министерство электропромышленности (т. Ефремова) и Специальное управление № 1 (т. Мещерякова) выполнять обязанности титулодержателя по реконструкции установки «М» и генерального подрядчика по поставкам и монтажу специального оборудования, необходимого для реконструкции установки «М».

9. Установить объем затрат на реконструкцию установки «М», а также строительство лабораторного здания, сооружений МПВО и окончание строительных работ по железнодорожной ветке, ведущей на площадку установки, в пределах 21,4 млн руб., в том числе на 1952 г. — 20,0 млн руб. с разбивкой по кварталам: II кв. — 3 млн руб., III кв. — 12 млн руб. и IV кв. — 5,0 млн.

Министерству финансов СССР (т. Звереву) произвести в 1952 г. финансирование работ по реконструкции установки «М» в размере 20 млн руб. за счет статьи «непредвиденные расходы» по плану финансирования Первого главного управления при Совете Министров СССР на 1952 г.

10. Обязать Министерство электропромышленности (т. Ефремова) и Министерство промышленности средств связи (т. Алексенко) совместно с Первым главным управлением при Совете Министров СССР (т. Завенягиным) принять меры к использованию

в народном хозяйстве радиотехнического оборудования, предназначавшегося для пятиэлектродного варианта установки «М».

Председатель Совета Министров Союза ССР И. Сталин

АП РФ. Ф. 93, коллекция постановлений и распоряжений СМ СССР за 1952 г. Заверенная копия.

Подпись отсутствует.

Документ заверен печатью: «Протокольная часть. Управление делами Совета Министров СССР».

* * *

Ознакомление с документами этой главы свидетельствует о том, что проект синхроциклотрона, программы исследований и работы по реконструкции были тщательно обсуждены на заседаниях Секции №3 и НТС ПГУ. Примечательно, что обсуждение проектов шло очень оживленно, если судить по числу выступавших. Например, на заседании 27 января 1947 г. выступило 12 человек, включая руководителей: Ванникова Б. Л., Завенягина А. П., Кабанова И. Г., Первухина М. Г., Малышева В. А., Комаровского А. Н., Лепилова А. П., свое мнение высказали также Алиханов А. И., Вавилов С. И., Векслер В. И., Александров Н. С., Семенов Н. Н. Во время НТС 1 сентября 1947 г. в дискуссиях приняли участие Ванников Б. Л., Лепилов А. П., Завенягин А. П., Малышев В. А., Кабанов И. Г., Курчатov И. В., а также эксперты Алиханов А. И., Арцимович Л. А., Векслер В. И., Векшинский С. А., Кляцкин И. К., Неменов Л. М.

Как докладчики М. Г. Мещеряков и А. Л. Минц, так и эксперты отметили ряд усовершенствований и трудностей при реализации проекта. Например, из доклада М. Г. Мещерякова на заседании НТС ПГУ 1 сентября 1947 г. следует, что было произведено изменение рабочего зазора электромагнита с 1200 мм до 800 мм с целью повышения напряженности магнитного поля в зазоре до 17000 эрстед против 14000 эрстед, что способствовало увеличению интенсивности потока ускоряемых частиц. Правда, эксперт академик А. И. Алиханов в своем заключении указал, что зазор 800 мм даже избыточен. Другой пример, который привел М. Г. Мещеряков, относился к конструкции разгонной камеры. Завод «Электросила» гарантировал установку пятиметровых стальных крышек разгонной камеры, друг относительно друга, с точностью только 1 мм. Несомненно, что это была сложная техническая задача и, конечно, у руководства ГТЛ имелись сомнения в ее достижении. Это имело большое значение с точки зрения обеспечения устойчивости центра орбит ионов и энергетической однородности пучка частиц на выходе из ускорителя. Проведенные расчеты показали допустимость указанного выше перекоса крышек разгонной камеры. Или еще один пример. При рассмотрении строительной части было указано на трудность «осуществления цельнобетонного здания "М" и, в особенности, его перекрытия при толщине последнего 2 м». Об эпизоде при сооружении перекрытия здания ускорителя очень красочно рассказал В. П. Дзепелев в своем очерке *. Можно привести много подобных примеров.

* См. с. 222 данной книги.

Следует отметить, что, несмотря на общую позитивную оценку проектных материалов и предложения об утверждении проекта с последующей доработкой, эксперты высказали ряд серьезных замечаний. Многие эксперты отмечали отсутствие экспериментального обоснования основных характеристик ускорителя. Среди многих замечаний В. И. Векслера одно касалось отсутствия сведений об интенсивности пучка ускоряемых частиц. И перечень замечаний можно продолжить, читатель может самостоятельно ознакомиться с ними. Надо сказать, что подобная ситуация имела место для многих ядерных установок и специальных заводов в период Атомного проекта. Разработка проектов и экспериментальные работы зачастую велись одновременно — другого выхода просто не было вследствие сжатых сроков реализации проектов. Однако квалификация отечественных физиков-ядерщиков и инженеров была настолько высокой, что, как правило, крупных просчетов не было, хотя трудных моментов было немало.

Важным для перспективы являлся вопрос о реконструкции ускорителя с целью повышения энергии ускоряемых частиц. Рассматривалось два пути модернизации. Один — так называемый синхроциклотронный режим, что вызывало большие трудности. Другой заключался в том, чтобы, как указывал М. Г. Мещеряков, начать работы по конструированию и изготовлению вакуумной камеры, рассчитанной на получение частиц с энергией 650–700 млн электронвольт путем увеличения диаметра полюсных наконечников до 6 метров. Тщательное обсуждение обоих вариантов на заседании НТС привело к выбору второго варианта, что и было реализовано в соответствии с приведенным выше распоряжением СМ СССР от 28 апреля 1952 г.

4.5. ОТЧЕТ О РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТ ЗА 1950–1951 ГГ. И ПЛАНЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.5.1. Заседание НТС ПГУ от 5 мая 1952 г.

Прежде чем знакомиться с материалами заседания НТС, предложим вниманию читателя протокол совещания у И. В. Курчатова, который был направлен сотрудником научного отдела ПГУ Д. И. Скоровым ученому секретарю НТС Б. С. Позднякову 23 августа 1951 г. (исх. ОП-3/747оп) (к сожалению, в протоколе нет подписи председательствующего и даты совещания):

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол

совещания, состоявшегося под председательством тов. Курчатова И. В., по рассмотрению итогов и основных направлений научно-исследовательских работ на установке «М» Гидротехнической лаборатории АН СССР

Присутствовали: тт. Харитон Ю. Б., Скобельцын Д. В., Ландау Л. Д., Тамм И. Е., Зельдович Я. Б., Блохинцев Д. И., Сахаров А. Д.

от ЛИП АН: тт. Мещеряков М. Г., Козодаев М. С., Джелепов В. П., Головин И. Н., Арцимович Л. А.

от ПГУ: тт. Новиков И. И., Лямкин Г. М., Лупандин О. С.

На совещании были обсуждены итоги научно-исследовательских работ, выполненных на установке «М» за период с конца 1949 г. по июнь 1951 г. включительно,

изложенные в сводном научно-техническом отчете Гидротехнической лаборатории, и предложения о дальнейших направлениях работ на установке «М».

Все участники совещания имели возможность ознакомиться с результатами научно-исследовательских работ, выполненных на установке «М», по представленному Гидротехнической лабораторией сводному научно-техническому отчету.

В процессе обсуждения участники совещания дали положительную оценку результатам работ, выполненных на установке «М» коллективом физиков Гидротехнической лаборатории и других институтов, привлеченных к работам на установке «М», высказали свои предложения и замечания об основных направлениях научно-исследовательских работ.

Тов. Мещеряков М. Г. доложил о дальнейшем направлении работ на установке «М». Исследовательские работы на установке «М» предлагается проводить по следующим основным проблемам физики ядра:

1. Образование π -мезонов в столкновениях нуклонов со свободными нуклонами и атомными ядрами.
2. Взаимодействие π -мезонов с водородом и другими элементами.
3. Исследование механизма распада π -мезонов.
4. Захват мезонов легкими ядрами.
5. Рассеяние нуклонов нуклонами.
6. Взаимодействие быстрых нуклонов с атомными ядрами.
7. Исследование биологического действия изучения высокой энергии.

Тов. Блохинцев Д. И. в своем выступлении дал высокую оценку работам, выполненным на установке «М».

Помимо получения более точных данных по взаимодействию элементарных заряженных частиц высоких энергий друг с другом и со сложными ядрами, впервые открыты совершенно новые факты, имеющие принципиальное значение для дальнейшей разработки ядерных сил (указание на целый спин π -мезона, подтверждение обменного характера взаимодействия p, n , обнаружение осколков, энергия которых превышает барьерную, и т. д.).

Тов. Блохинцев поддерживает представленный Гидротехнической лаборатории план научно-исследовательских работ. Вместе с тем считает желательным провести более точное количественное изучение элементарного рассеяния (n, n), (p, n), (p, p), изучение рождения мезонов в элементарных столкновениях, особенно законов сохранения энергии и импульса при распаде μ - и π -мезонов и осколков с энергией выше барьерной.

Тов. Зельдович Я. Б. дал положительную оценку работам, выполненным на установке «М», и одобрил предложенный план научно-исследовательских работ. По мнению т. Зельдовича, необходимо предусмотреть поисковые работы, от которых можно ожидать новых научных результатов. В качестве таких работ т. Зельдович предлагает попытку обнаружения короткоживущих мезонов и более точного определения времени жизни нейтральных мезонов, прямого распада μ -мезона на электрон или другого рода частиц, рождения, пар π -мезонов и корреляции в парах π -мезонов.

Тов. Векслер В. И. отметил, что коллективом физиков, работающих на установке «М», получены значительные научные результаты; намеченный план дальнейших работ т. Векслер считает правильным и поддерживает проведение предлагаемых тт. Блохинцевым и Зельдовичем поисковых работ. Со своей стороны предлагает учесть в плане работ проведение поисковых работ по обнаружению прямого рождения нейтральных и заряженных μ -мезонов, а также более глубокое изучение образования, в зависимости от энергии и номера элемента, осколков сложных ядер с энергией, превышающей барьерную.

Тов. Померанчук И. Я. считает правильным, что теоретическая часть плана научно-исследовательских работ направлена на разрешение наиболее важных частных, а не общих вопросов современной теории атомного ядра.

В частности, теоретики-физики должны подводить теоретическую основу под обнаруженные экспериментальные факты. В части экспериментальных работ следует обратить больше внимания на получение и изучение трансурановых элементов, сконцентрировав все работы в этом направлении, в основном, в одном месте. Для этой цели следует специально выделить один циклотрон на средние энергии.

Кроме указанных товарищей, выступили с замечаниями и предложениями тт. Скобельцын, Ландау, Арцимович, Сахаров, положительно оценившие работы, выполненные на установке за 1,5 года, и поддержавшие основные направления научно-исследовательских работ, включенные в план 2-го полугодия 1951 г.

Все выступавшие указывали на необходимость более широкого и частого обсуждения (с обязательным участием молодых научных работников) результатов научно-исследовательских работ, проводившихся на установке и других ускорителях.

РЕШЕНИЕ

1. Совещание констатирует, что основное направление научно-исследовательских работ на установке «М» было определено и выбрано правильно, благодаря чему за 1,5 года работы установки получены значительные научные результаты, которые позволяют создать во многих отношениях картину взаимодействия быстрых частиц и мезонов с атомными ядрами и нуклонов с нуклонами.

2. Предложенный Гидротехнической лабораторией ЛИП АН план дальнейших научно-исследовательских работ на 2-е полугодие 1951 г. совещание одобряет.

3. В целях более плодотворного развития работ по ядерной физике совещание просит Первое главное управление разрешить более широкое обсуждение результатов научно-исследовательских работ на семинарах в лабораториях и институтах, в которых работы выполняются, в частности, в Гидротехнической лаборатории, с участием физиков других институтов, и с широким привлечением молодых научных работников, принимающих непосредственное участие в выполнении обсуждаемых работ; для лучшей информации о результатах работ и их научной критики и обмена опытом работы разрешить институтам взаимную рассылку лучших отчетов и предварительных сообщений с соблюдением правил секретности.

Из этого протокола видно, что среди участников совещания были ведущие ученые страны, участники Атомного проекта, которые одобрили результаты проведенных исследований на синхроциклотроне и планы работ на 2-е полугодие 1951 г. В частности, в совещании участвовали В. И. Векслер и И. Я. Померанчук, которые не указаны в списке участников. Следует обратить также внимание на просьбу к Первому главному управлению «разрешить более широкое обсуждение результатов научно-исследовательских работ на семинарах в лабораториях и институтах, в которых работы выполняются, в частности, в Гидротехнической лаборатории, с участием физиков других институтов и с широким привлечением молодых научных работников...».

Далее перейдем к ознакомлению с протоколом НТС № М-5 [47] и выступлениями экспертов на заседании:

Сов. секретно
(Особая папка)

Протокол № М-5 заседания Научно-технического совета Первого главного управления при Совете Министров Союза ССР

Понедельник, 5 мая 1952 г.

Члены совета: тт. Александров А. П., Емельянов В. С., Харитон Ю. Б. (уч. частично), Кикоин И. К., Славский Е. П., Соболев С. Л., Арцимович Л. А., Мещеряков М. Г., Виноградов А. П., Алиханов А. И., Павлов Н. И., Поздняков Б. С.

Сов. секретно
(особая папка)

ПРОТОКОЛ № М-5

заседания Научно-Технического Совета Первого
Главного Управления при Совете Министров
Союза ССР

Понедельник, 5 мая 1952 г.

ЧЛЕНЫ СОВЕТА: тт. Александров А. П., Емельянов В. С., Харитон
Ю. Б. (уч. частично), Никоин И. К., Славский
Е. П., Соболев С. Л., Арцимович Л. А., Мещеря-
ков М. Г., Виноградов А. П., Алиханов А. И.,
Павлов Н. И., Поздняков Б. С.

Присутствовали:

на заседании - тт. Ефремов Д. В.	МЭТ
Новиков И. И.	ГТУ
Скобелевич Д. В.	ФИАИ
Семенов Н. Н.	МХФ
Лейпунский А. И.	Лаборатория 93
Козодаев М. С.	МЭТ ЯИ
Джелепов В. П.	" "
Курчатов Б. В.	" "
Гейликман Б. Т.	" "
Мигдал А. Б.	" "
Сморodinский Я. А.	" "
Векслер В. И.	ФИАИ
Добротин Н. А.	" "
Марков М. А.	" "
Ландау Л. Д.	МЭТ
Померанчук И. Я.	МЭТ ЯИ
Никитин С. Я.	" "
Кондратьев В. Н.	МХФ
Ковальский А. А.	" "
Лямкин Г. М.	ГТУ
Козлинский В. А.	ИМС
Соколов И. И.	" "

Присутствовали на заседании:

т. Ефремов Д. В. (на 1 вопр.)	МЭП
Новиков И. И.	ПГУ
Скобельцын Д. В.	ФИАН
Семенов Н. Н.	ИХФ
Лейпунский А. И.	Лаборатория В
Козодаев М. С.	ЛИПАН
Джелепов В. П.	»
Курчатов Б. В.	»
Гейликман Б. Т.	»
Мигдал А. Б.	»
Сморodinский Я. А.	»
Векслер В. И.	ФИАН
Добротин Н. А.	»
Марков М. А.	»
Ландау Л. Д.	ИФП
Померанчук И. Я.	ТТЛ
Никитин С. Я.	»
Кондратьев В. Н.	ИХФ
Ковальский А. А.	»
Лямкин Г. М.	ПГУ
Козлинский В. А.	НТС
Соколов И. И.	НТС

Отчет о результатах работ и план дальнейших работ на установке «М»¹
(Сообщение т. Мещерякова М. Г.)

Выступили: тт. Курчатов Б. В., Виноградов А. П., Померанчук И. Я., Марков М. А., Мигдал А. Б., Козодаев М. С., Джелепов В. П., Ландау Л. Д., Скобельцын Д. В., Векслер В. И., Добротин Н. А., Новиков И. И., Емельянов В. С., Арцимович Л. А.

По сообщению т. Мещерякова М. Г. (н. вх. Т-1401/13оп прилагается), в Гидротехнической лаборатории АН СССР на пятиметровом *синхроциклотроне* с момента пуска этой установки — с января 1950 г. были проведены успешные работы по исследованию частиц высоких энергий².

Изучены условия получения интенсивных пучков *нейтронов* с энергией 100–400 МэВ.

В режиме ускорения *дейтронов* до энергии 280 МэВ полный выход *нейтронов* с энергией 120 МэВ составлял $2,5 \cdot 10^{11}$ *нейтронов* в секунду.

В режиме ускорения *альфа-частиц* до энергии 560 МэВ полный выход *нейтронов* достигал 10^9 *нейтронов* в секунду.

Судя по энергетическому распределению *протонов*, освобождающихся при расщеплении быстрых *альфа-частиц*, средняя энергия *нейтронов* в этом случае равнялась 100 МэВ. Выход *нейтронов* с энергией около 400 МэВ достигал $(1,5-3) \cdot 10^{11}$ *нейтронов* в секунду.

На выходе установки «М» получены мощные токи *дейтронов* около 1 микроампера с энергией 280 МэВ, *альфа-частиц* — около 0,025 микроампера с энергией 250 МэВ и *протонов* — около 0,2 микроампера с энергией 490 МэВ. Осуществлен вывод в атмосферу положительных и отрицательных π^\pm -мезонов с энергиями от 10 до 100 МэВ. При нормальном режиме работы установки в атмосферу выходит $4 \cdot 10^6$ положительных π -мезонов в секунду и $4 \cdot 10^5$ отрицательных π -мезонов в секунду.

В августе 1951 г. осуществлен вывод в атмосферу пучка *протонов* с энергией около 460 МэВ. Интенсивность пучка составляет 10^7 *протонов* в секунду.

Научно-исследовательские работы на установке проводились с участием Гидротехнической лаборатории, Лаборатории измерительных приборов, Института хи-

мической физики, Радиового института, Физического института им. П. Н. Лебедева, Теплотехнической лаборатории, Института геохимии и аналитической химии Академии наук СССР и Института биофизики АМН СССР.

В результате проведенных исследований на установке получен большой экспериментальный материал по основным проблемам современной ядерной физики.

а) Исследованы искусственно полученные заряженные и нейтральные мезоны, и изучены вызываемые ими ядерные расщепления.

Отрицательные мезоны, образующиеся при взаимодействии с тяжелыми ядрами альфа-частиц и протонов с энергией полмиллиарда эВ, в подавляющем большинстве, если не все, являются π -мезонами.

При ускорении протонов до энергии 490 МэВ выход нейтральных мезонов достигает порядка 10^9 нейтральных мезонов в секунду со средней энергией 50 МэВ, полное сечение рождения нейтральных мезонов составляет $\sim 10^{-26}$ см², а γ -излучение при их распаде имеет энергию от 20 до 240 МэВ.

При изучении процессов взаимодействия π -мезонов с веществом были установлены: целочисленное значение спина отрицательного π -мезона, способность медленных отрицательных π -мезонов вызывать деления ядер олова и вольфрама (это деление ядер олова и вольфрама под действием медленных π -мезонов было открыто у нас раньше, чем в Америке).

Подтверждено, что энергия, уносимая заряженными частицами-продуктами, продуктами ядерного взаимодействия быстрых отрицательных π -мезонов, составляет лишь небольшую долю полной энергии возбуждения ядра.

Проведены работы по изучению ядерного взаимодействия положительных и отрицательных π -мезонов с энергией 50 МэВ.

б) Исследовано взаимодействие нейтронов и протонов больших энергий с веществом.

Получены данные по рассеянию нейтронов с энергией 380 МэВ протонами и протонов с энергией 460 МэВ протонами, позволяющие выяснить характер и интенсивность сил, действующих между нуклонами, и определить зависимость этих сил от расстояния между нуклонами и ориентации спинов.

Анализ данных, полученных в этих опытах, позволяет сделать ряд важных заключений о характере сил взаимодействия между нуклонами.

Во-первых, наличие на кривой, представляющей дифференциальное сечение n - p рассеяния в функции от угла рассеяния, пика в области углов рассеяния, близких к 180° , свидетельствует о том, что между нейтронами и протонами, наряду с обычными силами, действуют силы обменного характера, обусловленные обменом зарядами между сталкивающимися нуклонами. По порядку величины вклад сил обоих типов во взаимодействие нейтронов и протонов при энергии 380 МэВ одинаков.

Во-вторых, при указанных энергиях дифференциальное сечение рассеяния нейтронов и протонов в широком интервале углов (45 – 135°) практически остается постоянным. Сравнение результатов, полученных в Гидротехнической лаборатории, с нейтронами, имеющими энергию 380 МэВ, с результатами опытов, выполненных в Америке с нейтронами, имеющими энергию 260 МэВ, показывает, что с возрастанием энергии нейтронов расширяется интервал углов, при которых дифференциальное сечение n , p -рассеяния остается постоянным.

В-третьих, при энергии 460 МэВ дифференциальное сечение рассеяния протонов на протонах в диапазоне углов от 20 до 90° практически остается постоянным и равным $4,6 \cdot 10^{-27}$ стерадиан. Следует упомянуть здесь, что в американских лабораториях аналогичные опыты были проделаны с протонами, имеющими энергию на 120 МэВ меньше, чем у нас.

В-четвертых, для n , p -рассеяния и для p , p -рассеяния общим является то, что, начиная с энергии 130–150 МэВ, дифференциальные сечения перестают заметно уменьшаться с ростом энергии. В области энергий 160–400 МэВ полное сечение

рассеяния *нейтронов протонами* остается постоянным и близким к $40 \cdot 10^{-27}$ см². Изотропность в рассеянии *нейтронов протонами* высоких энергий на протонах и отсутствие при этом зависимости полных сечений от энергии свидетельствует о возникновении весьма интенсивных сил при тесном сближении нуклонов.

На основании обширных опытов по изучению рассеяния и поглощения *нейтронов* сложными *ядрами*, а также делению и расщеплению тяжелых *ядер* под действием *протонов* с энергией от 120 до 400 МэВ были получены новые результаты: в интервале энергий от 270 МэВ (американские данные) до 380 МэВ (данные ГТЛ АН СССР) полные сечения взаимодействия *нейтронов* со сложными *ядрами* весьма слабо изменяются; сечения неупругих столкновений в интервале энергий от 150 до 400 МэВ меняются весьма незначительно и составляют около половины от соответствующих полных сечений; нейтроны с энергией 120 МэВ вызывают деление Tn, Bi, Au, Re, W, Ta, Eu, Dy, Rh, были определены относительные выходы сечения деления *ядер* этих элементов.

в) Исследованы превращения, производимые частицами высоких энергий.

Работы по изучению элементарных актов *ядерных* превращений с помощью фотографического метода дают возможность вскрыть механизм взаимодействия быстрых частиц с *нуклонами*, образующими *ядро*, и позволяют изучить явления переноса энергии от налетающей частицы к сложному *ядру*.

Измерены полные сечения взаимодействия со сложными *ядрами дейтронов* с энергией 560 МэВ, *протонов* с энергией 490 МэВ, *нейтронов* с энергией 380 МэВ.

Методом электронно-чувствительных пластинок были получены количественные данные процессов *ядерных* превращений, производимых *протонами* с энергией 490 МэВ, в том числе процесса испускания тяжелым *ядром* сложных фрагментов с порядковым номером, большим двух, имеющих кинетическую энергию, превышающую энергию электростатического отталкивания.

Исследования продуктов превращения сложных *ядер* подтверждают появление *радиоактивных ядер* с порядковым номером, большим на несколько единиц порядкового номера исходного *ядра*.

г) На установке «М» Институтом геохимии и аналитической химии (т. Виноградов А. П.) и Лабораторией измерительных приборов (т. Курчатов Б. В.) были выполнены радиохимические исследования *ядерных* реакций: изучались продукты расщепления меди *дейтронами* и *протонами*, серебра — *альфа*-частицами, *дейтронами* и *протонами*, вольфрама — *дейтронами*, а также изучались вторичные реакции при бомбардировке висмута и свинца *протонами*.

д) Институтом биофизики АМН СССР на установке «М» проведены исследовательские работы по изучению биологического действия частиц высоких энергий.

Представляемый Гидротехнической лабораторией проект сводного плана научно-исследовательских работ на установке «М» на 1952 г. составлен с учетом работ других научно-исследовательских организаций и включает 41 тему. Эти темы объединены в соответствующие проблемы (план прилагается, н. мб. Т-394 оп).

1. Исследование взаимодействия свободных *нуклонов* при высоких энергиях (12 тем).

Изучение столкновений *протонов* с *протонами* и *дейтронами* при энергии 460 МэВ и *нейтронов* с *протонами* и *нейтронами* при энергии *нейтронов* 380 МэВ.

Исследование возможности существования *изотопа* водорода с массой 4.

Определение зависимости интенсивности рассеянных частиц от угла рассеяния и величины эффективных сечений процессов упругого рассеяния и мезообразования является необходимым экспериментальным материалом для построения количественной теории *ядерных* сил.

2. Исследование взаимодействия *мезонов* с водородом и другими *ядрами* элементов (7 тем).

Изучение рассеяния π -мезонов с энергией 100 МэВ на водороде и исследование взаимодействия быстрых положительных π^+ -мезонов со сложными ядрами. Продолжение изучения сложных случаев деления ядер олова π -мезонами.

Данные работы связаны с решением фундаментальных вопросов современной теории ядерных сил, в частности, с выяснением роли заряженных и нейтральных π -мезонов как переносчиков взаимодействия между нуклонами.

3. Изучение механизма распада мезонов (2 темы).

Исследование энергетического спектра гамма-квантов от распада нейтральных мезонов и разработка аппаратуры для регистрации положительных π^+ -мезонов.

4. Изучение взаимодействия быстрых нуклонов с атомными ядрами (10 тем).

Изучение процессов деления легких ядер и испускания легких ядер отдачи при бомбардировке различных элементов быстрыми частицами. Радиохимическое исследование продуктов ядерных превращений, протекающих при высоких энергиях. Изучение расщеплений ядер разных элементов методом толстослойных фотопластинок с введенными в них суспензиями из исследуемых веществ.

5. Исследования, проводимые в связи с реконструкцией установки «М» (9 тем). Повышение энергии ускоряемых частиц: протонов — до 670 МэВ, дейтронов — до 400 МэВ и альфа-частиц — до 800 МэВ.

Основным направлением работ на установке «М» является количественное исследование основных элементарных процессов взаимодействия между нуклонами.

В научно-исследовательских работах на установке «М» будут принимать участие Гидротехническая лаборатория (17 тем), Лаборатория измерительных приборов (8 тем), Теплотехническая лаборатория (4 темы), Радиевый институт (4 темы), Физический институт (3 темы), Институт геохимии и аналитической химии (2 темы), Радиотехническая лаборатория (1 тема) и Институт биофизики АМН (1 тема).

По сообщению т. Курчатова Б. В. (вх. Т-1198/13оп прилагается), в результате проведенных на установке «М» радиохимических исследований накоплен большой фактический материал и открыты новые типы ядерных реакций на больших энергиях.

Получена общая картина расщепления меди и серебра быстрыми частицами. Образование большей части полученных продуктов расщепления может быть объяснено известным механизмом испарения нуклонов и альфа-частиц из возбужденного ядра.

Обнаружено явление асимметричного деления. Оно четко проявляется в образовании из серебра легких ядер C^{11} , Na^{24} , P^{32} с заметным выходом ($\sigma \sim 10^{-29} \text{ см}^2$), исключая возможность получения их механизмом испарения.

Обнаружено и исследовано деление вольфрама на быстрых дейтронах. Деление является симметричным и отвечает, вероятно, механизму деления с возбужденного уровня.

Открыт новый тип ядерных реакций, приводящий к увеличению заряда и массы ядра мишени. К ним относятся реакции образования галлия из меди и астатина из висмута за счет захвата альфа-частицы и образования астатина из свинца путем захвата ядра лития.

Найден ряд новых радиоактивных изотопов в области $Z = 37-48$, а также среди элементов группы редких земель.

По сообщению т. Виноградова А. П. (вх. Т-1325/21оп прилагается), при исследовании на установке «М» продуктов бомбардировки ядер Cu , As , Sb , олова, Bi , Tl , Pb , Rh частицами высокой энергии было найдено около 60 новых радиоизотопов: Fe^{52} , Zn^{68} , Ca^{66} , Ge^{67} , Ge^{68} , As^{71} , Se^{71} , Se^{72} и другие ядерные превращения, протекающие после соударения частицы высокой энергии с ядром, характеризуются в основном процессами глубокого отщепления и деления.

Кроме этих процессов, при бомбардировке частицами высокой энергии наблюдаются вторичные реакции с образованием ядер, отличающихся от исходного по

порядковому номеру более чем на единицу, например, из висмута получается астатин, из олова — йод и т. д.

Результаты исследований по изучению продуктов бомбардировки меди *дейтронами* с энергией 280 МэВ, *протонами* с энергией 500 МэВ и олова *протонами* с энергией 500 МэВ показали наличие указанных выше процессов и их закономерностей.

По сообщению т. Померанчука И. Я. (н. вх. Т-1230/14оп прилагается), на установке «М» проведены фундаментальные научно-исследовательские работы, из которых вытекают следующие теоретические заключения:

а) подтверждается существование связи *ядерных* сил с заряженными *мезонами*, дающими обменную компоненту *ядерных* сил;

б) наличие огромной величины *ядерных* сил при малых расстояниях сталкивающихся частиц.

Экспериментальные данные относительно *ядерных* сил по-новому ставят проблему объяснения насыщения *ядерных* сил и в соответствии с этим проблему устойчивости других свойств.

Уже сейчас можно считать доказанным, что *π-мезоны* играют фундаментальную роль в *ядерных* силах.

В настоящее время задача состоит в том, чтобы установить из опытных данных некоторые фундаментальные характеристики *мезонов* и *нуклонов*, значение которых предельно важно для теоретического понимания всех соответствующих процессов (спин, четности *π-* и *π⁰-мезонов* и характер их взаимодействия с *нуклонами*).

Выдвигается задача более детального опытного изучения *ядерных* сил, в смысле установления их зависимости не только от координат, но и от спина, а также установления знака сил (притяжение или отталкивание). Поэтому была создана теория таких процессов, которые позволяют начать решение и этой группы вопросов.

Наряду с теоретическим рассмотрением различных процессов при энергиях порядка 10^8 – 10^9 *электронвольт*, большое внимание теоретического сектора ЛИПАН было уделено столкновениям, происходящим при значительно больших энергиях порядка 10^{10} – 10^{17} *электронвольт*.

При дальнейших экспериментальных работах, связанных с *мезонами*, чрезвычайно важно произвести следующие измерения:

а) рассеяния *π⁺-*, *π⁻-*частиц водородом и *дейтроном* при разных энергиях *π⁺-*, *π⁻-*частиц и различных углах рассеяния;

б) сечения превращения *π⁺*, *π⁻* в *π⁰* на водороде и *дейтоне* при разных энергиях *π⁺-*, *π⁻-*частиц;

в) сечения рождения *π⁺-*, *π⁻-*, *π⁰-*частиц при столкновениях *протонов* с *протонами* и *дейтонами*, *нейтронов* с *нейтронами* и *дейтонами*, как функция энергии *π-*частиц и угла;

г) отношения выхода *π⁰* к выходу *гамма-квантов* при захвате *π⁻* в *дейтоне*;

д) формы спектра *гамма-лучей* вблизи верхнего края в той же реакции.

В области тяжелых ядер следует:

а) продолжить изучение интересного явления вылета тяжелых *осколков* большой кинетической энергии при *ядерных* расщеплениях под действием быстрых *нуклонов*;

б) определить эффективные сечения сложных ядер по отношению к *протонам* 490 МэВ и изучить упругое рассеяние их *ядрами*;

в) определить эффективное сечение сложных *π-*частиц по отношению к быстрым частицам и подробно проанализировать *ядерные* расщепления, вызываемые этими частицами.

Решение задачи создания глубокой принципиальной теории *нуклонов* и *мезонов* диктует необходимость привлечения возможно большего числа теоретиков, как уже сложившихся, так и молодых, к работе в области теории элементарных частиц и к работе, связанной с установкой «М».

По сообщениям тт. Скобельцына Д. В. и Маркова М. А.³ (н. вх. Т-1212/18оп прилагается), на установке «М» выполнена широкая программа крайне содержательных работ большого значения.

Получены новые данные о характере рассеяния *нейтронов* на *протонах*, которые подтверждают, в частности, факт независимости эффективного сечения рассеяния от энергии при высоких значениях последней и для области энергий, обеспечиваемой установкой.

Дальнейшие работы по изучению рассеяния *нейтронов* на *протонах*, а также *протонов* на *протонах*, при условии углубления и уточнения получаемых экспериментальных данных, могут дать сведения большой ценности для решения проблемы *ядерных сил*.

Исследования генерации *мезонов* и их взаимодействий с *ядрами* позволили определить ряд характеристик *мезонов* и, в частности, сделать вывод о целочисленности спина π -*мезона*.

Существенным пробелом в этом разделе работ является отсутствие экспериментов по взаимодействию π -*мезонов* с легкими *ядрами*, а также сравнительно небольшой объем работ по изучению характеристик нейтральных *мезонов*, в том числе по изучению их превращений.

Необходимо в будущем широко развить работы по исследованию превращения элементарных частиц, результаты которых позволят подойти к пониманию самой природы элементарных частиц.

В результате работ по изучению *ядерных* расщеплений, производимых частицами высоких энергий, и по радиохимическому исследованию продуктов расщеплений получены данные, представляющие существенный интерес для изучения механизма ядерных процессов в области высоких энергий.

Недостатком работ по этому разделу является отсутствие обобщения экспериментальных результатов, полученных разными исследователями с применением различной методики.

Новыми экспериментальными фактами явились наблюдаемые случаи развала *альфа*-частицы на ее составные части при столкновении с более тяжелыми ядрами, а также случаи выбивания из сложных *ядер* пар *протонов*, летящих по весьма близким направлениям; из последнего наблюдения сделан интересный вывод о существовании определенного «виртуального» квантового уровня системы *протон–протон*.

Для использования результатов полученного обширного экспериментального материала должна быть дополнительно проделана большая работа по его систематизации и обобщению, а также по теоретической разработке ряда вопросов, связанных с данными экспериментами.

В целях наиболее полноценного использования возможностей, которые обеспечивает установка «М», необходимо расширить круг лиц, участвующих в обсуждении результатов работ, а также осуществить мероприятия по объединению идейного руководства отдельными общими проблемами.

По сообщению т. Мигдала А. Б. (вх. Т-1140/13сс, инв. № 298оп 1951 г.), результаты научно-исследовательских работ, выполненных на установке «М», по изучению свойств частиц, входящих в состав ядра, и сил взаимодействия между этими частицами являются важными в развитии современной *ядерной* физики.

Следует согласиться с изложенными т. Померанчуком И. Я. основными положениями, характеризующими состояние и важность экспериментальных работ в развитии теории *ядерных сил*.

По сообщению т. Козодаева М. С. (н. вх. Т-1401/13оп 1951 г. прилагается), до настоящего времени физики-экспериментаторы тратят 80–90 % времени на создание измерительной аппаратуры, установок и на разработку методики.

Необходимо поставить вопрос о промышленном изготовлении разнообразных стандартных *электронных* приборов.

МПСС, МЭП и МАП, привлеченные к решению этой задачи, по истечении года не выпустили ни одного нового прибора, за исключением умножителей (завод № 632 МПСС).

Механические мастерские при установке «М» не обеспечивают в сроки выполнение заказов научных секторов, что тормозит исследовательскую работу.

Площади лабораторных помещений при установке «М» являются также недостаточными.

По сообщению т. Джелепова В. П. (н. вх. Т-1401/13оп 1951 г. прилагается), работы с *нейтронами* высоких энергий на установке «М» проводились в направлении:

а) изучения процессов, приводящих к образованию интенсивных пучков *нейтронов* с энергиями в сотни млн *электроновольт*, с помощью заряженных частиц: *дейтронов*, *альфа*-частиц и *протонов*.

Разработаны методы измерения пучков быстрых *нейтронов*, определены сечения, выходы реакций, угловые распределения *нейтронов* для мишеней из различных веществ (бериллий, углерод, медь, свинец);

б) исследований *ядерных* процессов, выполненных с *нейтронами* высоких энергий (120 МэВ и 380 МэВ).

Опыты по рассеянию быстрых *нейтронов* на *протонах* подтвердили предсказанной теорией обменный характер *ядерных* сил. Измерены полные сечения взаимодействия *нейтронов* с *ядрами*, определены сечения неупругих столкновений (или сечения поглощения) для ряда элементов. Подтвержден факт деления элементов среднего *атомного* веса быстрыми частицами.

В дальнейшем на установке будут проводиться экспериментальные работы по изучению взаимодействия *нуклонов* с *нуклонами* при больших энергиях.

По заключению т. Ландау Л. Д. (н. вх. Т-1216/21оп 1951 г. прилагается), на установке «М» выполнен большой объем научно-исследовательских работ, результаты которых представляют значительный научный интерес (изучение искусственных *мезонов*, исследования с *нейтронами*, *ядерные* расщепления и реакции).

Проведенные теоретические работы т. Померанчуком И. Я. и т. Мигдалом А. Б. дают ценные сведения о *ядерных* силах.

Дальнейшей задачей является изучение процессов элементарных взаимодействий, т. е. процессов, происходящих с *нейтронами* и наиболее легкими *ядрами* водорода и *дейтерия*, в частности, процессов столкновения *π -мезонов* с *протонами* и *дейтронами*.

По заключению т. Векслера В. И. и т. Добротина Н. А. (н. вх. Т-1294/21оп прилагается), на установке «М» проведена очень большая и ценная исследовательская работа.

Большой интерес представляют результаты работ по исследованию рассеяния быстрых *нейтронов* *протонами*, изучению явления расщепления *альфа*-частиц с образованием нестабильного *бипротона* (впервые открытого ГТЛ) и делению различных *ядер π -мезонами*.

Недостаточное развитие работ было в направлении исследований существования частиц с массами, промежуточными между массой *π -мезона* и *протона*, а также подробного изучения факта вылета при *ядерных* расщеплениях многозарядных частиц с энергиями, значительно превышающими их внутреннюю энергию связи.

В данный момент наибольшее значение для физики *атомного ядра* имеют следующие основные направления работ:

а) изучение свойств *мезонов* (масса, заряд, спин, распад, силы взаимодействия между *мезоном* и *нуклоном* и др.);

б) *ядерные* силы, выяснение роли *мезонов* разной природы (скалярные, псевдоскалярные, заряженные, нейтральные) в проблеме *ядерных* сил, определение

природы и характера *ядерных* сил путем изучения соударений *нуклонов* высоких энергий;

в) изучение взаимодействия быстрых частиц со сложными *ядрами*.

Желательно поставить в дальнейшем ряд работ, направленных к поискам новых явлений, например, процессы распада *мезонов* различных типов, возбужденные состояния элементарных частиц, новые типы *ядерных* реакций и т. п.

По сообщению т. Новикова И. И. (н. вх. Т-1307/25оп 1951 г. прилагается), научно-исследовательские работы на установке «М» проводились бесперебойно с января 1950 г. по настоящее время, в течение каждых пяти дней в неделю с 7 до 22 часов.

С разрешения Совета Министров СССР были сделаны два перерыва в работе установки «М»: с 1 августа по 12 октября 1950 г. для перевода установки в режим *ускорения протонов* и с 1 августа по 1 сентября 1951 г. для проведения профилактической ревизии оборудования в постановке экспериментов, связанных с сооружением 2-й очереди установки «М».

В работах на установке «М» одновременно участвовали 262 научных сотрудника из организаций: Гидротехническая лаборатория — 79 человек, Лаборатория измерительных приборов — 82 человека, Теплотехническая лаборатория — 21 чел., ИХФ — 17 чел., ФИАН — 21 чел., ГЕОХИ — 13 чел., РИАН — 11 чел., Институт биофизики АМН — 16 чел., база № 112 — 2 чел.

Такое использование установки не является полным, на ней одновременно могут работать до 6 групп исследователей-экспериментаторов.

При подготовке и проведении исследований на установке имелись следующие недостатки:

а) Экспериментальные работы проводились только с применением фотопластинок, пропорциональных счетчиков, ионизационных камер и с помощью радиохимических методов. До середины 1951 г. не было сделано ни одной работы с использованием сцинтилляционных счетчиков (не освоенных промышленностью), камер Вильсона и тонкой *электронной* аппаратуры.

б) Неэффективное использование физиков-экспериментаторов, которые вынуждены тратить значительное количество времени на изготовление и монтаж *электронной* аппаратуры (усилители, схемы совпадений, анализаторы импульсов, линии задержки и т. п.), не выпускаемой промышленностью.

в) Задержка в подготовке к проведению экспериментов отдельными организациями (ГТЛ, ФИАН).

г) Недостаток лабораторных помещений для приезжающих научных работников, а также отсутствие в ГТЛ работников, которые обеспечивали бы техническое обслуживание приезжающих научных работников. Организации, участвующие в работах на установке, вынуждены были привозить с собой все необходимые материалы и оборудование.

д) Отсутствие периодического обсуждения и направления научно-исследовательских работ со стороны Технического совета установки «М», который собирался в 1950 г. два раза и в 1951 г. — один раз.

е) Недостаточное количество высококвалифицированных физиков, постоянно работающих в ГТЛ. В числе научных работников ГТЛ имеются только два доктора и 5 кандидатов физико-математических наук.

Возможности полноценного использования установки «М» были ограничены также недостаточной мощностью имеющейся механической мастерской (площадь — 250 кв. м, количество станков — 26 шт.) и недостаточным количеством рабочих (50 человек).

Заслушав и обсудив доклад т. Мещерякова М. Г. и сообщения тт. Курчатова И. В., Виноградова А. П., Померанчука И. Я., Козодаева М. С., Джелепова В. П., Скобель-

цына Д. В., Маркова М. А., Мигдала А. Б., Векслера В. И. и Добротина Н. А., Новикова И. И. о результатах работ и плане дальнейших работ на установке «М», Научно-технический совет ПОСТАНОВИЛ:

Перенести обсуждение отчета о результатах научно-исследовательских, экспериментальных работ и плана дальнейших работ на установке «М» на очередное заседание Научно-технического совета.

Поручить тт. Александрову А. П., Мещерякову М. Г., Позднякову Б. С. и Новикову И. И. подготовить проект решения НТС по данному вопросу.

Зам. председателя Научно-технического совета В. С. Емельянов

Ученый секретарь Б. С. Поздняков

С протоколом знакомить: тт. Курчатова И. В., Александрова А. П., Харитона Ю. Б., Кикоина И. К., Бочвара А. А., Славского Е. П., Первухина М. Г., Малышева В. А., Соболева С. Л., Арцимовича Л. А., Мещерякова М. Г., Виноградова А. П., Алиханова А. И., Доллежала Н. А., Павлова Н. И., тт. Новикова И. И., Козлинского В. А.

¹Во исполнение поручения т. Берия Л. П. от 15.08.1951 г. (н. вх. Т-982/1оп от 16.08.1951 г.).

²Отчет о результатах работ на установке «М» н. инв. № 358, 359, 360оп от 1951 г. и № 125оп 1952 г.

³Доклад т. Маркова М. А. о современном состоянии теории сил и вытекающих из этого требованиях к экспериментальной физике (н. вх. Т-1212/18оп, инв. № 435оп 1951 г.).

Примечание составителей. Олово — условное наименование природного урана; база № 112 — КБ-11; дейтрон, дейтон — так в документе.

К протоколу НТС приложены следующие документы:

1) тезисы доклада М. Г. Мещерякова о результатах научно-исследовательских работ, выполненных на установке «М» в 1950–1951 гг., и плане работ на 1952 г.;

2) объяснительная записка М. Г. Мещерякова к плану работ на 1952 г.;

3) план научно-исследовательских работ на установке «М» и работы по повышению энергии ускоряемых протонов до 650–700 МэВ;

4) письмо Д. И. Скорова Б. С. Позднякову с планом НИР ГТЛ ЛИПАН на 1952 г.;

5) реферат содоклада Б. В. Курчатова о результатах научно-исследовательских работ, проведенных на установке «М» в 1950–1951 гг.;

6) письмо А. П. Виноградова В. С. Емельянову о тематике института, которую необходимо поставить на установке «М»;

7) тезисы доклада И. Я. Померанчука;

8) отзыв Д. В. Скобельцына и М. А. Маркова о сводном отчете о результатах научно-исследовательских работ, выполненных на установке «М» ЛИПАН;

9) доклад М. С. Козодаева «Развитие экспериментальных методов исследований, проводимых на установке "М"»;

10) содоклад В. П. Дзелепова о работах, выполненных на установке «М» в 1950–1951 гг. с нейтронами высоких энергий;

11) заключение Л. Д. Ландау по отчету о научно-исследовательских работах, выполненных на установке «М»;

12) заключение Н. А. Добротина, В. И. Векслера по сводному отчету о научно-исследовательских работах, выполненных на установке «М»;

13) записка И. И. Новикова (ПГУ) Н. И. Павлову о результатах проверки степени загрузки установки «М» с приложениями:



М. С. Козодаев, С. Я. Никитин, А. И. Алиханов, В. П. Джелепов



Нижний ряд: В. И. Филиппов, А. А. Глазов, Ю. Н. Денисов, Б. И. Замолдчиков,
В. П. Дмитриевский, В. В. Кольга;
верхний ряд: К. А. Байчер, Н. Л. Заплатин, Л. А. Саркисян, В. С. Рыбалко,
В. И. Данилов, стажер из КНР, А. А. Кропин



С. Н. Вернов, М. И. Подгорецкий, Д. И. Блохинцев



А. М. Петросьянц и Г. Н. Флеров



Б. Грегори, А. Л. Минц, Б. Понтекорво, М. А. Марков



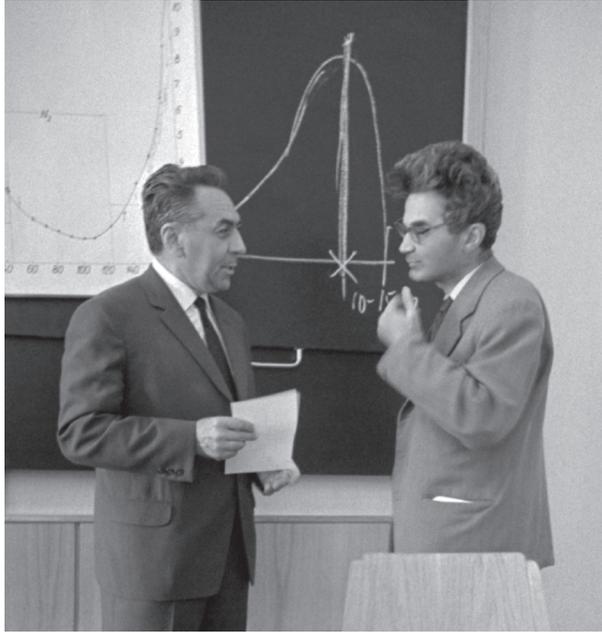
Справа Г. И. Будкер



С. А. Бунятов, В. М. Сидоров, Ю. А. Батусов



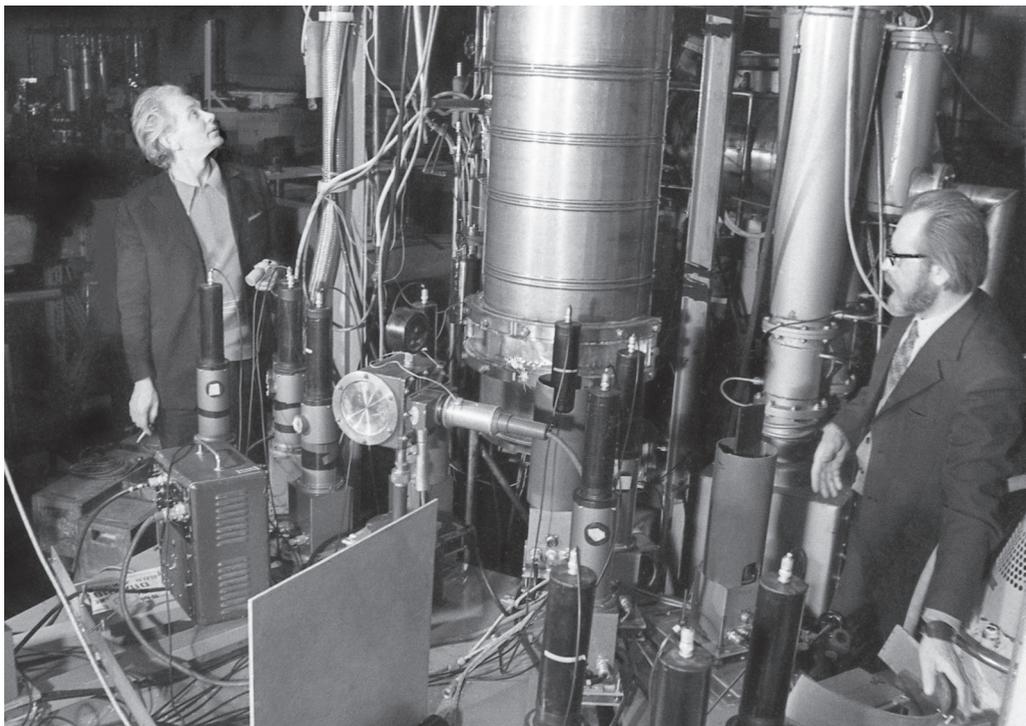
Я. А. Смородинский и Л. А. Лapidус



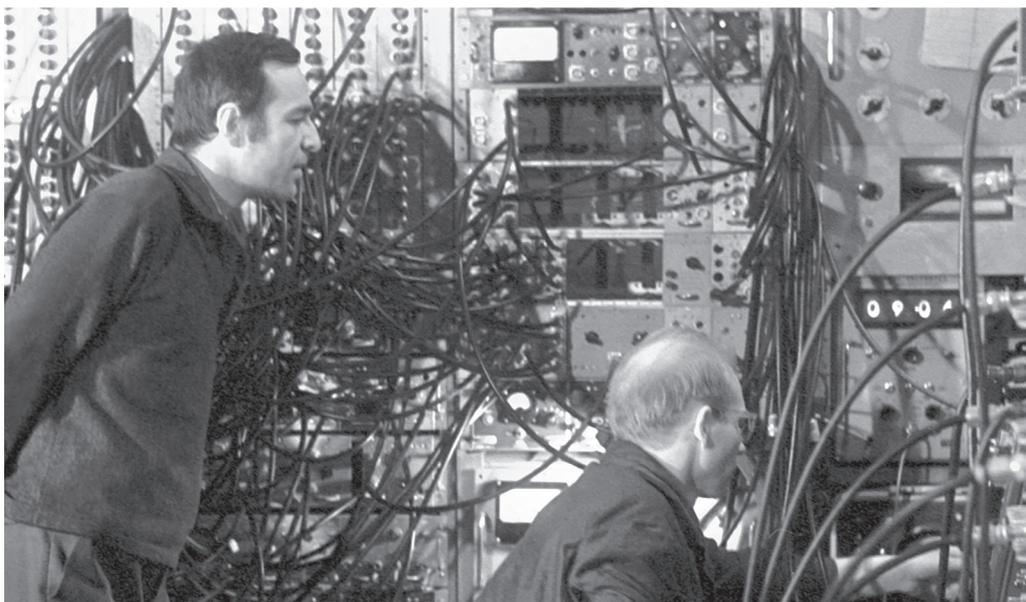
В. П. Джелепов и И. Я. Померанчук



Нижний ряд: Р. М. Суляев, Ю. Д. Прокошкин, М. С. Козодаев,
А. И. Филиппов, Ю. А. Щербаков;
верхний ряд: А. А. Тяпкин, А. И. Синаев, И. М. Василевский, М. М. Кулюкин



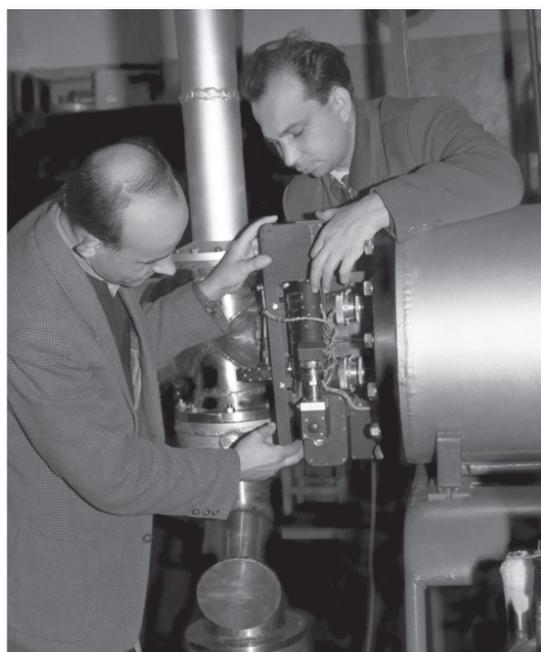
Ю. М. Казаринов и Б. С. Неганов



Л. Л. Неменов и А. В. Купцов



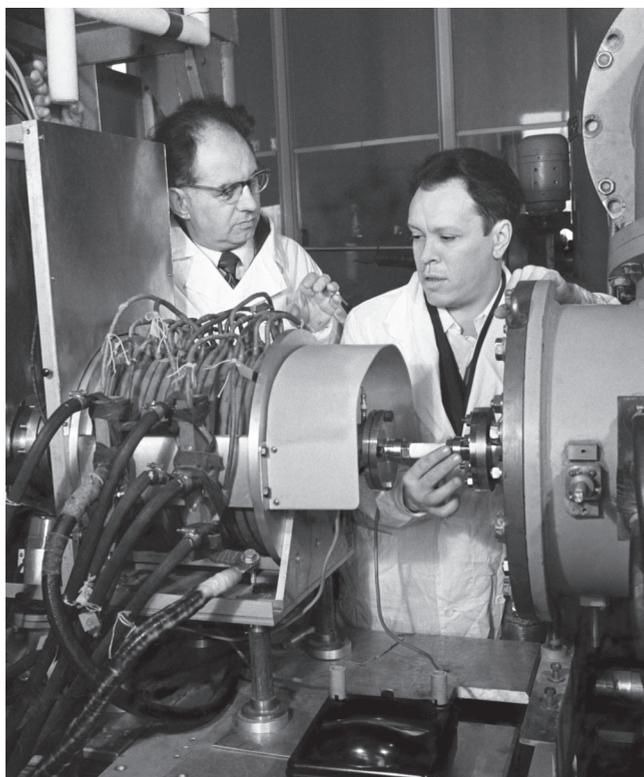
В. И. Винокуров, Н. Г. Шакур, В. А. Богач



Г. И. Селиванов и Г. Либман



В. Б. Флягин и В. П. Дзелепов



Л. М. Сороко и Ю. А. Плис



В. И. Огиевецкий, С. М. Биленький, Р. М. Рындин



Е. Л. Григорьев, И. Г. Покровская, В. А. Бирюков



Н. А. Черников и Л. Д. Фаддеев



Б. М. Барбашов и В. Г. Соловьев

— список иностранных специалистов, которых можно привлечь для разработки аппаратуры для ядерных исследований и для проведения ряда исследований;

— справка о состоянии разработок и организации производства приборов.

14) письмо М. Г. Мещерякова с проектом решения НТС;

15) справка с резолюцией Л. П. Берия;

16) письмо Д. И. Скорова Б. С. Позднякову с протоколом совещания в ЛИПАН от 23 июля 1951 г. по рассмотрению итогов и основных направлений научно-исследовательских работ на установке «М» ГТЛ ЛИПАН (здесь не приводится).

Указанные документы, начиная с тезисов доклада М. Г. Мещерякова на заседании НТС (заметим, что в тексте тезисов отсутствуют обозначения курсивом и подчеркивания терминов), приводятся ниже.

1) Тезисы доклада М. Г. Мещерякова

Сов. секретно

(Особая папка)

Тезисы доклада

о результатах научно-исследовательских работ, выполненных на установке «М» в 1950–1951 гг., и плане работ на 1952 г.

1. С момента пуска пятиметрового синхроциклотрона в январе 1950 г. исследовательские работы на нем проводились по следующим основным направлениям современной ядерной физики:

I. Искусственное получение заряженных и нейтральных мезонов и изучение вызываемых ими ядерных расщеплений.

II. Взаимодействие с веществом нейтронов, имеющих энергию от 100 до 400 МэВ.

III. Исследование ядерных превращений, производимых частицами высоких энергий.

IV. Радиохимическое исследование ядерных реакций, протекающих при высоких энергиях.

V. Изучение биологического действия частиц с высокой энергией. Исследовательские работы по этому разделу проводились Институтом биофизики АМН СССР, и мы не будем касаться здесь результатов этих исследований.

Параллельно с проведением исследований с частицами высоких энергий в Гидротехнической лаборатории также выполнялись большие экспериментальные разработки по дальнейшему развитию и усовершенствованию пятиметрового синхроциклотрона.

Основные результаты этих разработок сводятся к следующему:

а) Изучены условия получения интенсивных пучков нейтронов с энергией 100–400 МэВ. В режиме ускорения дейтронов до энергии 280 МэВ полный выход нейтронов с энергией 120 МэВ составлял $3,5 \cdot 10^{11}$ нейтронов/сек. В режиме ускорения α -частиц до энергии 560 МэВ полный выход нейтронов достигал 10^9 нейтронов/сек. Судя по энергетическому распределению протонов, освобождающихся при расщеплении быстрых α -частиц, средняя энергия нейтронов в этом случае равнялась 100 МэВ. Выход нейтронов с энергией около 400 МэВ, из-за обменного взаимодействия с ядрами протонов, имеющих энергию 480 МэВ, достигал $(1,5 \div 3) \cdot 10^{11}$ нейтронов/сек.

б) В типичных условиях работы получены на выходе синхроциклотрона мощные токи дейтронов (около 1 мкА) с энергией 380 МэВ, α -частиц (около 0,025 мкА) с энергией 560 МэВ и протонов (около 0,2 мкА) с энергией 490 МэВ.

в) Осуществлен вывод в атмосферу пучков π -мезонов (положительных и отрицательных) с энергиями от 10 до 100 МэВ. При нормальном режиме работы установки

в атмосферу выходит $4,0 \cdot 10^6$ положительных π^+ -мезонов/сек и $4 \cdot 10^5$ отрицательных π^- -мезонов.

г) В августе этого года осуществлен вывод в атмосферу пучка протонов с энергией около 460 МэВ. Интенсивность пучка составляет 10^7 протонов/сек.

Успешное осуществление вывода в атмосферу интенсивных пучков протонов и мезонов обоих знаков значительно расширило наши экспериментальные возможности и создало условие для получения количественных данных о процессах взаимодействия протонов и π -мезонов с веществом.

Проведение большой программы исследований в специфическом режиме импульсной работы синхроциклотрона потребовало создания новой аппаратуры и сложных установок, способных регистрировать частицы и γ -кванты высоких энергий. Это явилось причиной того, что всеми группами, проводящими исследования на установке «М», в течение нескольких лет проводились трудоемкие методические разработки по созданию и освоению ряда новых приборов и установок. Подробное описание созданных у нас приборов и экспериментальных установок приведено в докладе т. Козодаева М. С.

2. Перейдем теперь к краткому изложению фактического материала, полученного на пятиметровом синхроциклотроне.

В связи с происходящей в последние годы дискуссией по вопросу о существовании в космических лучах мезонов различных масс представлялось естественным начать экспериментальные исследования на установке «М» с определения массы мезонов, возникающих под действием частиц с энергией полмиллиарда электронвольт. Не менее важным было также изучение явлений, протекающих при взаимодействии мезонов с веществом.

Определение масс мезонов производилось двумя методами: в опытах, выполненных Гидротехнической лабораторией, измерялся импульс и остаточный пробег отрицательных мезонов; опыты, выполненные группой сотрудников Лаборатории измерительных приборов, были основаны на наблюдении плотности зерен в следах отдельных частиц в эмульсии фотопластинок и остаточного пробега этих же частиц. В разнообразных условиях было показано, что α -частицы с энергией 560 МэВ и протоны с энергией 490 МэВ производят отрицательные мезоны, массы которых равны (274 ± 3) электронных масс. Посредством наблюдения спектра γ -лучей от распада нейтральных мезонов было показано, что при бомбардировке углерода протонами с энергией 490 МэВ возникают нейтральные мезоны с массой порядка (250 ± 40) м[асс] э[лектронных].

На основании выполненных опытов можно утверждать, что отрицательные мезоны, образуемые при взаимодействии с тяжелыми ядрами α -частиц и протонов с энергией в полмиллиарда электронвольт, в подавляющем большинстве, если не все, являются π -мезонами. По нашим оценкам, отрицательные мезоны с массой, превышающей массу π -мезона, если они вообще образуются в подобных условиях и имеют время жизни большее, чем $5 \cdot 10^{-9}$ сек, должны иметь выход примерно в 200 раз меньший, чем выход обычных отрицательных π -мезонов. Таким образом, в опытах, выполненных у нас в 1950 г., не было обнаружено никаких признаков рождения мезонов, более тяжелых, чем π -мезоны. Этот вывод находится в согласии также со всей совокупностью полученных нами данных о характере процессов взаимодействия с веществом π -мезонов, рождаемых на установке «М».

Рецензируя наши отчеты, тт. Векслер В. И. и Добротин Н. А. высказали пожелание, чтобы работы по поиску новых частиц на нашей установке были продолжены. Надо заметить здесь, что проблема частиц промежуточных масс будет и дальше стоять в центре внимания физиков, работающих на пятиметровом синхроциклотроне. На основании имеющегося у нас опыта можно, однако, утверждать, что использование

известных в настоящее время методов определения масс мезонов вряд ли приведет к существенному уточнению уже полученных результатов. Без свежих оригинальных идей поиски новых частиц в условиях наличия около работающего синхротрона интенсивного фона сопутствующих излучений почти наверняка будут безрезультатными. В связи с этим следует упомянуть проводимые Г. Н. Флеровым и Ю. Л. Соколовым (ЛИП АН СССР) поисковые опыты по обнаружению рождения на установке «М» легких ядерно-активных нейтральных мезонов, долгоживущих по сравнению с нейтральными π -мезонами и способных поэтому вызывать так называемые безимпульсные ядерные расщепления. Полученные в этих опытах результаты, хотя и не привели еще к бесспорным заключениям, все же представляют определенный интерес своим замыслом.

Выполненные в нашей лаборатории исследования приводят к заключению, что при нормальных условиях работы синхротрона в режиме ускорения протонов до энергии 490 МэВ выход нейтральных мезонов достигает порядка 10^9 нейтральных мезонов в секунду. В первом приближении средняя энергия нейтральных мезонов равняется 50 МэВ, а полное сечение рождения их при бомбардировке ядер углерода протонами с энергией 490 МэВ составляет $\sim 10^{-26}$ см². Возникающее при распаде нейтральных π -мезонов гамма-излучение имеет энергию от 20 до 240 МэВ. Это излучение на 97 % обязано своим происхождением распаду нейтральных мезонов на два гамма-кванта. В настоящее время с помощью 12-канального парного гамма-спектрометра проводится детальное изучение формы спектра гамма-излучения от распада нейтральных π -мезонов.

Исследование процессов взаимодействия π -мезонов с веществом проводилось по трем направлениям.

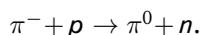
В начале 1950 г. было проведено изучение взрывных расщеплений ядер под действием остановившихся отрицательных π -мезонов. Экспериментально было показано, что процесс поглощения отрицательных π -мезонов сопровождается передачей нуклонам в ядре значительной части энергии покоя мезона. Этот экспериментальный факт свидетельствует о том, что первичный акт аннигиляции отрицательного π -мезона в сложном ядре не связан с испусканием легких частиц. Отсюда был сделан вывод о целочисленном значении спина отрицательного π -мезона. Полученные экспериментальные данные не противоречат допущению, что в первичном акте поглощения мезонов, протекающего по схеме $p + \pi^- \rightarrow n + 140$ МэВ, испускаются нейтроны большей энергии, причем отдачу принимают на себя или одиночные нуклоны, или группы нуклонов — ядра H^2 , H^3 , He^4 , Li^8 и др. Заметная вероятность ($\sim 10\%$) испускания быстрых протонов с энергией до 100 МэВ также свидетельствует о том, что в некотором числе актов захвата ядрами отрицательных π -мезонов отдача воспринимается большой группой нуклонов. Мы увидим далее, как эта характерная черта взрывных расщеплений ядер под действием отрицательных π -мезонов проявляется в других ядерных процессах.

Второе направление в изучении процессов взаимодействия мезонов с веществом было связано с поисками нового явления, а именно деления тяжелых ядер под действием остановившихся отрицательных π -мезонов. Выполненные весной 1950 г. одновременно сотрудниками Физического и Радиового институтов опыты закончились успешно. В этих опытах была установлена способность медленных отрицательных π -мезонов вызывать деление ядер олова и вольфрама. С помощью фотометода наблюдались случаи деления ядер олова как на два, так и на три осколка. Частота появления случаев деления ядер олова на три частицы по отношению к частоте деления на две частицы составляет около 17 %. При делении ядер олова на три частицы, как правило, одна частица обладает единичным зарядом и, по-видимому, является протоном. Энергии этих однозарядных частиц, если предположить, что они являются протонами, лежат в пределах 10–30 МэВ, а направление испускания их изотропно относительно направления разлета осколков. Как при делении на две части, так и

при делении на три части величина суммарного пробега осколков лежит в тех же пределах, что и при делении ядер олова на две части под действием медленных нейтронов. Отсюда следует, что энергия, вносимая π -мезоном в ядро олова и достигающая 140 МэВ, не трансформируется целиком в кинетическую энергию осколков, а расходуется другим путем. С теоретической точки зрения этого и следует ожидать, поскольку тепловая энергия возбуждения ядра не может перейти в кинетическую энергию осколков, значение которой определяется в основном величиной энергии отталкивания в кулоновом поле в момент разделения осколков.

Из факта изотропности углового распределения вылетающих протонов, а также из их энергетического спектра следует, что, по-видимому, испускание однозарядных частиц предшествует процессу деления. Естественно допустить, что в еще большем числе случаев захвата отрицательных π -мезонов тяжелыми ядрами испускаются быстрые нейтроны. По современным представлениям деление таких тяжелых ядер, как олово, должно происходить после предварительного испускания плеяды нейтронов, которые уносят с собой значительную часть энергии возбуждения. Остающееся ядро имеет энергию возбуждения порядка энергии связи нейтрона и барьера деления. Такое обедненное нейтронами ядро с большой вероятностью испытывает деление. Следует отметить, что деление ядер олова и вольфрама под действием медленных π -мезонов было открыто у нас на год раньше, чем в Америке.

К третьему направлению работ с искусственными π -мезонами следует отнести проводимые у нас с осени 1950 г. опыты, в которых изучался характер взаимодействия с веществом π -мезонов, имеющих заданную энергию. В этих опытах энергия отрицательных π -мезонов равнялась 50 МэВ. При прослеживании путей быстрых отрицательных π -мезонов в слое эмульсии электронно-чувствительных пластинок удается наблюдать ядерные расщепления (звезды), производимые быстрыми мезонами, случаи рассеяния π -мезонов на ядерных частицах и, наконец, исчезновение на лету отрицательных π -мезонов или вследствие захвата их ядрами с испусканием вслед за этим нейтральных частиц, или же из-за обменного превращения отрицательных π -мезонов в нейтральные по схеме:



По нашим данным, для π -мезонов с энергией 40–60 МэВ сумма сечений всех этих трех ядерных процессов равна геометрическому сечению ядра.

Представляет интерес вопрос, как сильно зависит от энергии сечение взаимодействия отрицательных π -мезонов со сложными ядрами. К моменту окончания нашей работы было известно, что для отрицательных π^- -мезонов с энергией, меньшей 50 МэВ, сечения ядерного взаимодействия равны геометрическим сечениям. После окончания опытов на установке «М» в печати появились сообщения, в которых были описаны опыты с отрицательными π^- -мезонами, имеющими энергию от 70 до 110 МэВ. Таким образом, до настоящего времени работами у нас и за границей проверен интервал энергий от 20 до 110 МэВ, на протяжении которого сечение ядерного взаимодействия отрицательных π^- -мезонов, в пределах погрешности опытов, не зависит от энергии.

Не меньший интерес вызывает вопрос о том, каким путем расходуется энергия, вносимая в сложное ядро быстрым отрицательным π^- -мезоном. Основываясь на полученных у нас и за границей результатах, можно утверждать, что энергия, уносимая заряженными частицами-продуктами ядерного взаимодействия быстрых π^- -мезонов, составляет только небольшую долю полной энергии возбуждения ядра. Это означает, что энергия, освобождающаяся при попадании быстрого π -мезона в ядро, уносится в основном нейтральными частицами-нейтронами и, может быть, нейтральными π^0 -мезонами, возникающими в результате обменного взаимодействия отрицательного π^- -мезона с ядерным протоном.

В настоящее время в нашей лаборатории завершены опыты по изучению ядерного взаимодействия положительных π^+ -мезонов с энергией 50 МэВ. Находятся также в процессе выполнения опыты, в которых методом камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле, исследуется рассеяние отрицательных π^- -мезонов с энергией 100 МэВ на водороде.

В отзывах на наши отчеты академик Д. В. Скобельцын и М. А. Марков отметили существенный пробел в постановке опытов на пятиметровом ускорителе, а именно — отсутствие исследований, в которых прямым путем были бы получены данные о спине π -мезона и свойствах симметрии поля, представляемого π -мезонами. Как известно, источником такого рода сведений о π -мезоне являются эксперименты, в которых изучается взаимодействие π -мезонов с простейшими ядрами — водородом и дейтерием. В связи с этим следует отметить, что эти исследования были запланированы на 1951 г.; их исполнителем является Физический институт АН СССР. До сих пор, однако, в этом направлении ничего не сделано.

3. Перейдем теперь к рассмотрению результатов работ, в которых изучалось взаимодействие нейтронов больших энергий с веществом. Проведение исследований в этом направлении стало возможным благодаря тому, что нам удалось получить мощные потоки нейтронов с энергией в сотни МэВ. На первое место следует отнести опыты, в которых изучалось рассеяние нейтронов с энергией 380 МэВ протонами. Принципиальная важность этих опытов состоит в том, что они позволяют выяснить характер и интенсивность сил, действующих между нуклонами, а также определить зависимость этих сил от расстояния между нуклонами и ориентации их спинов.

Подробно результаты опытов по рассеянию нейтронов с энергией 380 МэВ протонами изложены в докладе В. П. Джелепова. Мы укажем здесь кратко, что анализ полученных в этих опытах данных позволяет сделать ряд важных заключений о характере взаимодействия нейтронов и протонов при столь высоких энергиях.

Во-первых, наличие на кривой, представляющей дифференциальное сечение n - p -рассеяния в функции от угла рассеяния, пика в области углов рассеяния, близких к 180° , свидетельствует о том, что между нейтроном и протоном, наряду с обычными силами, действуют силы обменного характера, обусловленные обменом зарядами между сталкивающимися нуклонами. По порядку величины вклад сил обоих типов во взаимодействие нейтронов и протонов при энергии 380 МэВ одинаков.

Во-вторых, при указанных энергиях дифференциальное сечение рассеяния нейтронов на протонах в широком интервале углов (45 – 135°) практически остается постоянным. Сравнение результатов, полученных в Гидротехнической лаборатории с нейтронами, имеющими энергию 380 МэВ, с результатами опытов, выполненных в Америке с нейтронами, имеющими энергию 280 МэВ, показывает, что с возрастанием энергии нейтронов расширяется интервал углов, при которых дифференциальное сечение n - p -рассеяния остается постоянным. Отсюда следует, что с повышением энергии нейтронов появляется все большее сходство в картинах рассеяния нейтронов протонами и протонов протонами, поскольку в последнем случае дифференциальное сечение также остается постоянным в интервале углов 40 – 140° .

В-третьих, и для n - p -рассеяния, и для p - p -рассеяния общим является то, что, начиная с энергий 130 – 150 МэВ, дифференциальные сечения перестают заметно уменьшаться с ростом энергии. В области энергий 180 – 400 МэВ полное сечение рассеяния нейтронов протонами остается постоянным и близким к $40 \cdot 10^{-27}$ см². Изотропность в рассеянии нуклонов высоких энергий и отсутствие при этом зависимости полных сечений от энергии свидетельствует о возникновении весьма интенсивных сил при тесном сближении нуклонов.

В настоящее время в области изучения взаимодействия свободных нуклонов при высоких энергиях перед нами стоит центральная задача — исследовать рассеяние протонов на протонах и дейтронах при энергии 480 МэВ. В этом направлении опыты уже проводятся.

Большой научный интерес представляют опыты, в которых изучались процессы, протекающие при взаимодействии быстрых нейтронов со сложными ядрами.

К числу таких процессов относятся рассеяние и поглощение нейтронов сложными ядрами, а также деление и расщепление тяжелых ядер под действием нейтронов с энергией от 120 до 400 МэВ. Не останавливаясь подробно на этих весьма обширных опытах, укажем здесь только новые результаты. Прежде всего, следует указать на то, что в интервале энергий от 270 МэВ (американские данные) до 380 МэВ (данные ГТЛ АН СССР) полные сечения взаимодействия нейтронов со сложными ядрами весьма слабо изменяются. Это обстоятельство, по-видимому, связано с независимостью в этой области от энергии сечений соударений нуклонов друг с другом — нейтронов с протонами и, возможно, нейтронов с нейтронами. Существенным является и то, что в этой области энергий сложные ядра в значительной мере прозрачны для нейтронов. Как видно из приводимой здесь таблицы¹, отношение полученных на опыте полных сечений к геометрическим сечениям достигает только 0,3–0,5. Здесь следует указать, что в той же мере прозрачны сложные ядра и для протонов с энергией 480 МэВ. Наряду с определением полных сечений взаимодействия нейтронов высоких энергий со сложными ядрами были также измерены сечения неупругих столкновений (или сечений поглощения) для ряда элементов. Было найдено, что сечения неупругих столкновений, так же как и полное сечение, в интервале энергий от 150 до 400 МэВ меняются весьма незначительно и составляют около половины от соответствующих полных сечений.

Измерения, выполненные с ионизационными камерами, выложенными различными веществами и помещенными в пучке быстрых нейтронов, привели к заключению, что нейтроны с энергией 120 МэВ вызывают деление ядер U, Th, Bi, Pb, Tl, Au, Re, W, Ta, Er, Dy, Rh. Были определены относительные выходы и сечения деления указанных ядер. Исходя из данных о числе вторичных нейтронов, испускаемых в среднем тяжелым ядром при попадании в него нейтрона с энергией 120 МэВ, следует признать, что деление самых тяжелых ядер (от Pt до U) на нейтронах является эмиссионным — до того, как ядро успеет разделиться на два осколка, успевают произойти эмиссия 10–15 нейтронов. В противоположность этому ядра среднего атомного веса преимущественно делятся непосредственно из возбужденного состояния.

В настоящее время в нашей лаборатории опыты с быстрыми нейтронами проводятся по трем направлениям: а) изучается рассеяние нейтронов с энергией 380 МэВ на дейтронах; б) исследуется процесс рождения нейтральных π^0 -мезонов в соударениях нейтронов указанных энергий с протонами и в) изучается механизм испускания из сложных ядер надбарьерных тяжелых фрагментов под действием быстрых нейтронов.

4. Получение на пятиметровом синхротронном ускорителе интенсивных пучков протонов, дейтронов, α -частиц с энергией в полмиллиарда электронвольт дало возможность осуществить в контролируемых условиях большую программу исследования ядерных превращений, протекающих при высоких энергиях. Центральное место в этой программе заняли опыты, в которых с помощью фотографического метода изучались элементарные акты ядерных превращений, производимых быстрыми заряженными частицами.

Принципиальная важность этих исследований состоит в том, что они дают возможность вскрыть механизм взаимодействия быстрых частиц с нуклонами, образующими ядро, позволяя тем самым изучить явление переноса энергии от налетающей частицы к ядру.

Год назад здесь подробно докладывались результаты изучения ядерных превращений, производимых дейтронами с энергией 280 МэВ и α -частицами с энергией 560 МэВ. В течение этого года продолжалась работа по дальнейшему изучению новых ядерных процессов, обнаруженных в опытах с быстрыми дейтронами и α -частицами. Здесь имеются в виду процессы однонаправленного испускания пар

протонов при расщеплении α -частиц и обменного взаимодействия, наблюдающегося в столкновениях быстрых дейтронов и α -частиц со сложными ядрами. С помощью электронно-чувствительных пластинок, способных регистрировать все вылетающие из возбужденных ядер заряженные частицы, были определены сечения ядерного взаимодействия быстрых дейтронов и α -частиц. В отличие от того, что имеет место для быстрых протонов и нейтронов, в соударениях с быстрыми дейтронами и α -частицами сложные ядра являются непрозрачными сферами с поперечным сечением, равным их геометрическому сечению. Этим экспериментом была завершена в нашей лаборатории вся программа опытов, в которых разнообразными методами были измерены полные сечения взаимодействия со сложными ядрами дейтронов с энергией 380 МэВ, α -частиц с энергией 530 МэВ, протонов с энергией 490 МэВ и нейтронов с энергией 380 МэВ.

При анализе ядерных превращений, образованных в электронно-чувствительных пластинках частицами с энергией порядка полмиллиарда электронвольт, только в редких случаях среди следов вторичных протонов, дейтронов и α -частиц были замечены исходящие из центров звезд следы электронов. Отсутствие электронов — продуктов β -распада конечных ядер частично вызвано тем, что в общем балансе рассматриваемых ядерных превращений весьма значительное место занимают соударения частиц с легкими ядрами (углерод, азот, кислород), которые при этом нацело расщепляются. Однако таким способом нельзя полностью объяснить отсутствие следов электронов в звездах. По-видимому, причиной этому служит то обстоятельство, что конечные ядра — продукты ядерных превращений, производимых быстрыми частицами, имеют тенденцию в большей мере образовываться или стабильными, или же испытывающими K -захват. Это заключение вытекает также из опытов, в которых определялось в зависимости от порядкового номера элемента количество вторичных нейтронов, выпускаемых из сильно возбужденного ядра.

Разработками, выполненными в Радиовом институте, был устранен существенный недостаток фотометода — невозможность прямой идентификации атомного ядра, с которым происходило взаимодействие падающей частицы. В этом институте были разработаны способы введения в фотоэмульсию исследуемых веществ или в виде суспензии, или в виде тонкого слоя. Подробно эти разработки описаны в докладе Н. А. Перфилова. Мы укажем здесь только то, что этим методом с большей достоверностью было установлено деление мезонами ядер олова и висмута, а также деление ядер тория, висмута, золота, вольфрама под действием протонов с энергией 140 МэВ.

При изучении методом электронно-чувствительных пластинок ядерных превращений, производимых протонами с энергией 490 МэВ, были получены количественные данные о следующих ядерных процессах: а) образование заряженных мезонов на атомных ядрах, б) выбивание нуклонов высокой энергии посредством прямого соударения падающего протона с одной из ядерных частиц, в) обычное испарение заряженных частиц из сильно возбужденных ядер и, наконец, г) испускание тяжелым ядром сложных фрагментов с порядковым номером, большим двух, имеющих кинетическую энергию, превышающую энергию электростатического отталкивания. Испускание таких надбарьерных фрагментов было замечено и в опытах с быстрыми дейтронами и нейтронами. Радиохимические методы исследования продуктов превращения сложных ядер также дают веские указания на то, что расщепление тяжелых ядер во многих случаях сопровождается испусканием высокоэнергичных фрагментов, способных на своем пути снова внедряться в атомные ядра. Это приводит к появлению радиоактивных ядер с порядковым номером, большим на несколько единиц порядкового номера исходного ядра. С другой стороны, способность сложного комплекса частиц принимать на себя как целое отдачу быстрого нуклона проявляется также и при взрывных расщеплениях сложных ядер под действием остановившихся отрицательных π^- -мезонов.

Мы имеем, таким образом, в настоящее время разнообразные убедительные данные, свидетельствующие о том, что налетающий быстрый нуклон, попав в сложное ядро, иногда оказывается способным передать значительную энергию сложному ядерному образованию, не разрушив при этом его. Видимо, наиболее замечательная особенность взаимодействия быстрых нуклонов со сложными ядрами состоит именно в возможности большой передачи импульса налетающим нуклоном сложному ядерному образованию. Этому явлению нельзя дать простое, обычное истолкование. Возможно, удастся понять этот ядерный процесс с помощью развиваемых Д. И. Блохинцевым представлений «о коллективном взаимодействии» нуклонов в ядрах.

Не останавливаясь специально на результатах больших по своему объему и значимости радиохимических исследований, выполненных Б. В. Курчатовым и А. П. Виноградовым с сотрудниками и изложенных в их отчетах и докладах, перейдем теперь к рассмотрению сводного плана научно-исследовательских работ на 1952 г. Этот план составлен с учетом предложений тт. академика Д. В. Скобельцына, М. А. Маркова, Л. Д. Ландау и Д. И. Блохинцева по заявкам Лаборатории измерительных приборов, Гидротехнической лаборатории, Физического института, Теплотехнической лаборатории, Радиевого института, Института геохимии и аналитической химии АН СССР, а также Института биофизики АМН СССР.

Содержание плана.

- I. Исследование взаимодействия свободных нуклонов при высоких энергиях.
- II. Взаимодействие мезонов с водородом и другими элементами.
- III. Изучение механизма распада мезонов.
- IV. Взаимодействие быстрых нуклонов с атомными ядрами.
- V. Исследование биологического действия излучения высокой энергии.

Замечания о реализации плана в 1951 г.:

Выполнили плановые работы: ЛИП, ГТЛ, ИХФ, ГЕОХИ, РИАН и Институт биофизики АМН СССР.

Не выполнили плановые работы: ФИАН и ТТЛ АН СССР.

20 ноября 1951 г.

М. Г. Мещеряков

Примечание составителей. ¹Таблица в протоколе НТС отсутствует.

2) Объяснительная записка М. Г. Мещерякова к плану работ на 1952 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Объяснительная записка

Сводный план научно-исследовательских работ, подлежащих выполнению на установке «М» в 1952 г., содержит 40 тем, объединенных в соответствии с их содержанием в пять проблем. По сравнению с 1951 г. число тем возросло на 15. От Академии наук Союза ССР в 1952 г. на установке «М» будут проводить исследовательские работы Гидротехническая лаборатория (17 тем), Лаборатория измерительных приборов (3 темы), Теплотехническая лаборатория (4 темы), Радиевый институт (4 темы), Физический институт (3 темы), Институт геохимии и аналитической химии (2 темы), Радиотехническая лаборатория (1 тема) и Институт биофизики Академии медицинских наук (1 тема).

Основными проблемами плана являются «Исследование взаимодействия свободных нуклонов при высоких энергиях» (12 тем) и «Исследование взаимодействия мезонов с водородом и другими элементами» (7 тем). По первой из указанных проблем предусматривается детальное изучение столкновений протонов с протонами и дейтронами при энергии 460 МэВ и нейтронов с протонами и нейтронами при энергии нейтронов 380 МэВ. Определенные в этих опытах зависимости интенсивности

рассеянных частиц от угла рассеяния и величины эффективных сечений процессов упругого рассеяния и мезообразования явятся необходимым экспериментальным материалом для построения количественной теории ядерных сил и, следовательно, для выяснения законов строения атомных ядер. К тому же циклу работ тесно примыкает исследование возможности существования изотопа водорода с массой 4. Планом работ предусмотрено, что экспериментальные результаты, полученные при изучении процессов соударения свободных нуклонов, будут подвергнуты тщательному теоретическому анализу.

Вторая из указанных проблем содержит темы, посвященные изучению рассеяния π -мезонов с энергией 100 МэВ на водороде и исследованию взаимодействия быстрых положительных π -мезонов со сложными ядрами. Будет продолжено также изучение сложных случаев деления ядер урана π -мезонами. Параллельно с экспериментальными работами будет проводиться теоретическое исследование элементарных процессов взаимодействия π -мезонов с атомными ядрами. Настоящий цикл работ тесно связан с решением фундаментальных вопросов современной теории ядерных сил, в частности, с выяснением роли заряженных и нейтральных π -мезонов как переносчиков взаимодействия между нуклонами.

Третья проблема плана касается вопросов изучения процессов распада мезонов. В Гидротехнической лаборатории будет проведено исследование энергетического спектра гамма-квантов от распада нейтральных π^0 -мезонов. Физический институт будет производить определение времени жизни остановившихся положительных π -мезонов. К сожалению, объем запланированных работ по этой проблеме не соответствует имеющимся возможностям нашего пятиметрового синхроциклотрона как источника π - и μ -мезонов. Из-за отсутствия исполнителей в план не были включены темы, связанные с изучением μ -мезонов (определение верхней границы энергетического спектра электронов при μ -распаде, изучение рассеяния μ -мезонов на водороде в связи с поисками нейтрального μ^0 -мезона, поиски случаев непосредственного образования единичных μ -мезонов при столкновении нуклонов и т. д.).

По сравнению с 1951 г. работы по проблеме «Изучение взаимодействия быстрых нуклонов с атомными ядрами» отошли на второе место. В 1952 г. исследования со сложными ядрами будут проводиться по трем направлениям:

- 1) изучение процессов деления и испускания легких ядер и ядер отдачи при бомбардировке различных элементов быстрыми частицами;
- 2) радиохимическое исследование продуктов ядерных превращений, протекающих при высоких энергиях;
- 3) изучение расщеплений ядер разных элементов методом толстослойных фотопластинок с введенными в них суспензиями из исследуемых веществ.

Научное значение работ по этой проблеме состоит в том, что знание динамики ядерных превращений позволяет в ряде случаев разобраться в механизме взаимодействия частиц высоких энергий с веществом.

В последнюю проблему плана вошли разработки, связанные с намечающейся реконструкцией синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории Академии наук Союза ССР. Благодаря наличию резерва мощности у пятиметрового электромагнита мы имеем возможность повысить энергии протонов с 490 до 650–680 МэВ, энергии α -частиц с 560 до 800 МэВ и энергии дейтронов с 280 до 400 МэВ. В связи с реконструкцией синхроциклотрона перерыв в исследовательских работах составит около четырех месяцев. Успешное завершение работ по реконструкции синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории Академии наук Союза ССР создаст условия для проведения экспериментальных исследований в существенно новой области ядерной физики, в области парного образования мезонов.

В заключение следует отметить основную направленность работ на пятиметровом синхроциклотроне в 1952 г.

Она состоит в проведении тщательных количественных исследований основных элементарных процессов взаимодействия между нуклонами. При этом, однако, не исключается возможность выполнения разнообразных поисковых опытов.

1 марта 1952 г.



М. Г. Мещеряков

3) План научно-исследовательских работ ГТЛ на 1952 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

План научно-исследовательских работ Первого главного управления Гидротехнической лаборатории Лаборатории измерительных приборов АН СССР на 1952 г.

Наименование темы	Этапы выполнения темы	Сроки выполнения	Руководитель и исполнители	Примечание
I. Исследование взаимодействия свободных нуклонов при высоких энергиях				
1. Изучение столкновений быстрых протонов с протонами и дейтонами методом синцилляционных телескопов с целью получения количественных данных о ядерных силах и характере процесса образования мезонов в столкновениях (p, p) и (p, d)	1) Определение углового и энергетического распределения выведенного пучка протонов 2) Определение процесса упругого рассеяния от процессов мезообразования в соударениях (p, p) и (p, d) 3) Определение сечений упругого рассеяния протонов на протонах и дейтонах 4) Определение сечения процессов: а) $p + p \rightarrow \pi^+ + d$ $p + p \rightarrow \pi^+ + p + d$ б) $p + d \rightarrow \pi^+ + p + 2n$ 5) Обработка результатов наблюдений и составление отчета 6) Проведение опытов, перечисленных в этапах 1, 2, 3, 4 при энергии протонов порядка 650–700 МэВ	Переход с 1951 г. – январь 1952 г. 1.01.1952–1.04.1952 1.01.1952–1.05.1952 1.01.1952–1.08.1952 1.08.1952–1.11.1952 1.08.1952–31.12.1952	Руководит. — Мещеряков М. Г. Исполнит. — Сороко Л. М. Богачев Н. П. Неганов Б. С. Пискарев Е. В. Соловьева Л. П.	<i>Примечание составителей:</i> Карандашом дописан Григорьев Е. Л.
2. Исследование рассеяния быстрых нейтронов протонами и дейтонами с целью определения сечений рассеяния (n, n)	1) Окончание разработки новой методики измерений 2) Выполнение измерений при энергии нейтронов порядка 400 МэВ	Переход с 1951 г. – 1.03.1952 1.01.1952–1.07.1952	Руководит. — Дзелепов В. П. Исполнит. — Казаринов Ю. М. Головин Б. М.	

	3) То же — после реконструкции установки 4) Обработка результатов измерений и составление отчета по этапам 1 и 2	1.10.1952–переход на 1953 г. 1.07.1952–1.10.1952		
3. Исследование процессов образования π -мезонов при взаимодействии быстрых нуклонов с легкими элементами с помощью камеры Вильсона и электронных методов регистрации частиц	1) Окончание разработки методики измерений с помощью камеры Вильсона 2) Окончание разработки счетчиков и электронной аппаратуры для опытов 3) Выполнение измерений при энергии протонов порядка 490 МэВ 4) То же — при энергии протонов порядка 650–700 МэВ 5) Обработка результатов измерений и составление отчета по этапам 1 и 2	Переход с 1951 г.–1.03.1952 Переход с 1951 г.–1.04.1952 1.01.1952–1.07.1952 1.10.1952–переход на 1953 г. 1.07.1952–1.10.1952	Руководит. — Козодаев М. С. Джелепов В. П. Исполнит. — Осипенков В. Т. Петров Н. И. Особая группа	
4. Изучение элементарных актов столкновений протонов с протонами и дейтонами с помощью камеры Вильсона с целью изучения образования π -мезонов и обнаружения новых элементарных частиц	1) Проведение измерений на протонах при энергии до 490 МэВ, обработка результатов и составление отчета 2) Подготовка к опытам при энергии протонов порядка 650–700 МэВ, проведение опытов и обработка результатов и составление отчета	1.01.1952–31.07.1952 1.08.1952–31.12.1952	Руководит. — Никитин С. Я. Исполнит. — Першин Лебедев Тимошкин	Выполняется Тепло-технической лабораторией АН СССР
5. Исследование легких нейтральных частиц, получающихся при больших возбуждениях ядер, путем излучения безымпультных расщеплений атомных ядер, вызываемых легкими нейтральными частицами	1) Изучение кривой возбуждения для выхода нейтральных частиц 2) Изучение спектрального состава расщеплений. Обработка экспериментальных данных и составление отчета по теме	Переход с 1951 г.–31.12.1952 1.04.1952–31.12.1952	Руководит. — Флеров Г. Н. Исполнит. — Соколов Ю. Л.	Выполняется Лабораторией измерительных приборов АН СССР
6. Исследование механизма образования π -мезонов протонами больших энергий с целью определения выхода протонов и изучения углового распределения мезонов	1) Производство опытов на протонах с энергией до 490 МэВ, обработка результатов и составление отчета 2) Подготовка к опытам при энергии протонов порядка 650–	Переход с 1951 г.–31.07.1952 1.08.1952–31.12.1952	Руководит. — Никитин С. Я. Исполнит. — Шебанов Иоффе	Выполняется Тепло-технической лабораторией АН СССР

	700 МэВ, проведение опытов и обработка результатов и составление отчета			
7. Исследование возможности существования H^4 путем выполнения опытов по обнаружению ядер H^4 — <i>продуктов</i> расщепления сложных ядер быстрыми нуклонами	1) Изготовление и наладка электронной аппаратуры 2) Производство опытов, обработка результатов и составление отчета	Переход с 1951 г.— 31.12.1952 1.04.1952— 31.12.1952	Руководит. — Исполнит. — Особая группа Гидротехнической лаборатории ЛИП АН СССР	
8. Измерение сечения рассеяния <i>нейтронов</i> на <i>нейтронах</i> в области больших энергий с целью изучения природы <i>ядерных сил</i>		1.01.1952— 31.12.1952	Руководит. — Завойский Е. К. Исполнит. — Плахов А. Г.	Выполняется Лабораторией измерительных приборов АН СССР
9. Исследование рассеяния <i>протонов</i> <i>протонами</i> и <i>дейтонами</i> при малых углах рассеяния	1) Проведение опытов на <i>протонах</i> с энергией 490 МэВ, обработка результатов и составление отчета 2) Подготовка к наблюдениям при энергии <i>протонов</i> порядка 650–700 МэВ, проведение опытов и обработка результатов и составление отчета	Переход с 1951 г.— 31.05.1952 1.06.1952— 31.12.1952	Руководит. — Никитин С. Я. Исполнит. — Новикова Селектор Минервина Иоффе	Выполняется Теплотехнической лабораторией АН СССР
10. Поисковая работа по обнаружению <i>частиц</i> с массами большими, чем масса <i>π-мезона</i>	1) Получение экспериментального материала 2) Обработка результатов и составление отчета	1.01.1952— 1.05.1952 1.05.1952— 31.12.1952	Руководит. — Добротин Н. А. Исполнит. — Третьякова М. И.	Выполняется Физическим институтом им. П. Н. Лебедева АН СССР
11. Теоретическое изучение столкновений быстрых <i>дейтонов</i> с <i>дейтонами</i> с целью изучения природы <i>ядерных сил</i>		Переход с 1951 г.— 31.12.1952	Руководит. — Померанчук И. Я. Мигдал А. Б. Исполнит. — Шмушкевич И. М.	
12. Теоретическое исследование процессов образования частиц (<i>π-мезонов, фоонов</i>) при столкновении быстрых <i>мезонов</i> с <i>нуклонами</i>		Переход с 1951 г.— 31.12.1952	Руководит. — Померанчук И. Я. Мигдал А. Б.	

II. Взаимодействие мезонов с ядрами				
13. Исследование рассеяния мезонов в легких элементах с помощью камеры Вильсона с целью изучения взаимодействия быстрых мезонов со свободными и связанными нуклонами	1) Разработка методики 2) Проведение измерений (до реконструкции установки) 3) Подготовка к опытам и проведение измерений после реконструкции установки, обработка результатов и составление отчета	Переход с 1951 г. – январь 1952 г. 1.01.1952–31.07.1952 1.08.1952–31.12.1952	Руководит. — Козодаев М. С. Исполнит. — Осипенков В. Т. Марков А. А.	
14. Изучение взаимодействия мезонов с ядрами методом радиоактивных индикаторов	1) Проведение опытов (до реконструкции установки) 2) Подготовка к опытам и проведение измерений после реконструкции установки, обработка результатов и составление отчета	Переход с 1951 г. – 31.07.1952 1.08.1952–31.12.1952	Руководит. и исполнит. — Особая группа Гидротехнической лаборатории ЛИП АН СССР	
15. Исследование взаимодействия мезонов с ядрами (в первую очередь — с водородом и дейтерием) фотографическим методом (в том числе изучение зависимости эффективного сечения взаимодействия от энергии мезонов)	1) Разработка методики опытов и методики обработки пластинок (подбор условий облучения, загрузка и проявление пластинок, определение многократного рассеяния, проведение пробных опытов и др.) 2) Получение основного экспериментального материала, его обработка и составление отчета	Переход с 1951 г. – 1.10.1952 1.10.1952–31.12.1952	Руководит. — Франк И. М. Исполнит. — Беловицкий Г. Е. Сухов Л. В. Романова Т. А.	Выполняется Физическим институтом им. П. Н. Лебедева АН СССР
16. Исследование процесса захвата остановившихся π - и μ -мезонов ядрами различных элементов	1) Теоретическое рассмотрение вопроса о захвате медленных π - и μ -мезонов различными ядрами 2) Обобщение имеющихся экспериментальных данных и составление отчета	1.01.1952	Руководит. — Добротин Н. А. Исполнит. — Подгоречный М. И. Такибаев И.	Выполняется Физическим институтом им. П. Н. Лебедева АН СССР
17. Изучение неионизационных механизмов взаимодействия π -мезонов с веществом	1) Разработка методики, проведение опытов на протонах с энергией 490 МэВ, обработка результатов и составление отчета 2) Подготовка к опытам на протонах с энерги-	1.01.1952–1.09.1952 1.09.1952–31.12.1952	Руководит. — Никитин С. Я. Исполнит. — Крестников Балац Берестецкий	Выполняется Тепло-технической лабораторией АН СССР

	ей 650–700 МэВ, обработка результатов и составление отчета			
18. Исследование взаимодействия мезонов с веществом, в том числе исследование случаев сложного деления мезонами ядер олова и изучение соотношения между процессами звездообразования и деления для олова и висмута	1) Изготовление трехслойных фотопластинок и проведение опытов 2) Обработка экспериментальных результатов и составление отчета	Переход с 1951 г.–1.07.1952 1.07.1952–31.12.1952	Руководит. — Перфилов Н. А.	Выполняется Радиевым институтом АН СССР
19. Установление связи между различными мезонными процессами в водороде и дейтерии: а) рассеяние π -мезонов; б) рассеяние заряженных мезонов с превращением в нейтральный мезон; в) фоторождение мезонов		Переход с 1951 г.–31.12.1952	Руководит. — Померанчук И. Я. Мигдал А. Б.	
III. Изучение механизмов распада мезонов				
20. Исследование энергетического спектра гамма-квантов от распада нейтральных мезонов, образующихся при взаимодействии с веществом, и протонов с энергией 490 МэВ	1) Выполнение измерений 2) Обработка наблюдений и составление отчета	Переход с 1951 г.–31.03.1952 1.04.1952–1.09.1952	Руководит. — Козодаев М. С. Исполнит. — Марков А. А. Тяпкин А. А.	
21. Разработка аппаратуры, позволяющей регистрировать положительные π -мезоны на интенсивном фоне заряженных частиц другого типа	1) Разработка лабораторного макета установки 2) Испытание лабораторного макета установки в пучке 3) Работы по усовершенствованию метода и составление отчета	1.01.1952–31.05.1952 1.06.1952–1.07.1952 1.07.1952–31.12.1952	Руководит. — Добротин Н. А. Исполнит. — Зацепин Г. Т. Чудаков А. Е. Вакулов П. Е. Нестерова Н. М.	Выполняется Физическим институтом им. П. Н. Лебедева АН СССР
IV. Взаимодействие быстрых нуклонов с атомными ядрами				
22. Изучение образования легких ядер и ядер отдачи при облучении различными элементами быстрыми частицами с целью изучения нового механизма асимметричного деления при высоких энергиях	1) Проведение опытов до реконструкции установки 2) Подготовка к опытам и проведение измерений после реконструкции установки, обработка результатов и составление отчета	1.01.1952–1.07.1952 1.07.1952–31.12.1952	Руководит. — Курчатov Б. В. Исполнит. — Мехедов В. Н.	

23. Радиохимическое исследование процессов увеличения заряда и массы ядер <i>золота</i> и <i>олова</i> при облучении быстрыми <i>частицами</i> с целью изучения нового механизма синтеза тяжелых ядер и определения границ его действия	1) Проведение опытов до реконструкции установки 2) Подготовка к опытам и проведение измерений после реконструкции установки, обработка результатов и составление отчета	1.01.1952–1.07.1952 1.07.1952–31.12.1952	Руководит. — Курчатов Б. В. Исполнит. — Мехедов В. Н.	
24. Радиохимическое исследование продуктов расщепления <i>серебра</i> искусственными <i>π-мезонами</i> (в том числе с целью получения нового экспериментального материала для систематики <i>радиоактивных ядер</i>)	1) Проведение опытов до реконструкции установки 2) Подготовка к опытам и проведение измерений после реконструкции установки, обработка результатов и составление отчета	Переход с 1951 г.–1.07.1952 1.07.1952–31.12.1952	Руководит. — Курчатов Б. В. Исполнит. — Мехедов В. Н. Курчато-ва Л. Н.	
25. Исследование новых <i>радиоактивных изотопов</i> , образующихся при облучении элементов редких земель быстрыми <i>частицами</i> с целью получения нового материала для систематики <i>радиоактивных ядер</i> и <i>ядерных</i> реакций на быстрых <i>частицах</i> в области редких земель	1) Проведение опытов до реконструкции установки 2) Подготовка к опытам и проведение измерений после реконструкции установки, обработка результатов и составление отчета	1.01.1952–1.07.1952 1.07.1952–31.12.1952	Руководит. — Баранов С. А.	Выполняется Лабораторией измерительных приборов АН СССР
26. Изучение реакций деления тяжелых <i>атомных ядер</i> быстрыми <i>частицами</i> (в том числе исследование отношения выхода звездообразования к выходу деления для <i>олова, висмута</i> и <i>вольфрама</i>) методом трехслойных фотопластинок (с введением изучаемых элементов в средний слой)	1) Изготовление трехслойных фотопластинок и проведение опытов на установке 2) Обработка результатов наблюдений и составление отчета	Переход с 1951 г.–1.07.1952 1.07.1952–31.12.1952	Руководит. — Перфилов Н. А.	Выполняется Радиевым институтом АН СССР
27. Изучение расщеплений ядер <i>Be, B, Al, Bi</i> быстрыми <i>частицами</i> и медленными <i>π-мезонами</i> методом трехслойных фото-	1) Приготовление суспензий и фотопластинок 2) Проведение опытов с <i>Be, B, Al, Bi</i> и др. элементами	Переход с 1951 г.–1.02.1952 1.02.1952–1.07.1952	Руководит. — Жданов А. П.	»

пластинок (с введенными в них суспензиями исследуемых элементов) с целью выяснения механизма расщепления ядер	3) Обработка результатов наблюдений и составление отчета	1.07.1952– 20.12.1952		
28. Радиохимическое исследование продуктов ядерных реакций (для Bi, La и Al) с целью выяснения механизма ядерных процессов и обнаружения новых изотопов	1) Проведение опытов на установке с Bi, La и Al 2) Радиохимическое исследование продуктов ядерных реакций и их идентификация: а) по масс-спектрометрическим данным; б) по радиоактивному излучению Обработка результатов наблюдений и составление отчета	Переход с 1951 г.– 1.07.1952 1.07.1952– 31.12.1952	Руководит. — Никитин Б. А. Исполнит. — Мурин А. Н. Исполнит. — Рик Г. Р. Петржак К. А.	»
29. Радиохимическое исследование продуктов ядерных реакций при бомбардировке Bi, Au, Pu, Th протонами с энергией 490 и 650 МэВ, продолжение исследования спектра осколков урана и определение сечений деления и глубокого отщепления	1) Проведение опытов до реконструкции установки 2) Подготовка к опытам и проведение измерений после реконструкции установки, обработка результатов и составление отчета	1.01.1952– 1.07.1952 1.07.1952– 31.12.1952	Руководит. — Виноградов А. П. Алимарин И. П. Исполнит. — Лаврухина А. К. Брагина А. А. Баранова Т. В. Павлоцкая Ф. И. Яковлев Ю. В. Иванова В. Ф.	Выполняется Институтом геохимии и аналитической химии АН СССР
30. Определение порогов глубокого отщепления, деления и отщепления легких ядер при бомбардировке протонами различных энергий для элементов с четным зарядом (Ca, Fe, Sr, Ba, Ce, Pb) и нечетным зарядом (Co, As, La, Au, Bi)	1) Проведение опытов до реконструкции установки 2) Подготовка к опытам и проведение измерений после реконструкции установки, обработка результатов и составление отчета	1.06.1952– 1.07.1952 1.07.1952– 31.12.1952	Руководит. — Виноградов А. П. Алимарин И. П. Исполнит. — Лаврухина А. К. Брагина А. А. Баранова Т. В. Павлоцкая Ф. И. Яковлев Ю. В. Иванова В. Ф.	»
V. Исследование биологического действия <i>излучения</i> высокой энергии				
31. Изучение биологического действия нейтронов высоких энергий	1) Проведение ориентировочных опытов с облучением органических субстратов и клеток крови 2) Основные опыты по физикохимии крови и картинам крови	1.01.1952– 1.04.1952 1.04.1952– 1.07.1952	Руководит. — Франк Г. М. Исаев Б. М. Исполнит. — Волкова Шальнов	Выполняется Институтом биофизики Академии медицинских наук СССР

	3) Окончание опытов по физикохимии крови и одновременное изучение обмена веществ; фотохимическая часть работы. Составление отчета	1.07.1952– 31.12.1952		
VI. Исследования, проводимые в связи с реконструкцией установки «М»				
32. Исследование высокочастотной системы <i>шестиметрового синхротрона</i> на макете	1) Разработка и изготовление макета высокочастотной системы 2) Исследование на макете частотных характеристик системы, распределения напряжения на ней и изучение энергетических параметров системы 3) Изучение на макете вопросов, непосредственно связанных с настройкой и налаживанием высокочастотной системы	1.01.1952– 15.03.1952 15.03.1952– 1.07.1952 1.07.1952– 1.09.1952	Исполнит. — Честной А. В. Шульга М. Ф. Тараканов К. И. Савенков А. Л. Юров С. Н. Честной А. В. Шульга М. Ф. Савенков А. Л. Юров С. Н.	
33. Дальнейшая разработка импульсной системы <i>синхроциклотрона</i> на действующей установке	1) Разработка схемы манипулятора для запитывания высокочастотного генератора в течение неиспользуемой части цикла модуляции 2) Разработка и изготовление манипулятора и исследование радиотехнической системы установки при импульсной работе высокочастотного генератора 3) Исследование режимов импульсного питания ионного источника для выбора оптимальных условий	1.01.1952– 1.02.1952 1.02.1952– 1.07.1952 1.01.1952– 1.07.1952	Исполнит. — Честной А. В. Шульга М. Ф. Денисов Ю. Н. Честной А. В. Шульга М. Ф. Денисов Ю. Н. Батюня В. В. Замолодчиков Б. И. Честной А. В. Шульга М. Ф. Денисов Ю. Н. Батюня В. В. Томилина Т. Н.	
34. Исследование начальных условий <i>ускорения ионов в синхроциклотроне</i>	1) Исследование ионного источника 2) Исследование условий электрической и магнитной фокусировки ионов в центре <i>синхроциклотрона</i>	1.01.1952– 1.07.1952 1.01.1952– 1.07.1952	Честной А. В. Катышев В. С. Дмитриевский В. П. Заплатин Н. Л.	
35. Исследование магнитного поля электромагнита <i>шестиметрового синхроциклотрона</i>	1) Разработка и изготовление прибора для измерения напряженности, радиального спада и азимутальной	1.01.1952– 1.07.1952	Исполнит. — Честной А. В. Катышев В. С. Кропин А. А. Тараканов К. И.	

	<p>неоднородности магнитного поля</p> <p>2) Исправление поля в зазоре электромагнита с целью получения максимальной энергии в <i>синхроциклотроне</i></p>	1.01.1952–1.07.1952	Исполнит. — Честной А. В. Катышев В. С. Кропин А. А. Мухина В. Б.	
36. Разработка методов вывода <i>пучка ускоренных частиц</i>	<p>1) Исследование регенеративного метода</p> <p>2) Развитие метода вывода ионов, основанного на использовании многократного рассеяния</p> <p>3) Реализация метода импульсного электрического дефлектора с магнитным каналом</p>	<p>1.01.1952–31.12.1952</p> <p>1.01.1952–переход на 1953 г.</p> <p>1.01.1952–переход на 1953 г.</p>	<p>Катышев В. С. Дмитриевский В. П. Катышев В. С. Кропин А. А. Дмитриевский В. П.</p> <p>Честной А. В. Катышев В. С. Шульга М. Ф. Кропин А. А. Батюня В. В. Дмитриевский В. П.</p>	
37. Теоретическое и экспериментальное исследование резонансной системы и ее связи с генератором частоты		1.01.1952–1.10.1952	Руководит. — Минц А. Л. Невяжский И. Х. Исполнит. — Титов Г. К. Поляков Б. И.	Выполняется Радиотехнической лабораторией АН СССР
38. Теоретическое и экспериментальное исследование, связанное с разработкой варианта с электронной модуляцией		1.02.1952–переход на 1953 г.	Руководит. — Минц А. Л. Исполнит. — Титов Г. К.	Выполняется Радиотехнической лабораторией АН СССР
39. Разработка рабочего проекта <i>камеры</i> по новому техническому заданию	<p>1) Расчетные и экспериментальные работы по определению конфигурации крышек <i>камеры</i> и шимм</p> <p>2) Разработка рабочих чертежей узлов <i>камеры</i></p> <p>3) Разработка методики и проведение испытаний узлов <i>камеры</i> на заводе</p> <p>4) Техническое руководство монтажными работами по реконструкции <i>электромагнита</i> и узлов <i>камеры</i> установки</p>	<p>1.01.1952–31.03.1952</p> <p>1.01.1952–1.05.1952</p> <p>1.05.1952–1.07.1952</p> <p>1.07.1952–1.10.1952</p>	Руководит. — Комар Е. Г. Исполнит. — Малышев И. Ф.	Выполняется Особым конструкторским бюро Министерства электропромышленности

40. Пусконаладочные работы и запуск установки в режиме, обеспечивающем получение на ней протонов с энергией 650–700 МэВ		1.07.1952– 1.10.1952	Руководит. — Мещеряков М. Г. Минц А. Л. Комар Е. Г.	
---	--	-------------------------	--	--

Начальник Гидротехнической лаборатории
Лаборатории измерительных приборов АН СССР М. Г. Мещеряков.

Примечание составителей. Согласно «Плану научно-исследовательских работ на установке «М» и работ по повышению энергии ускоряемых протонов до 650–700 мегаэлектрон-вольт», представленному М. Г. Мещеряковым в НТС, сроки ряда исследований, указанных ниже, переходили на 1953 г., а именно:

п. 1, 4, 6, 9, 11, 12. При энергии протонов 490 МэВ — 1.08.1952 г., при энергии протонов 650–700 МэВ — переходит на 1953 г.

п. 17. При энергии протонов до 490 МэВ — 1.09.1952 г., при энергии протонов 650–700 МэВ — переходит на 1953 г.

п. 19. 1952 г. с окончанием в 1-м квартале 1953 г.

п. 23, 24, 26, 30. До реконструкции установки — 1.07.1952 г., после реконструкции установки — переходит на 1953 г.

п. 35. 4-й квартал 1952 г. с окончанием в 1-м квартале 1953 г.

п. 36, 38. В течение 1952 г. с переходом на 1953 г.

п. 40. 1-й квартал 1953 г. с окончанием 15 апреля 1953 г.

Указанный план ГТЛ был направлен сотрудником научного отдела ПГУ Д. И. Скоровым Б. С. Позднякову 21 января 1952 г. с письмом (исх. оп-3/69сс/оп):

4) Письмо Д. И. Сорова Б. С. Позднякову

21.01.1952 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Товарищу Позднякову Б. С.

Направляю Вам откорректированный и подписанный т. Мещеряковым М. Г. план научно-исследовательских работ, которые будут выполняться в 1952 г. в Гидротехнической лаборатории ЛИП АН СССР.

Настоящий план составлен в соответствии с проектом распоряжения Совета Министров СССР, направленным в Правительство 17 декабря 1951 г. (исх. 2160/оп), и предусматривает:

а) с 1 января по 1 июля 1952 г. — работу установки «М» в существующем режиме;

б) с 1 июля по 1 октября 1952 г. — строительно-монтажные и пуско-наладочные работы по переводу установки «М» в режим *ускорения протонов* до энергий порядка 650–700 МэВ;

в) с 1 октября 1952 г. — работу установки «М» в режиме *ускорения протонов* до энергий порядка 650–700 МэВ.

План согласован со всеми основными руководителями работ (т.т. Козодаевым М. С., Желеповым В. П., Франком И. М., Добротинным Н. А., Никитиным С. Я., Исаевым Б. М., Алимариным И. П., Перфиловым Н. А.).

Приложение: по тексту, план на 16 л., сс/оп н. исх. оп-3/79, только адресату.

Д. Скоров

Кроме вышеприведенного плана экспериментальных работ М. Г. Мещеряков направил в ПГУ план теоретических исследований, который приводится ниже. В сопроводительном письме на имя В. С. Емельянова от 1 апреля 1952 г. он просил ПГУ «обязать Лабораторию измерительных приборов и Теплотехническую лабораторию провести в 1953 г. теоретические работы, указанные в этом плане».

Сов. секретно
(Особая папка)

**План работы
теоретического сектора ГТЛ АН СССР
и теоретических групп в ЛИП АН СССР и ТТЛ АН СССР
(по тематике Гидротехнической лаборатории АН СССР)**

- I. Взаимодействия между мезонами и нуклонами.
Руководители: Померанчук И. Я., Гейликман Б. Т.
Исполнители: Лapidус Л. И., Соловьев В. Г., Мальцев В. М.
- 1) Рассеяние π -мезонов на водороде и дейтерии с суммой связей.
 - 2) Превращение π -мезона в два заряженных мезона вблизи порога.
 - 3) Превращение заряженного π -мезона в π^0 -мезон на водороде и дейтерии.
 - 4) Превращение π -мезона в 2 π^0 -мезона вблизи порога.
 - 5) Превращение π -мезона в заряженный и нейтральный мезоны с суммой связи вблизи порога.
 - 6) Взаимодействие мезонов с нуклонным полем в приближении сильной связи.
Гейликман Б. Т. (ЛИП АН СССР)
 - 7) Теория сильной связи с учетом поляризации нуклонного вакуума.
Померанчук И. Я. (ТТЛ АН СССР)
- II. Рождение π -мезонов.
Руководители: Померанчук И. Я., Гейликман Б. Т.
Исполнители: Беленький С. З., Яковлев М. Б., Рындин Р. М.
- 8) Генерация заряженного и нейтрального мезонов при столкновении $p-p$ вблизи порога.
 - 9) Генерация двух заряженных мезонов при $p-p$ столкновении вблизи порога.
 - 10) Феноменологическое рассмотрение фоторождения двух π -частиц.
(Группа Померанчука И. Я. — ТТЛ АН СССР)
 - 11) Теория генерации π -мезонов малых энергий, не использующая теорию возмущений.
(Группа Померанчука И. Я. — ТТЛ АН СССР)
- III. Взаимодействие нуклонов с нуклонами.
Руководители: Смородинский Я. А., Гейликман Б. Т., Померанчук И. Я.
Исполнители: Яковлев М. Б., Лapidус Л. И.
- 12) Определение данных об $n-n$ взаимодействии из сопоставления данных по $D-D$ и $n-p$ рассеянию.
 - 13) Определение параметров ядерных сил из сопоставления данных по $n-p$, $p-p$, $n-D$ и $p-D$ рассеянию.
 - 14) Теоретический анализ экспериментальных данных по процессам, происходящим в сложных ядрах при облучении их быстрыми нуклонами.
(Гейликман Б. Т. — ЛИП АН СССР)
- Срок окончания работ по всем указанным темам — 31 марта 1953 г.

5) Сообщение Б. В. Курчатова

Сов. секретно
(Особая папка)

Реферат содоклада о радиохимических работах, проведенных на установке «М» в 1950–1951 гг.

В течение 1950–1951 г. на установке «М» были проведены следующие работы:

1. Исследование продуктов расщепления *меди дейтронами* с энергией 280 МэВ и *протонами* с энергией 480 МэВ (ГЕОХИ).

2. Исследование продуктов расщепления *серебра α -частицами* с энергией 560 МэВ, *дейтронами* с энергией 280 МэВ и *протонами* с энергией 480 МэВ (ЛИПАН).

3. Исследование расщепления *вольфрама дейтронами* с энергией 280 МэВ (ЛИПАН).

4. Образование *астатина* из *висмута* и *свинца* при облучении *протонами* с энергией 480 МэВ (ЛИПАН).

5. Исследование *радиоактивных редкоземельных* элементов, образующихся при облучении *иттербия протонами* с энергией 480 МэВ (ЛИПАН).

Основные результаты выполненных работ:

1) Получена общая картина расщепления *меди* и *серебра быстрыми* частицами.

Выход получающихся *ядер* уменьшается с уменьшением заряда *ядра*. Этот общий выход испытывает большие и нерегулярные колебания, вероятно, обусловленные особенностью *радиохимического* метода, не обнаруживающего стабильных *изотопов*.

Тем не менее, проявляются частные закономерности, как, например, зависимость выхода от четности-нечетности *заряда ядра-продукта*.

Образование большей части полученных продуктов расщепления может быть объяснено известным механизмом испарения *нуклонов* и *α -частиц* из возбужденного *ядра*.

2) Обнаружено явление асимметричного *деления*.

Оно четко проявляется в образовании из *серебра* легких *ядер* C^{11} , Na^{24} , P^{32} с заметным выходом ($\sigma \sim 10^{-29}$ см²), исключающим возможность получения их механизмом испарения.

Аналогичный результат наметился при расщеплении *меди*.

К тем же выводам о *делении ядер* среднего атомного веса с вылетом различного веса *ядер* пришел в последнее время ряд иностранных авторов (Райт, Батцель, Сиборг).

3) Обнаружено и исследовано *деление вольфрама* на быстрых *дейтронах*. *Деление* является симметричным и отвечает, вероятно, механизму *деления* с возбужденного уровня.

4) Открыт новый тип *ядерных* реакций на *больших* энергиях, приводящий к увеличению заряда и массы *ядра мишени*.

Такой синтез более тяжелых *ядер* осуществляется вторичной реакцией захвата *ядром* мишени легкого *ядра* He^4 или Li , образующегося при расщеплении. Таковы реакции образования *галлия* из *меди* и *астатина* из *висмута* за счет захвата α -частицы и образования *астатина* из *свинца* путем захвата *ядра лития*.

К аналогичным результатам пришли в 1951 г. иностранные авторы Маркец и Перльман, получившие *йод* из *сурьмы* по реакции захвата *ядра лития*.

5) Найден ряд новых *изотопов* в области $Z = 37-48$, а также среди элементов группы *редких земель*.

В итоге проведенной работы накоплен большой фактический материал и открыты новые типы *ядерных* реакций на *больших* энергиях.

В 1952 г. намечены следующие направления работы Лаборатории измерительных приборов и Гидротехнической лаборатории, являющиеся развитием результатов 1951 г.

1. Исследование асимметричного деления ряда элементов на больших энергиях. Намечается изучение выхода легких ядер (C^{11} , Na^{24} , P^{32}) в зависимости от Z ядра мишени.

Кроме того, предполагается радиохимическое исследование ядер отдачи, т.е. тяжелых осколков деления, в комбинации с определением их пробегов и углового распределения. Намеченная работа должна дать количественный экспериментальный материал, необходимый для выяснения механизма асимметричного деления.

2. Поиски вторичных реакций продуктов асимметричного деления с тяжелыми ядрами.

Намечаются поиски реакций образования:

At из Au (увеличение Z на 6 единиц),

Th из Pb (увеличение Z на 8 единиц) и

плутонинов из урана.

Работа должна выяснить возможный предел увеличения Z путем вторичных ядерных реакций и осветить количественную сторону явления.

3. Изучение радиоактивных элементов среднего атомного веса и группы редких элементов.

Эта работа должна дать основные сведения по свойствам новых ядер серебра и иттербия, найденных в 1950–1951 г.

Особый интерес намеченных исследований обусловлен составом новых ядер, близким по числу нейтронов к магическим числам 50 и 82.

4. Изучение радиохимическим методом расщепления серебра π -мезонами. Намеченная тема является поисковым исследованием и имеет целью получить общую картину расщепления на π -мезонах, еще не изучавшегося радиохимическими методами.

Кандидат физико-математических наук Б. В. Курчатов

Октябрь 1951 г.

б) Сообщение А. П. Виноградова

Академия наук Союза Советских Социалистических Республик
Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского
6 ноября 1951 г.

№ 145сс/оп

Исп. вх. № 0400сс от 21.11.1951 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Первое главное управление при Совете Министров СССР

тов. Емельянову В. С.

На В/№ т-597/21 от 20.09.1951 г.

Копия: тов. Мещерякову М. Г.

Кратко пишу о тематике Института, которую необходимо поставить на установке «М».

Одним из наиболее мощных методов исследования ядерных превращений, которые имеют место при бомбардировке различных ядер частицами высокой энергии, является химическая идентификация радиоактивных продуктов реакции. Без химического (или радиохимического) выделения невозможно определить атомные номера продуктов ядерного превращения, так как при облучении быстрыми частицами получается большое число радиоактивных изотопов разных элементов. Поэтому развитие

химических или радиохимических исследований в этом направлении, безусловно, должно быть значительно расширено. Эти исследования имеют практическое значение для поисков нового горючего материала, повышения коэффициента полезного действия существующего и нахождения условий синтеза любого элемента или изотопа.

Имеющийся в литературе материал относительно ядерных превращений можно привести в виде следующей таблицы.

№№	Элемент	Бомбард. частицы	Энергия в МэВ	Ядерные процессы	
				Изучены	Имеют место
1.	Cu	α	380	Глубокое отщепление	Глубокое отщепление, деление
	Cu	d	190	»	»
2.	As	d	190	»	Глубокое отщепление
3.	Sb	d	50	»	»
	Sb	d	75	»	»
	Sb	d	100	»	»
	Sb	d	90	»	»
4.	U	α	330	Деление, глубокое отщепление	Деление, глубокое отщепление
5.	Bi	d	190	Деление	»
6.	Th	α	37,5	»	»
7.	Pb	α	380	Глубокое отщепление	»
8.	Rh	d	50	» (частично)	Глубокое отщепление

При исследовании продуктов бомбардировки этих ядер было найдено около 60 новых радионуклидов: Fe⁵², Zn⁶², Ge⁶⁶, Ge⁶⁷, Ge⁶⁸, As⁷¹, Se⁷¹, Se⁷² и др. Рассмотрение этого материала и собственные исследования позволяют сделать некоторые общие выводы о характере процессов, протекающих при бомбардировке различных ядер частицами высокой энергии.

При большой энергии бомбардирующих частиц первым этапом каждой ядерной реакции является соударение падающей частицы и одного из нуклонов ядра, причем частица при этом теряет часть своей энергии и эта потеря энергии может изменяться от нуля до полной энергии частицы. Вследствие этого возможно образование самых разнообразных остаточных ядер.

Ядерные превращения, протекающие после соударения частицы высокой энергии с ядром, характеризуются в основном двумя процессами: глубокое отщепления и деления.

В результате процесса глубокого отщепления, при котором возбужденное ядро испускает легкие частицы (нейтроны, протоны, дейтроны, тритоны и α -частицы) и легкие ядра (Li⁸, Be⁷, C¹¹), образуются ядра, начиная от соседних до весьма удаленных как по заряду, так и по массе сходного элемента. Величина массового спектра продуктов глубокого отщепления увеличивается с ростом энергии бомбардирующих частиц. Характер процессов глубокого отщепления мало зависит от природы бомбардирующих частиц.

Процесс деления тяжелых ядер при бомбардировке частицами высокой энергии характеризуется тем, что деление по массам, в отличие от случая деления на медленных нейтронах, имеет один широкий максимум, соответствующий массовому числу, меньшему, чем сумма массовых чисел исходного ядра и бомбардирующей частицы.

Это связано с тем, что перед делением тяжелое ядро испускает довольно большое число нейтронов (до двенадцати). Сечение деления ядер, которые делятся на медленных нейтронах (*уран, торий*), близко к геометрическому и не уступает сечению процессов глубокого отщепления. В случае ядер, делящихся только на быстрых частицах (висмут, свинец), сечение деления составляет лишь малую часть геометрического (10 % для Bi) и значительно уступает сечению процесса глубокого отщепления. В этом случае сечение деления быстро возрастает с энергией. Были найдены также случаи деления ядер среднего веса (Cu, Br, Ag, Sn, Ba).

Кроме указанных процессов, при бомбардировке частицами высокой энергии наблюдаются так называемые вторичные реакции, в результате которых получают ядра, отличающиеся от исходного по порядковому номеру более чем на единицу (например, из висмута получается астатин, из олова — йод и т. д.).

Получение этих более тяжелых, чем исходное, ядер объясняется взаимодействием вылетевших из возбужденного ядра легких частиц и легких ядер с ядрами бомбардируемого элемента (реакции типа: Li^8 , xn и т. д.).

Выход этих реакций растет с увеличением энергии бомбардирующих частиц и почти не зависит от их природы.

Результаты наших исследований по изучению продуктов бомбардировки меди дейтронами с энергией 280 МэВ, протонами с энергией 500 МэВ и *урана* протонами с энергией 500 МэВ показали наличие описанных выше процессов и их закономерностей.

Так, применение специфических химических способов выделения радиоизотопов позволило нам идентифицировать при облучении меди протонами с энергией 500 МэВ 29 различных изотопов в широком диапазоне атомных номеров от 31 до 6 и массовых чисел от 66 до 11. Был получен более высокий относительный выход (по отношению к Cu^{61}), чем при бомбардировке дейтронами с энергией 190 МэВ, что можно объяснить увеличением энергии бомбардирующих частиц.

Образование полученных нами радиоизотопов связано с процессами глубокого отщепления, кроме радиоизотопа Cl^{38} , который получается в результате деления меди Cu^{63} под действием протонов. Образование радиоизотопов Ga^{66} , Ni^{65} , Ni^{66} объясняется реакцией со вторичными нейтронами и α -частицами. При бомбардировке *урана* протонами с энергией 500 МэВ уже сейчас обнаружено было нами до 50 элементов.

Из сказанного ясно, что для того, чтобы подойти к основной цели этих работ — познанию строения ядер, экспериментального материала явно недостаточно (изучено всего восемь элементов).

Поэтому мы считаем необходимым развивать исследования на больших энергиях по двум основным направлениям:

1) Систематическое изучение полного массового спектра элементов с различным строением ядер и расположенных в различных частях периодической системы Д. И. Менделеева.

2) Глубокое исследование отдельных элементов различными частицами с различными энергиями.

Исходя из этих направлений, мы намечаем выполнение следующих тем на 1952–1953 гг.

1) Изучение полного массового спектра ядерных превращений и определение сечения процессов деления и глубокого отщепления ядер с застроенной ядерной оболочкой (Bi, Al) и ядер с незастроенной оболочкой (U, Pu, Th) при бомбардировке протонами большой энергии.

2) Изучение порогов процессов глубокого отщепления, деления и обкалывания легких ядер для элементов: с четными зарядом и массой (${}_{20}Ca^{40}$, ${}_{26}Fe^{56}$, ${}_{38}Sr^{88}$, ${}_{56}Ba^{138}$, ${}_{82}Pb^{208}$) и нечетными зарядом и массой (${}_{27}Co^{59}$, ${}_{33}As^{75}$, ${}_{37}La^{139}$, ${}_{73}Au^{197}$, ${}_{83}Bi^{203}$).

Для выполнения вышеуказанных тем Институту, прежде всего, было бы необходимо иметь:

1. Группу высококвалифицированных радиохимиков и радиофизиков, умеющих работать с высокоактивными веществами, знакомых с аналитической химией всех элементов периодической системы, хорошо владеющих техникой физических измерений. Институтом такая группа создана.

2. Специальную аппаратуру. Институт имеет многие приборы для выполнения этой темы. Однако необходимы дополнительно следующие приборы:

- 1) кристаллический γ -счетчик;
- 2) многоканальный анализатор α -лучей;
- 3) счетчик нейтронов;
- 4) масс-спектрограф с высокой разрешающей силой порядка 20 000–30 000 с высокоэффективным ионным источником и т. п.

Институт просит оказать содействие в создании этих приборов.

3. Работы с медью и ураном на объекте «М» ведутся в очень тяжелых условиях. Химические операции и физические измерения выполняются в одной небольшой комнате, которая предоставляется Институту крайне нерегулярно и на короткий период. Работы с высокоактивными препаратами в таких условиях проводить вообще невозможно и недопустимо.

Институт просит ускорить постройку домика, проект которого был послан К. Н. Мещерякову вместе с постановлением ПГУ о постройке домика в два месяца.

Директор Института член-корреспондент АН СССР А. П. Виноградов.

7) Сообщение И. Я. Померанчука

Сов. секретно
(Особая папка)

Тезисы доклада

I.

Современный этап ядерной физики характеризуется стремительным накоплением огромного количества новых, фундаментально важных фактов, относящихся к свойствам быстрых нуклонов, π -мезонов, γ -лучей большой энергии, ядерным реакциям при больших энергиях, обнаружению новых элементарных частиц и их превращений. Большинство сведений при этом получается на больших ускорителях. Можно без преувеличений сказать, что за последние годы темп развития физики увеличился в несколько раз. Создается в очень короткие сроки новая область физики огромного значения. Наиболее существенными результатами, полученными на ускорителях, являются следующие:

- 1) Обнаружение обменных сил между нейтронами и протонами.
- 2) Слабая зависимость рассеяния протонов протонами от энергии и угла рассеяния. Такие же тенденции в рассеянии нейтронов протонами.
- 3) Отсутствие полной прозрачности ядер при больших энергиях. Обменное и упругое рассеяние нуклонов на ядрах.
- 4) Первые результаты по взаимодействию нуклонов с дейтонами, дающие возможность подхода к спиновому анализу ядерных сил.

Теоретические следствия из 1)–4) в основном таковы: а) подтверждение существования связи ядерных сил с заряженными мезонами, которые дают обменную компоненту ядерных сил; б) огромную величину ядерных сил при малых расстояниях сталкивающихся частиц. Это, возможно, указывает на сложную структуру ядерных сил, состоящих, грубо говоря, из нескольких компонент, причем различные компоненты, в соответствии с общими принципами релятивистской квантовой механики, обусловлены мезонами разных масс. Таким образом, ядерные силы, возможно,

обусловлены обменом между нуклонами нескольких различных сортов мезонов. Это находится в согласии с разнообразными экспериментальными указаниями на существование, кроме π^- , π^0 - и μ -частиц, мезонов также и других, больших масс (ν^- , r^- , χ -частицы, варитроны).

Изложенные экспериментальные данные относительно ядерных сил по-новому ставят проблему объяснения насыщения ядерных сил и в соответствии с этим устойчивости и других свойств атомных ядер.

5) Излучение π^- , π^0 -мезонов в P -состояние при p - p столкновениях. Соответствующие сечения. Быстрый рост сечения. Запрет в связи с этим испускания π^0 -мезонов в этих условиях. Выяснение влияния взаимодействия нуклонов в конечном состоянии на форму π -мезонного спектра (см. в связи с этим теоретическую работу Мигдала). Образование дейтонов при излучении π -мезонов.

6) Большое взаимодействие двигающихся π -мезонов с ядрами. Относящиеся сюда сечения. Первые количественные сведения о взаимодействии быстрых частиц с водородом.

7) Захват π -частиц в водороде. Масса π^0 -мезона. Запрет испускания π^0 -мезона при захвате π -частиц в водороде и дейтоне. Реакция: $\pi + D \rightarrow n + n$, $D + \pi \rightarrow \gamma + n + \nu$. Следствия относительно спина и четности π -мезонов. Влияние спина нуклона на захват в водороде и дейтоне.

8) Выяснение спина π -частиц при экспериментальном изучении реакций $\pi^+ + D \rightarrow p + p$ и обратной ей $p + p \rightarrow \pi^+ + D$.

9) Излучение π^- , π^0 -мезонов при столкновении нуклонов с ядрами. Вероятность испускания.

10) Сечение фоторождения заряженных мезонов на ядрах и, в особенности, на водороде и дейтоне.

11) Сечение фоторождения π^0 -мезонов на ядрах и, в особенности, на водороде.

12) Распад π -мезона на два кванта.

13) Процессы ядерных расщеплений, вызываемых быстрыми частицами и жесткими γ -лучами. Образование новых элементов. Вылет крупных осколков с большой энергией.

14) Отношение π^+ к π^- при фоторождении. Аналогичное отношение при генерации мезонов в процессе ядерных столкновений.

15) Уточнение спектра электронов при распаде μ -частицы.

16) Время жизни π -мезонов.

Главные выводы из опытов 5)–14):

а) π -частицы сильно взаимодействуют с нуклонами; б) π^- и π^0 -мезоны показывают сходство взаимодействия с нуклонами; в) предварительные выводы указывают на то, что спин π^- и π^0 -мезонов равен нулю и что π^- и π^0 -мезоны псевдоскалярные. Однако важность этих вопросов требует дальнейших точных опытов, имеющих прочную теоретическую интерпретацию. Уже сейчас можно считать доказанным, что π^- и π^0 -мезоны играют фундаментальную роль в ядерных силах. Важно подчеркнуть, что все эти явления изучаются не только качественно, но и количественно, получают значения сечений, вероятностей захвата, времен жизни с точностью, которая труднодостижима в космических лучах. Правда, и эта точность должна быть весьма увеличена в некоторых явлениях.

Наиболее важными опытными результатами, полученными на установке «М», являются:

а) Независимость сечения рассеяния нейтронов протонами от энергии нейтронов при переходе от 260 до 370 МэВ. Появление отчетливой площадки на кривой, дающей угловую зависимость этого рассеяния.

б) Преимущественное испускание только π^- и π^0 -мезонов в условиях, достигнутых на установке.

в) Большое сечение испускания π^0 -мезонов, достигающее 10^{-26} см².

- г) Малое изменение сечения сложных ядер при изменении энергии нейтронов от 260 до 370 МэВ.
- д) Определение сечения взаимодействия π -частиц, имеющих энергию около 50 МэВ, с ядрами. Большая величина этого сечения.
- е) Обнаружение явления испускания тяжелых осколков большой кинетической энергии высоковозбужденными ядрами.
- ж) Определение количества вторичных нейтронов, производимых быстрым нуклоном, установление их энергетического спектра.
- з) Большой цикл радиохимических работ, обнаруживших новые превращения ядер под действием частиц большой энергии.

II.

Теоретическое разъяснение свойств нуклонов и мезонов наталкивается сейчас на огромные трудности. Теория ядерных сил и большинства свойств атомных ядер, теория громадного числа вновь открытых фундаментальных фактов, перечисленных выше, может быть создана только на основании глубоких изменений, как в принципиальных основах существующей теории, так и в методах и способах конкретных расчетов. Теория возмущений, предполагающая взаимодействие между частицами слабым, с успехом применяется в квантовой электродинамике при описании свойств электронов и позитронов, взаимодействующих с электромагнитным полем. До настоящего времени использование методов теории возмущений является неизбежным во всех применениях физической теории к конкретным проблемам теории ядерных сил, взаимодействия мезонов с нуклонами и т.п. Однако в области ядерных взаимодействий (нуклон-нуклон, нуклон-мезон, мезон-мезон) в отличие от квантовой электродинамики электронов, γ -квантов оказывается, что теорию возмущения, рабочий аппарат теории, нельзя применять, так как нуклоны и мезоны очень сильно взаимодействуют друг с другом. Это особенно наглядно проявляется в больших сечениях рассеяния нейтронов протонами, протонов протонами, в отсутствии прозрачности ядер при больших энергиях, в большом сечении взаимодействия ядер с быстрыми π -частицами, в больших сечениях фоторождения π^- и π^0 -мезонов, в больших вероятностях образования π -мезонов при столкновении протон-протон и т.д. Невозможность применить теорию возмущений делает сомнительными результаты, полученные на ее основе с помощью существующей мезонной теории. Тем не менее, ввиду отсутствия точной теории, такие мезоно-теоретические вычисления могут дать полезную ориентировку в ряде важных общих вопросов, хотя они должны быть дополнены более надежными методами иного характера. Поэтому за последний год были произведены мезоно-теоретические расчеты рассеяния π -частиц на водороде и дейтоне (Берестецкий, Шмушкевич), превращения π в π^0 на водороде и дейтоне (Берестецкий и Померанчук), захвата π -частиц в дейтоне (Иоффе, Рудик, Шмушкевич), излучения γ -квантов при рассеянии π -мезонов (Соловьев), рождения двух π -мезонов при столкновении π -частиц и нуклонов (Лапидус и Мальцев). Сюда же следует отнести проделанные в ФИАНе расчеты фоторождения π^- и π^0 -мезонов в водороде (Балдин и Михайлов).

Настоятельной задачей в настоящий момент является установление из опытных данных некоторых фундаментальных характеристик мезонов и нуклонов, значение которых предельно важно для теоретического понимания всех соответствующих процессов. Речь идет о спине, четности π^- и π^0 -мезонов и о характере их взаимодействия с нуклонами. Последнее означает установление из опытных данных одного из основных законов, по которому взаимодействуют нуклоны с мезонами. Большое внимание теоретического сектора было направлено поэтому на выяснение условий для решения этих задач. Наряду с этим выдвигается задача более детального опытного изучения ядерных сил, в смысле установления их зависимости не только от координат, но и от спина, а также установления знака сил (притяжение или отталкивание). Поэтому была

создана теория таких процессов, которые позволяют начать решение этой группы вопросов. При этом был использован указанный Померанчуком феноменологический метод сопоставления различных процессов на водороде и дейтоне, не зависящий от конкретных предположений мезонной теории. Такое сопоставление уже дало много интересного (разность масс π^- и π^0 -мезона, нерадиационный захват π^- в D , отбрасывающий скалярную π -частицу, указания на запрет реакции $\pi^- + D \rightarrow \pi^0 + n + n$) и должно дать в дальнейшем еще больше.

В первую очередь изучение рассеяния нейтронов дейтонами на большие углы вместе с данными по рассеянию нейтронов протонами (при 370 МэВ, последнее было сделано группой В. П. Желепова) должно дать рассеяние нейтронов нейтронами (по разности сечений дейтона и протона), т.е. возможность исследовать силы между двумя нейтронами малых энергий. Произведенные расчеты дали возможность указать способ установления зависимости обменных сил от спина (Померанчук) при сопоставлении обменных столкновений с водородом и дейтоном. Им же показана возможность выяснить при более точном экспериментальном анализе формы γ -спектра, возникающего при захвате π^- -частиц в дейтоне, а) взаимную четкость¹ π^- и π^0 -мезонов и спин π -мезона; б) существование или отсутствие динейтрона; в) взаимодействие двух нейтронов с малыми энергиями (по б) и в) подробные расчеты были сделаны А. П. Рудиком). Сопоставление рассеяния π -мезонов на водороде и дейтоне и превращения π^- в π^0 на водороде и дейтоне (Берестецкий и Померанчук) дает возможность установить вероятность поворота спина нуклона при этих процессах. Сопоставление фоторождения π -частиц на водороде и дейтоне дает возможность определить спиновую зависимость этого явления (Иоффе, Шмушкевич).

А. Б. Мигдал создал чрезвычайно важную теорию влияния взаимодействия нуклонов в конечном состоянии на форму спектра испускаемых мезонов. Эта теория дает возможность теоретического анализа ряда свойств явления мезообразования при разнообразных условиях и, в частности, предсказала большую вероятность образования дейтона при генерации мезонов в процессе протон-протонных столкновений. Этот вывод нашел недавно опытное подтверждение. Метод А. Б. Мигдала был им применен также к анализу и других процессов, приводящих в конечном состоянии к нуклонам, имеющим малые относительные энергии.

Из других теоретических работ следует отметить расчет Б. Т. Гейликмана излучения γ -квантов при столкновении двух протонов и его же теорию вероятности и механизма деления высоковозбужденных ядер.

III.

Выполненные расчеты дают возможность установить спиновую зависимость ядерных сил, отвечающих рассеянию частиц с энергией 370 МэВ, при измерении обменного рассеяния нейтронов с энергией 370 МэВ протонами и измерении обменного рассеяния нейтронов с той же энергией дейтонами.

Аналогичные результаты при 490 МэВ получатся, если произвести измерение сечений рассеяния протонов, имеющих энергию 490 МэВ, протонами и протонов дейтонами. По разности сечений рассеяния протонов протонами и протонов дейтонами можно получить рассеяние нейтронов протонами с энергией 490 МэВ, т.е. продолжить работу группы В. П. Желепова в область энергий от 370 до 490 МэВ.

При изучении рассеяния протонов протонами в области малых углов рассеяния можно будет из интерференции с кулоновским рассеянием установить знак амплитуды ядерного рассеяния, что даст возможность подхода к вопросу о знаке ядерных сил, действующих между двумя протонами больших энергий. По разности сечений нейтронов протонами и нейтронов дейтонами в области немалых углов рассеяния получается сечение рассеяния нейтронов нейтронами. Выполнение всей этой минимальной программы работ даст возможность полностью использовать установку для выяснения величины сил, действующих между нейтронами и протонами, нейтронами

и нейтронами и протонами и протонами, а также знака этих сил и их зависимости от спина. Бесспорно, все эти сведения представляют особую важность для теории ядерных сил. При более детальном исследовании столкновений нейтронов и протонов с дейтонами открывается также возможность установить взаимодействие двух нейтронов при малых энергиях, а также выяснить характер движения частиц в дейтоне при малых взаимных расстояниях.

Переходя к желаемым экспериментальным работам, связанным с мезонами, чрезвычайно важно производство следующих измерений:

а) Рассеяние π^+ -, π^- -частиц водородом и дейтоном при разных энергиях π^+ -, π^- -частиц и различных углах рассеяния.

б) Сечения превращения π^+ , π^- в π^0 на водороде и дейтоне при разных энергиях π^+ -, π^- -частиц.

в) Определение сечения рождения π^+ -, π^- -, π^0 -частиц при столкновениях протонов с протонами и дейтонами и нейтронов с нейтронами и дейтонами как ф[ункц]ию энергии π -частиц и угла.

Эти измерения должны дать возможность установить закон взаимодействия π -, π^0 -частиц с нуклонами, зависимость этого взаимодействия от энергии π -, π^0 -частиц и энергии нуклона, от спина нуклона и от рода нуклона — протона или нейтрона. Основное внимание в а) и б) должно быть направлено на исследования в области больших энергий π -, π^0 -частиц, не могущих быть полученными в других местах.

г) Точное измерение отношения π^0 к γ при захвате π^- в дейтоне. Отсюда можно будет заключить взаимную четность π - и π^0 -мезонов и независимо установить спин мезона.

д) Точное измерение формы спектра γ -лучей вблизи верхнего края в той же реакции с целью изучения взаимодействия двух нейтронов при малых энергиях, а также выяснения вопроса о существовании динейтрона.

В области тяжелых ядер следует: а) продолжить изучение интересного явления вылета тяжелых осколков большой кинетической энергии при ядерных расщеплениях под действием быстрых нуклонов; б) определить эффективные сечения сложных ядер по отношению к протонам 490 МэВ и изучить упругое рассеяние их ядрами; в) определить эффективное сечение сложных ядер по отношению к быстрым π -частицам и подробно проанализировать ядерные расщепления, вызываемые этими частицами. Изучить это явление в связи с оболочками в ядрах; г) начать цикл работ по получению и изучению свойств новых элементов. Однако представляется целесообразным выделение специально для этих целей отдельной установки.

IV.

Наряду с теоретическим рассмотрением различных процессов при энергиях порядка 10^8 – 10^9 эВ, большое внимание теоретического сектора было уделено ядерным столкновениям, происходящим при значительно больших энергиях порядка 10^{10} – 10^{17} эВ. В этой области, в случае сильно взаимодействующих частиц, возникает совсем другая возможность статистического, в пределе статистико-термодинамического описания явлений, которая была предложена Ферми. Однако Померанчуком было показано, что количественные результаты Ферми противоречат квантовой механике и должны быть изменены. Такое изменение было осуществлено Ландау, который дал последовательную статистико-термодинамическую и гидродинамическую теорию лобовых столкновений сверхбыстрых частиц, дальнейшее развитие этой теории может выяснить наиболее существенные черты процессов, происходящих при сверхбольших энергиях.

В заключение следует подчеркнуть исключительную необходимость и важность создания глубокой принципиальной теории нуклонов и мезонов. Трудности решения этой задачи настоятельно диктуют необходимость привлечения возможно большего

числа теоретиков, как уже сложившихся, так и молодых, к работе в области теории элементарных частиц, к работе, связанной с установкой «М».

V.

Изложенный выше перечень экспериментальных работ, рекомендуемых к выполнению на установке «М», является только программой-минимумом и должен быть безусловно выполнен. Однако имеется ряд интереснейших и важных вопросов, которые также заслуживают изучения. К ним, например, можно отнести:

а) Поиски изобарных возбужденных состояний нейтронов и протонов. В частности, установление вероятности рождения нейтральных π^0 -частиц с массой 2 240 электронных масс при облучении ядер протонами.

б) Поиски иных типов распада π^0 -мезона, кроме его распада на два кванта (например, распад π^0 на электрон и позитрон).

в) Поиски изотопа водорода с массой 4 (сверхтяжелый водород), например, при обменных столкновениях нейтрона с гелием.

г) Определение вероятности рождения в одном акте 2 π -частиц.

д) Изучение механизма захвата μ^- ядрами. Связь этого явления с ядерными оболочками, спином ядра и другими ядерными характеристиками.

е) Поиски тяжелых мезонов, которые, возможно, испускаются с малой вероятностью на установке.

Этот перечень можно, безусловно, продолжить. В соединении с вышеизложенной программой-максимумом получается огромная программа работ. Ее выполнение (даже программы-минимум) настоятельно вызывает необходимость привлечения дополнительных экспериментаторов разнообразной квалификации для работы на установке «М».

И. Померанчук

Примечание составителей. ¹Здесь опечатка, следует читать «четность».

8) Сообщение Д. В. Скобельцына и М. А. Маркова

Сов. секретно
(Особая папка)

Отзыв

о сводном отчете о научно-исследовательских работах, выполненных на установке «М» ЛИПАН

Для оценки содержания отчета о работах установки «М» целесообразно характеризовать в кратких словах те фундаментальные проблемы, на разрешение которых направлены в настоящее время исследования в данной области, и те основные результаты большого значения, которые получены как у нас, так и за границей, после введения в действие больших ускорительных установок, дающих частицы с энергией в сотни миллионов электронвольт.

В центре внимания, как известно, стоят две весьма широкие и тесным образом связанные между собой проблемы, которые и должны быть упомянуты прежде всего:

А. Вопрос о природе и законах ядерных сил и

Б. Вопрос о природе и свойствах так называемых элементарных частиц.

Мы имеем в виду как те частицы, из которых построено ядерное (или вообще всякое) вещество, так и те (открытые сравнительно недавно, но известные сейчас в очень разнообразном «ассортименте») частицы, которые возникают в результате различных ядерных процессов, как продукты этих процессов, и уничтожаются затем в результате таких же процессов или путем распада. Такие частицы существуют в «свободном состоянии» лишь в течение ничтожно малых промежутков времени (миллионных или стомиллионных долей секунды, или даже в миллионы раз меньших).

Одной из основных руководящих идей, к которым привело развитие теоретической мысли в данной области и ее наиболее широкие синтетические обобщения, является установление определенной своеобразной взаимосвязи между двумя только что указанными классами частиц. В природе, в устойчивых системах, образующих ядра и атом вещества, мы имеем дело с частицами первого рода — нуклонами, являющимися центрами силовых взаимодействий.

В известном смысле можно сказать, что самые эти ядерные силовые взаимодействия «переносятся» частицами второго рода.

Основной руководящей идеей новейшей теории является представление о том, что частицы второго рода — мезоны разных видов — являются как бы неким субстратом ядерных силовых полей и ядерных взаимодействий. Изучая свойства частиц, «представляющих» данное поле, мы изучаем и познаем природу и свойства самого силового поля.

Этими основными идеями и определяется программа первоочередных исследований, осуществляемых в настоящее время на базе уникальных ускорителей. Такая программа, некоторые начальные этапы выполнения которой уже пройдены, может быть намечена по следующей схеме:

1. Изучение основного, не установленного еще закона ядерного взаимодействия (в некотором смысле аналогичного закону всемирного тяготения или закону Кулона для взаимодействия электрических зарядов). Закон ядерного взаимодействия может быть выявлен прежде всего путем изучения элементарного закона рассеяния при столкновении нуклонов между собой.

2. Изучение явления генерации мезонов, так же как и самих мезонов, изучение, направленное на выяснение основных свойств и характеристик этих частиц, определяющих также свойства и характеристики «представляемых» ими силовых полей.

3. Изучение процессов превращения элементарных частиц (мезонов), которое может дать ключ к пониманию самой природы этих частиц.

По всем указанным направлениям, по которым и группируются как у нас, так и за границей работы по рассматриваемым общим проблемам (А и Б), получены результаты первостепенного значения, которые должны быть расценены как крупнейшие завоевания науки. Вместе с тем все эти достижения следует рассматривать лишь как первые шаги на намеченных нами путях.

Некоторые наиболее замечательные результаты могут быть кратко перечислены:

а) Установление «обменного» характера ядерных сил.

Из наблюдений рассеяния нейтронов протонами получено непосредственное доказательство того, что взаимодействия этих частиц «переносятся» другими частицами: показано, что в основе механизма взаимодействия протон–нуклон лежит определяющий его (хотя и не полностью) «обмен» электрическим зарядом, переносимым от одного нуклона к другому некоторыми заряженными частицами (мезонами).

б) Установление аномалий в законе рассеяния протон–протон, протон–нейтрон, вскрывающих новые, пока еще неизвестные особенности ядерных сил.

в) Обнаружение возникновения в контролируемых условиях новых (открытых незадолго перед этим в космических лучах) частиц — π -мезона и (в особенности) нейтрального мезона; установление и изучение некоторых их основных свойств и различных новых механизмов, протекающих с участием этих частиц.

Упомянутые в указанных пунктах (а, б, в) результаты продвигают нас существенным образом вперед в области фундаментальных физических концепций, имеющих широкое познавательное значение. Несколько более узкое, хотя и исключительно большое значение имеет также третья, общая проблема, занимающая весьма большое место в исследованиях, проводимых на базе ускорителей.

Мы имеем в виду проблему В — изучение ядерного вещества — ядерных структур — путем исследования процессов разрушения (а в некоторых случаях и синтеза) этого вещества в условиях бомбардировки частицами высоких энергий.

Работы, представленные в рецензируемом отчете, выполненные на установке «М», целесообразно рассматривать в рамках общей схемы, намеченной выше.

Все перечисленные выше основные проблемы и темы (А, Б, В, 1, 2, 3) представлены в той или иной мере в рецензируемом отчете. Из них тема 3, однако, еще весьма мало продвинута.

Ниже мы сгруппируем темы отчета, придерживаясь последовательности перечисления и нумерации, указанных выше, и приводя под соответствующими (нашими) номерами заголовки тем отчета.

Тема 1

(Исследования с нейтронами больших энергий, §§ 1–2 рецензируемого отчета)

Сущность вопроса может быть кратко очерчена следующим образом.

Столкновения на близких расстояниях двух взаимодействующих частиц приводят к разбрасыванию по различным направлениям этих частиц после соударения. Распределение частиц по направлениям после соударения — статистическая картина рассеяния — отражает или «отображает» элементарный закон взаимодействия частиц — характерную зависимость силы взаимодействия от расстояния между частицами и другие особенности взаимного силового поля частиц, действующего на ничтожно малых расстояниях порядка 10^{-13} сантиметра.

Использование рассеяния для «зондирования» силовых полей является классическим методом, очень широко применявшимся в атомной физике и в ядерной физике в области обычных энергий.

Если, однако, осуществляя эксперименты в области обычных, малых энергий, можно получить некоторые сведения о механизме взаимодействия и построить определенную картину явления, то переход к энергиям, получаемым на больших ускорителях, дает возможность рассмотреть эту картину гораздо более детально.

Можно, пожалуй, воспользоваться аналогией с тем, что дает повышение в десятки и сотни раз увеличения и разрешающей силы микроскопа в применении к изучению микроскопических объектов.

После работ, выполненных в Америке еще до пуска в ход установки «М», уже выявилось следующее положение данного вопроса. Картина, получаемая по данным больших энергий, оказывается противоречащей той, менее детальной картине, которая ранее была построена на основе экспериментов с более медленными частицами. Это противоречие означает, что основные теоретические представления, из которых исходили при интерпретации экспериментов, в чем-то существенно неверны. А это, вместе с тем, означает, что приходится пересматривать некоторые основные предположения и фундаментальные представления о природе ядерных сил, из которых до сих пор исходили.

В настоящее время выдвинуты различные гипотезы для объяснения этих противоречий, но вопрос продолжает оставаться открытым.

В изучении рассеяния нейтронов протонами установка «М» дала возможность продвинуться дальше в области больших энергий (максимальная энергия, к которой относятся американские данные, — 260 миллионов эВ, тогда как на установке «М» изучено рассеяние нейтронов со средней энергией 380 миллионов эВ).

Полученные новые данные позволяют заключить о противоречащем теории практическом постоянстве эффективного сечения рассеяния, т. е. о независимости его от энергии также и в области более высоких энергий нейтронов, не изученной пока еще в заграничных лабораториях.

В отличие от кривых $n-p$ рассеяния, полученных ранее при меньших энергиях, установлено, что в широкой области углов, в обе стороны от угла рассеяния $\theta = 90^\circ$ (в «центральной» системе) эффективное сечение σ_θ не зависит от угла. Эта же особенность характерна для полученной из других измерений кривой рассеяния протонов на протонах.

Таким образом, возможно, что наблюдаемое при меньших энергиях резкое различие двух этих случаев (n - p и p - p рассеяния) сглаживается при продвижении в область больших энергий.

Между тем несоответствие картины рассеяния, а следовательно, и сил взаимодействия указанных пар частиц приводило к далеко идущим выводам. Подробнее см. записку М. А. Маркова о теории ядерных сил.

Перспектива дальнейшего расширения пределов энергии (до 700 МэВ) представляется многообещающей для данного вопроса. Основательное исследование рассеяния n - p , обязательно дополненное не выполненным еще, ко времени составления рассматриваемого отчета изучением p - p рассеяния, при условии углубления и уточнения получаемых экспериментальных данных (выделение процессов мезообразования и более тщательное разделение актов упругого и неупругого рассеяния вообще) может дать сведения большой ценности для решения проблемы ядерных сил.

Опыты в области больших энергий разрушили картину ядерных взаимодействий, которая сложилась на основе недостаточных данных экспериментов с частицами малых энергий. Существенное дальнейшее расширение диапазона энергий и дальнейшее накопление новых фактов позволит, как можно надеяться, создать новую, более совершенную и цельную картину этих фундаментальных явлений.

Темы 2 и 3

(Исследования с искусственными мезонами)

Были проведены исследования по определению массы отрицательных π -мезонов, возникающих при бомбардировке в ускорителе свинцовой мишени различными ядерными снарядами высокой энергии.

Эти наблюдения позволяют установить, что для интервала энергий, в пределах которого возможно образование частиц с массой вплоть до 700 масс электронов, наблюдается генерация только одного типа частиц — π -мезонов с массой, равной 280 ± 10 масс электрона.

Получение выпускаемого из ускорителя интенсивного пучка π -мезонов (пока лишь отрицательных) позволило провести ряд исследований взаимодействия с ядрами таких мезонов на лету или после потери ими скорости.

Методом фотопластинок исследована вероятность возникновения сложных ядерных *расщеплений* в потоке таких мезонов. Установлено, что в исследованной области энергии мезонов (50 миллионов эВ) эффективное сечение для данного процесса оказывается равным геометрическому поперечному сечению ядер, что имеет существенное значение, поскольку характеризует заряженные мезоны как «ядерно-активные», сильно взаимодействующие с ядерным веществом (в данной области энергии) частицы. Исследование «звезд» в конце пути π -мезона — «звезд», вызванных поглощением ядром остановившихся мезонов, приводит к выводу (полученному в многочисленных работах также и других наблюдателей) о том, что в этих процессах значительная часть энергии передается в виде энергии возбуждения поглотившему мезон ядру. Отсюда авторами отчета, как и другими наблюдателями, сделан вывод о целочисленности «спина» π -мезона.

Надо сказать, что в настоящее время этот вывод, так же как и некоторые другие предположения, например, о свойствах симметрии поля, представляемого π -мезонами, подтвержден и уточнен (спин = 0) в результате ряда заграничных исследований по поглощению и генерации мезонов в простейших ядрах — водорода и дейтерия.

Отсутствие в работах, представленных в данном отчете, такого рода экспериментов по взаимодействию π -мезонов с легкими ядрами следует рассматривать как существенный пробел, который должен быть заполнен в ходе дальнейших исследований.

Как нами указывалось выше, весьма актуальной задачей является изучение обнаруженных лишь в недавнее время новых частиц — нейтральных мезонов. В отчете описано обстоятельное исследование характерного для этих частиц явления — распада их на пары частиц — электрон и позитрон, оставляющие следы в фотопластинках. Путем изучения этих пар получена оценка массы нейтрального мезона, порядка величины эффективного сечения образования их в реакции, использованной для генерации этих частиц (ядро атома углерода + протон с энергией 490 МэВ), и их средней энергии. В настоящее время исследование этого рода явлений в Америке продвинуто значительно дальше. Но здесь остается еще, несомненно, обширное поле для исследований, которые должны быть предусмотрены программой дальнейших работ.

Исследованием пар (e^+ и e^-) — продуктов распада нейтральных мезонов, видимо, исчерпывается все, что сделано пока у нас на ускорителе «М» по указанной выше 3-й теме.

В будущем исследование явлений превращения элементарных частиц должно быть развернуто по достаточно широкой программе. В частности, в особенности в связи с возможным повышением предела достижимых энергий (до 700 миллионов, а затем и до многих миллиардов эВ) следует иметь в виду следующие проблемы, выяснение которых позволит подойти к пониманию самой природы элементарных частиц, рождаемых в ядерных процессах:

1. Возможность образования в ядерных процессах «возбужденных» частиц, т. е. частиц в неустойчивых состояниях с массой, большей нормальной.

Таковыми частицами являются, видимо, открытые за последние годы в космических лучах так называемые V-частицы, время жизни которых ничтожно мало — порядка 10^{-10} сек.

2. Вопрос о возможности существования сложных и более устойчивых систем, состоящих из двух простейших частиц, например, заряженный μ -мезон + нейтральный мезон = π -мезон (гипотеза Вентцеля).

Проблема В

«Исследование ядерных расщеплений, производимых частицами высоких энергий» и «Радиохимическое исследование ядерных реакций, протекающих при высоких энергиях» — разделы III и IV отчета и §§ 3, 4 и отчасти § 2 раздела II)

Указанные разделы посвящены работам по изучению методом фотопластинок звездообразных ядерных *расщеплений* («звезд»), изучению размножения нейтронов при соударении ядер с частицами высоких энергий, изучению *деления* ядер атомов многих элементов методом ионизационной («осколочной») камеры и методом фотопластинок, а также исследованию процессов глубокого *расщепления* (серебра, меди, висмута) путем радиохимического анализа продуктов этого *расщепления*.

В результате описанных здесь трудоемких работ получены данные, представляющие существенный интерес для изучения механизма ядерных процессов в области высоких энергий. Этот экспериментальный материал позволяет подойти к решению ряда вопросов, связанных с данной проблемой, как, например: о «прозрачности» ядер при прохождении через них частиц высоких энергий, об энергии возбуждения ядер, вызываемого этими частицами, о «конкуренции» различных процессов распада ядер при таких энергиях возбуждения и т. д. В особенности следует отметить наблюдения по *делению* ядер в различных условиях, в частности, элементов средней части периодической системы.

В наблюдениях, проведенных различными методами, в частности, и радиохимическими, получен ценный материал, использованный уже для целей и других исследований, изложенных в отчете (например, установление порога и «кривой возбуждения» *деления* ядер висмута). Однако получается впечатление, что материал по данному вопросу (как, впрочем, и по многим другим затронутым в отчете) не собран воедино

и никем надлежащим образом не подытожен и не обобщен. В данном случае это было бы особенно необходимо потому, что этот материал весьма разнороден, если судить как по использованной методике, так и по руководящим идеям, имевшимся в виду различными исследователями. Например, в радиохимических исследованиях, с одной стороны, и в исследовании *деления урана*, вызванного захватом мезона (ФИАН и РИАН), — с другой стороны*.

Имеются намеки на различие двух механизмов *деления* эмиссионного (по данным авторов отчета, так же как и по американским данным) и *деления* «непосредственно из возбужденного состояния». В сущности, здесь стоит более широкий вопрос о «конкуренции» различных типов распада (в том числе и *деления*) в процессах «глубокого *расщепления*». Но этот вопрос, судя по данному сводному отчету, видимо, не подвергался достаточно тщательному анализу, и, во всяком случае, данный отчет не дает отчетливой картины соотношения различных конкурирующих механизмов и цельной картины явления для широкого диапазона различных значений энергии и атомного номера элемента.

В некоторых случаях имеет место (как и у американских авторов) злоупотребление самим термином «*деление*».

Особое внимание должно быть обращено на установленное по данным радиохимического анализа присутствие в составе продуктов бомбардировки меди и серебра таких легких ядер, как ядра C^{11} , Na^{24} , Al^{25} и т. п.

Авторы отчета с полным основанием рассматривают эти продукты как «осколки» ядра, образовавшиеся в результате развала первичного ядра в однократном акте (в противоположность обычным процессам *глубокого расщепления*).

Более определенные доказательства даны в американской работе (Сиборг и др., Phys. Rev., июнь 1951 г.), появившейся, видимо, после составления рецензируемого отчета.

Термин «*деление*» нам кажется неуместным в данном случае, поскольку речь идет об (эндоэнергетическом) процессе, связанном не с выделением, а с поглощением значительной энергии. Эти случаи заслуживают особого внимания и особенно интересны именно в связи с тем, что здесь мы имеем дело с особым, не ясным еще, механизмом непосредственной передачи значительной энергии первичной или вторичной частицей целому сложному агрегату частиц и выбивания из более тяжелого ядра таких сложных агрегатов частиц.

Определенный интерес в этой же связи представляет обнаружение в фотопластинке, среди продуктов звездообразных *расщеплений* ядер и в особенности (в одном из зарегистрированных случаев) следа ядра бериллия (III, § 2), где также налицо резко выраженный эндоэнергетический распад сложного ядра.

Аналогичные случаи известны и из других наблюдений, и в частности, из наблюдений с космическими лучами, и представляют значительный интерес с точки зрения общих вопросов динамики ядерного вещества.

Как новый, неизвестный еще, видимо, по данным мировой литературы результат по настоящему разделу (B) следует отметить интересные, обстоятельно развитые наблюдения развала альфа-частицы на ее составные части при столкновении с более тяжелыми ядрами (III, § 3).

Как новое и интересное следует отметить также наблюдение выбивания из сложных ядер пар протонов, летящих в весьма близких направлениях. Из этого наблюдения делается обоснованный и интересный вывод о существовании определенного «виртуального» квантового уровня системы протон–протон (III, § 3).

* Эти результаты, в свою очередь, следовало бы сопоставить с результатами по «взрывным» звездообразным *расщеплениям*, вызванным захватом мезона, о которых шла речь в связи с темой 2.

Касаясь общей оценки, приходится отметить особенность рецензируемого отчета в целом, которая сказалась в данном его разделе, может быть, больше, чем в других. Собранные в нем в результате большой экспериментальной работы факты представляют в сущности некоторый еще сырой материал, для использования которого должна быть проделана в будущем большая дополнительная работа по его систематизации и обобщению, а также и по теоретической разработке ряда связанных с данными экспериментами вопросов.

На это мы уже указывали выше в связи с разнородностью содержащихся в отчете результатов по *делению* ядер. Следует также особо отметить желательность обработки большого, но вполне сырого еще материала по новым «нуклидам» (изотопам), полученным в виде продуктов глубокого *расщепления* различных ядер и идентифицированным радиохимическим путем. Бомбардировка «ядерными снарядами» большой энергии дает, как известно, возможность получать в большом числе все новые ядерные образования. Возможности здесь отнюдь еще не исчерпаны и в сравнении с тем, что уже проделано в работах, описанных в отчете, могли бы быть существенно расширены, в частности, путем выявления, наряду с β -активными, также и альфа-активных продуктов, путем бомбардировки также и тяжелых ядер, в частности, ядер *заурановых* элементов и т. д. Табличные данные, приведенные в отчете, желательно расширить. Но их следует рассматривать как «полуфабрикат», как материал, который должен быть использован для систематики изотопов и установления закономерностей квантовых состояний ядер в связи, в частности, с вопросом об особо устойчивых конфигурациях ядерных систем.

Законно поставить вопрос, налицо ли условия для такого всестороннего обсуждения и обобщающей обработки экспериментальных материалов, которая необходима для эффективного использования экспериментов, проводимых на уникальных ускорительных установках.

Нам представляется, что без каких-то существенных шагов в направлении расширения круга лиц, которые могут участвовать в широком обсуждении всех этих результатов в целом, и без определенных мероприятий по объединению идейного руководства в целом такими общими проблемами, как, например, *деления* ядер или «закономерности изотопов», полноценного использования работы установок достичь, может быть, и не удастся.

Как видно из представленного отчета, коллективом, работавшим на установке «М», выполнена широкая программа крайне содержательных работ большого значения.

Если бы был поставлен вопрос о какой-то оценке работы данного коллектива, то нельзя сомневаться в том, что эта работа получила бы самую высокую оценку, в которой все специалисты были бы единодушны.

Сказанное, однако, не исключает основания для известного беспокойства в отношении дальнейших перспектив развития работ на базе установки «М» и других уникальных установок.

Надо иметь в виду, что должно ставить вопрос гораздо шире и говорить не о работе той или иной группы или групп, а о совокупности условий, которые могут обеспечить дальнейший прогресс советской науки в данной области широких и наиболее актуальных, ведущих проблем физики.

Имеются основания для сомнений в том, что такие условия уже в настоящее время полностью обеспечены. Войти в обсуждение этого более общего вопроса в данной записке, однако, не представляется возможным.

Академик Д. В. Скобельцын

Доктор физико-математических наук М. А. Марков

9) Сообщение М. С. Козодаева

Сов. секретно
(Особая папка)

Доклад Развитие экспериментальных методов исследований, проводимых на установке «М»

С вводом в строй установки «М» советские ученые получили мощное орудие для исследования атомного ядра. Специфический режим синхроциклотрона (кратковременность импульсов тока ускоренных частиц при большой скважности, наличие сопутствующих излучений) в большинстве случаев не позволяет использовать аппаратуру и методы исследований, применяющиеся в работах с космическими лучами, радиоактивными источниками и ядерными реакторами. По этой причине исследовательскими группами, работающими на установке «М», в течение последних лет были проведены методические разработки и созданы новые виды физических приборов.

Развивались и усовершенствовались разнообразные экспериментальные методы исследования, применяющиеся в физических лабораториях. Наибольшее внимание было уделено фотометоду, методу камер Вильсона и методам, основанным на применении пропорциональных и сцинтилляционных счетчиков в сочетании с электронными системами. Усовершенствовались также и радиохимические методы исследования. Наряду с этим разрабатывалась разнообразная вспомогательная аппаратура.

В работах с толстослойными фотопластинками была освоена методика ускорения регрессии скрытого изображения при сохранении чувствительности эмульсии к релятивистским частицам. Это позволило уничтожить фон в эмульсии от следов ионизирующих частиц, попадающих в пластинки в период их хранения. Была освоена методика введения в фотоземлюсии суспензий и солей различных элементов. Разработана методика специального физического проявления толстослойных фотоземлюсий.

Для обеспечения нормальной работы камер Вильсона на установке «М» потребовалось провести ряд методических разработок и усовершенствований, как самих камер, так и приборов управления. Пришлось решать серьезную проблему синхронизации импульсной работы установки «М» и камеры Вильсона. Сейчас на установке «М» работают три камеры Вильсона 400, 240 и 180 мм диаметром в магнитных полях до 14 000 эрстед.

Применение ионизационных камер, пропорциональных счетчиков, счетчиков Гейгера, сцинтилляционных и других счетчиков ионизирующих частиц с электронными системами, усиливающими, преобразующими и селектирующими электрические импульсы, дает широкие возможности для изучения взаимодействия излучения синхроциклотрона с ядрами различных веществ. Хорошо отработанная методика, основанная на сочетании физических приборов для регистрации излучений с электронными системами, во многих случаях позволяет получить наиболее надежные количественные данные.

Однако применение такой аппаратуры для работы на установке «М» сопряжено с большими трудностями. Обычная аппаратура, широко применяющаяся в лабораторной практике, часто оказывается непригодной. Для исследований, проводимых на установке «М», в большинстве случаев требуется сложная комплексная аппаратура, обладающая высокой разрешающей способностью, снабженная автоматическим и дистанционным управлением.

Для регистрации излучений синхроциклотрона наиболее применимыми оказались пропорциональные счетчики, счетчики со специальным наполнением, работающие в области ограниченной пропорциональности, и сцинтилляционные счетчики.

Коллективами сотрудников, работающих на установке «М», созданы сложные комплексные установки. К числу таких установок следует отнести:

1) Установку для исследования рассеяния нуклонов с помощью пропорциональных счетчиков.

2) Двенадцатиканальный годоскопический парный γ -спектрометр, позволяющий измерять энергию γ -квантов от 20 до 400 МэВ с точностью $3 \div 6 \%$.

3) Установку с двумя телескопами из сцинтилляционных счетчиков для исследования процессов соударения протонов с ядрами легких элементов.

4) Установку для исследования ядерных процессов, сопровождающихся образованием нейтральных мезонов, основанную на принципе регистрации γ - γ совпадений.

5) Установку для исследования процессов, сопровождающихся испусканием положительных мезонов, основанную на регистрации актов распада остановившихся в сцинтиллирующем веществе π^+ -мезонов с помощью системы задержанных совпадений.

6) Автоматическую установку для экспрессных измерений радиоактивности.

7) Установку для исследования нейтральных мезонов, образующихся при взаимодействии быстрых нейтронов с различными веществами.

В процессе создания комплексной аппаратуры были разработаны отдельные элементы схем, основанные на новых, ранее не применявшихся принципах, а также разнообразная вспомогательная аппаратура.

Ниже приводится перечень наиболее существенных разработок.

1) Преобразователь импульсов, вырабатывающий импульсы длительностью 5×10^{-7} секунды при незначительном времени нарастания и спада, обладающий высокой чувствительностью к запускающим импульсам ($20 \div 100$ милливольт). Укорачивающая цепь, применяющаяся в этом преобразователе, позволяет получать импульсы длительностью $9 \cdot 10^{-8}$ секунды с амплитудами в несколько вольт.

2) Измеритель интервалов времени между статистически распределенными во времени электрическими импульсами. Прибор позволяет измерять интервалы времени от -10^{-7} до $+10^{-6}$ секунды с точностью 10^{-9} секунды.

3) Схемы $3 \div 16$ -кратных совпадений и антисовпадений с разрешающим временем 10^{-7} секунды.

4) Дискриминатор-преобразователь импульсов с временем нарастания 10^{-7} секунды, способный переработать до $4 \cdot 10^5$ имп./сек.

5) Декадный пересчет с разрешающим временем $5 \cdot 10^{-7}$ секунды.

6) Пересчет с разрешающим временем $6 \cdot 10^{-8}$ секунды.

Кроме того, были разработаны и изготовлены различные широкополосные усилители, генераторы прямоугольных одиночных, парных и периодических импульсов малой длительности (короче 10^{-6} секунды), калибраторы интервалов времени (для интервалов $10^{-7} \div 10^{-9}$ секунды) и другие приборы.

Для точного измерения магнитного поля установки «М» был изготовлен магнитометр, основанный на использовании ядерной абсорбции.

Изучение методических работ, проводимых большим коллективом сотрудников, работающих на установке «М», показывает, что в настоящее время 80–90 % времени и творческой энергии физиков-экспериментаторов тратится на создание измерительной аппаратуры и установок, на разработку методики. Дальнейшее развитие исследовательских работ в области ядерной физики, в особенности на ускорителях, дающих кратковременные импульсы частиц высокой энергии, потребует еще больших затрат времени и средств на подготовку эксперимента.

Поэтому сейчас очень остро должен быть поставлен вопрос о промышленном изготовлении большого количества разнообразных стандартных электронных приборов, необходимых для оснащения физических лабораторий, на разработку и изготовление которых десятки организаций совершенно непродуктивно тратят время и энергию.

В прошлом году Гидротехнической лабораторией был поставлен вопрос о необходимости промышленного изготовления большого списка приборов. В процессе проработки этого вопроса в Первом главном управлении этот список был дополнен

предложениями ряда организаций. Для решения поставленной задачи были привлечены МПСС, МЭП и МАП. Прошел год, и промышленность ни одного нового прибора для оборудования исследовательских ядерных лабораторий не выпустила. (Если не считать электронные умножители завода № 632 МПСС, которые пока еще не полностью удовлетворяют физиков, так как лишь около 10 % этих умножителей отвечают требованиям, предъявляемым аппаратурой, предназначенной для работы на установке «М».)

Такое положение дела со стандартным электронным оборудованием для ядерных лабораторий тормозит темп исследовательских работ и приводит к малопродуктивному использованию современных ускорительных установок и к большим потерям времени физиков на производство работ по созданию различных схем совпадений, пересчетных схем, амплитудных анализаторов, генераторов импульсов и многого другого.

Физики не должны тратить время на серьезные разработки в области современной ядерной и вспомогательной электроники, так как они не могут быть специалистами сразу в двух областях. Поэтому необходимо в организациях, эксплуатирующих современные ускорительные установки, создать отделы из специалистов в области электроники, которые должны заниматься разработкой новой электронной аппаратуры в тесном контакте с физиками-экспериментаторами.

Следует еще подчеркнуть, что в большинстве случаев для проведения экспериментов на современных ускорителях приходится создавать сложную и часто громоздкую аппаратуру. Для изготовления такой аппаратуры требуются высококвалифицированные конструкторы и достаточно мощные и хорошо оборудованные экспериментальные механические мастерские. Механические мастерские при установке «М» давно не обеспечивают нормальное выполнение заказов научных секторов в приемлемые сроки. Такое же положение, если не худшее, будет и на установке «КМ». Недостаточная обеспеченность научных отделов механическими мастерскими серьезно тормозит исследовательскую работу, а в дальнейшем будет тормозить еще больше. Это ведет к большим потерям государственных средств из-за простоев в научной работе и малопродуктивного использования дорогого оборудования, связанного с необходимостью упрощения опытов. Такое положение является совершенно непонятным, так как стоимость необходимых мастерских составляет ничтожный процент от стоимости каждого объекта.

Лабораторные помещения при установке «М» также недостаточны.

12 ноября 1951 г.

Козодаев М. С.

10) Сообщение В. П. Джелепова

Сов. секретно

Содоклад о работах, выполненных на установке «М» в 1950–1951 гг. с нейтронами высоких энергий

Исследования с нейтронами высоких энергий, выполненные на установке «М» в течение полутора лет ее работы, делятся на две группы. К первой группе относятся работы по изучению процессов, приводящих к образованию интенсивных пучков нейтронов с энергиями в сотни МэВ с помощью заряженных частиц — дейтронов, α -частиц и протонов, ускоренных в синхротроне до высоких энергий. Вторую группу работ составляют ядерные исследования, выполненные с нейтронами высоких энергий (120 и 380 МэВ).

§ 1. Нейтроны от стриппинга дейтронов

К моменту пуска установки «М» было известно, что нейтроны больших энергий получаются при бомбардировке быстрыми дейтронами различных мишеней. Узкие пучки быстрых нейтронов и протонов, образующихся при этом за счет отщепления

частиц от дейтрона, как показывает теория Сербера, имеют угловую расходимость, равную по порядку величины энергии $\theta_{1/2} = \sqrt{\varepsilon_d/E_d}$; энергии нейтронов близки к $E_d = (1/2)E_d \pm \sqrt{\varepsilon_d E_d}$.

Установка давала дейтроны с энергией $E_n = 380$ МэВ, и, как показали опыты, в нашем случае в соответствии с теорией полуширина пучка оказалась равной $0,17$ радиана, т.е. $9-10^\circ$, а, с учетом кулоновского барьера и потерь энергии в мишени, энергия нейтронов $E_n = 120 \pm 23$ МэВ. Таким путем были получены пучки нейтронов интенсивностью до $8 \cdot 10^7$ н/см²·сек, в максимуме распределения с общим числом нейтронов в пучке $2 \cdot 10^{11}$ нейтронов/сек при токе дейтронов в 1 мкА.

§2. Нейтроны от развала α -частиц

При переводе установки «М» в режим ускорения α -частиц были также поставлены опыты по обнаружению интенсивных пучков быстрых нейтронов и протонов, идущих от мишеней. Эти опыты дали положительные результаты. Нам удалось получить пучки нейтронов интенсивностью 10^5 нейтр./см²·сек. Полуширина углового распределения пучка составляла в этом случае около $0,35$ радиана, а общая интенсивность нейтронов на 1 микроампер тока α -частиц с энергией 560 МэВ равнялась $5 \cdot 10^{10}$ нейтр./сек. В результате целой серии выполненных различными методами опытов и расчетов, а также сопоставления картины явления с данными по $n-p$ и $p-p$ рассеянию было установлено, что причиной образования в рассматриваемом случае направленного нуклонного излучения является развал α -частиц, падающих на мишень, на отдельные нейтроны и протоны. Кинетическая энергия нейтронов оказалась близкой к четверти энергии падающих α -частиц и составляла в наших опытах ~ 120 МэВ. Полуширина энергетического распределения нуклонов от развала α -частиц заметно превышает полуширину спектра нуклонов от стриппинга дейтронов.

§3. Нейтроны, освобождаемые при обменном взаимодействии протонов

При бомбардировке мишеней из различных веществ быстрыми протонами также образуются направленные пучки нейтронов высоких энергий. Основным механизмом, приводящим в этом случае к возникновению быстрых нейтронов, является перезарядка — процесс, при котором налетающие быстрые протоны в результате обменного взаимодействия превращаются в нейтроны. В результате проведенных исследований было найдено, что угловая расходимость пучка при этом составляет $\theta_{1/2} = 0,5-0,6$ радиана. Интенсивность пучка в максимуме распределения достигала $5 \cdot 10^6$ н/см²·сек. Общее число нейтронов на 1 мкА тока протонов 10^{11} нейтр./сек.

Энергетическое распределение нейтронов от перезарядки протонов с энергией 480 МэВ имеет максимум при энергии 390 МэВ, а ширина распределения на половине его высоты составляет около 130 МэВ.

Выводы

В ходе изучения процессов образования нейтронов высоких энергий дейтронами, α -частицами и протонами были разработаны методы измерения пучков быстрых нейтронов, определены сечения и выходы реакций, а также определены угловые распределения нейтронов для мишеней из различных веществ (бериллий, углерод, медь, свинец).

Было показано, в частности, что наибольшие выходы быстрых нейтронов, узкие угловые распределения и большая моноэнергетичность нейтронов получаются для бериллия.

Из сопоставления данных, полученных нами в работах по темам §1 и §3, с найденными американцами для меньших энергий следует, что сечения процессов образования быстрых нейтронов в области энергий дейтронов $190-280$ МэВ и протонов $340-480$ МэВ меняются слабо. Острота угловых распределений нейтронов, как и следовало ожидать, увеличивается.

Количественные результаты, полученные при изучении стриппинга дейтронов, находятся в общем согласии с феноменологической теорией этого явления, развитой Сербером. Экспериментальные данные о ширине углового распределения и максимальной энергии нуклонов, полученные при изучении развала α -частиц, также согласуются с теоретическими оценками. Весь цикл работ, связанных с изучением процессов, приводящих к образованию пучков быстрых нейтронов, выполнен силами Гидротехнической лаборатории АН СССР.

§ 4. Рассеяние быстрых нейтронов протонами

Выяснение характера и величины ядерных сил, а также определение зависимости их от расстояния и спинов частиц является центральной проблемой физики атомного ядра. Решение этой задачи по существу сводится к отысканию основного, не установленного еще закона ядерного взаимодействия.

Одним из классических приемов исследования силовых полей, действующих между нуклонами, является изучение рассеяния нуклонов различных энергий нуклонами. Наиболее детально картина развивающихся при этом процессов может быть изучена при рассеянии друг на друге нуклонов высоких энергий $E > 100$ МэВ, когда происходит наиболее тесное сближение участвующих в игре частиц. В целях изучения взаимодействия нейтронов с протонами при больших энергиях частиц, в Гидротехнической лаборатории были проведены опыты по измерению дифференциальных сечений n - p рассеяния для нейтронов с энергией 380 МэВ. В опытах использовались нейтроны, получавшиеся в результате перезарядки протонов с энергией 480 МэВ в бериллиевой мишени. Определение дифференциальных сечений n - p рассеяния $\sigma(\Phi)$ (лабораторная система) сводилось к измерению пропорциональных им чисел N_p протонов отдачи, вылетающих из водородосодержащего рассеивателя в фиксированном телесном угле $d\omega = d\psi d\cos(\Phi)$ под углом Φ к направлению падающего на рассеиватель нейтронного пучка. Абсолютная величина сечения рассеяния под данным углом определялась с помощью нормировки согласно равенству $\int \sigma(\Phi) d\omega = \sigma_t$, где σ_t — полное поперечное сечение рассеяния нейтронов протонами, равное согласно нашим опытам $\sigma_t = 40 \cdot 10^{-27}$ см² при $E_n = 380$ МэВ. Регистрация протонов велась с помощью телескопов из пропорциональных счетчиков, включенных на совпадение. Протоны отдачи, образованные нейтронами с энергией, меньшей 300 МэВ, телескопом не регистрировались, так как поглощались в медных фильтрах, устанавливаемых между последними двумя счетчиками.

Водородосодержащими рассеивателями являлись диски из парафина. Влияние углерода оценивалось по данным аналогичных опытов с рассеивателем из графита.

Дифференциальные сечения n - p рассеяния измерены для углов Φ в лабораторной системе в интервале от 0 до 70°, что соответствует углам рассеяния нейтронов в системе центра инерции 180°–37°. Результаты измерений, исправленные на ядерное поглощение в медных фильтрах, представлены на рисунке сплошной кривой¹.

Анализ кривых дифференциальных сечений n - p рассеяния при больших энергиях сталкивающихся частиц позволяет сделать ряд важных заключений о взаимодействии нейтронов и протонов.

1) Наличие пика на кривых в области углов рассеяния нейтронов, близких к 180°, свидетельствует о том, что между нейтроном и протоном действуют силы обменного характера, связанные с обменом зарядом между сталкивающимися нуклонами. Возрастание сечения в сторону малых углов указывает на существование, наряду с обменными силами, также сил обычного типа. По порядку величины вклад сил обоих типов во взаимодействие между n и p одинаков.

2) При энергиях нейтронов 380 МэВ дифференциальное сечение n - p рассеяния в широком интервале углов (45–135°) практически остается постоянным. При этом из сравнения кривых для нейтронов с энергией 260 МэВ (опыты, выполненные в Беркли) и 380 МэВ (данные ГТЛ) можно видеть, что с возрастанием энергии нейтронов

этот интервал углов расширяется. Таким образом, с повышением энергии появляется сходство в картинах рассеяния нейтронов протонами и протонов протонами, поскольку в последнем случае дифференциальные сечения также остаются постоянными в интервале углов $40\text{--}140^\circ$.

3) Как при рассеянии протонов протонами, так и при рассеянии нейтронов протонами, начиная с энергии $130\text{--}150$ МэВ, дифференциальные сечения перестают заметно уменьшаться с ростом энергии. При этих энергиях и выше сечение $n\text{--}p$ рассеяния близко к $2 \cdot 10^{-27}$ см², а сечение $p\text{--}p$ рассеяния к $(3,5\text{--}4) \cdot 10^{-27}$ см² на единицу телесного угла.

4) Сопоставление экспериментальных данных по полным сечениям $n\text{--}p$ рассеяния, полученных в ГТЛ, с данными для меньших энергий приводит к заключению, что полное сечение $n\text{--}p$ рассеяния в интервале энергий $160\text{--}400$ МэВ остается постоянным и близким к $40 \cdot 10^{-27}$ см². Отсутствие области, в которой сечение убывало бы по закону $1/E_n$, свидетельствует о том, что взаимодействие нуклонов не является слабым при больших энергиях.

Изотропность в рассеянии нуклонов высоких энергий и ослабление зависимости полных сечений рассеяния от энергии указывают на существование значительных взаимодействий, возникающих при тесных сближениях частиц.

5) При рассмотрении вопроса о полных сечениях рассеяния нейтронов на протонах в области энергий нейтронов, превышающих порог мезообразования в нуклон-нуклонных столкновениях ($E_n \geq 300$ МэВ), необходимо учитывать, что сечение $n\text{--}p$ рассеяния, определяемое по методу выбивания нейтронов из пучка, складывается из сечения упругого рассеяния и сечения мезообразования. Оценки, выполненные нами на основании появившихся в литературе данных, показывают, что доля мезонной составляющей в полном сечении $n\text{--}p$ при энергии нейтронов 380 МэВ не превышает 2–5 %. По этой причине в рассматриваемых опытах рождение мезонов не оказывает существенного влияния на величину полного и дифференциальных $n\text{--}p$ сечений.

Переходя к сопоставлению результатов опытов по $n\text{--}p$ рассеянию с теорией ядерных сил, можно сказать, что опыты по рассеянию быстрых нейтронов на протонах, выполненные в широком интервале энергий от 90 до 380 МэВ, подтвердили предсказанный теорией обменный характер ядерных сил.

Возможно, что установленная на опыте слабая зависимость полных сечений $n\text{--}p$ рассеяния от энергии и независимость дифференциальных сечений рассеяния от угла в широком интервале углов указывают на участие во взаимодействии между нуклонами мезонов с массами, превышающими массу π -мезона. Однако это предположение нуждается в тщательной теоретической и экспериментальной проверке.

Сравнение результатов опытов с данными вычислений иностранных авторов, основанных на выборе различных форм взаимодействия, не представляет ценности вследствие неубедительности использованных в этих расчетах физических предположений.

§ 5. Рассеяние и поглощение быстрых нейтронов сложными ядрами

Весьма существенными характеристиками процесса взаимодействия нейтронов больших энергий с ядрами являются полные ядерные сечения и сечения неупругих столкновений. Последние определяют выбивание нейтронов из пучка в результате процессов, связанных с большой потерей энергии налетающими нейтронами. Полные сечения включают также и упругое (дифракционное) рассеяние налетающих нейтронов. Определение на опыте указанных сечений, а также изучение зависимости от энергии нейтронов представляет собой важную задачу. В связи с этим в Гидротехнической лаборатории были предприняты систематические исследования полных сечений взаимодействия нейтронов, имеющих энергию около 380 МэВ, с ядрами.

Сечения измерялись по ослаблению нейтронного пучка, проходящего через блоки из различных материалов, в условиях «хорошей» геометрии. Как известно, сечение

находится в этом случае из соотношения $\sigma_t = (A/N\rho x) \ln[J(0)/J(x)]$, где A — атомный вес вещества; N — число Авогадро; ρ — плотность вещества; x — толщина поглотителя; $J(x)$ — интенсивность пучка, прошедшего толщину поглотителя x ; $J(0)$ — начальная интенсивность пучка нейтронов. Исследования велись двумя группами экспериментаторов, использовавших для регистрации быстрых нейтронов детекторы с различной зависимостью эффективности от энергии. Результаты измерений и расчетов представлены в таблице¹.

Сравнение полученных результатов на нейтронах с энергией 380 МэВ с данными опытов с нейтронами, имеющими энергию 270 МэВ, приводит к заключению, что в этой области наблюдается весьма слабое изменение полных сечений с энергией. Последнее обстоятельство, по-видимому, связано с независимостью от энергии (в этой области энергий) сечений соударений элементарных частиц — нейтронов с протонами и, возможно, нейтронов с нейтронами. Полученные данные так же, как и данные, относящиеся к несколько более низким энергиям, свидетельствуют о значительной прозрачности ядер для нейтронов. Об этом же говорят результаты опытов, в которых определялся средний свободный пробег для ядерного взаимодействия протонов с энергией 480 МэВ. Он оказался равным 61+8 см, что почти в 2,5 раза превышает величину пробега, соответствующую геометрическому сечению.

Наряду с измерениями полных сечений взаимодействия нейтронов высокой энергии с ядрами группой ИХФ были проведены опыты по определению сечений неупругих столкновений (или сечений поглощения) для ряда элементов. Сечения неупругих столкновений определялись из величины коэффициентов поглощения μ нейтронного пучка в так называемой «плохой» геометрии на основании соотношения $n = n_0 e^{-\mu x}$, где x — толщина поглотителя в сантиметрах. В качестве детектора нейтронов в описываемых опытах использовались висмутовые камеры деления. Результаты этих опытов также приведены в таблице¹. Видно, что сечения неупругих столкновений так же, как и полные сечения в широком интервале энергий нейтронов (150–400 МэВ), меняются весьма незначительно. Сечения неупругих столкновений с ядрами Al, Pb и U нейтронов, имеющих энергию 380 МэВ, составляют около половины от соответствующих полных сечений. Опыты показали, что коэффициент поглощения нейтронов с энергией 380 МэВ в углероде и свинце близок к коэффициенту «поглощения» компоненты космических лучей, образующей ядерные расщепления.

§ 6. Деление ядер нейтронами высоких энергий

Значительное внимание в работах, выполненных на установке «М», было уделено изучению процессов деления ядер различных элементов нейтронами высоких энергий. В этом направлении исследования велись силами ГТЛ и ИХФ АН СССР.

Было найдено, что нейтроны с энергией 120 МэВ вызывают деление ядер U, Th, Bi, Pb, Ti, Au, Re, W, Ta, Er, Dy, Rh*.

Определены относительные выходы и сечения деления указанных ядер при энергии нейтронов 120 МэВ. Результаты измерений представлены в таблице¹. Группой ИХФ были проведены опыты по изучению деления ядер при энергии нейтронов 380 МэВ. При этом так же, как и в первой серии опытов, были определены относительные выходы и сечения деления ядер U, Th, Bi, Pb, Ti, Au, Pt, W. Наряду с этим определена функция возбуждения деления Bi в интервале энергий нейтронов от 120 до 380 МэВ. Знание зависимости сечения деления Bi от энергии необходимо для проведения ряда исследований не только в области деления ядер. Сопоставление данных о числе вторичных нейтронов, испускаемых тяжелыми ядрами, с величинами сечения деления показало, что деление элементов от Pt до U на нейтронах высокой энергии является эмиссионным. В серии опытов, выполненных силами ГТЛ, пред-

* С нейтронами меньших энергий (84 МэВ — опыты, выполненные в Беркли) наблюдалось деление только элементов от U до Pt включительно.

ставляет интерес работа, в которой было доказано деление нейтронами с энергией 120 МэВ элементов среднего, атомного, веса Rh, Er, Dy.

Деление ядер при больших энергиях возбуждения исследовалось в теоретической работе Гейликмана (ЛИП). Им была дана оценка вероятности деления и было показано, что ядра среднего атомного веса преимущественно делятся непосредственно из возбужденного состояния; для этих ядер вероятность эмиссионного деления с предварительным выбрасыванием большого числа нуклонов (как это имеет место в случае деления тяжелых ядер Вi и др.) исчезающе мала. Данные опытов о величине сечений не противоречат предсказаниям теории и являются доказательством в пользу существования ранее неизвестного механизма деления ядер — деления их в состоянии высокого возбуждения. Результаты, полученные в опытах радиохимической группы Б. В. Курчатова, подтвердили факт деления элементов средней части периодической системы быстрыми частицами и значительно расширили наши сведения об этом явлении. Замечу, что появившиеся впоследствии американские сообщения об обнаружении деления элементов среднего атомного веса быстрыми протонами находятся в согласии с результатами опытов, проведенных в этом направлении на установке «М».

В будущем году по-прежнему предполагается направить основные усилия на получение нового экспериментального материала по коренной проблеме ядерной физики, проблеме взаимодействия нуклонов с нуклонами при больших энергиях.

С этой целью будет изучаться рассеяние нейтронов нейтронами и протонов нейтронами, протонами и дейтронами.

Заканчивая свое сообщение, я хочу указать на одно важное обстоятельство, положительно сказавшееся на результатах работы коллектива, проводившего исследование на установке «М». Оно состоит в совместном критическом обсуждении большим коллективом экспериментаторов и теоретиков на научных семинарах ГТЛ тематических планов работ и результатов самих исследований.

Практика таких дискуссий способствовала правильной ориентации как экспериментаторов, так и теоретиков в вопросах физики высоких энергий, а также помогала направлять основные усилия коллектива на решение наиболее важных задач.

 (В. П. Дзепелев)

Примечание составителей. ¹Упомянутые в тексте кривые и таблица отсутствуют в материалах НТС.

11) Сообщение Л. Д. Ландау

Сов. секретно
(Особая папка)

Заключение по отчету о научно-исследовательских работах, выполненных на установке «М»

Отчет излагает результаты работ, произведенных за срок примерно в полтора года. Прежде всего, необходимо отметить большой объем произведенной научно-исследовательской работы. Работы велись одновременно в ряде различных направлений, и в каждом из них получено значительное количество новых, представляющих значительный научный интерес результатов.

1. Исследования с искусственными мезонами.

Особый интерес в этой области представляют следующие полученные результаты.

Отсутствие заметного количества новых частиц, более тяжелых, чем π -мезон, до масс порядка 600. Этот результат особенно интересен в связи с тем, что установка «М» производит наиболее энергичные искусственно ускоренные частицы.

Произведена оценка сечения рождения нейтральных мезонов протонами с энергией 490 МэВ, которое оказалось в несколько десятков раз больше, чем наблюдаемое

ранее для энергии 340 МэВ. Представляло бы большой интерес дальнейшее развитие этих экспериментов, как в направлении их уточнения, так и в отношении перехода от углеродной к водородной мишени.

Исследование ядерного взаимодействия быстрых отрицательных π -мезонов. Здесь авторы продлили изучение процессов взаимодействия в не исследованном ранее интервале энергий и показали, что эффективное сечение ядерного взаимодействия не зависит от энергии π -мезона, при этом авторы указывают на то, что энергия π -мезона уносится в основном нейтральными частицами. Это обстоятельство не было отмечено до сих пор в литературе.

2. Исследования с нейтронами больших энергий.

Прежде всего, необходимо отметить исследования по рассеянию протонами нейтронов с энергией 380 МэВ (максимальная ранее достигнутая энергия составляла 260 МэВ). Эти исследования показали независимость рассеяния от энергии в интервале 260–880 МэВ (в отличие от интервала 90–260 МэВ) и изотропность рассеяния в значительном интервале углов. Представляло для нас очень большой интерес развитие этого направления работ в смысле исследования рассеяния протонов 490 МэВ на протонах, а также нейтронов на дейтронах (что дало бы возможность исследовать рассеяние нейтронов на нейтронах) и протонов 490 МэВ на дейтронах (что позволило бы измерить рассеяние нейтронов на протонах при еще больших энергиях). Кроме того, исследование рассеяния протонов и нейтронов на дейтронах дало бы возможность получить дополнительные сведения о ядерных силах.

Авторами произведены систематические измерения ядерных сечений для нейтронов с энергией 380 МэВ. Таким образом, известные ранее результаты продлены на существенно новый интервал энергии. При этом оказалось, что эффективные сечения перестают зависеть от энергий.

Произведены подробные исследования взаимодействия быстрых нейтронов с тяжелыми ядрами. Авторам удалось разделить «испарившиеся» нейтроны от вторичных нейтронов больших энергий. Изучена связь количества образующихся нейтронов с массой ядра и энергией первичных нейтронов. Вообще надо отметить, что авторам удалось создать довольно ясную картину явлений, происходящих при столкновениях нейтронов с ядрами, в противоположность несколько сумбурному положению, царящему в литературе.

Произведены систематические измерения деления быстрыми нейтронами как для тяжелых ядер, так и для ядер среднего атомного веса.

3. Исследования ядерных расщеплений, производимых быстрыми частицами.

Произведено большое количество исследований процессов столкновений ядер с быстрыми протонами, дейтеронами и α -частицами. Следует здесь отметить наблюдение авторами интересного явления одновременного вылета двух протонов под малыми углами друг к другу.

4. Радиохимические исследования ядерных реакций, протекающих при высоких энергиях.

Здесь надо отметить большой объем и систематичность проведенных исследований.

5. Теоретические работы.

Произведено значительное количество мезоно-теоретических расчетов, зачастую опередивших аналогичные работы в зарубежной литературе. Хотелось бы отметить идею И. Я. Померанчука о возможности получения ряда результатов без конкретных предложений о том или ином мезонном взаимодействии.

А. Б. Мигдал впервые обратил внимание на роль резонанса в различных процессах, в которых участвуют два нуклона. Это дало возможность разъяснить существенные свойства спектра π -мезонов, образующихся при столкновении нуклонов.

И. Я. Померанчук произвел подробный анализ столкновений нуклонов с дейтеронами и показал, что измерения в области малых углов рассеяния могут дать ценные сведения о ядерных силах.

В этом перечислении указываются лишь работы, представляющиеся мне наиболее интересными. Нет никакого сомнения, что эти работы представляют значительный вклад в ядерную физику и Гидротехническая лаборатория АН СССР стала сложившимся научным центром, способным решить крупные научные задачи.

Переходя к вопросу о направлении дальнейших работ, я считаю, что важнейшей задачей является изучение процессов элементарных взаимодействий, т. е. процессов, происходящих с нейтронами и наиболее легкими ядрами — водорода и дейтерия, в частности, процессов столкновения π -мезонов с протонами и дейтеронами.

Далее я хотел бы отметить, что ввиду сложности области работы, стоящей перед установкой «М», следовало бы всемерно привлекать к работе на этой установке как наших крупных физиков, в особенности экспериментаторов, так и воспитывать на этой установке талантливую молодежь.

24.11.1951 г.

Академик Ландау

Примечания составителей. Заключение Л. Д. Ландау приложено к письму исх. 1026сс/оп.

Дейтроны — так в тексте заключения.

12) Сообщение Н. А. Добротина и В. И. Векслера

Сов. секретно
(Особая папка)

Заключение по сводному отчету о научно-исследовательских работах, выполненных на установке «М»

Сводный отчет охватывает четыре различных раздела:

1. Исследование с искусственными мезонами.
2. Исследование с нейтронами больших энергий.
3. Исследование ядерных расщеплений, производимых частицами высоких энергий.
4. Радиохимическое исследование ядерных реакций, протекающих при высоких энергиях.
5. Теоретические исследования в области физики больших энергий.

Прежде всего, следует отметить, что в отчете описана очень большая и плодотворная работа по запуску и наладке установки «М», созданию аппаратуры для ядерных и физических исследований, проведенная Гидротехнической лабораторией, а также подробно рассматриваются результаты разнообразных непосредственно физических исследований, выполненных в первую очередь сотрудниками ГТЛ и других научных учреждений.

Возможности, даваемые установкой «М» в деле изучения свойств атомного ядра и ядерных сил, исключительно велики, так как с помощью этой установки в лабораторных условиях могут изучаться явления, происходящие при таких энергиях, которые до сих пор могли изучаться только в области космических лучей, т. е. в трудно контролируемых и не всегда определенных условиях.

Обилие возможностей делает весьма важным вопрос о наиболее рациональном выборе тематики исследований. Можно наметить несколько основных направлений, представляющих в данный момент, как мы считаем, наибольшее значение для физики атомного ядра. Эти направления таковы:

1. Изучение свойств мезонов: массы, заряда, спина, распада, сил взаимодействия между мезонами и нуклонами и др.

2. Ядерные силы: выяснение роли мезонов разной природы (скалярные, псевдоскалярные, заряженные, нейтральные) в проблеме ядерных сил; определение природы и характера ядерных сил путем изучения соударений нуклонов высоких энергий.

3. Изучение взаимодействия быстрых частиц со сложными ядрами.

Отмеченные выше два первых направления представляют, с нашей точки зрения, наибольший интерес и значение.

Однако и третье направление, несомненно, является важным для теории ядра и весьма существенным практически.

Рассматривая отчет Гидротехнической лаборатории с точки зрения цельной значимости полученных результатов, относящихся ко всем указанным выше направлениям, следует прийти к заключению, что наибольший интерес представляют результаты, посвященные исследованию рассеяния быстрых нейтронов протонами. Полученные здесь данные о величинах эффективных сечений, об угловом распределении и др. являются новыми, установленными впервые в этой области энергий, и позволяют сделать существенные заключения, касающиеся природы ядерных сил.

Напротив, работы, посвященные искусственно образованным мезонам, пока еще не дали каких-либо новых результатов, которые не были бы известны ранее.

Особенно следует отметить, что важный для советской науки вопрос о существовании частиц с массами, промежуточными между массой π -мезона и протона, в сущности говоря, не может считаться сколь-нибудь основательно выясненным проделанными опытами. Полученные на установке «М» данные показали, что такие промежуточные частицы не могут составлять сколь-нибудь заметную долю от числа π -мезонов. Однако это известно в настоящее время и по другим данным. Важным сейчас является вопрос о принципиальном существовании таких частиц и об их возможных свойствах. Установка «М» дает возможность получать искусственным путем частицы с значительно большими массами, если, конечно, таковые существуют, чем все другие работающие в настоящее время аналогичные установки. Именно поэтому работам по поиску новых частиц на установке «М» следует посвятить значительно больше внимания, чем это было уделено до сих пор.

Будет крайне обидно, если хотя бы и малая доля частиц с промежуточными массами будет сейчас пропущена и впоследствии будет обнаружена где-либо в другом месте.

Характеризуя работы, посвященные третьему направлению, следует указать, что ряд обнаруженных интересных явлений (например, вылет многозарядных частиц с энергиями, значительно превышающими их внутреннюю энергию связи), к сожалению, исследован недостаточно.

Следует указать, что несомненно интересным является впервые открытое сотрудниками Гидротехнической лаборатории явление расщепления α -частиц с образованием нестабильного бипротона, это явление, возможно, следует поставить в прямую связь с открытыми в космических лучах узкими ливнями тяжелых частиц.

Существенными и новыми являются также результаты, полученные в серии опытов по делению различных ядер π -мезонами.

Следует высказать также пожелание о постановке в дальнейшем ряда работ, направленных к поискам новых явлений (например, альтернативные процессы распада мезонов различных типов, возбужденные состояния «элементарных» частиц, новые типы ядерных реакций и т. п.).

В заключение необходимо отметить, что в целом, несомненно, коллективом, работавшим на установке «М», проделана очень большая и ценная работа.

Зам. директора Физического института АН СССР
доктор физико-математических наук Н. А. Добротин
Зав. Эталонной лабораторией ФИАН
член-корреспондент АН СССР В. И. Векслер

13) Письмо И. И. НовиковаСов. секретно
(Особая папка)**Товарищу Павлову Н. И.**

По Вашему поручению произведена проверка степени загрузки установки «М» за истекшее время.

Проверкой установлено, что установка «М» работала бесперебойно в период с января 1951 г. по настоящее время, за исключением следующих перерывов в работе, разрешенных Советом Министров СССР:

1) с 1 августа по 12 октября 1950 г. — для перевода установки «М» в режим энергий порядка миллионов электронвольт.

2) с 1 августа по 1 сентября 1951 г. — для проведения профилактических работ и исследований, связанных с сооружением 2-й очереди установки «М».

Установка «М» работала регулярно, пять дней в неделю, кроме субботы и воскресенья, с 7 часов утра до 10 часов вечера. По субботам проводились работы по профилактике с осмотром и ремонтом оборудования установки. Одновременно на установке могут работать не менее 6 групп исследователей-экспериментаторов.

В научно-исследовательской работе на установке «М» участвовали следующие организации:

№ п/п	Организация	Участвовало в исследовательской работе на установке			
		Научных сотру-дн.	Инже-неров	Техни-ков	Лабора-нтов
1.	Гидротехническая лаборатория АН СССР	42	6	14	17
2.	Лаборатория измерительных приборов АН СССР	48	13	10	11
3.	Теплотехническая лаборатория АН СССР	11	5	3	2
4.	Институт химической физики АН СССР	7	5	3	2
5.	Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР	14	6	—	1
6.	Институт геохимии и аналитической химии АН СССР	12	—	1	—
7.	Радиовый институт АН СССР	10	1	—	—
8.	Институт биофизики Академии медицинских наук СССР	13	—	—	3
9.	База № 112	2	—	—	—

Все указанные организации выполняли исследования по тематике ПГУ.

Организация работы на установке «М» была следующей.

Институты разрабатывают и подготавливают физическую аппаратуру и химические препараты у себя на месте, а затем, по согласованию с научным руководителем установки «М» Мещеряковым М. Г., высылают бригады научных работников, инженеров, техников, лаборантов и механиков для проведения экспериментов. Научная обработка результатов наблюдений производится в соответствующих институтах, материалы наблюдений (записи, фотографии ядерных расщеплений, радиоактивные препараты) после окончания работы на установке «М» направляются фельдсвязью в институты.

По окончании обработки результатов опытов отчеты о проделанной работе высылаются институтами в ПГУ и в Гидротехническую лабораторию АН СССР.

Отдельные этапы выполняемых исследовательских работ периодически обсуждаются на закрытых совещаниях и семинарах в Гидротехнической лаборатории АН СССР с участием непосредственных исполнителей работ.

При подготовке и проведении исследований на установке «М» имели место следующие недостатки:

1) Однообразие методик при выполнении экспериментальных работ на установке «М» с использованием только ядерных фотоэмульсий, пропорциональных счетчиков, ионизационных камер и радиохимических методов.

Не сделано ни одной работы с использованием сцинтилляционных счетчиков, камер Вильсона и тонкой электронной аппаратуры (линий задержки, схем с разрешающей способностью порядка 10^{-9} сек и др.).

Причиной этого является отсутствие в наших исследовательских организациях, проводящих работы на установке «М», высококачественных фотоумножителей, сцинтиллирующих материалов и тонкоэлектронной аппаратуры.

Наша промышленность только в начале 1951 г. начала выдавать опытные образцы фотоумножителей, а производство сцинтиллирующих материалов до сих пор не налажено.

2) Все институты, участвующие в проведении работ на установке «М», вынуждены кустарным способом изготавливать стандартную электронную аппаратуру (усилители, схемы совпадений, линии задержки, анализаторы импульсов и пр.), так как эта аппаратура не выпускается нашей промышленностью.

Физики-экспериментаторы вынуждены тратить 30–90 % своего рабочего времени на монтаж и наладку электронной аппаратуры, изготовление которой успешно может быть организовано промышленностью.

3) Не все институты доброкачественно проводят подготовку к опытам на установке «М» (например, Теплотехническая лаборатория АН СССР в течение двух лет не закончила ни одной темы и только в октябре с.г. приступила к измерениям; Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР вплоть до настоящего времени не приступил к выполнению трех тем плана 1951 г.).

В то же время можно назвать институты, в которых подготовка к экспериментам на установке «М» была проведена образцово (Институт химической физики АН СССР своевременно построил необходимую для работ на установке «М» электронную аппаратуру, в сроки выполнил пять плановых тем; Радиевый институт АН СССР специально для работы на установке «М» изготовил новые сорта ядерных фотоэмульсий с введенными в них суспензиями исследуемых веществ).

4) Не всегда приезжающие на установку «М» группы физиков, химиков и биологов могут получить помещения для работы. В штате Гидротехнической лаборатории АН СССР нет вовсе работников, которые занимались бы специально техническим обслуживанием этих приезжающих групп ученых. Вследствие этого институты вынуждены привозить на установку «М» все необходимые материалы и оборудование, вплоть до таких деталей, как железные баки для защиты от излучений.

5) Технический совет, сыгравший положительную роль в период разработки, строительства, наладки и запуска установки «М», в настоящее время не является органом, способным помогать Гидротехнической лаборатории в организации научной работы на установке «М».

В 1950 г. проведено 2 заседания Технического совета установки, в 1951 г. — одно заседание. На заседаниях совета редко обсуждались вопросы, связанные с ядерными исследованиями, проводимыми на установке «М».

6) Количество докторов и кандидатов наук, постоянно работающих в Гидротехнической лаборатории АН СССР, крайне мало (1 доктор и 4 кандидата наук). Поэтому необходимо принять меры по усилению Гидротехнической лаборатории АН СССР высококвалифицированными кадрами.

Из вышеизложенного вытекают следующие предложения, обеспечивающие наиболее полноценное использование установки «М» в дальнейшем:

1. Необходимо укомплектовать Гидротехническую лабораторию АН СССР научными кадрами высшей квалификации. В частности, следует направить на постоянную работу в Гидротехническую лабораторию АН СССР в качестве начальника теоретического сектора доктора физико-математических наук Померанчука Ю. Я.¹, освободив его от работы в Теплотехнической лаборатории АН СССР. Необходимо привлечь к участию в работах на установке тт. Вернова С. Н. (ФИАН), Терлецкого Я. П. и Соколова А. А. (МГУ).

Имеется также возможность использовать для работ на установке «М» группу иностранных специалистов (см. приложение № 1), которые с наибольшим успехом могут быть использованы при разработке аппаратуры.

2. Необходимо организовать при Гидротехнической лаборатории АН СССР аспирантуру и докторантуру для подготовки физиков высшей квалификации и обязать Гидротехническую лабораторию АН СССР набрать в 1951–52 учебном году 6 аспирантов и 2 докторантов (с отрывом от производства).

3. Привлекать для прохождения производственной практики в Гидротехнической лаборатории АН СССР ежегодно не менее 15 студентов.

4. Войти с ходатайством в Совет Министров СССР об организации экспериментального завода с опытным конструкторским бюро при нем для выпуска мелких партий тонкой электронной аппаратуры и материалов для ядерных исследований.

Перечень аппаратуры и изделий, необходимых для первоочередного освоения промышленностью, прилагается (см. приложение № 2).

Подготовкой соответствующих мероприятий по освоению аппаратуры занимался отдел т. Полякова.

По имеющимся сведениям, министр машиностроения и приборостроения т. Паршин согласен организовать подобный завод в системе своего министерства.

5. Необходимо организовать при Лаборатории измерительных приборов АН СССР Научный совет по ядерным исследованиям на ускорителях с целью обсуждения работ, проводимых различными научными учреждениями в области физики атомного ядра по тематике ПГУ.

В состав Научного совета предлагается ввести следующих товарищей:

1. Курчатов И. В. (председатель)
2. Павлов Н. И. — ПГУ
3. Емельянов В. С. — »
4. Новиков И. И. — »
5. Скобельцын Д. В. — ФИАН СССР
6. Векслер В. И. — »
7. Арцимович Л. А. — ЛИП АН СССР
8. Алиханов А. И. — ТТЛ АН СССР
9. Мещеряков М. Г. — ЛИП АН СССР (ГТЛ)
10. Козодаев М. С. — »
11. Джелепов В. П. — »
12. Катышев В. С. — »
13. Добротин Н. А. — ФИАН СССР
14. Марков М. А. — »
15. Черенков П. А. — »
16. Ландау Л. Д. — ИФП
17. Померанчук Ю. Я.¹ — ГТЛ
18. Блохинцев Д. И. — Лаб. «В»
19. Лейпунский А. И. — »

- | | |
|-------------------------|-----------------|
| 20. Комар А. П. — | ЛФТИ |
| 21. Виноградов А. П. — | ГЕОХИ |
| 22. Курчатов Б. В. — | ЛИПАН СССР |
| 23. Никитин Б. А. — | РИАН |
| 24. Перфилов Н. А. — | » |
| 25. Жданов А. П. — | » |
| 26. Синельников К. Д. — | ХФТИ (Лаб. № 1) |
| 27. Вальтер А. К. — | » |
| 28. Семенов Н. Н. — | ИХФ |
| 29. Кондратьев В. Н. — | » |
| 30. Зельдович Я. Б. — | КБ |
| 31. Харитон Ю. Б. — | » |
| 32. Тамм И. Е. — | » |
| 33. Сахаров А. Д. — | » |
| 34. Головин И. Н. — | ЛИПАН СССР |
| 35. Соколов А. А. — | МГУ |

Установить периодичность заседаний совета — 6 раз в год.

Организационное обеспечение работы Научного совета по ядерным исследованиям на ускорителях поручить отделу № 4 ПГУ.

Приложение: по тексту две справки (маш. 3/5711 и 3/5828) всего на 6 листах, сов. секретно.

И. Новиков

Примечания составителей. База №112 — КБ-11; КБ имеется в виду КБ-11;

¹Правильно Померанчук И. Я., который, наряду с работой в ТТЛ, являлся по совместительству заведующим теоретическим сектором ГТЛ, не получая за это, по его словам, никакой зарплаты.

Приложения к письму И. И. Новикова:

Сов. секретно
Приложение № 1

Список иноспециалистов, которых можно использовать при разработке аппаратуры для исследований и для проведения ряда исследований

1. Позе Хайнц Рудольф — профессор, имеет 25 работ по газовому разряду, электрометрии, радиоактивности, ядерной физике. Стаж — около 22 лет. Зав. научным отделом Лаборатории «В», выполнял расчеты кристаллизаторов¹, определял ядерные константы для быстрых нейтронов, изучал ядерные реакции типа (n, d) , $(n, 2n)$.

2. Чулиус Вернер — научный работник в области ядерной физики, участвовал в работах по использованию внутриядерной энергии, проводившихся в Германии. Стаж — 14 лет. Старший научный сотрудник Лаборатории «В». Определял ядерные константы различных веществ для нейтронов (длину переноса, длину диффузии, сечения рассеивания).

3. Шнитльмастер Йозеф Петер — доцент, имеет около 30 работ в области прикладной электроники и ядерной физики. Стаж — 18 лет. Руководил лабораторией в НИИ-9, разрабатывал специальную электронную аппаратуру для ядерных исследований.

4. Арденне Манфред — научный работник в области технической физики и электронной аппаратуры, изобретатель (имеет 30 заявок и патентов). Имеет более 160 работ по различным областям технической физики. Стаж — около 25 лет. Руководит

научным отделом в НИИ-5. Разрабатывал мощные ионные и протонные масс-спектрографы и электронные микроскопы.

5. Егер Герхард Гейнрих — инженер-конструктор в области технической физики, стаж около 12 лет. Работал начальником конструкторского бюро, старшим научным сотрудником НИИ-5. Разрабатывал мощные ионные *источники*, протонные масс-спектрографы, электронные микроскопы.

6. Райбеданц Герберт Эрвин — физик, стаж около 12 лет. Участвовал в разработках и изготовлении электронных микроскопов, электростатического генератора, масс-спектрометра, циклотрона. Заведовал лабораторией в НИИ-5. Разрабатывал мощные ионные *источники*, протонные масс-спектрографы, электронные микроскопы.

7. Фройлих Хайнц Карл — научный работник в области технической физики, стаж около 20 лет. Имеет 16 работ. Старший научный сотрудник НИИ-5. Разрабатывал ионные *источники*, протонные масс-спектрографы, электронные микроскопы.

8. Лоренц Эмиль Альберт — мастер-механик по точному приборостроению и физическим приборам. Стаж — около 24 лет. Старший лаборант НИИ-5. Является универсальным мастером-механиком высокой квалификации.

9. Бернхард Фриц Ганс — инженер-физик. Стаж — около 12 лет. Руководил *нейтронной* лабораторией. Имеет 2 работы по *ядерной* физике. Старший научный сотрудник НИИ-5. Разрабатывал ионные *источники*, протонные масс-спектрографы, электронные микроскопы, прибор для *изотопного* анализа. Работает по измерению магнитных моментов *ядер*.

10. Гартман Вернер Густав — научный работник в области технической физики (счетчики, фотоэлектронные преобразователи, телевидение), стаж — около 15 лет. Имеет 8 работ и 31 авторскую заявку. Заведовал лабораторией в НИИ-5. Разрабатывал прибор для измерения *изотопного* состава *урана* методом счета *α-частиц* и аппаратуру по измерению магнитных моментов *ядер*.

11. Вестмайер Ганс Густав — физик, имеет работы в области спектроскопии, *радиоактивности* и *ядерной* физики. Научный сотрудник Лаборатории «В». Вел работы в области оптической спектроскопии, определения *ядерных* сечений и спектра *нейтронов деления* с помощью фотопластинок.

12. Шефферс Хельмут Георг — доцент, имеет 27 работ по фотографии, молекулярной физике, электропроводности тел при низких температурах (в том числе и теоретические работы). Стаж — около 25 лет. Научный сотрудник Лаборатории «В». Выполнял расчетно-теоретическую работу по *кристаллизаторам* (в области регулирования и кинетики *кристаллизаторов*).

13. Допель Роберт Георг — профессор, имеет более 30 работ в различных областях *ядерной* физики. Стаж — около 25 лет. Руководил лабораторией в НИИ-9, разрабатывая специальную электронную аппаратуру для *ядерных* исследований.

Примечание составителей. ¹*Кристаллизатор* — условное обозначение ядерного реактора.

В приложении № 2 к письму И. И. Новикова содержится перечень приборов различных типов для ГТЛ (усилители, осциллографы, генераторы импульсов, счетчики различных типов, дозиметры и т. д., всего 52 позиции), который был включен в проект постановления правительства об организации их выпуска в 1952 г. (здесь не приводится).

Заключительным документом М. Г. Мещерякова к заседанию НТС ПГУ явилось его письмо В. С. Емельянову с проектом решения НТС (исх. № 52сс/оп от 7.05.1952 г.).

14) Письмо М. Г. Мещерякова с проектом решения НТС

Сов. секретно
(Особая папка)

Товарищу Емельянову В. С.

В связи с происходящим в НТС обсуждением результатов исследовательских работ, выполненных на установке «М», прошу в проект решения НТС по этому вопросу внести следующие пункты:

1. Просить руководство Первого главного управления при Совете Министров Союза ССР создать при Научно-техническом совете ПГУ специальную секцию для систематического обсуждения результатов исследовательских работ, проводимых на мощных ускорителях (установки «М», С-25¹).

2. Научно-технический совет рекомендует производить 1 открытую публикацию в научных журналах результатов, полученных на мощных ускорителях (установки «М», С-25) при проведении исследовательских работ по следующим направлениям:

1) изучение процессов взаимодействия свободных нуклонов при высоких энергиях;

2) изучение процессов рождения распада или поглощения мезонов;

3) изучение элементарных актов взаимодействия быстрых протонов, дейтронов и α -частиц с атомными ядрами (кроме деления тяжелых ядер).

В каждом отдельном случае разрешение на опубликование работы должно выдаваться на основании рекомендации вышеупомянутой секции НТС.

М. Г. Мещеряков

Примечание составителей. ¹С-25 — ускоритель электронов.

15) Справка с резолюцией Л. П. Берия

Сов. секретно

Справка

По письму тт. Ванникова Б. Л., Завенягина А. П., Курчатова И. В. и Мещерякова М. Г. к отчету о результатах научно-исследовательских работ, проведенных на установке «М» с момента ее пуска, и плану дальнейших работ (копия н. вх. Т-982/1оп от 16.08.1951 г.) товарищ Берия Л. П. 15 августа 1951 г. поручил т. Ванникову Б. Л. и Завенягину А. П.:

«Обсудите на Научно-техническом совете отчет о результатах работ и план наиболее полноценного использования установки "М" в дальнейшем.

О принятом решении доложите».

По письму Уполномоченного Совета Министров СССР т. Павленко И. Г. о недостатках в использовании установки «М» Гидротехнической лаборатории (копия н. вх. Т-57/1сс от 20.03.1952 г.¹) товарищ Берия 18 января 1952 г. поручил т. Ванникову Б. Л. и Завенягину А. П.:

«Рассмотрите записку т. Павленко и представьте (вместе с отчетом о работах на установке "М") предложения о необходимых, по Вашему мнению, мерах».

Примечание составителей. ¹Так в документе, исполнителем допущена ошибка в датах.

На заседании НТС 5 мая было принято решение продолжить обсуждение 12 мая. В связи с этим приводим документы протокола НТС № М-6.

4.5.2. Заседание НТС ПГУ от 12 мая 1952 г.

12 мая 1952 г. было продолжено обсуждение результатов работ за 1950–1951 гг. и планов дальнейших работ на ускорителе. Выступили:

- Д. И. Блохинцев. К плану работ ГТЛ ЛИПАН;
- Д. В. Ефремов, М. Г. Мещеряков, А. Л. Минц. Перечень мероприятий, необходимых для повышения мощности установки «М»;
- Н. А. Перфилов. Отчет Радиевого института о выполненных работах на установке «М» и соображения о плане работ на 1952 г.

На основании заключений экспертов и высказанных на заседании мнений специалистов было принято следующее решение, утвержденное А. П. Завенягиным [48]:

30 мая 1952 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

**Протокол № М-6
заседания Научно-технического совета Первого главного управления
при Совете Министров СССР**

Понедельник, 12 мая 1952 г.

Члены совета: тт. Александров А. П., Емельянов В. С., Кикоин И. К., Славский Е. П., Соболев С. Л., Арцимович Л. А., Мещеряков М. Г., Виноградов А. П., Алиханов А. И., Доллежалъ Н. А., Павлов Н. И., Поздняков Б. С.

Присутствовали на заседании:

тт. Ефремов Д. В. (на 1-м вопр.)	МЭП
Новиков И. И.	ПГУ
Скобельцын Д. В.	ФИАН
Семенов Н. Н.	ИХФ
Блохинцев Д. И.	Лаборатория В
Лейпунский А. И.	Лаборатория В
Комар А. П.	ЛФТИ
Никитин Б. А.	РИАН
Перфилов Н. А.	РИАН
Козодаев М. С.	ЛИПАН
Джелепов В. П.	»
Курчатов Б. В.	»
Гейликман Б. Т.	»
Мигдал А. Б.	»
Смородинский Я. А.	»
Векслер В. И.	ФИАН
Марков М. А.	»
Черенков П. А.	»
Ландау Л. Д.	ИФП
Померанчук И. Я.	ТТЛ
Никитин С. Я.	»
Кондратьев В. Н.	ИХФ
Лямкин Г. М.	ПГУ
Лупандин О. С.	»
Козлинский В. А.	НТС
Соколов И. И.	»

1. Отчет о результатах работ и план дальнейших работ на установке «М»¹
(продолжение обсуждения)

Выступили: тт. Блохинцев Д. И., Перфилов Н. А., Марков М. А., Ландау Л. Д., Векслер В. И., Померанчук И. Я., Арцимович Л. А., Семенов Н. Н., Скобельцын Д. В.,

Джелепов В. П., Алиханов А. И., Александров А. П., Мещеряков М. Г., Смородинский Я. А., Комар А. П., Емельянов В. С., Павлов Н. И., Славский Е. П., Соболев С. Л.

По сообщению т. Блохинцева Д. И. (н. вх. Т-1016/26оп 1951 г. прилагается и инв. № 303сс 1951 г.), в Гидротехнической лаборатории АН СССР на установке «М» получено значительное число качественных и отчасти количественных результатов относительно *ядерных* взаимодействий, в основном подтверждающих картину явлений, обнаруживаемую в космических лучах.

В высших приложениях, которые в электродинамике дают лишь малые поправки, скрывается зависимость взаимодействия *нуклонов* от их движения. Если эти внешние поправки не малы, то обычная как для классической, так и для квантовой механики постановка вопроса: «даны силы, дан закон взаимодействия, найти движение» оказывается несостоятельной. Возникает существенная взаимозависимость движения и взаимодействия.

Поэтому при большом численном значении константы β и $g^2/\hbar c$ *ядерные силы* вообще не должны существовать. Не будет и такого закона взаимодействия пары *нуклонов*, знание которого дозволило бы написать взаимодействие для большого числа *нуклонов*, например, для сложного ядра.

При *атомном* весе ядра $A=4$ (*альфа*-частица) неравенство $A(A-1)/2$ или $A(g^2/\hbar c) \ll e=2,71$ будет не выполняться и, следовательно, закон взаимодействия четырех частиц не сведется к сумме взаимодействий, справедливых для пары частиц.

Это означает, что элементарного закона взаимодействия *нуклонов* не существует:

- а) взаимодействие *нуклонов* будет существенно зависеть от их движения;
- б) взаимодействие нескольких *нуклонов* не сведется к сумме попарных взаимодействий этих частиц.

Если эта концепция «коллективного взаимодействия» получит в дальнейшем развитии подтверждение, то представления об *атомном ядре* должны быть существенно изменены по пути дальнейших отказов от аналогии с механикой *электронов* и *атомов*.

Именно по этой причине представляются сомнительными современные зарубежные теории *ядерных* оболочек («магических ядер»), которые развиваются в прямо противоположном направлении, по пути аналогии с механикой *атома*.

Излагаемая точка зрения о «коллективном взаимодействии» находит себе подтверждение в явлении возникновения крупных *осколков* большой энергии при глубоком расщеплении *атомного ядра*; эти *осколки* могут быть названы надбарьерными частицами.

При наличии непарных сил возникновение таких «надбарьерных» частиц весьма естественно и не противоречит короткодействующему характеру *ядерных* сил.

В настоящее время важнейшими задачами в исследовании *ядерных* сил являются:

- а) продолжение количественного изучения элементарного рассеяния (p, p) , (n, n) и (p, n) ;
- б) тщательное, количественное изучение *осколков*, возникающих в «звездах» (установление отклонения от теории испарения, изучение *осколков* с общей энергией, превышающей энергию связи);
- в) основательное изучение подбарьерных частиц;
- г) рождение *мезонов* в элементарных столкновениях.

По сообщению т. Перфилова Н. А. (н. вх. №-1244/21оп, 1951 г. прилагается), в результате проведения работ на установке «М» были получены существенные данные.

Методом толстослойных фотопластинок, пропитанных солями *олова*, свинца и вольфрама, найдены случаи деления этих ядер при захвате ими отрицательных *мезонов*.

В девяти случаях из ста деление происходит на два тяжелых *осколка*, остальные случаи, в основном, являются делениями на два тяжелых и один легкий *осколок*.

Подтверждено деление *мезонами* элементов с *атомными* весами, меньшими, чем у *олова*.

Обнаружено деление *нейтронами* с энергией *140 МэВ* элементов: *селен*, *висмут*, *золото*, *вольфрам*.

Изучено расщепление *ядер* углерода и вольфрама под действием быстрых *дейтонов* (распределение «звезд», энергетические спектры и угловое распределение вылетающих частиц).

Найденные экспериментальные данные не укладываются в рамки «испарительной» теории. Наличие «подбарьерных» частиц не может быть также объяснено понижением потенциального барьера благодаря сильной деформации *ядер* при ударе быстрой частицы.

При бомбардировке висмута быстрыми частицами получены доказательства образования *радиоизотопов* Po^{206} , Bi^{206} , Pb^{203} , $\text{Fe}^{201,203}$, Hg^{203} , $\text{Au}^{198,199,196}$, при бомбардировке лантана были получены *радиоизотопы* церия с полупериодом 3 дня (этот изотоп к моменту открытия не был известен в литературе), $\text{Ba}^{128,131}$, Cs^{131} , Sb^{127} , Te^{118} .

Работы в 1952 г. будут проводиться в направлении изучения взаимодействия *мезонов* с веществом, делительных *ядерных* реакций на быстрых частицах, расщеплений *ядер* элементов, радиохимических исследований продуктов *ядерных* реакций и др.

Заслушав и обсудив доклад т. Мещерякова М. Г. и сообщения тт. Курчатова Б. В., Виноградова А. П., Померанчука И. Я., Козодаева М. С., Джеллепова В. П., Скобельцына Д. В., Маркова М. А., Мигдала А. Б., Векслера В. И. и Добротина Н. А., Новикова И. И., Блохинцева Д. И. и Перфилова Н. А. о результатах работ и плане дальнейших работ на установке «М», Научно-технический совет ПОСТАНОВИЛ:

1. Признать, что успешный пуск и эксплуатация в течение двух с лишним лет установки «М» создали возможность получения *дейтонов* с энергией *280 МэВ*, *альфа*-частиц с энергией *560 МэВ* для изучения в контролируемых условиях элементарных частиц и характера *ядерных* сил.

На установке «М» выполнены исследования в области *ядерной* физики при энергиях частиц, еще не достигнутых за границей.

2. Организация научно-исследовательских работ на установке «М» обеспечила участие основных физических институтов и лабораторий; за истекший период в работах на установке «М» участвовало 262 человека, в том числе 159 научных сотрудников от 8 научно-исследовательских организаций: Лаборатории измерительных приборов, Теплотехнической лаборатории, ФИАН, РИАН, ИХФ и др.

3. Отметить, что Гидротехническая лаборатория АН СССР в процессе эксплуатации установки «М» провела расширение экспериментальных возможностей установки, успешно осуществив вывод в атмосферу пучков положительных и отрицательных *π-мезонов* с энергиями от *10* до *200 МэВ* и вывод пучка *протонов* с энергией около *460 МэВ*, интенсивностью *10⁷ протонов* в секунду.

Научно-исследовательские работы на установке «М» выполнены в итоге создания исследователями ряда новых приборов и сложных комплексных измерительных установок, к числу которых относятся: установка для исследования рассеяния *нуклонов* с помощью пропорциональных счетчиков, двенадцатиканальный годоскопический парный гамма-спектрометр, позволяющий измерять энергию гамма-квантов с точностью 3–6 %; установка с двумя телескопами из сцинтилляционных счетчиков для исследования процессов соударения *протонов* с *протонами*, *дейтонами* и др.

4. В результате работ, выполненных на установке «М», накоплен значительный экспериментальный материал и получен ряд новых данных, имеющих большое научное значение.

а) Исследования с искусственными *мезонами*.

Гидротехнической лабораторией установлено, что *альфа*-частицы с энергией 560 МэВ и *протоны* с энергией 490 МэВ при взаимодействии с ядрами производят заряженные и нейтральные *π-мезоны*; определены массы отрицательных и нейтральных *мезонов*, сечения образования *мезонов* (аналогичные работы в США были опубликованы для более низкой энергии частиц).

Проведено детальное изучение формы спектра *гамма*-излучения от распада нейтральных *мезонов* (подробные данные об аналогичных работах за границей еще не опубликованы).

Изучены условия образования нейтральных *мезонов* при взаимодействии *нейтронов* с *протонами* и *сложными ядрами* (о выполнении подобных работ за границей не сообщалось).

В результате работ, выполненных РИАН и ФИАН, открыто деление *ядер олова* и *вольфрама* под действием медленных *π-мезонов* (аналогичные результаты в США были опубликованы на год позже).

ГТЛ изучен характер взаимодействия с веществом заряженных *π-мезонов* (результаты аналогичной работы были опубликованы в США позже исследований на установке «М»).

б) Изучение взаимодействий быстрых *нейтронов* и *протонов* с веществом.

ГТЛ изучено рассеяние *нейтронов протонами* и *протонов протонами* в области высоких энергий; результаты этих работ позволяют сделать заключение о наличии между *нейтронами* и *протонами*, наряду с обычными силами, также сил обменного характера и о возникновении весьма интенсивных сил при тесном сближении *нуклонов*.

Проведены опыты по изучению процессов взаимодействия быстрых *нейтронов* со сложными ядрами в интервале энергий от 270 МэВ до 380 МэВ (за границей опубликованы данные об интервале энергий ниже 270 МэВ).

ГТЛ, РИАН и ИХФ изучено деление тяжелых и средних *ядер* быстрыми *нейтронами*; получены данные о числе вторичных *нейтронов*, испускаемых ядром при попадании в него *нейтрона* с большой энергией.

в) Исследование *ядерных* превращений, производимых *дейтонами*, *альфа*-частицами и *протонами* высоких энергий.

Выполнены исследования *ядерных* превращений, производимых быстрыми заряженными частицами, в результате чего обнаружены новые экспериментальные факты — развал *альфа*-частиц на отдельные *нейтроны* и *протоны*, испускание тяжелыми ядрами сложных фрагментов с порядковым номером, большим двух, имеющих кинетическую энергию, превышающую энергии электростатического отталкивания, и др.

г) Радиохимическое исследование продуктов *ядерных* превращений.

В результате радиохимических исследований продуктов *ядерных* превращений, выполненных РИАН, ЛИПАН и ГЕОХИ, установлено значительное количество новых *радиоактивных изотопов*, возникающих в результате взаимодействия частиц высоких энергий с веществом.

Обнаружены случаи образования *изотопов* с *атомным* числом, превышающим *атомное* число облучаемого элемента.

5. Отметить, что наряду с успешным выполнением преобладающего большинства тем, предусмотренных сводным планом научно-исследовательских работ на установке «М» на 1951 г., и выполнением сверхплановых работ, некоторые плановые темы не были закончены в 1951 г.

Гидротехнической лабораторией не была выполнена в 1951 г. экспериментальная работа по распаду нейтральных *мезонов* (тема 3 сводного плана) и по измерению дифференциальных сечений рассеяния (тема 15 сводного плана).

Теплотехнической лабораторией не закончено исследование механизма образования *мезонов протонами* и *нейтронами* большой энергии (тема 6 сводного плана),

а также рассеяния *протонов* большой энергии *протонами* и *дейтонами* (тема 16 сводного плана).

В 1951 г. в ФИАНе не были получены результаты по работам, связанным с поисками $\pi-\mu-\beta$ распадов (тема 9 сводного плана), и поисковым работам по изучению захвата отрицательных π -мезонов легкими ядрами (тема 10 сводного плана).

6. Установить, что в дальнейшей работе на установке «М» должны быть устранены следующие недостатки, имевшие место в отчетном периоде:

а) недостаточная помощь экспериментаторам со стороны промышленности в разработке и изготовлении *электронной* аппаратуры, в результате чего значительная часть времени физиков-экспериментаторов расходовалась на изготовление *электронной* аппаратуры;

б) медленное выполнение подготовительных работ в ТТЛ и ФИАН, что привело к задержке работ по исследованию механизма образования *мезонов протонами* больших энергий, поисковых работ по изучению $\pi-\mu-\beta$ распадов и изучению захвата отрицательных π -мезонов легкими ядрами;

в) в работах на установке «М» применялись только фотопластинки, пропорциональные счетчики, ионизационные камеры и радиохимические методы и не использовались (до 1952 г.) сцинтилляционные счетчики, камеры Вильсона, тонкая *электронная* аппаратура, в связи с чем не были полностью исчерпаны экспериментальные возможности установки «М»;

г) отставание работ по теоретическому обобщению и анализу экспериментальных результатов, а также по разработке фундаментальных проблем сложных ядер;

д) недостаточное обсуждение результатов научно-исследовательских работ, выполняемых на установке «М», с привлечением широкого круга физиков-экспериментаторов и физиков-теоретиков, в результате чего было затруднено использование полученных результатов, их критическое рассмотрение и обмен опытом работы.

7. Отметить, что намеченная в соответствии с распоряжением Совета Министров СССР от 28 апреля 1952 г. реконструкция установки «М» с целью повышения энергии ускоряемых *частиц* до 650 МэВ обеспечит дальнейшее расширение экспериментальных возможностей, в частности, создаст условия для исследования явлений образования пар π -мезонов, рождения частиц с массами, промежуточными между массой π -мезона и протона.

8. Одобрить проект сводного плана научно-исследовательских работ на установке «М» на 1952 г., разработанный ГТЛ (г. Мещеряков М. Г.) совместно с ЛИПАН, ТТЛ, ФИАН, РИАН, ГЕОХИ, РАЛАН и Институтом биофизики АМН и включающий в себя следующие основные направления работ:

а) исследование взаимодействия свободных *нуклонов* при высоких энергиях с целью накопления необходимых экспериментальных материалов для построения количественной теории *ядерных* сил;

б) исследование взаимодействия *мезонов* с ядрами для обеспечения решения фундаментальных вопросов современной теории *ядерных* сил, в частности, для выяснения роли заряженных и нейтральных π -мезонов, как переносчиков взаимодействия между *нуклонами*;

в) изучение механизма распада *мезонов*;

г) исследования взаимодействия быстрых *нуклонов* с *атомными ядрами*, включающие: изучение процессов деления и испускания легких ядер и ядер отдачи при бомбардировке различных элементов быстрыми частицами; радиохимическое исследование продуктов *ядерных* превращений и изучение расщеплений ядер разных элементов методом трехслойных фотопластинок с введенными в них суспензиями из исследуемых веществ;

д) исследования биологического действия *излучений* высокой энергии;

е) исследования, проводимые в связи с реконструкцией установки «М» в целях дальнейшего повышения энергии ускорительных частиц.

9. Поручить Научно-техническому совету по установке «М» (т. Курчатов И. В. и т. Мещеряков М. Г.) координацию научно-исследовательских работ, ведущихся на установке «М» всеми привлеченными организациями, обсуждение хода и результатов выполненных работ, обсуждение годовых планов работ и отчетов по работе установки «М», а также разработку предложений о порядке информации заинтересованных организаций о проведенных работах, в том числе и предложения об опубликовании отдельных работ.

Поручить т. Курчатову И. В., т. Емельянову В. С., т. Мещерякову М. Г. и т. Новикову И. И. подготовить в кратчайший срок для внесения в Совет Министров СССР соответствующие предложения об изменении функций Научно-технического совета по установке «М» и его состава.

10. Поручить тт. Мещерякову М. Г., Алиханову А. И., Арцимовичу Л. А., Новикову И. И. внести в месячный срок на рассмотрение ПГУ (для последующего внесения в Специальный комитет) предложения по порядку использования законченных на установке «М» к настоящему времени научно-исследовательских работ, в том числе:

а) определить, какие работы могут быть опубликованы в общедоступной отечественной прессе, указать учреждения и лиц, которым должны быть разосланы остальные работы, имеющие секретный, совершенно секретный и особый характер;

б) наметить перечень научных проблемных вопросов по ядерной физике, которые должны быть обсуждены на специальных совещаниях физиков-ядерщиков, с указанием состава участников совещаний.

11. При данном обсуждении отчета и плана работ по установке «М» и ранее при обсуждении плана работ по ядерной физике Ученого совета при Президенте АН СССР неоднократно возникали вопросы укомплектования и подготовки специалистов по ядерной физике.

Просить т. Ванникова Б. Л. поручить т. Кандарицкому В. С. совместно с руководителями научно-исследовательских организаций, участвующих в работах ПГУ, в том числе ЛИП, ГТЛ, ТТЛ, РИАН и Лаборатории «В», подготовить в месячный срок мероприятия по улучшению подготовки специалистов ядерной физики, включая предложения по порядку отбора на эту специальность, организации аспирантуры, отбора аспирантов, порядку прохождения летней практики студентов и др.

12. Поручить Новикову И. И.:

а) усилить контроль за разработкой в промышленности электронной аппаратуры для физических исследований;

б) разработать мероприятия по усилению Гидротехнической лаборатории научными кадрами, укомплектованию группы аспирантов и привлечению для прохождения производственной практики студентов (не менее 25 человек ежегодно).

¹Начало обсуждения доклада т. Мещерякова М. Г. — см. протокол № М-5 от 5 мая 1952 г. *Примечание составителей.* Олово — условное наименование урана.

Ниже приводятся заключения экспертов, высказанные на заседании НТС.

1) Заключение Д. И. Блохинцева:

Сов. секретно
(Особой важности)

К плану работ лаборатории Мещерякова М. Г.

В настоящее время в лаборатории Мещерякова М. Г. получено значительное число качественных и отчасти количественных результатов относительно ядерных взаимодействий, в основном подтверждающих картину явлений, обнаруживаемых в космических лучах.

Если оставить в стороне очевидную желательность увеличения энергии частиц, получаемых на установке «М», то основное направление работы группы Мещеряко-

ва М. Г. должно сосредоточиться на повышении количественной точности экспериментальных результатов.

В самом деле, большие интенсивности пучков, достигаемые на установке «М», и определенность их состава являются основными преимуществами работы на этой установке, по сравнению с естественным потоком космических лучей. Именно эти преимущества и должны быть полностью использованы.

Важнейшими для количественного изучения являются следующие задачи:

1. Продолжение количественного изучения элементарного рассеяния (pp), (pn) и (pn). (Как раз для этой работы нужно увеличить энергию частиц.)

2. Тщательное количественное изучение *осколков*, возникающих в звездах. Особенно интересно установить отклонение от теории испарения. Изучить *осколки*, общая энергия которых превышает энергию связи.

3. Основательно изучить подбарьерные частицы.

4. Рождение мезонов в элементарных столкновениях.

Значение развития работ по п. 1 не нуждается в обосновании. По пунктам 2 и 3 мы намерены дать следующие пояснения.

Широко распространено мнение о существовании так называемых «ядерных сил». Под этим обычно понимается возможность выразить взаимодействие пары нуклонов через некоторую функцию координат, скорости нуклонов и их спинов. В простейшем случае эта функция есть попросту потенциальная энергия двух нуклонов.

Вместе с тем предполагается, что коль скоро такая функция будет найдена, то тем самым решается (по крайней мере в принципе) и проблема движения и взаимодействия нуклонов в сложном ядре.

На наш взгляд, эта обычная схема рассуждений не имеет под собой никаких серьезных оснований, кроме неправомерных аналогий, заимствованных из атомной механики.

Более того, можно указать, почему и в каком именно пункте эти аналогии являются несостоятельными.

В качестве предварительного вывода из наших соображений, которые позднее могут быть представлены на рассмотрение, следует, что в указанном выше смысле «ядерных сил» не существует и взаимодействие в сложном ядре не сводится к какому-либо элементарному взаимодействию нуклонов.

Отсюда вытекает самостоятельное изучение взаимодействия нуклонов со сложными ядрами.

Значение пунктов 4 и 5 достаточно очевидно. Но казалось бы особенно интересным основательно изучить законы сохранения энергии и импульса при распаде π - и μ -мезонов в связи с тем, что возможны такие ситуации, которые обычно не рассматриваются в современной теории, — случаи, когда поле не квантуется и таким образом не сводится к частицам (см. УФН, 1951, XLIV, с. 105).

17 июля 1951 г.

Д. Блохинцев

2) Выступление Н. А. Перфилова:

Сов. секретно
(Особая папка)

Отчет о выполненных Радиевым институтом работах на установке «М» и о плане работ на 1952 г.

За два года, 1950 и 1951, институтом выставлены следующие темы для исполнения их с помощью установки «М»:

1. Изучение взаимодействия мезонов с веществом.

2. Изучение *делительных* реакций на быстрых частицах.

3. Выяснение пригодности существующих для регистрации быстрых частиц и разработка методов получения соответствующих этой цели фотослоев.

4. Изучение ядерных превращений, вызываемых частицами высоких энергий, методом пластинок с введенными в виде суспензии веществами.

5. Радиохимическое изучение продуктов ядерных реакций, вызываемых частицами высокой энергии.

Темы 1 и 2 исполнялись группой Перфилова Н. А., тема 4 группой Жданова А. П., тема 5 группой Никитина Б. А. и тема 3 группой Жданова А. П. и Перфилова Н. А.

По первой теме «Изучение взаимодействия мезонов с веществом» сделано следующее.

а) Методом счета проявившихся зерен вдоль следа мезона в фотослое определена масса отрицательных мезонов.

Значение массы мезонов, заканчивающих свой пробег ядерными расщеплениями с излучением заряженных частиц, а также для мезонов, заканчивающих свой пробег без видимого ядерного расщепления, получилось равным 290 электронным масс. Отсюда делается вывод, что при взаимодействии α -частиц с энергией ~ 560 МэВ с веществом преимущественно образуется один сорт отрицательных мезонов, известный ранее из исследований с космическими лучами.

б) Наиболее существенным результатом исследований по данной теме явилось открытие деления тяжелых ядер при захвате ими отрицательных мезонов.

Методом толстослойных фотопластинок, пропитанных солями урана, свинца и вольфрама, нами, еще в первой четверти 1950 г., были найдены случаи деления указанных ядер при захвате ими отрицательных мезонов. В дальнейшем, достаточно обстоятельно, явление исследовано на ядрах урана. Выяснено, что приблизительно в девяносто случаях из ста деление происходит на два тяжелых осколка, остальные случаи, в основном, являются делениями на два тяжелых и один легкий осколок.

При сопоставлении распределения по пробегаем *тяжелых осколков* для двойного деления с делением урана медленными и быстрыми нейтронами следует, что характер распределений по пробегаем при делении мезонами примерно такой же, как при делении урана быстрыми нейтронами. Отсюда сделаны некоторые заключения о механизме деления, который рассматривается нами состоящим из двух стадий. В первой стадии мезон, захваченный на орбиту атома, взаимодействует с ядерным нуклоном, в результате чего образуются две быстрые частицы, одна из которых затем, при взаимодействии с ядром-остатком, может сообщить ему энергию, необходимую для разделения ядра. Для обстоятельного суждения о механизме необходимо накопление и анализ большого числа случаев тройного (сложного) деления.

в) В текущем году начаты исследования деления ядер мезонами с помощью трехслойных фотопластинок, в которых в средний слой вводится исследуемое вещество в виде мелкоизмельченного соединения, нерастворимого в процессе обработки фотослоев. (Данный способ позволит отделять явления на исследуемых ядрах от явлений на ядрах большинства веществ, составляющих фотослой.) Таким методом уже наблюдается деление мезонами урана и, что более интересно, деления висмута, элемента, имеющего значительно меньшее Z , чем уран.

4. Таким образом, с большой достоверностью подтверждены наши же результаты о делении мезонами элементов с Z , меньшими, чем уран.

Эти исследования позволяют также сделать более определенные выводы о соотношении между делением и звездообразованием для элементов конца периодической системы. Отчет, содержащий первые данные этого цикла опытов, будет представлен в конце текущего полугодия. В следующем году исследования в этом направлении будут продолжены.

По теме представлены следующие отчеты:

1. О массе отрицательных мезонов, получающихся при торможении свинцовой мишенью α -частиц с энергией ~ 560 МэВ (1950 г.).

2. Наблюдение случаев деления ядер урана и вольфрама при захвате ими отрицательных мезонов (1950).

3. Наблюдение случаев деления ядер урана, свинца и вольфрама при захвате ими отрицательных мезонов (1950).

4. Деление ядер урана при захвате π^- -мезонов (1951) <...>¹.

По второй теме «Изучение делительных ядерных реакций на быстрых частицах» сделано следующее:

В течение 1950 г. были поставлены опыты по определению относительного выхода деления нейтронами с энергией 140 МэВ на элементах: торий, висмут, золото, вольфрам, эрбий. Методом толстослойных фотопластинок обнаружено деление всех указанных элементов за исключением последнего, и даны оценочные значения для выхода по отношению к висмуту. В процессе исследования мы пришли к заключению, что более полные данные о выходе могут быть получены не фотографическим, а ионизационным методом, и работа в этом направлении не продолжалась.

б) В течение 1951 г. работа по теме ведется в направлении изучения относительного выхода звездообразования и деления для элементов уран, висмут, вольфрам. Этот цикл исследований, в совокупности с полученными из опытов результатами по взаимодействию с мезонами, даст возможность вывести некоторые определенные заключения о механизме деления.

Первые результаты для ядер урана будут приведены в отчете за второе полугодие 1951 г. По теме представлен отчет: «О выходе деления для ядер тория, висмута, золота, вольфрама и эрбия при действии на них нейтронов с энергией 140 МэВ».

По теме «Выяснение пригодности существующих эмульсий для регистрации быстрых частиц и разработка методов получения соответствующих этой цели фотослоев» сделано следующее.

В лаборатории Жданова А. П. работа по указанной теме велась в направлениях:

- а) улучшение изготавливаемых ими сортов фотоэмульсий;
- б) разработка методов получения суспензий различных элементов и введения их в фотослой;
- в) изучение влияния введенных веществ на фотографические свойства фотоэмульсий (чувствительность, сохраняемость, регрессия).

По теме представлены отчеты:

1. Изготовление высококонцентрированных бромосеребряных эмульсий для регистрации заряженных частиц (1950 г.).

2. Изготовление суспензий С и W и введение их в эмульсии толстослойных фотопластинок (1950 г.).

В лаборатории Перфилова Н. А. работа велась по освоению изготовления трехслойных фотопластинок с введением в средний слой окисей урана, висмута и вольфрама. Представлен отчет под названием: «Трехслойные фотопластинки для ядерных исследований».

По теме «Изучение ядерных превращений, вызываемых частицами высоких энергий, методом пластинок с введенными в виде суспензии веществами» сделано следующее:

а) Пластинки с различными суспензиями были облучены как отрицательными мезонами, так и быстрыми частицами (n , d , α). Изучение пластинок с углеродной суспензией, облученных π^- -мезонами, показало, что наряду с расщеплениями «безимпульсного» типа встречаются такие расщепления (при захвате π^- -мезона ядром углерода), при которых заряженные частицы вылетают внутри сравнительно узкого конуса.

На основании промеров расщеплений 1-го типа (безимпульсных) было произведено определение массы отрицательного мезона (по способу Лукирского и Перфилова). Получено значение массы, равное 281 электронной массе.

В расщеплениях 2-го типа (направленных) для выполнимости баланса энергии и импульса приходится считать, что: 1) на вылетевшие при расщеплении *нейтроны* приходится энергия, значительно большая (в несколько раз), чем для заряженных частиц (такие указания позднее появились в некоторых зарубежных работах), и что *нейтроны* вылетают главным образом в направлениях, прямо противоположных вылету заряженных частиц; 2) помимо *нейтронов*, происходит вылет еще других, не регистрируемых в эмульсии частиц. Если предположить, что такой частицей является нейтральный мезон, и считать, что он вылетает с небольшой энергией (не более 5 МэВ), то оценка его массы приводит к значению 100–130 электронных масс.

б) Довольно подробно было изучено расщепление ядер углерода и вольфрама под действием быстрых дейтронов (статистика из 36 случаев расщеплений). Было определено распределение звезд из углерода и вольфрама по числу следов, измерены энергетические спектры вылетевших частиц и угловое распределение (как в лабораторной, так и в координатной системе центра масс).

Отмечено относительно большое количество протонов с энергией ниже эффективного потенциального барьера расщепленного ядра (особенно резко это видно у вольфрама, где высота барьера ~ 9 МэВ, а большинство протонов вылетает с энергией в 3–4 МэВ). Угловое распределение (в системе центра масс) для углерода изотропно, а у вольфрама наблюдается некоторое отступление от изотропности (больше частиц, *летящих* вперед).

Найденные экспериментальные данные не укладываются в рамки «испарительной» теории. Наличие «подбарьерных» частиц не может быть также объяснено понижением потенциального барьера благодаря сильной деформации ядра при ударе быстрой частицы (тогда должна бы наблюдаться резкая асимметрия в угловом распределении). Некоторое отклонение от изотропного распределения у вольфрама обусловлено, вероятно, «краевыми» эффектами. Наблюдаемые факты могут быть, по-видимому, объяснены, исходя из мезонной теории ядерных сил.

Результаты исследований по теме представлены в отчетах:

1. О расщеплении углерода отрицательными мезонами (1950 г.).

2. О расщеплении ядер углерода и вольфрама быстрыми дейтронами (1951 г.).

По теме «Радиохимическое изучение продуктов ядерных реакций, вызываемых частицами высоких энергий».

Задачей исследования является изучение продуктов ядерных реакций при действии быстрых частиц и относительного выхода продуктов реакций.

Сделано по теме в 1951 г. следующее: дважды произведены облучения металлического висмута, окиси лантана и металлического алюминия быстрыми *протонами*. Разработана методика химического выделения, сделано несколько выделений с носителями некоторых образующихся при этом радиоэлементов. Идентификация радиоизотопов производилась по химическим свойствам, по периодам полураспада, где было возможно, установлением цепочки распада.

В результате бомбардировки висмута были получены доказательства образования следующих радиоизотопов:

1. *Полония* с полупериодом 9 дней (Po^{206}) и долгоживущего.

2. Висмута с полупериодами 6,5 дней (Bi^{206}) и 14,5 дней (Bi^{205}).

3. Свинца с полупериодом 52 часа (Pb^{203}) и долгоживущего.

4. Таллия с полупериодами 75 часов (Tl^{201}), 12 дней (Tl^{202}) и долгоживущего.

5. Ртuti с полупериодом 45 дней (Hg^{203}).

6. Золота, очевидно, с полупериодами порядка 3 дня (Au^{198} и Au^{199}), 5,6 дня (Au^{196}) и долгоживущего. (Результаты по ртути и золоту предварительные.)

В результате бомбардировки лантана получены доказательства образования следующих радиоизотопов:

1. Церия с полупериодом 3 дня (этот изотоп к моменту открытия не был известен в литературе).

2. Лантановая фракция показывает активность с полупериодом 3,3 дня, что соответствует, очевидно, Y^{87} , поэтому в дальнейшем следует от этой фракции отделить иттрий и проверить наличие в ней такой активности.

3. Бария с полупериодами 2,4 дня (Ba^{128}) и 11,7 дня (Ba^{123}). (Наличие Ba^{131} доказано также образованием цепочки $Ba^{131} \rightarrow Cs^{131} \rightarrow Xe^{131} \rightarrow Xe^{131}$ стабильный. Из бариевой фракции был выделен Cs^{131} , с полупериодом 9,6 дня.)

4. Цезия с полупериодом 9,6 дня (Cs^{131}).

5. Попытки выделить радиоизотопы йода пока не дали положительных результатов.

6. Сурьмы с полупериодом 93 часа (Sb^{127}) и долгоживущей (~ 70 дней).

7. Теллура с полупериодом 6 дней (Te^{118}).

В результате бомбардировки алюминия обнаружен изотоп, очевидно, натрия с полупериодом 3 года и активность в бериллиевой фракции в одном из опытов порядка 35 дней.

Проводится дальнейшая работа по разработке методики выделения других образующихся радиоэлементов и выделения короткоживущих изотопов и др.

До сих пор облученные мишени попадали к нам только через 5–6 дней, а потому выделить короткоживущие радиоизотопы не удавалось.

В дальнейшем будут определены также относительные выходы всех выделенных радиоизотопов.

Работа по теме будет продолжена в 1952 г.

Соображения о плане работ на 1952 г.

Темы: I. «Изучение взаимодействия мезонов с веществом» (Перфилов Н. А.)

В течение 1952 г. предполагается:

а) Дальнейшее продолжение работ по исследованию сложных случаев *деления урана* мезонами, из анализа которых можно вывести определенные заключения о механизме *деления*.

б) Изучение соотношения между процессами звездообразования и *деления* на *ядрах урана* и висмута, при захвате ими отрицательных мезонов и уточнение данных об относительном выходе *деления* для указанных ядер.

II. «Изучение *делительных ядерных реакций* на быстрых частицах» (Перфилов Н. А.)

Целью работы является изучение механизма *деления* тяжелых ядер при действии быстрых частиц. В течение 1952 г. будут продолжены опыты по исследованию отношения выхода звездообразования к выходу *деления* для *урана*, висмута и вольфрама.

Работы по указанным темам будут выполняться методом толстослойных фотопластиков с введенными в фотоэмульсию элементами в виде тонкого слоя.

III. «Изучение расщеплений ядер определенных элементов методом толстослойных фотопластинок с введенными в них суспензиями различных элементов» (Жданов А. П.)

Целью работы является изучение механизма расщепления при: а) бомбардировке ядер быстрыми частицами; б) медленными π -мезонами.

IV. «Радиохимическое исследование продуктов *ядерных реакций*» (Никитин Б.А.)
Продолжается работа, начатая в 1951 г.

V. Дополнительно темы будут представлены позднее.

Отчет составил Перфилов Н. А.

6 октября 1951 г.

Примечание составителей. ¹ Кроме того, имеются пункты 5 и 6, которые написаны от руки неразборчиво и по этой причине здесь не приводятся.

3) План мероприятий в связи с проведением реконструкции установки «М»:

Сов. секретно
(Особая папка)

Перечень мероприятий, необходимых в связи с проведением реконструкции установки «М»**I. Министерство электропромышленности Союза ССР**

1. Разработать технический и рабочий проекты новой разгонной камеры (Р-10) по проектному заданию Гидротехнической лаборатории АН СССР.

Срок — декабрь 1951 г.

2. Разработать технический и рабочий проекты реконструкции электромагнита Е-1, а также систем питания и охлаждения его в соответствии с заданием Гидротехнической лаборатории АН СССР.

Срок — декабрь 1951 г.

3. Изготовить и поставить на объект «М» разгонную камеру Р-10 со всеми комплектующими элементами, а также устройства и узлы реконструируемой части электромагнита Е-1 и систем его питания и охлаждения.

Срок — июль 1952 г.

4. Разработать, изготовить и поставить на объект «М» магнит-соленоид (по типу МС-8) со всеми устройствами питания, управления и стабилизацией тока по техническим условиям Гидротехнической лаборатории АН СССР.

Срок — июль 1952 г.

5. Выполнить на объекте «М»:

а) Работы по реконструкции электромагнита Е-1 и систем его питания и охлаждения.

б) Монтаж разгонной камеры Р-10 со всеми комплектующими элементами.

в) Монтаж всех радиотехнических устройств шестиметрового варианта установки «М».

г) Монтаж импульсного генератора 200 кВ.

д) Монтаж импульсной магнитной установки «ИМ» высокой напряженности.

Срок — декабрь 1952 г.

II. Радиотехническая лаборатория АН СССР

1. Разработать технический и рабочий проекты радиотехнической части шестиметрового варианта установки «М».

Срок — апрель 1952 г.

2. Выполнить разработку всех радиотехнических устройств шестиметрового варианта в соответствии с проектным заданием на реконструкцию установки.

Срок — сентябрь 1952 г.

3. Провести расчетно-теоретические работы по обоснованию выбора пятикаскадной системы ускорителя.

4. Выдать Министерству электропромышленности СССР задание на радиотехническую часть разгонной камеры Р-10.

Срок — сентябрь 1951 г.

5. Поставить на объект «М» радиотехнические устройства, разрабатываемые и изготавливаемые Радиотехнической лабораторией АН СССР для шестиметрового варианта установки.

Срок — сентябрь 1952 г.

6. Выполнить полную настройку, наладку и ввод в эксплуатацию всех радиотехнических устройств шестиметрового варианта установки «М».

Срок — март 1953 г.

7. Выполнить по заданию Гидротехнической лаборатории АН СССР общий проект технологической части шестиметрового варианта установки «М».

Срок — апрель 1952 г.

III. Министерство строительства предприятий тяжелой индустрии СССР

Разработать проекты:

- 1) электрической части шестиметрового варианта установки «М»;
- 2) питания и управления импульсного генератора 200 кВ;
- 3) питания и управления импульсной магнитной установки «ИМ» высокой напряженности;

- 4) питания, управления и стабилизации тока магнита-соленоида (типа МС-2).

Срок — февраль 1952 г.

Выполнить монтаж:

- 1) электрической части шестиметрового варианта установки «М»;
- 2) питания и управления импульсного генератора 200 кВ;
- 3) питания и управления импульсной магнитной установки «ИМ» высокой напряженности;

- 4) питания, управления и стабилизации тока магнита-соленоида (типа МС-2).

Срок — декабрь 1952 г.

IV. По другим министерствам и организациям

1. Обязать Ленгипрострой (т. Гутов) разработать технический и рабочий проекты специальной защиты в главном зале установки «М» с необходимыми для нее устройствами по проектному заданию Гидротехнической лаборатории АН СССР.

Срок — январь 1952 г.

2. Обязать Главпромстрой (т. Комаровский) выполнить сооружение специальной защиты в главном здании установки «М» по проекту Ленгипростроя.

Срок — с августа по декабрь 1952 г.

3. Министерство промышленности средств связи СССР (т. Алексенко) — изготовить радиотехническое оборудование для шестиметрового варианта установки «М» по техническим условиям Радиотехнической лаборатории АН СССР и Министерства электропромышленности.

4. Гидротехнической лаборатории АН СССР:

а) Разработать совместно с ОКБ МЭП (Комар Е. Г.), Радиотехнической лабораторией АН СССР (Минц А. Л.), Ленгипростроем (т. Гутов), «Центроэлектромонтажом» Министерства строительства предприятий тяжелой индустрии СССР (Назарбеков) совмещенный график работ по реконструкции установки «М».

Срок — март 1952 г.

б) Обеспечить выдачу проектных заданий и технических условий всем организациям, принимающим участие в реконструкции установки «М».

в) Обеспечить контроль за выполнением проектных и строительно-монтажных работ по реконструкции установки «М».

г) Выполнить пусковые и наладочные работы установки «М» после окончания монтажно-строительных работ.

Д. Ефремов
М. Мещеряков
А. Минц

* * *

Комментарий составителей. Ознакомление с документами этой главы свидетельствует о том, что проект синхроциклотрона и программы исследований были тщательно обсуждены на заседаниях Секции № 3 и НТС ПГУ. Примечательно, что обсуждение проектов, если судить по числу выступавших, шло очень оживленно. Например, на заседании 27 января 1947 г. выступило

12 человек, включая руководителей: Ванникова Б. Л., Завенягина А. П., Кабанова И. Г., Первухина М. Г., Малышева В. А., Комаровского А. Н., Лепилова А. П.; свое мнение высказали Алиханов А. И., Вавилов С. И., Векслер В. И., Александров Н. С., Семенов Н. Н. Во время НТС 1 сентября 1947 г. в дискуссиях приняли участие Ванников Б. Л., Лепилов А. П., Завенягин А. П., Малышев В. А., Кабанов И. Г., Курчатов И. В., а также эксперты Алиханов А. И., Арцимович Л. А., Векслер В. И., Векшинский С. А., Кляцкин И. К., Неменов Л. М.

Как докладчики М. Г. Мещеряков и А. Л. Минц, так и эксперты отметили ряд особенностей и трудностей при реализации проекта. Например, из доклада М. Г. Мещерякова на заседании НТС ПГУ 1 сентября 1947 г. следует, что было произведено изменение рабочего зазора электромагнита с 1200 до 800 мм с целью повышения напряженности магнитного поля в зазоре до 17 000 эрстед против 14 000 эрстед, что способствовало увеличению интенсивности потока ускоряемых частиц. Правда, эксперт академик А. И. Алиханов в своем заключении указал, что зазор 800 мм даже избыточен. Другой пример, который привел М. Г. Мещеряков, относился к конструкции разгонной камеры. Завод «Электросила» гарантировал установку пятиметровых стальных крышек разгонной камеры друг относительно друга с точностью только 1 мм. Бесспорно, это была сложная техническая задача и, конечно, у руководства ГТЛ имелись сомнения в возможности ее выполнения. Это имело большое значение с точки зрения обеспечения устойчивости центра орбит ионов и энергетической однородности пучка частиц на выходе из ускорителя. Проведенные расчеты показали допустимость указанного выше перекоса крышек разгонной камеры. При рассмотрении строительной части было указано на трудность «осуществления цельнобетонного здания «М» и, в особенности, его перекрытия при толщине последнего 2 м». Можно привести много подобных примеров.

Следует отметить, что, несмотря на общую позитивную оценку проектных материалов и предложения об утверждении проекта с последующей доработкой, эксперты высказали ряд серьезных замечаний. Многие эксперты отмечали отсутствие экспериментального обоснования основных характеристик ускорителя. Одно из замечаний В. И. Векслера — отсутствие сведений об интенсивности пучка ускоряемых частиц. И перечень замечаний можно продолжить, читатель может самостоятельно ознакомиться с ними. Надо сказать, что подобная ситуация имела место для многих ядерных установок и специальных заводов в период Атомного проекта. Разработка проектов и экспериментальные работы зачастую велись одновременно — другого выхода просто не было вследствие сжатых сроков реализации проектов. Однако квалификация отечественных физиков-ядерщиков и инженеров была настолько высокой, что, как правило, крупных просчетов не было, хотя трудных моментов было немало.

Важным для перспективы являлся вопрос о реконструкции ускорителя с целью повышения энергии ускоряемых частиц. Рассматривалось два пути модернизации. Один из них заключался в использовании так называемого синхроциклотронного режима. Другой заключался в том, чтобы, как указывал М. Г. Мещеряков, начать работы по конструированию и изготовле-

нию вакуумной камеры, рассчитанной на получение элементов с энергией 650–700 млн электронвольт путем увеличения диаметра полюсных наконечников до 6 метров. Тщательное обсуждение обоих вариантов на заседании НТС привело к выбору второго варианта, что и было реализовано в последующие годы.

Программы исследований на ускорителе неоднократно обсуждались на заседаниях НТС. После такого обсуждения эти программы утверждались Советом Министров СССР. Несомненно, что это была уникальная особенность практически всех специальных ядерных установок, сооружаемых в период Атомного проекта. Возможность работы на синхроциклотроне ГТЛ привлекла в Дубну большое число экспериментаторов и теоретиков из многих институтов страны. Здесь работали исследовательские группы из Лаборатории № 2 (ЛИП), Лаборатории № 3 (Теплотехнической лаборатории), Института химической физики АН СССР, РИАН, ХФТИ, Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского, Института биофизики. Опыт организации эффективной работы этих групп на ускорителе в последующем пригодился в международном сотрудничестве после создания ОИЯИ. Для проведения исследований на синхроциклотроне ГТЛ были разработаны уникальные методики и высокоточная измерительная техника как самим эксплуатационным персоналом, так и специалистами промышленности. Впервые была создана индустриальная технология обслуживания экспериментов на крупномасштабной физической установке, каким являлся синхроциклотрон ГТЛ. Накопленный опыт был использован при создании ускорителей других типов.

Хотелось бы обратить внимание читателей на заседания НТС ПГУ по подведению итогов исследований за два года и обсуждению планов на 1953 г., которые проходили 5 и 12 мая 1952 г. Характерной особенностью этих заседаний явилось участие выдающихся ученых страны, занятых в Атомном проекте. Эти заседания НТС были рекордными по числу выступавших — выступили А. П. Александров, А. И. Алиханов, Л. А. Арцимович, Д. И. Блохинцев, В. И. Векслер, А. П. Виноградов, В. П. Желепов, Н. А. Добротин, В. С. Емельянов, М. С. Козодаев, А. П. Комар, Б. В. Курчатov, Л. Д. Ландау, М. А. Марков, М. Г. Мещеряков, А. Б. Мигдал, И. И. Новиков, Н. И. Павлов, Н. А. Перфилов, И. Я. Померанчук, Н. Н. Семенов, Д. В. Скобельцын, Я. А. Смородинский, Е. П. Славский, С. Л. Соболев. Докладчики — представители ГТЛ и институтов, участвовавших в исследованиях на синхроциклотроне ГТЛ, сделали подробные сообщения о проделанной работе (кроме измерений ядерных констант для обоснования водородной бомбы РДС-6С), а эксперты, все без исключения, подтвердили высокий уровень полученных научных результатов. Были обсуждены также планы исследований на 1953 г. после реконструкции ускорителя. Можно утверждать, что подобных научных собраний с обстоятельным обсуждением результатов и планов работ в истории НТС ПГУ больше не было. Составители рекомендуют читателям внимательно ознакомиться с материалами НТС ПГУ № М-5 и М-6.

ПРИЛОЖЕНИЯ К ЧАСТИ ПЕРВОЙ

Правительственные награды

В создании синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории приняло участие большое число квалифицированных специалистов различных научно-исследовательских институтов и конструкторских бюро, заводов, строительных и монтажных организаций.

Работа по созданию синхроциклотрона ГТЛ была оценена правительством наряду с достижениями атомной промышленности по атомным бомбам, производству плутония и урана-235, развитию сырьевой базы урана. 6 декабря 1951 г. СМ СССР принял постановление № 4964-2148сс/оп «**О награждении и премировании за выдающиеся научные работы в области атомной энергии, за создание новых видов изделий РДС, достижения в области производства плутония и урана-235 и развития сырьевой базы для атомной промышленности**», в котором было указано [42]:

г. Москва, Кремль
6 декабря 1951 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Совет Министров Союза ССР отмечает, что в результате усилий ученых, конструкторов, инженеров, руководящих работников, рабочих и служащих *атомной* промышленности за истекшие два года достигнуты новые серьезные успехи в деле дальнейшего развития работ по использованию *атомной энергии*, а именно:

— успешно выполнено задание Правительства по созданию новых конструкций мощных *изделий РДС*;

— освоено промышленное получение *урана-235* *диффузионным* способом, дающим более глубокую выработку *урана-235* из природного *урана* в сравнении с использованием *урана* при производстве *плутония*;

— достигнуты более высокие показатели в производстве *плутония*;

— открыты новые месторождения *урановых* руд и расширено производство *урана*.

Учитывая исключительные заслуги перед Советской родиной в деле решения проблемы использования *атомной энергии* и в соответствии с Постановлением Совета Министров СССР от 21 марта 1946 г. № 627-258, Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

<...>

V. За разработку проекта и сооружение мощного синхроциклотрона:

37. Присудить руководителям работ по проектированию и сооружению мощного синхроциклотрона Мещерякову Михаилу Григорьевичу, доктору физико-математических наук, Ефремову Дмитрию Васильевичу, профессору, Минцу Александру Львовичу, члену-корреспонденту Академии наук СССР, Сталинскую премию первой степени в размере 150 000 руб. (на всех).

Предоставить тт. Мещерякова М. Г., Ефремова Д. В., Минца А. Л. к награждению орденом Ленина.

38. Присудить Иванову Порфирию Порфирьевичу, инженеру, Невяжскому Исааку Харитоновичу, доктору технических наук, Комару Евгению Григорьевичу, инженеру, Луполову Виктору Михайловичу, Гуревичу Льву Моисеевичу, Басалаеву Михаилу Ивановичу, Полякову Борису Исааковичу, Титову Николаю Кондратьевичу, Стрельцову Николаю Семеновичу, Федотову Георгию Митрофановичу, Гашеву Михаилу Александровичу, Моносзону Науму Абрамовичу, Рошалю Григорию Яковлевичу, Грицкову Борису Ефимовичу, Гордейчику Григорию Степановичу, Малышеву Ивану Федоровичу, инженерам, Сталинскую премию второй степени в размере 100 000 руб. (на всех) за участие в проектировании, разработке и изготовлении элементов мощного синхроциклотрона и представить их к награждению орденом Трудового Красного Знамени.

39. Присудить Лепилу Александру Павловичу, начальнику строительства, Джелепову Венедикту Петровичу, кандидату физико-математических наук, Честному Алексею Владимировичу, Мещерякову Константину Назаровичу, Жилкинскому Борису Сергеевичу и Седову Ивану Петровичу, инженерам, Новожилову Владимиру Федоровичу, бригадире сборщиков, Ковчеву Дмитрию Тимофеевичу, архитектору, Флерову Сергею Федоровичу, Александрову Николаю Сергеевичу, Катышеву Вениамину Семеновичу, Кропину Александру Анатольевичу, Вахромееву

Аркадию Георгиевичу, Замолодчикову Борису Ивановичу, инженерам, Будкеру Гершу Ицховичу, кандидату физико-математических наук, Григорьеву Евгению Леонтьевичу, Реуту Анатолию Александровичу, научным сотрудникам, Сталинскую премию второй степени в размере 100 000 руб. (на всех) за участие в строительстве, монтаже, пуске и освоении мощного синхроциклотрона.

Представить тт. Лепилова А. П., Мещерякова К. Н., Джелепова В. П., Честного А. В., Васина А. И.¹ к награждению орденом Ленина, тт. Жилкинского Б. С., Седова И. П., Новожилова В. Ф., Ковчева Д. Т., Флерова С. Ф., Александрова Н. С., Катышева В. С., Кропина А. А., Вахромеева А. Г., Замолодчикова Б. И., Будкера Г. И., Григорьева Е. Д., Реута А. А., Васильченко Г. А. — к награждению орденом Трудового Красного Знамени. <...>

Примечания составителей. Изделие РДС — условное наименование атомной бомбы.

¹Фамилия А. И. Васина пропущена в п. 39 постановления.

Результаты исследований, выполненных на синхроциклотроне ГТЛ, были высоко оценены правительством. 31 декабря 1953 г. СМ СССР принял постановление «**О присуждении Сталинских премий научным и инженерно-техническим работникам Министерства среднего машиностроения и других ведомств за создание водородной бомбы и новых конструкций атомных бомб**» [52]. В этом постановлении была указана группа ученых Гидротехнической лаборатории. Приведем выдержку из этого постановления.

г. Москва, Кремль
31 декабря 1953 г.

Сов. секретно
(Особая папка)

Отмечая, что создание водородной бомбы и новых конструкций атомных бомб является крупным успехом советской науки и промышленности, Совет Министров Союза ССР ПОСТАНОВЛЯЕТ:

... присудить:

<...>

8. За ядерно-физические исследования, связанные с разработкой и испытанием изделия РДС-6

Сталинскую премию III степени

<...>

9. Кучеру Александру Максимовичу, научному сотруднику.

<...>

15. Погребову Игорю Сергеевичу, инженеру.

16. Саукову Анатолию Ивановичу, научному сотруднику.

17. Сиксину Валентину Степановичу, кандидату физико-математических наук.

18. Тутурову Юрию Филипповичу, инженеру, <...> — в размере по 20 тыс. руб. каждому.

<...>

26. За экспериментальные исследования элементарных взаимодействий нуклонов с нуклонами и π -мезонами, выполненные на установке «М» Гидротехнической лаборатории, присудить:

Сталинскую премию II степени

1. Мещерякову Михаилу Григорьевичу, члену-корреспонденту Академии наук СССР.

2. Джелепову Венедикту Петровичу, кандидату физико-математических наук.

3. Понтекорво Бруно Максимовичу, профессору, — в размере по 50 тыс. руб. каждому.

Сталинскую премию III степени

1. Казаринову Юрию Михайловичу, научному сотруднику.

2. Селиванову Георгию Ивановичу, научному сотруднику.

3. Сороко Льву Марковичу, научному сотруднику.

4. Головину Борису Михайловичу, научному сотруднику.

5. Неганову Борису Степановичу, научному сотруднику, — в размере по 10 тыс. руб.

каждому. <...>

Присуждение Сталинских премий было несомненным признанием больших заслуг научных работников Гидротехнической лаборатории АН СССР и других организаций.

Биографические сведения о ведущих специалистах

Наибольший вклад в создание синхроциклотрона и организацию исследований внесли М. Г. Мещеряков, В. П. Желепов, А. Л. Минц, Д. В. Ефремов, Е. Г. Комар. Ниже приводятся их краткие биографии.

Мещеряков Михаил Григорьевич (1910–1994) — советский физик, член-корреспондент АН СССР (1953), профессор, директор Гидротехнической лаборатории АН СССР (1949–1953), директор Института ядерных проблем АН СССР (1953–1956), директор Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ (1966–1988).

Родился в селе Самбек Таганрогского уезда области Войска Донского (ныне Ростовская обл.) в семье крестьянина.

В 1928–1930 гг. работал шлифовщиком на заводе в Таганроге и одновременно учился на вечернем рабфаке. Окончил физический факультет Ленинградского университета в 1936 г. с отличием. В 1936–1939 гг. являлся аспирантом Радиевого института АН СССР, где продолжил работу после окончания аспирантуры. Участвовал в войне с Финляндией. В 1940 г. по возвращении из армии был назначен руководителем циклотронной лаборатории РИАН, где при его активном участии был введен в эксплуатацию первый в СССР циклотрон.

В 1941–1942 гг. служил в действующей армии на Ленинградском фронте, был демобилизован после ранения. В июле 1942 г. вернулся в Радиевый институт, находившийся в эвакуации в Казани.

С мая 1946 г. по февраль 1947 г. являлся представителем от СССР при испытании американской атомной бомбы на атолле Бикини летом 1946 г. После окончания испытаний был назначен научным экспертом Технического комитета Атомной комиссии ООН.

В 1947–1953 гг. являлся заместителем директора Лаборатории № 2 АН СССР. В 1947 г. был назначен научным руководителем работ по проектированию и сооружению синхроциклотрона ГТЛ. В 1948 г. был назначен заместителем научного руководителя И. В. Курчатова по комбинату № 817. В 1949 г. по решению Спецкомитета принял участие в составе комиссии по проверке Семипалатинского полигона к эксплуатации. В 1950 г. решением правительства был назначен заместителем научного руководителя по исследованиям ядерных процессов в термоядерных зарядах (совместно с Г. Н. Флеровым).

В 1948–1956 гг. являлся директором Гидротехнической лаборатории АН СССР, которая впоследствии (1953) была переименована в Институт ядерных проблем АН СССР.

В 1950 г. защитил докторскую диссертацию.

В 1953 г. был избран членом-корреспондентом АН СССР. С 1953 г. являлся профессором физического факультета МГУ.

В 1966 г. был назначен директором Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ (с 1988 г. почетный директор).

В разные годы являлся членом бюро Отделения физико-математических наук АН СССР, членом физической секции Комитета по Ленинским и Государственным премиям и экспертной комиссии по физике ВАК. О высокой научной компетенции свидетельствует участие М. Г. Мещерякова в работе научных и ученых советов ПГУ, Лаборатории № 2, КБ-11, физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова, Совета по использованию вычислительной техники и средств автоматизации в экспериментальной ядерной физике (в качестве председателя); являлся членом редколлегий журналов «Атомная энергия», «Ядерная физика», ЖЭТФ, «Nuclear Instruments and Methods», «Физика элементарных частиц и атомного ядра».

Плодотворная научная и организаторская деятельность М. Г. Мещерякова отмечена высокими правительственными наградами. Он дважды лауреат Сталинских премий СССР, награжден тремя орденами Ленина, орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», Красной Звезды, Отечественной войны 1-й степени, Дружбы народов и многими медалями, а также орденами и медалями стран-соучредителей ОИЯИ.

Джелепов Венедикт Петрович (1913–1999) — советский физик, член-корреспондент АН СССР, зам. директора и научного руководителя Гидротехнической лаборатории АН СССР и Института ядерных проблем АН СССР, директор Лаборатории ядерных проблем Объединенного института ядерных исследований.

Родился в Москве в семье служащего. С 1930 г. проживал в Ленинграде, работал электромонтером. В 1932 г. поступил на физико-механический факультет Ленинградского индустриального (политехнического) института, который окончил в 1937 г. по специальности «Ядерная физика».

С 1939 г. по март 1941 г. служил в Красной Армии.

В 1941–1943 гг. работал в Радиовом институте АН СССР и Ленинградском физико-техническом институте, в 1943–1948 гг. — в Лаборатории № 2.

В 1947 г. защитил кандидатскую диссертацию.

В 1948 г. был назначен зам. директора и научного руководителя Гидротехнической лаборатории АН СССР.

В 1956 г. назначен директором Лаборатории ядерных проблем (ЛЯП) ОИЯИ, в должности которого проработал более 30 лет; 1988–1991 гг. — почетный директор ЛЯП.

Член Межведомственной комиссии при Президиуме АН СССР по физике элементарных частиц и атомному ядру (с 1962).

В 1966 г. избран членом-корреспондентом АН СССР. С 1967 г. являлся заместителем академика-секретаря Отделения физико-математических наук АН СССР; заместителем председателя Межведомственной комиссии по ядерной физике АН СССР.

Являлся членом Научно-координационного совета ИФВЭ, Комитета по будущим ускорителям при Международном союзе чистой и прикладной физики; членом редколлегий журналов ЖЭТФ, «Физика элементарных частиц и атомного ядра» и международных журналов «Ускорители заряженных частиц» и «Мюонный катализ».

Плодотворная научная и организаторская деятельность В. П. Джелепова отмечена высокими правительственными наградами. Он дважды лауреат Сталинских премий СССР, награжден орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени и многими медалями, а также орденами и медалями стран-соучредителей ОИЯИ.

Ефремов Дмитрий Васильевич (1900–1960) — инженер-электрик, кандидат технических наук, профессор.

Родился в семье зубного техника. В 1924 г. окончил Ленинградский индустриальный (политехнический) институт.

С 1924 г. работал на заводе «Электросила» в Ленинграде, в 1938–1941 гг. находился под следствием органов НКВД СССР, в июле 1941 г. освобожден.

1941–1947 гг. — главный инженер, заместитель директора завода «Электросила» им. С. М. Кирова (Ленинград), заведующий кафедрой Ленинградского политехнического института.

1945–1956 гг. — начальник Особого конструкторского бюро при заводе «Электросила» (ныне НИИ электрофизической аппаратуры им. Д. В. Ефремова).

1947 (май)–1948 гг. — заместитель министра электропромышленности СССР.

1948–1951 гг. — первый заместитель министра электропромышленности СССР.

1951 (апрель)–1953 гг. — министр электропромышленности СССР.

1953–1954 гг. — первый заместитель министра электростанций и электропромышленности СССР.

1954–1956 гг. — заместитель председателя Бюро по химии и электроэнергетике при СМ СССР.

1956 (март) – 1960 гг. — заместитель начальника Главного управления по использованию атомной энергии при СМ СССР.

За большой вклад в развитие современной техники награжден двумя орденами Ленина, орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета»; лауреат Ленинской премии (1959), лауреат Сталинских премий (1946, 1948, 1952, 1953).

Мицц Александр Львович (1895–1974) — инженер-физик, член-корреспондент АН СССР (1946), академик (1958).

Родился в г. Ростове-на-Дону. Окончил Донской университет (1918) и Московский электротехнический институт инженеров связи (1932).

Руководитель группы в закрытой Лаборатории НКВД СССР в Москве (1938–1947), с 1941 по 1943 г. — начальник и главный инженер строительства Куйбышевской радиостанции (НКВД), а с 1943 по 1946 г. — начальник московской Спецлаборатории НКВД. Руководитель Лаборатории № 11 ФИАН (1946), с 1947 г. — начальник отдела радиоаппаратуры Лаборатории № 2 АН СССР. С 1951 г. — руководитель самостоятельной Радиотехнической лаборатории АН СССР (РАЛАН), с 1957 г. — директор Радиотехнического института АН СССР.

Являлся членом бюро Отделения общей физики и астрономии АН СССР, председателем Научного совета по ускорителям АН СССР, членом Комитета по науке и технике СМ СССР, Комитета по Ленинским и Государственным премиям, Секции № 3 НТС ПГУ, научного совета по установке «М» при Лаборатории № 2 АН СССР, НТО по радиотехнике, электронике и связи им. А. С. Попова, редколлегии журнала «Доклады АН СССР».

За выдающиеся заслуги и вклад в развитие советской науки и техники А. Л. Мицц удостоен званий Героя Социалистического Труда (1956), лауреата Ленинской (1959) и дважды Государственной премий СССР (1946, 1951), награжден четырьмя орденами Ленина, дважды Трудового Красного Знамени, дважды Красной Звезды и многими медалями.

Комар Евгений Григорьевич (1907–1974) — ученый в области электротехники, доктор технических наук.

Родился в семье сельского работника в г. Ново-Борисове в Белоруссии.

1926–1930 гг. — студент Московского энергетического института.

1930–1941 гг. — лаборант, инженер-конструктор, старший конструктор, начальник бюро ОКБ завода «Электросила» им. С. М. Кирова.

1941–1947 гг. — главный конструктор завода «Электросила» им. С. М. Кирова.

1947–1949 гг. — главный инженер завода «Электросила» им. С. М. Кирова.

1949–1956 гг. — зам. директора ОКБ Министерства электропромышленности, а затем зам. директора по научной части Научно-исследовательского института электрофизической аппаратуры (НИИЭФА).

1956–1970 гг. — директор НИИЭФА им. Д. В. Ефремова.

За большой вклад в развитие современной техники награжден двумя орденами Ленина и трижды орденом Трудового Красного Знамени; лауреат Ленинской премии и четырежды лауреат Государственной премии.

Список литературы

1. Докладная записка Б. Л. Ванникова и И. В. Курчатова на имя Л. П. Берия об итогах научно-исследовательских, проектных, конструкторских и опытных работ Первого главного управления при СМ СССР за первое полугодие 1950 г. от 2 сен-

- тября 1950 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 5 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2005. С. 621–626.
2. Письмо И. В. Курчатова Л. П. Берия о строительстве мощного циклотрона от 26.01.1946 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 2 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2000. С. 405–408.
 3. Доклад И. В. Курчатова И. В. Сталину о ходе работ по использованию внутриатомной энергии от 12.02.1946 г. // Там же. С. 428–436.
 4. Протокол заседания Спецкомитета № 20 от 7.05.1946 г. о сооружении мощного синхроциклотрона (п. X) // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 1999. С. 95–101.
 5. Протокол заседания Спецкомитета № 23 от 5.07.1946 г. по рассмотрению проекта постановления правительства по установке «М» (п. 2) // Там же. С. 115–118.
 6. Протокол заседания Спецкомитета № 25 от 7.08.1946 г. о выборе места строительства мощного синхроциклотрона (п. 1) // Там же. С. 122–126.
 7. Письмо Л. П. Берия И. В. Сталину о принятии решения по проекту постановления СМ СССР «О строительстве мощного циклотрона» от 13.08.1946 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 2 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2000. С. 296–297.
 8. Постановление СМ СССР № 1764-766сс/оп от 13.08.1946 г. «О строительстве мощного циклотрона (установки "М")» // Там же. С. 298–307.
 9. Протокол заседания НТС ПГУ № 58 от 27.01.1947 г. // Архив госкорпорации «Росатом». Ф. 2, оп. 2, д. 58.
 10. Протокол заседания НТС ПГУ № 62 от 17.02.1947 г. // Архив госкорпорации «Росатом». Ф. 2, оп. 2, д. 62.
 11. Протокол заседания Спецкомитета № 32 от 18.02.1947 г. по рассмотрению графика работ и мероприятий по обеспечению сооружения установки «М» (п. XI) // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 1999. С. 160–165.
 12. Постановление СМ СССР № 389-158сс/оп «О графике работ и мероприятиях, обеспечивающих сооружение установки "М"» от 1.03.1947 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 3 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2002. С. 144–147.
 13. Протокол заседания Спецкомитета № 34 от 11.04.1947 г. по рассмотрению мероприятий по обеспечению сооружения установки «М» (п. VI) // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 1999. С. 168–187.
 14. Протокол заседания НТС ПГУ № 69 от 14.04.1947 г. // Архив госкорпорации «Росатом». Ф. 2, оп. 2, д. 69.
 15. Постановление СМ СССР № 1093-314сс «О мероприятиях по обеспечению научно-технического руководства сооружением установки "М"» от 21.04.1947 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 3 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2002. С. 184–185.

16. Письмо Л. П. Берия И. В. Сталину от 19.06.1947 г. с представлением проекта распоряжения об изменении параметров электромагнита установки «М» // Там же. С. 211.
17. Протокол заседания НТС ПГУ № 90 о рассмотрении технического проекта установки «М» от 1.09.1947 г. // Архив госкорпорации «Росатом». Ф. 2, оп. 2, д. 90.
18. Протокол заседания Спецкомитета № 55 от 27.02.1948 г. по рассмотрению хода сооружения установки «М» (п. V) // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 1999. С. 250–255.
19. Постановление СМ СССР № 1127-402сс/оп «О плане специальных научно-исследовательских работ на 1948 год» от 6.04.1948 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 3 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2002. С. 431–454.
20. Протокол заседания Спецкомитета № 69 от 15.09.1948 г. по рассмотрению мероприятий по подготовке к пуску и эксплуатации установки «М» (п. XII) // Там же. С. 310–317.
21. Постановление СМ СССР № 3581-1441сс от 25.09.1948 г. «О мероприятиях к пуску и эксплуатации установки "М"» // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 4 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2003. С. 165–168.
22. Справка Д. В. Ефремова и В. И. Векслера об ускорителях заряженных частиц от 25.11.1949 г. // Там же. С. 751–754.
23. Протокол заседания НТС ПГУ № 136 «О плане работ по установке "М" на 1949 г.» от 20.12.1948 г. // Архив госкорпорации «Росатом». Ф. 2, оп. 2, д. 136.
24. Протокол заседания НТС ПГУ № Т-4 «План научно-исследовательских работ на установке "М" на 1949–1950 гг.» от 4.04.1949 г. // Архив госкорпорации «Росатом». Ф. 2, оп. 2, д. 148.
25. Предложения И. В. Курчатова и М. Г. Мещерякова о работах по сверхмощному атомному оружию от 21.04.1949 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 3: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2008. С. 192–195.
26. Протокол заседания Спецкомитета № 77 от 23.05.1949 г. о выплате подъемных специалистам, переводимым на объект «М» (п. XII) // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 1999. С. 366–373.
27. Протокол совещания в КБ-11 по вопросу о разработке РДС-6 от 9.06.1949 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 3: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2008. С. 221–222.
28. План научно-исследовательских работ по РДС-6 на 1949–1950 гг. от 9.06.1949 г. // Там же. С. 218–221.
29. Письмо Б. Л. Ванникова Л. П. Берия о результатах обсуждения работ по РДС-6 от 16.06.1949 г. // Там же. С. 225–227.
30. Указ Президиума Верховного Совета СССР «О награждении орденами СССР научных, инженерно-технических работников, наиболее отличившихся при выполнении специального задания правительства» от 29.10.1949 г. // Там же. С. 565–605.

31. Докладная записка министра электропромышленности И. Г. Кабанова Л. П. Берия об окончании сооружения установки «М» от 20.12.1949 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 4 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2003. С. 765–767.
32. Докладная записка С. Н. Круглова, А. Н. Комаровского и А. П. Лепилова на имя Л. П. Берия о завершении строительства комплекса сооружений установки «М» от 21.12.1949 г. // Там же. С. 767–768.
33. Протокол НТС ПГУ № 170 по рассмотрению «Сводного плана основных работ по исследованиям на ускорителях на 1950 год» от 26.12.1949 г. // Архив госкорпорации «Росатом». Ф. 2, оп. 2, д. 170.
34. Постановление СМ СССР № 574-220сс/оп «О плане научно-исследовательских, проектных, конструкторских и опытных работ на 1950 год» от 14.02.1950 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 5 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2005. С. 153–161.
35. Постановление СМ СССР № 577-223сс/оп «О составе секций Научно-технического совета Первого главного управления при Совете Министров СССР» от 14.02.1950 г. // Там же. С. 161–164.
36. Постановление СМ СССР № 827-303 сс/оп «О работах по созданию РДС-6» от 26.02.1950 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 3: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2008. С. 283–289.
37. Протокол заседания Спецкомитета № 93 от 22.03.1950 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 5 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2005. С. 19–28.
38. Протокол № 105 Специального комитета при Совете Министров СССР от 2.10.1950 г. // Там же. С. 66–67.
39. Протокол заседаний Совета по вопросам КБ-11, проведенных в КБ-11 с 1 по 8 февраля 1951 г. под председательством И. В. Курчатова, от 9.02.1951 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 3: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2008. С. 354–369.
40. Докладная записка И. В. Курчатова о мощном синхротроне. Приложение № 5 к докладу Л. П. Берия И. В. Сталину о ходе выполнения заданий правительства по развитию атомной промышленности от 26.03.1951 г. (не позднее) // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 5 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2005. С. 684–687.
41. Протокол заседания НТС ПГУ № Л-9 «О реконструкции установки "М"» от 23.04.1951 г. // Архив госкорпорации «Росатом». Ф. 2, оп. 9, д. 9.
42. Постановление СМ СССР № 4964-2148сс/оп «О награждении и премировании за выдающиеся научные работы в области атомной энергии, за создание новых видов изделий РДС, достижения в области производства плутония и урана-235 и развития сырьевой базы для атомной промышленности» от 6.12.1951 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 7 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2007. С. 351–366.
43. Отчет Г. Н. Флерова по выполнению плана исследовательских работ по РДС-6С привлеченных организаций, работающих по заданиям КБ-11 (по состоянию на

- 25.XI 1951 г.), от 25 декабря 1951 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 3: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2008. С. 439–441.
44. Постановление СМ СССР № 5373-2333сс/оп «О плане работ КБ-11 на 1952 год» от 29.12.1951 г. // Там же. С. 442–447.
45. Благодарственное письмо ученых, конструкторов, инженеров и руководящих работников И. В. Сталину за высокую оценку работы в области развития атомной промышленности и создания новых конструкций изделий РДС от 29.12.1951 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 7 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2007. С. 386–387.
46. Распоряжение СМ СССР № 9996-рс/оп о реконструкции установки «М» от 28.04.1952 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 5 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2005. С. 432–435.
47. Протокол заседания НТС ПГУ № М-5 с обсуждением «Отчета о результатах работ и плана дальнейших работ на установке М» от 5.05.1952 г. // Архив госкорпорации «Росатом». Ф. 2, оп. 9, д. 29.
48. Протокол заседания НТС ПГУ № М-6 с обсуждением «Отчета о результатах работ и плана дальнейших работ на установке М» (продолжение обсуждения) от 12.05.1952 г. // Архив госкорпорации «Росатом». Ф. 2, оп. 9, д. 30.
49. План ядерно-физических работ по РДС-6С от 12.12.1952 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 3: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 1 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2008. С. 566–570.
50. Черновая версия сборника по истории овладения атомной энергией в СССР // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 5 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2005. С. 806–913.
51. Постановление СМ СССР № 48-27сс/оп «О выделении Гидротехнической лаборатории Лаборатории измерительных приборов Академии наук СССР в самостоятельную лабораторию» от 8.01.1953 г. // Там же. С. 492–493.
52. Постановление СМ СССР № 3044-1304сс/оп «О присуждении Сталинских премий научным и инженерно-техническим работникам Министерства среднего машиностроения и других ведомств за создание водородной бомбы и новых конструкций атомных бомб» от 31.12.1953 г. // Атомный проект СССР. Документы и материалы. Т. 2: Атомная бомба. 1945–1954. Кн. 7 / Под общ. ред. Л. Д. Рябева, отв. сост. Г. А. Гончаров. М.: Физматлит; Саров: РФЯЦ–ВНИИЭФ, 2007. С. 625–642.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ВОСПОМИНАНИЯ

В. П. Джелепов

ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ

Отрывки из статьи *

Начало истории Дубны как места, где за относительно короткий срок вырос один из крупнейших в мире центров новейших ядерных исследований, относится ко второй половине 1940-х гг. В те тяжелые послевоенные годы по инициативе выдающегося ученого нашей страны директора Института атомной энергии (ИАЭ) академика И. В. Курчатова и ряда других ученых-ядерщиков в целях развития в СССР перспективных фундаментальных исследований в области физики элементарных частиц и атомного ядра при высоких энергиях правительством нашей страны в 1946 г. было принято решение о разработке и сооружении к концу 1949 г. крупнейшего в то время в мире ускорителя частиц — синхроциклотрона с диаметром полюсов пять метров.

Для этой цели было решено организовать филиал ИАЭ, присвоив ему из соображений секретности название «Гидротехническая лаборатория» АН СССР, и разместить его относительно недалеко от Москвы.

Директором филиала и научным руководителем проекта ускорителя был назначен М. Г. Мещеряков, а его заместителем В. П. Джелепов (оба тогда кандидаты физико-математических наук).

По настоянию так называемых компетентных органов местом для размещения филиала стала деревня Ново-Иваньково (позднее город Дубна), расположенная на правом берегу Волги близ первого шлюза водоканала Волга–Москва.

В связи со сжатыми сроками, отведенными на сооружение ускорителя и научного городка, все строительные работы и работы по изготовлению оборудования на заводах страны велись очень высокими темпами и под строгим контролем. При крайнем напряжении сил коллектива лаборатории и сотрудничающих предприятий и институтов ускоритель был создан и введен в действие 14 декабря 1949 г. — строго в срок (к семидесятилетнему юбилею И. В. Сталина 21 декабря 1949 г.).

* Объединенному институту ядерных исследований — 40 лет: Сб. ст. Дубна: ОИЯИ, 1996. С. 79–83.

В ночь на 14 декабря 1949 г. на синхроциклотроне были ускорены дейтроны до энергии 280 МэВ, затем α -частицы до 560 МэВ и позднее протоны до 480 МэВ.

В 1951 г. за создание ускорителя руководители этих работ и сотрудники, внесшие в них значительный вклад, были удостоены Государственной премии СССР.

Систематические физические исследования начались практически сразу после пуска ускорителя.

Ввод в действие пятиметрового синхроциклотрона и начало исследований на нем знаменовали собой рождение в нашей стране новой области ядерной физики — высоких энергий.

Лаборатория начала быстро пополняться научными кадрами. Особенно ценным явилось прибытие на работу в ГТЛ в 1950 г. выдающегося итальянского физика профессора (в будущем академика АН СССР) Б. М. Понтекорво. В том же году начал работать в лаборатории известный ученый М. С. Козодаев. Еженедельно приезжали из Москвы на научные семинары лаборатории с лекциями и для обсуждения программ и результатов экспериментов крупные теоретики И. Я. Померанчук, Я. А. Смородинский, А. Б. Мигдал и Б. Т. Гейликман. Они же осуществляли руководство молодыми теоретиками лаборатории (Л. И. Лapidус, В. Г. Соловьев, Б. М. Барбашов, Н. А. Черников, С. М. Биленький, Р. М. Рындин). Все это значительно усилило научный потенциал лаборатории. В конце 1953 г. после существенной реконструкции синхроциклотрона (увеличения диаметра полюсов магнита до шести метров и замены ряда других узлов) на ускорителе были получены протоны с энергией 680 МэВ и создана серия каналов пучков протонов, нейтронов и пионов.

<...>

В 1953 г. за полученные на ускорителе важные научные результаты значительная группа ученых лаборатории была удостоена Государственной премии СССР.

В том же году наш филиал приобрел статус самостоятельного института, получившего название Институт ядерных проблем (ИЯП) АН СССР.

В 1956 г. при организации Объединенного института ядерных исследований созданная на основе ИЯП АН СССР Лаборатория ядерных проблем с действующим синхроциклотроном стала первой базой для научных исследований по современной физике интернационального коллектива стран-участниц ОИЯИ.

<...>

Наличие в лаборатории действующего ускорителя и значительного числа физиков, успешно ведущих в течение ряда лет исследования на нем в новой области ядерной физики, сразу же привлекло к лаборатории внимание ученых из всех стран, ставших участницами ОИЯИ.

В результате уже в начале 1960-х гг. число иностранных специалистов, работавших в ЛЯП, достигло 70–80 человек, а в 1970–1980-х гг., когда лаборатория развернула исследования еще и на ускорителе на энергию 70 ГэВ в Серпухове, количество их составило 150–170 человек. Отмечу сразу же, что

обычно в те годы в ЛЯП работала примерно треть всех иностранных специалистов ОИЯИ, не считая значительного количества сотрудников из Грузии, Азербайджана, Армении и республик Средней Азии, которые являлись тогда гражданами СССР. В 1960–1970-х гг. штат лаборатории увеличился почти в три раза по сравнению с 1956 г.

Были организованы новые отделы: слабых и электромагнитных взаимодействий (руководитель — проф. Б. М. Понтекорво), ядерной спектроскопии и радиохимии (руководитель — доктор физико-математических наук К. Я. Громов), ядерной электроники (руководитель — доктор технических наук А. Н. Синаев), теоретический сектор (руководитель — зам. директора ЛЯП доктор физико-математических наук Л. И. Лапидус), отделы, силами которых совместно с КБ, мастерскими лаборатории, ОП ОИЯИ и частично с заводами создавались крупные установки для исследований на ускорителе в Серпухове. Руководителями их стали доктора наук Ю. М. Казаринов, А. А. Тяпкин, Ю. А. Будагов, С. А. Бунятов, В. А. Петрухин (позднее Г. В. Мицельмахер), Л. Л. Неменов.

Для размещения всех этих новых отделов при содействии дирекции Института было построено несколько хорошо оборудованных новых зданий.

В целях обеспечения технической базой развивающихся научных отделов мастерские лаборатории также были расширены примерно в три раза, оснащены первоклассными чехословацкими станками. Почти вдвое был увеличен конструкторский отдел.

Важной задачей руководства лаборатории и отделов явилась разработка программы исследований, которая бы учитывала интересы как уже работавших, так и приехавших в лабораторию из стран-участниц сотрудников, а также расширение программы в соответствии с возникающими возможностями проведения качественно новых исследований на ускорителях, дававших частицы во много раз больших энергий. Другой, не менее сложной задачей являлась сама реализация намечаемых программ.

Прежде всего нужно было увеличить темп и количество исследований, выполняемых на собственном ускорителе. Это требовало придания ускорителю новых качеств: повышения тока ускоренного пучка, создания новых пучков, повышения надежности работы ускорителя.

Большими достижениями лаборатории явились увеличение почти в десять раз интенсивности ускоренного пучка протонов синхроциклотрона (с 0,25 мкА в 1956 г. до 2,3 мкА в 1962 г. (руководители В. И. Данилов, А. А. Глазов)) и использование разработанной В. П. Дмитриевским системы вывода пучка из ускорителя с эффективностью 5%, обеспечившей резкое увеличение интенсивностей пучков вторичных частиц, получаемых от внешних мишеней.

Возможности для проведения различных экспериментов были существенно расширены благодаря созданию новых пучков поляризованных протонов и нейтронов, π^\pm -мезонов и в особенности μ^\pm -мезонов различных энергий, получаемых от распада пионов в 15-метровом жесткофокусирующем канале из магнитных линз (руководители Б. И. Замолотчиков, А. А. Кропин, В. С. Роганов).

В результате синхроциклотрон начал регулярно работать на физический эксперимент не по 3,5 тыс. часов в год, как было в 1956 г., а по 6–6,5 тыс. часов и, по общему признанию, стал лучшим синхроциклотроном в мире. Это позволило выполнить на нем очень большой комплекс исследований по физике элементарных частиц и атомного ядра и получить много новых научных результатов, в том числе самой высокой научной значимости. Среди них тринадцать открытий новых явлений, зарегистрированных в Государственном реестре открытий СССР.

Известно, что любой ускоритель, достигший рекордных параметров по интенсивности и качеству пучков, по прошествии относительно недолгого времени (примерно 15 лет) теряет эти преимущества, становится не в состоянии обеспечить условия для получения новых высокозначимых физических результатов.

Учитывая это, дирекция ЛЯП в 1959 г. приняла решение о создании в рамках лаборатории отдела по разработке новых высокоинтенсивных ускорителей на энергии около 1 ГэВ во главе с профессором В. П. Дмитриевским.

Под руководством В. П. Джелепова, В. П. Дмитриевского и Л. М. Онищенко в основном силами этого отдела и НИИЭФА был создан рабочий проект нового ускорителя — сильноточного фазотрона со спиральной вариацией магнитного поля на энергию протонов 680 МэВ. Сооружение его и наладка были закончены в 1984 г. С конца 1984 г. он успешно работает на физику частиц и атомного ядра, а также используется для прикладных исследований. Параметры пучков нового ускорителя и его надежность существенно превосходят возможности бывшего синхроциклотрона, проработавшего 30 лет и полностью исчерпавшего свой ресурс.

При сооружении нового ускорителя был построен ряд новых павильонов и зданий: павильоны для размещения физической аппаратуры и измерительного центра, для комплекса ЯСНАПП-2 (типа ISOLDE) с сепаратором ионов, лаборатория для экспериментов, требующих низкого фона посторонних излучений. Была также создана система новых каналов пучков, включая пучок так называемых поверхностных, очень низкоэнергетических мюонов, сооружен павильон с шестикабинным комплексом медицинских пучков для лечения онкологических больных.

Тематика физических исследований Лаборатории ядерных проблем охватывает область как промежуточных, так и высоких энергий. Ученые ЛЯП работают на ускорителях в Серпухове, Женеве, Батавии, Сакле, Юлихе, Виллигене и др.

ЛЯП — вторая по величине лаборатория ОИЯИ. Ее штат составляет 625 сотрудников, в том числе 54 доктора наук и 130 кандидатов наук. В ЛЯП получили степени и звания большое количество (около 350 человек) специалистов из всех стран-участниц ОИЯИ.

<...>

М. Г. Мещеряков

ЭСТАФЕТУ ПРИНИМАТЬ МОЛОДЫМ *

Яркой страницей в историю советской физики вписана эпопея сооружения на берегу Волги шестиметрового протонного синхроциклотрона. Научным руководителем работ по проектированию и созданию синхроциклотрона и директором Института ядерных проблем АН СССР, организованного на базе этого ускорителя, был Михаил Григорьевич Мещеряков. 27 марта 1947 г. он впервые приехал на место, отведенное для строительства первого ускорителя Дубны и научных лабораторий, и с тех пор его жизнь была неразрывно связана с историей становления и развития Объединенного института ядерных исследований. В апреле 1987 г. директор Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ член-корреспондент АН СССР М. Г. Мещеряков ответил на вопросы редакции еженедельника «Дубна».

Когда возникла идея о строительстве в Советском Союзе протонного шестиметрового синхроциклотрона и чем была вызвана Ваша первая поездка на место строительства этого ускорителя?

Предложения о сооружении в нашей стране протонного и электронного ускорителей на высокие энергии, по тем временам — на сотни миллионов электронвольт, впервые обсуждались в кругах советских физиков еще осенью 1944 г. Решение о строительстве протонного синхроциклотрона на энергию 480 МэВ с возможностью последующего увеличения энергии до 680 МэВ было принято в августе 1946 г. Тогда же для строительства ускорителя и научного центра был выделен болотистый участок леса на берегу верхней Волги, рядом с поселком Ново-Иваново.

К весне 1947 г. уже была проведена топографическая разведка отведенной территории. 27 марта того же года вскоре после назначения меня научным руководителем разработок и строительства протонного синхроциклотрона я первый раз приехал на место будущего строительства — нужно было утвердить генеральный план размещения технологических корпусов ускорителя.

Какими темпами строился синхроциклотрон и какую роль сыграл этот ускоритель в развитии у нас в стране физики высоких энергий?

С самого начала был принят жесткий график строительства — предлагалось запустить ускоритель к середине декабря 1949 г. Столь сжатый срок сооружения на пустом месте шестиметрового синхроциклотрона диктовался стремлением как можно скорее покончить с монопольным положением США в этой области науки: с 1947 г. в Беркли уже действовал протонный синхроциклотрон на энергию 340 МэВ.

Чтобы уложиться в предписанный срок, пришлось одновременно исследовать модель синхроциклотрона и проводить проектирование устройств ускорителя, к изготовлению которых сразу же приступали десятки заводов. Полностью исключались просчеты и конструкторские недоработки — для их устранения просто не было времени.

* Дубна: наука, содружество, прогресс. 1987. 15 апр. (№ 15).

Только к середине 1949 г., когда непрерывным потоком по специально проложенной железнодорожной ветке начало прибывать и сразу же монтироваться оборудование, стал вырисовываться конец нечеловеческим усилиям всего коллектива строителей, монтажников, наладчиков, физиков.

Комплексный пуск синхроциклотрона был осуществлен в ночь с 13 на 14 декабря 1949 г. Сначала на нем ускорялись дейтроны и альфа-частицы до энергии 280 и 560 МэВ соответственно, а вскоре и протоны — до энергии 480 МэВ. Позже энергия протонов была увеличена до рекордной тогда энергии — 680 МэВ.

Когда в середине 1950-х гг. с нашей атомной программы был снят покров секретности, в западной печати сооружение — менее чем за три года — шестиметрового синхроциклотрона рассматривали как один из показателей технологической мощи нашей страны.

Пуск в конце 1949 г. на берегу верхней Волги первого крупного советского ускорителя явился отсчетной точкой развития в нашей стране физики высоких энергий. В течение тридцати лет этот ускоритель непрерывно использовался большим числом физиков, радиохимиков, биологов. На нем был получен ряд выдающихся научных результатов, нашедших широкое признание, вошедших в монографии. Но, как известно, от разумного до нелепого один шаг: в 1980 г. научные исследования на шестиметровом синхроциклотроне были, на мой взгляд, принесены в жертву бодрому прожектерству. С тех пор Дубна перестала быть одним из ведущих центров в области физики средних энергий.

Сооружение первого в Советском Союзе ускорителя протонов до релятивистских энергий велось в годы ожесточенных нападок на теорию относительности, классическую генетику — к этому периоду все чаще обращаются сейчас писатели, историки науки. Как Вы считаете, сказалось ли это на развитии у нас в стране физики высоких энергий?

Да, в то время тяжелые тучи обложили наш научный небосвод. Агроном Лысенко громил генетику, философ Максимов на страницах центральных газет яростно выискивал идеализм в теории относительности. Сейчас кажется бредом, но это было: один высокопоставленный начальник, столь же сиятельный, сколь и далекий от науки, рассматривая сметную часть технического проекта шестиметрового синхроциклотрона, выразил сомнение в правильности расчетов траекторий протонов в этом ускорителе по формулам релятивистской кинематики на том основании, что эта наука, как ему казалось, грешила идеализмом. Развита в 1948 г. оболочечная модель ядра кое-кому казалась идеалистической только потому, что в ней фигурировал термин «магические числа нуклонов на оболочках»...

И тем не менее с физикой у нас не произошло ничего хотя бы отдаленно походившего на то, что случилось с генетикой на зловещей сессии Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук в 1948 г. Сказалась здесь позиция наших крупнейших физиков, прежде всего академика В. А. Фока, с большим гражданским мужеством отменявших наскоки на теорию относительности. Однако значительно большую роль сыграло опасение деятелей ведомства, руководившего у нас атомной программой, считавших, что расплывчатые

дискуссии между философами и физиками отвлекут последних от решения конкретных, куда более актуальных проблем, не терпящих никаких отлагательств. Помнится, как однажды, слушая разговор о якобы идеалистических уклонах некоторых наших физиков, Б. Л. Ванников привел мудрую восточную поговорку: «Неважно, какого цвета кошка — белого или черного, важно, чтобы она ловила мышей».

Сейчас, оглядываясь на события почти 40-летней давности, нельзя не признать, что не отличавшиеся интеллектуальной глубиной, хотя и крикливые наскоки философов тех лет не затормозили, да и не могли затормозить, развитие у нас физики высоких энергий.

Сорок лет назад, чтобы заняться сооружением синхроциклотрона, Вам пришлось покинуть Ленинград. Тосковали Вы по этому городу?

До сих пор он со мной. Свои лучшие годы, полные увлечения театром, музыкой, я провел в этом городе — университет, аспирантура, приобщение к науке в стенах Радиевого института, рождение двух дочерей... Два раза, в 1939 и 1941 гг., я отправлялся из Ленинграда на фронт. Первую, самую мрачную и самую долгую блокадную зиму провел в одном из ленинградских военных госпиталей.

Среди моих воспоминаний о пережитом в те годы, может быть, самые яркие связаны с возвращением в Ленинград в июне 1944 г. из Казани, куда в начале войны был эвакуирован Радиевый институт. В 1944 г. у нас стали все шире развертываться работы по атомной проблеме, и мне было поручено срочно восстановить ленинградский однометровый циклотрон. Тогда дорога из Казани в Ленинград заняла пять дней, и все это время меня тревожила мысль: каков же Ленинград после столь долгой блокады?

Он оказался таким же прекрасным, как и до войны, только на нем был налет какой-то болезненной прозрачности. Лето 1944 г. в Ленинграде большей частью было теплым и солнечным. Нередко полыхали во все небо закаты, и Нева становилась кровавой. А ближе к ночи затемненный город с необычно тихими, малолюдными улицами и площадями терял свои очертания, как бы растворялся в желтоватом тумане... Таким запечатлен в моей памяти Ленинград первого послеблокадного лета.

Каковы, по Вашему мнению, перспективы продолжения традиционных для нашего Института исследований на современных ускорителях?

В Дубне исследования по физике высоких энергий всегда занимали особое место, и эти традиции необходимо сохранить во что бы то ни стало. Возможность продолжить работы в этой области должна быть связана, прежде всего, с ведущимся под Серпуховом строительством протонного ускорительно-накопительного комплекса на энергию до 3 ТэВ. Для экспериментов на нем потребуются крупномасштабные, сложные, компьютеризированные и весьма дорогостоящие установки. Наш Институт, видимо, сможет принять участие в сооружении одной-двух таких установок, да и то в коллаборации с другими научными центрами, и включаться в эту работу нужно уже сейчас, безотлагательно. Здесь не обойтись без концентрации средств и усилий большого числа специалистов. Представляется, что все это непременно потребует определенной структурной перестройки в Институте.

Немаловажное значение приобретает перестройка психологии наших экспериментаторов, отрешение их от ранее приобретенных навыков и методов работы малочисленными группами и секторами на созданных зачастую собственными руками установках, которые можно было расположить на одном-двух лабораторных столах. Судя по тому, что делается в этой области за рубежом, для эффективного проведения одного эксперимента на серпуховском комплексе потребуется коллаборация в составе многих десятков и сотен физиков и других специалистов. Этим определяются особые требования к каждому ученому — участнику таких коллабораций. Яркая индивидуальность, одаренность, умение быстро воспринимать новое, наряду с открытостью характера, способностью самоотверженно трудиться в составе большого коллектива — такие качества необходимы каждому. Они более всего присущи молодым ученым. Если что и нужно для подготовки к экспериментам на УНК, так это свежие научные силы.

В. П. Джелепов

КОГДА ДУБНЫ НЕ БЫЛО НА КАРТЕ *

В конце 1949 г. был введен в действие один из важнейших ядерных объектов нашей страны — пятиметровый синхроциклотрон, способный ускорять частицы до рекордных в то время энергий и по своим параметрам превосходящий ускоритель, сооруженный в 1946 г. в Беркли американцами. Тем самым был заложен фундамент крупнейшего физического исследовательского центра, который с 1956 г. стал известен всему миру как Объединенный институт ядерных исследований.

Венедикт Петрович Джелепов, член-корреспондент Российской академии наук, почетный директор Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ, был одним из первых физиков, получивших вскоре после войны новое назначение — в филиал Курчатовского института, который создавали на севере Московской области. Вот несколько эпизодов из его воспоминаний о событиях почти полувековой давности.

Кому на восток, а мне на север...

Как-то летом 1948 г. Игорь Васильевич Курчатов (мы звали его И. В.) пригласил меня к себе домой — он был болен и лежал в постели. Его коттедж на территории института в Москве мы называли домиком лесника. Переступив порог, я услышал обычное: «Физкультпривет!» Потом последовали вопросы о текущей работе (в то время я уже закончил исследования по определению среднего числа нейтронов, испускаемых на акт деления различных изотопов ядер урана, и готовился к другим экспериментам).

И вдруг под конец разговора, как бы между прочим, И. В. говорит, что в ближайшее время мне придется уехать из Москвы...

— На «восток»?

* Дубна: наука, содружество, прогресс. 1995. 30 авг. (№ 33); 6 сент. (№ 34); 13 сент. (№ 35).

(Ведь там тогда разворачивались главные события, связанные с созданием ядерного щита Родины.)

— Нет, совсем близко от Москвы, пару часов на ЗИМе.

— А какую задачу вы мне собираетесь поручить?

— Об этом сейчас сказать не могу. Ты по этой линии пока не оформлен. Предупреди жену, что вскоре придется тебе уезжать. А через пару недель, после оформления, все объясню.

— Но хоть что-то можете сейчас сказать?

— Нет, не могу. Ты ведь знаешь нашу систему — не положено.

«Нашу систему» я хорошо знал...

Вскоре И. В. пригласил меня снова и сообщил, что вышло решение правительства о создании филиала его института, базовой установкой которого будет крупный ускоритель — синхроциклотрон.

— Научным руководителем филиала назначили Михаила Григорьевича Мещерякова, а тебя — его заместителем.

(И я, и М. Г. были тогда кандидатами наук.)

— М. Г. тебя на днях пригласит и все подробно расскажет, — напутствовал Курчатов. — В Ленинграде, в Физтехе, мы делали с тобой циклотрон диаметром 1,2 метра, а теперь вы будете строить пятиметровый.

Но Мещеряков не пригласил — уехал в отпуск. Что делать? Назначение получено.

— Ничего. Пойди в его отдел и скажи, что ты его заместитель. Или лучше поезжай к Минцу, у него делается технический проект ускорителя и идет моделирование всей высокочастотной системы. Магнит разрабатывает в Ленинграде Ефремов, ты тоже его хорошо знаешь, — подбадривал И. В.

И вот после знакомства с сотрудниками отдела и визита к Александру Львовичу Минцу в начале сентября 1948 г. я впервые приехал в эти места, но не на ЗИМе, а на довольно потрепанной «эмке». Оказалось, что шофер — надежный человек, участник боев под Сталинградом, возил Курчатова на «востоке». Он был моим сверстником: ему только исполнилось 35 лет — Александр Терентьевич Щербаков. Я был старше всего на четыре месяца («Поэтому я у тебя и начальник», — объяснял ему в шутку). Около миллиона километров «накрутили» мы с ним почти за 30 лет, пока Щербаков работал со мной, причем без единой аварии.

От Москвы до Дмитрова шоссейная дорога по тем временам была относительно приличной, а до Большой Волги местами выложенной фашинником — лежащими поперек бревнами, дальше — что-то вроде проселочной. Слева канал Москва–Волга, справа леса, часто болота, селений совсем мало.

А. Л. Минц, в то время член-корреспондент Академии наук СССР, мне потом рассказывал, что выбор площадки для нового ускорителя обсуждался на совещании у Л. П. Берия. Называлось несколько мест: в районе Клязьминского водохранилища, недалеко от Икши и еще место, где начинается канал Москва–Волга. Высказывались различные мнения, большинство присутствовавших склонялось в пользу более близкого к Москве расположения «объекта» (так тогда назывались все ядерные «новостройки»).

Но Берия довольно быстро и четко расставил все точки над *i*, сформулировал окончательное решение, перечислив аргументы, которые, по его

разумению, могли помочь решить задачу. Первый его довод сводился к следующему: там есть большой лагерь (а лагерей было много на протяжении всего канала), следовательно, не будет недостатка в рабочей силе. Есть уже какая-то база (если таковой можно было считать бараки для заключенных и неказистые дома для охранников). Второе. Это место достаточно удалено от Москвы — 125 километров, и ученые не будут отвлекаться от своей основной работы. Третье. Там гораздо легче будет осуществлять секретность (в то время любые работы, связанные с ядерной физикой, велись как совершенно секретные). Четвертое. Коль вы, ученые, утверждаете, что вам потребуется большое количество электроэнергии, так там уже работает Ивановская ГЭС. И пятое. Вам нужно будет много воды? В вашем распоряжении вся Волга...

Вот так поселок Ново-Иваньково и стал местом «нового назначения» множества специалистов: строителей, монтажников, электриков, получали сюда распределение и только что закончившие вузы физики, инженеры...

Уникальный гигант

Задача, которую предстояло решить, была ограничена очень жесткими сроками — в четвертом квартале 1949 г. ускоритель надо было ввести в строй. Ученым тогда не было известно, что этот срок обусловлен юбилейной датой — 70-летием Сталина.

Работа предстояла огромная. Достаточно напомнить параметры синхротрона. Вес магнита — 7 тысяч тонн! Он состоял из железных плит длиной около 18 метров, каждая весом 120 тонн. Диаметр обмоток — свыше 10 метров. Высота магнита тоже около 10 метров.

Очень сложным в техническом отношении сооружением был главный корпус ускорителя — 40 на 50 метров, высота около 40, железобетонные стены двухметровой толщины (защита от нейтронов). Фундамент стен был заглублен на 5 метров. Потолок корпуса состоял из 12 железных мостовых ферм, залитых бетоном, толщина потолка — два метра бетона и метр песка. Страшно тяжелое перекрытие, без всяких опорных колонн!

К созданию ускорителя были привлечены крупнейшие заводы страны: «Электросила», «Красный выборжец», «Ижора», «Севкабель», большое количество проектных институтов, «почтовых ящиков» работали вместе с нами. Организация работ была очень сложной, но благодаря высочайшей ответственности всех поставщиков и предприятий-исполнителей, строжайшему контролю за соблюдением графиков сроки, в них предусмотренные, выдерживались достаточно точно.

Завод по производству бетона построили в непосредственной близости от корпуса ускорителя — ведь заливка шла круглосуточно. Прямо в строящемся корпусе был поставлен карусельный станок для намотки обмоток магнита. Его монтаж осуществлялся с помощью 150-тонного подъемного крана. Многотонные плиты для магнита доставлялись с «Электросилы» по железной дороге на специальных платформах (немецких восьмиосных). В 8 вечера их отправляли из Ленинграда — ровно в 8 утра они прибывали в здание ускорителя. График

соблюдался очень жестко. Не дай бог задержать платформу, не разгрузить и не отправить вовремя назад!

Проектирование основного электротехнического оборудования, включая систему питания электромагнита, с двумя генераторами по тысяче киловатт, было поручено Особому конструкторскому бюро при заводе «Электросила» под руководством Дмитрия Васильевича Ефремова — тогда первого заместителя министра Электропрома (позднее — министра). Непосредственно возглавлял работу КБ Евгений Григорьевич Комар. В этом же КБ по совместному заданию нашей лаборатории и лаборатории А. Л. Минца создавался рабочий проект ускорителя в целом. Руководил расчетами магнитной системы ускорителя Наум Абрамович Монозон. Главным конструктором электромагнита, вакуумной камеры ускорителя, дуанта, резонансной линии и других узлов был Иван Федорович Малышев. Электромагнит был самым большим ключевым узлом ускорителя. Рабочие чертежи со столов конструкторов сразу же шли в цеха завода.

Проект электротехнического оборудования, остальных систем и многочисленных кабельных сетей разрабатывал ГПИ ТПЭП под руководством В. А. Грачева.

Работы по проектированию и изготовлению мощного высокочастотного генератора, а также вариатора частоты выполняла лаборатория А. Л. Минца. Основными разработчиками этого оборудования были И. Х. Невяжский, Б. И. Поляков, В. А. Лупулов, Э. М. Рубчинский.

Нам было поручено большое и сложное дело. А время тогда было, как известно, крутое, ошибаться было нельзя. Мы должны были контролировать точное выполнение проектировщиками наших требований, наших проектных заданий, изготовителями — создание надежного, соответствующего чертежам оборудования, монтажниками — неукоснительно точного монтажа — и в то же время готовить научную программу и создавать аппаратуру для будущих исследований. Это требовало большого напряжения сил небольшого тогда коллектива лаборатории во главе с ее руководством.

Проектирование главного корпуса ускорителя, корпуса электропитания, лабораторного, жилых домов, общежитий, гаража, котельной, школы, пожарной части, административного и прочих зданий осуществлялось Ленинградским проектным институтом, руководимым очень опытным специалистом, прекрасно знающим дело Александром Ивановичем Тутовым. Ленинградцы проектировали, кстати, и наши коттеджи. Спроектировали «объект» и город они добротнo и красиво.

Прочнее бетона были люди

Начальником строительства всего «объекта» и городка был генерал Александр Павлович Лепилов — крупный строитель, во время войны возводивший под Куйбышевом огромные корпуса для эвакуированных из Москвы и Ленинграда авиационных заводов.

Все строилось практически одновременно — главный, так называемый первый, корпус, в котором размещался ускоритель, сам ускоритель, другие здания лаборатории и сам город...

На причал (там, где сейчас бассейн «Архимед») прибывали баржи с кирпичом, гравием, песком, лесом. Здесь же был один из «конечных пунктов» железной дороги, по которой тогда было разрешено пускать только грузовой транспорт. А вторая «станция» этой дороги позднее, к концу 1948 г., была прямо в главном корпусе. Строительство и монтаж шли буквально «с колес».

Огороженная колючей проволокой вся территория «объекта» делилась на две части: в одной — лагерь, в другой — мы, люди «свободного труда». Ситуация была нетривиальная: довольно просто было оказаться «по ту сторону» проволоки, среди заключенных, никуда не пришлось бы далеко ехать...

Народ сюда присылали очень квалифицированный, случайных людей среди нас не было. Контроль за строительством «объекта» осуществлял так называемый уполномоченный Совмина, который являлся сотрудником бериевского ведомства. Он по долгу службы регулярно сообщал в соответствующие инстанции о состоянии наших дел, о возникавших различного рода осложнениях, отступлениях от графика и обо всем прочем, что считал нужным. В общем, все мы здесь были «под колпаком».

Сооружение «объекта» в целом курировал заместитель министра, он же начальник Спецуправления Минэлектропрома Константин Назарович Мещеряков. В начале 1949 г. магнит весом в 7 тысяч тонн вместе с обмотками возбуждения был собран — всего за три месяца! В то время Константин Назарович практически ни разу не выезжал в Москву, жил здесь, в маленькой гостинице на Парковой (сейчас это улица Векслера).

В начале 1949 г. строители передали нам лабораторный корпус, научные сотрудники уже могли разместиться в нем со своей аппаратурой. Начал регулярно работать лабораторный научный семинар, которым руководил М. Г. Мещеряков. В энергетическом корпусе к середине года заканчивался монтаж оборудования.

И строительство городка шло довольно быстрыми темпами. Очень быстро возвели гостиницу, дома и общежития на Центральной (теперь это улица Жوليو-Кюри), коттеджи на Парковой были готовы в начале 1949 г. Сначала же большинство вновь прибывавших останавливалось «на постой» в коттедже на Трудовой. Так что в каком-то смысле это мемориальный дом, а тогда его хозяином был один из первопроходцев, инженер-строитель нашей лаборатории Федор Глебович Минеин.

Около 15 сборных домиков (с небольшими земельными участками) было построено в районе нынешней улицы Сахарова для рабочих котельной, мастерских, шоферов...

Работа повсюду шла почти круглосуточно. Место — болотистое, нужно было проложить дренажную систему, вырыть огромное количество траншей для подземных коммуникаций. А какая в то время была механизация? В основном тачки.

Нашу лабораторию по соображениям секретности называли... Гидротехнической (ГТЛ). Это было совершенно закрытое до 1954 г. учреждение (мы не печатали в журналах ни одной научной работы), и когда американцы, кажется в начале 1955 г., впервые приехали сюда, то были поражены: их ускоритель в Беркли был меньше нашего!

В 1956 г., когда был создан Объединенный институт ядерных исследований и я был избран директором Лаборатории ядерных проблем, уже был построен красивый город, а наш ускоритель более 6 лет выдавал научную продукцию. И сколько раз вспоминалось, как начинали строить на болоте, в глухом лесу, за колючей проволокой, как много критических, почти трагических моментов пришлось тогда пережить!

...Шло сооружение перекрытия над главным корпусом. Сложная и опасная работа. Вдоль железных ферм, удерживающих потолок, делалась деревянная опалубка, куда заливался бетон. Заливка должна была быть непрерывной, чтобы обеспечить плотность по всему объему фермы. Вдруг обнаружилось, что в процессе заливки бетоном первой фермы она начала прогибаться (ведь ее длина — 40 метров, и никаких подпорок нет). Стрела прогиба в какой-то момент достигла 20 сантиметров! М. Г. Мещерякова на «объекте» не было — Лепилов пригласил меня к себе: «Надо срочно вызывать проектировщиков!» Пригласили главного инженера Промстройпроекта профессора Стрелецкого, который обнаружил, что при расчетах не было в достаточной мере учтено, что жидкий бетон только нагружает ферму — еще не застывший бетон прочности не дает. Как быть дальше? Кому докладывать? Не сообщать же об этом уполномоченному Совмина! Стрелецкий просидел за расчетами ночь и принял решение продолжать заливку бетона на первой ферме — пошел на риск. Прогиб составил 35 сантиметров, но ферма все-таки выдержала. А кто сможет гарантировать, что ни одна из 11 оставшихся не окажется хуже первой? К счастью, организация, изготавливавшая фермы, работала с достаточно высоким качеством. В этом мы все убедились, но при заливке каждой следующей фермы были переживания.

Помню еще один тяжелый момент. При сооружении главного корпуса возник пожар на крыше — искра от сварки попала на небрежно брошенную куртку, та вспыхнула, а рядом — доски для опалубки и только что залитая бетоном очередная ферма в деревянной обшивке. Представляете ситуацию? Здание под 40 метров высотой — как туда подать воду? «Пожарка» только строилась. Была одна-единственная машина с лестницей максимум метров в шесть... Зима, к тому же сильный ветер. Подняли по тревоге лагерь. Генерал Лепилов обратился к заключенным: «Прошу вас, братцы, не пощадите жизни — погасите пожар!» И люди, как кошки, начали карабкаться вверх по лестницам-временкам и чем попало гасить огонь: телогрейками, появившимися неведь откуда полотнищами теплоизоляции, водой, которую удалось поднять вверх подъемниками. Слава богу, огонь погасили и никто не погиб, но, конечно, обожженные были.

«Овес» будет, но не сразу...

Я уже говорил, что все тогда делалось одновременно, по генеральному совмещенному графику: сооружался ускоритель, строилась лаборатория, рос город...

Главный инженер нашей лаборатории Алексей Владимирович Честной тесно взаимодействовал с монтажными организациями, его служба вела огромную работу по контролю и наладке оборудования, радиотехнических

и других систем... Шло изготовление аппаратуры для работы с пучками частиц на ускорителе. Мне часто приходилось бывать на «Электросиле», в КБ Д. В. Ефремова, в лаборатории у А. Л. Минца, дважды был в Харькове, где у К. Д. Синельникова в ХФТИ делались главные высоковакуумные насосы для откачки камеры ускорителя (ее объем составлял 33 кубометра, необходимый вакуум — миллионные доли миллиметра ртутного столба).

...Летом 1949 г. мне позвонил И. В. Курчатов и сказал, что нужно будет сделать на заседании Научно-технического совета ПГУ доклад о программе научных исследований на синхроциклотроне. М. Г. Мещеряков в то время был в командировке на «востоке». Поэтому делать доклад надо было мне.

...Заседание вел Борис Львович Ванников. Он был тогда начальником ПГУ — Первого главного управления при Совете Министров СССР (позднее Средмаш), которому подчинялись все ядерные объекты. В президиуме кроме него и Курчатова сидел еще М. Г. Первухин (зам Ванникова), министр химической промышленности...

Вдоль длинного, метров в двадцать, стола — генералы и академики, за ними директора и представители научных институтов, проектных организаций, ответственные работники министерств и, конечно, из «всемогущего ведомства».

Ванников спрашивает:

— Кто докладывает?

Игорь Васильевич назвал мою фамилию. А я сидел на другом конце стола — из президиума не разглядеть.

— Желепов есть?

— Есть!

— Сколько тебе нужно времени на доклад?

(Обращение к «подчиненным» на «ты» было тогда общепринятым.)

— Сколько дадите, но минут 30–40, не меньше...

Тогда не было никаких слайдов, я заранее развесил плакаты, начинаю докладывать, что наш ускоритель предназначен для чисто фундаментальных исследований в области физики высоких энергий — изучения взаимодействия нуклонов (протонов и нейтронов) между собой, а также их взаимодействия с атомными ядрами. Будет изучаться также рождение π -мезонов нуклонами высоких энергий, их взаимодействие с нуклонами и ядрами и т. д. Говорю, что ученые многое знают о взаимодействиях нуклонов с нуклонами и ядрами при низких энергиях и это помогло сделать атомные реакторы и изготовить атомное оружие, а вот как поведут себя частицы и ядра при высоких энергиях, надо еще изучать...

Вдруг Ванников встает и говорит:

— Товарищ Желепов, что ты нам хреновину тут рассказываешь? Скажи, «овес» из этого будет?

(А тогда под «овсом» подразумевались те проблемы, которые надо было решать для создания ядерного оружия.)

Отвечаю:

— В вашем понимании, Борис Львович, «овса» в ближайшее время не будет. Но в дальнейшем то, что мы собираемся изучать, может оказаться полезным для самых различных целей.

Ванников обращается к Курчатову:

— Игорь Васильевич! Для чего мы все-таки строим этот ускоритель?

И. В. молчит, будто не к нему вопрос относится. Ванников задает его вторично. Курчатов не отвечает. Поднимается Алиханов:

— Позвольте, я скажу. Все, что докладывает Джелепов, правильно. То, что ученые в свое время изучили соответствующие ядерные процессы при низких энергиях частиц, позволило, когда потребовалось, создать атомное оружие, и таким образом задачи, поставленные перед нами и перед вами правительством, мы решили. А вот когда через некоторое время вам потребуется решить какую-то иную задачу и вы нас спросите, как это сделать, то мы ответим, что, к сожалению, у нас нет ускорителя, с помощью которого можно получать необходимое новое знание. И мы не сможем вам помочь.

Упрямый Ванников снова обращается к Курчатову:

— Игорь Васильевич, как же так?

Курчатов поднялся, погладил свою бороду сверху вниз и сказал:

— Вот так, Борис Львович! Все, что говорили Джелепов и Алиханов, правильно. Ускоритель уже построен, мы собираемся осенью его запускать. Джелепов сейчас расскажет нам, какие исследования они планируют выполнять на этом ускорителе, как и какая аппаратура готовится. Наша задача — выслушать его, и если все разумно, то одобрить и утвердить программу.

После этого Ванников успокоился и я смог продолжить доклад. Изложил всю программу, рассказал, какую аппаратуру мы уже сделали, что на ней в первую очередь будет изучаться, какие институты, кроме нашей лаборатории, собираются работать на ускорителе — ведь Курчатов создавал эту лабораторию как национальную. Сообщил и о том, что программа обсуждалась с теоретиками и таким образом обеспечен соответствующий уровень понимания и постановки задач.

Начали задавать вопросы — я ответил на них. Потом Ванников дал слово академикам, директорам институтов, ученым — тем, кто собирался использовать ускоритель. Выступили Л. Д. Ландау, И. Я. Померанчук, Л. А. Арцимович. Они подтвердили правильность наших подходов к решению намечаемых задач. Заключение сделал Курчатов. Было принято решение, одобрявшее программу.

После заседания я вернулся в институт, дождался И. В. и спросил его:

— Как же так получилось, что Ванников как будто ничего не знал или ничего не понял?

Игорь Васильевич улыбнулся:

— Ванников хорошо знает, что нужно для бомбы, а какие-то новые проблемы фундаментальной науки ему неизвестны и непонятны. Но ты держался хорошо!

Вот какой своеобразный экзамен выдержал я тогда перед министерским начальством...

Все, о чем я здесь рассказал, было только прологом к эпопее, которая вместила в себя множество событий. Главное было впереди — сборка в целом, наладка и пуск нашего ускорителя — первенца Дубны, города, который еще не появился на картах...

РЕЗУЛЬТАТ КОЛЛЕКТИВНОГО ТРУДА * (О чем рассказывали ветераны сорок лет назад)

Академик Б. М. Понтекорво:

Ваши впечатления о лаборатории 1949–1969 гг.?

Я хорошо помню тот день, когда впервые увидел лабораторию осенью 1950 г. М. Г. Мещеряков сопровождал меня в первый корпус. Должен сказать, что мне ничего не было известно о том, что в Советском Союзе и, в частности, в первом корпусе ЛЯП имеется протонный ускоритель на 450 МэВ, т. е. самый мощный ускоритель в мире в то время. Понятно, что я получил колоссальное впечатление при виде синхроциклотрона. Но громадное пространство вокруг ускорителя в первом корпусе в то время выглядело совершенно пустым: были только две маленькие установки — простая ионизационная камера и камера деления с изящной электронной аппаратурой, выполненной Г. И. Селивановым. К тому же отсутствовала защита от излучения. Можете представить себе мое восхищение ускорителем, с одной стороны, и удивление, вызванное отсутствием аппаратуры и защиты, с другой стороны. С этой точки зрения совсем иным выглядит сегодняшний измерительный павильон, переполненный хорошей и, как правило, современной аппаратурой разных типов.

Возможно, этот вопрос из области научной фантастики: какой Вам представляется лаборатория в 1989 г.?

Я боюсь, что через 20 лет средний возраст научных сотрудников нашей лаборатории будет около 60 лет.

Каковы, по Вашему мнению, характерные черты молодых физиков 1949 и 1969 гг.?

К сожалению, главная разница состоит в том, что 20 лет назад молодые физики были, а сейчас их почти нет. Говоря серьезно, вопрос об отсутствии молодых кадров — одна из самых серьезных проблем развития нашей лаборатории.

Расскажите, пожалуйста, какой-либо интересный случай из истории ЛЯП?

В 1953 г., сразу после реконструкции, было решено получить пучки пионов и мюонов, используя ярмо магнита ускорителя в качестве защиты. Сверление отверстий силами экспериментальных мастерских — довольно деликатная задача. И вот я заключил пари с Константином Алексеевичем Байчером, исходя из принципа, согласно которому, по моему убеждению, любое пари должно быть заключено: «Держи пари, чтобы реализовалось как раз то, чего тебе очень не хочется. Если же ты выиграешь — по крайней мере, выиграл пари». Я заключил пари, что отверстия будут просверлены неправильно, и был очень доволен, проиграв его. Что же касается Константина Алексеевича, то он был доволен вдвойне: сделал хорошую работу и выиграл пари...

* За коммунизм. 1970. 27 янв. (№ 7).

К. А. Байчер, начальник ПТО:

...Раньше мы были моложе на 20 лет. В 1949 г. в лаборатории было всего два-три кандидата наук, а сейчас есть академик, член-корреспондент, более десяти докторов и примерно 80 кандидатов наук. Раньше мастерская была очень маленькой, плохо освещенной, выполнялись мелкие заказы. Сейчас оснащенность хорошая. Мы можем выполнять любые технические заказы. Например, делали камеры, полуавтоматические пробники и другие сложные приборы. Изменилась в лучшую сторону и квалификация наших мастеров. В 1949 г. самым образованным считался человек, окончивший 7 классов, а сейчас 10 классов мало, есть техники, инженеры. В смысле материального обеспечения также сделан существенный шаг вперед. Теперь в каждой семье есть телевизор, в каждой четвертой — машины, мотоциклы...

Вспомните, пожалуйста, технически трудные работы, которые приходилось выполнять в мастерской?

Прежде всего руками наших рабочих и рабочих других подразделений ускоритель доведен до совершенства, работает, как часовой механизм. Для ремонта ускорителя сейчас требуется 2–3 дня, тогда как ранее нужно было 2–3 месяца.

Бесспорно, что мы выполняем очень много сложных в техническом отношении заданий. Трудно даже все назвать. Например, изготовление деталей к модели электронного ускорителя, мю-мезонный тракт, автоматический пробник №3 и многие, многие другие узлы и детали.

Каковы Ваши пожелания молодым рабочим?

Учиться, учиться и с хорошей теоретической подготовкой работать на производстве. Современная техника требует инженерных знаний, поэтому очень важно повышать техническую подготовку.

Расскажите, пожалуйста, о каком-нибудь интересном случае из жизни лаборатории?

Случаев, и трудных и смешных, было много. Они, как правило, объясняются нашим незнанием, неподготовленностью. Ранее мы не встречались с такими сложными «машинами», тогда они были для нас новой техникой. Расскажу о двух случаях. В камере нужен вакуум. Стенки камеры тщательно очистили, промыли спиртом. Начали качать — вакуума нет. Вскрыли камеру, и стало ясно — нарушила вакуум замасленная телогрейка...

Какой-то рабочий нес коллиматор, часть которого сделана из железа. Его притянуло магнитным полем к дуанту. Рабочий закричал. Вначале мы не поняли, в чем дело. Потом поняли и «освободили» пленника, сняв поле.

Главной трудностью было незнание вакуумных дел. Рабочие хорошо знали свое дело, но имели смутное представление о вакууме, магните. Мы учились тогда, продолжаем учиться и сейчас. И именно результатом квалифицированного труда рабочих является безукоризненная работа нашего синхроциклотрона. Замечу, что благодаря рабочей смекалке были выполнены, казалось бы, невозможные заказы. Например, был изготовлен «карман» весом три тонны.

Хочется отметить также, что нашему коллективу всегда помогали теперь уже известные ученые, такие как В. П. Джелепов, В. П. Дмитриевский, Б. И. Замолотчиков, В. И. Данилов, Е. И. Розанов и др.

А. А. Кропин, кандидат физико-математических наук:

Впервые я приехал в Дубну мартовским вечером 1949 г. В вечернем сумраке я даже не успел разглядеть ближайшую улицу. Но утро было незабываемым: осевший за ночь иней, покрывший пушистым платком сосны Парковой улицы, искрился в слабых лучах солнца. Эта картина навсегда покорила меня.

В то время в Дубне было всего несколько улиц: Центральная (ныне Жолио-Кюри), Школьная (ныне Советская), Парковая (ныне Векслера) и др. Сегодня «малая» Дубна превращается в современный город-спутник Москвы, однако это превращение не очень заметно, может быть, потому, что у нас любят и берегут лес. И теперь довольно часто весной можно наблюдать картины, подобные описанной выше, правда, уже из окон многоэтажных домов новой Дубны.

Конечно, сегодняшняя Лаборатория ядерных проблем существенно отличается от тогдашней. Весь штат лаборатории, включая все подсобные организации «города», был, вероятно, меньше современного штата самой малой лаборатории нашего Института. Теперь Лаборатория ядерных проблем — одна из передовых лабораторий, оснащенная современным оборудованием и приборами. Наш синхроциклотрон как был одним из первых по параметрам, так и остается непревзойденным. Однако меня, как и многих сотрудников лаборатории и Института, беспокоит его будущее. Институт может утратить имеющиеся преимущества нашего синхроциклотрона перед развивающимися ускорителями в других странах, если своевременно не произвести модернизацию синхроциклотрона.

В мастерских Института атомной энергии им. И. В. Курчатова в 1949 г. был изготовлен прибор для измерения магнитного поля синхроциклотрона. Это была трех- или четырехметровая «сигара», подвешенная на пружинах для транспортировки. Этот прибор отправили в Дубну, а сопровождал его руководитель сектора синхроциклотрона кандидат физико-математических наук В. С. Катышев. Он всю дорогу сам поддерживал прибор руками, чтобы предотвратить сильную встряску. Это было, как на фронте, — такой боевой дух во всем отличал большинство сотрудников нашей лаборатории тех лет.

Декабрьский вечер 1949 г. В большом зале синхроциклотрона несколько человек дежурного персонала и директор М. Г. Мещеряков. Последние минуты перед включением ионного источника. И вот он — первый этап начала работы ускорителя: горит дуга на крупнейшем синхроциклотроне. В журнале появляется первая запись: «№ 1! Впервые зажжен ионный источник синхроциклотрона».

Люди плотным кольцом окружают директора лаборатории М. Г. Мещерякова. Идет обсуждение мер по сохранению пучка ускорителя до конечных радиусов. Где-то в районе 137-го сантиметра пучок теряется. На экране осциллографа обнаружена «щербинка» на кривой частота–время, соответствующая этому радиусу. «Вот она, причина потери пучка, и с ней нужно

бороться. Такова наша ближайшая задача!» Это указание я услышал, когда, вернувшись с обеда, обошел вокруг ускорителя и увидел пробник, введенный до радиуса 137 см. Он-то и препятствовал дальнейшему ускорению...

«КАК МОЛОДЫ МЫ БЫЛИ...»

«Оглянись, незнакомый прохожий, мне твой взгляд неподкупный знаком...» И слова, и настроение этой песни-воспоминания удивительным образом резонировали с чувствами ветеранов лаборатории, собравшихся за круглым столом в мае 1999 г., чтобы вспомнить атмосферу первых дней запуска самого большого в мире ускорителя, первых экспериментов на нем, первых проб и ошибок, первых научных результатов... Во встрече участвовали В. П. Дмитриевский, Л. М. Онищенко, Ю. Н. Денисов, Н. Т. Грехов, В. В. Калинин, П. Т. Шишлянников, В. А. Богач, А. Т. Василенко, В. И. Смирнов, К. Я. Громов, В. Г. Калинин, В. А. Морозов, Ю. К. Акимов, В. Б. Флягин, Б. С. Неганов, А. А. Тяпкин, В. А. Жуков, О. В. Савченко, Л. М. Сороко, Ю. А. Батусов, А. Ф. Писарев, А. Т. Филиппов. Фрагменты воспоминаний ветеранов, записанных на магнитофонную пленку, публикуются в этом сборнике.

В. П. Дмитриевский: У меня работа начиналась еще в Москве, в Курчатовском институте, в 1948 г. Мы выясняли, работает или не работает принцип автофазировки. Соответственно, в Курчатовском институте был маленький циклотрончик, примерно 20-сантиметровый, на его основе был сделан фазотрон. Это была группа Мещерякова, в которую я пришел еще студентом. А здесь, в Дубне, я появился в том же 1948 г., здесь уже построили первый корпус, монтировался магнит, многое уже было сделано. Хорошо запомнился М. Г. Мещеряков. В это же время в Америке заработал 184-дюймовый фазотрон. Эти материалы уже были опубликованы. Но М. Г. считал: Беркли — это Беркли, а мы должны сами научиться. Ведь если что-то опубликовано, к примеру, в статье, это еще не значит, что это можно повторить.

Ю. Н. Денисов: Я приехал сюда в октябре 1950 г. на преддипломную практику. Ускоритель уже работал, и уже готовилась его реконструкция с 5 на 6 метров. Было очень интересное начало. Я попал в сектор М. Ф. Шульги, очень интеллигентного ленинградского ученого. В первый же день он поставил передо мной задачу — измерение магнитного поля при помощи ядерного магнитного резонанса. На этом я защитил дипломную работу, а потом кандидатскую и докторскую. Вот какие глубокие подходы были заложены в его понимании развития науки. Поэтому мои первые воспоминания — это встреча с такими людьми, звездами науки. И весь климат в городе, тогда это был не город, а маленький поселочек, был пронизан высоким интеллектом, и это, наверное, повлияло в конце концов на всю атмосферу в коллективе на долгие годы. Сначала в ГТЛ, а потом в ЛЯП. Так формировались и отношение к науке, и человеческие взаимоотношения в нашей лаборатории. Он, этот климат, и с самого начала был особый, и сохраняется до сих пор. Это очень заметно.

А. А. Тяпкин: Я приезжал сюда как командировочный — из института Курчатова, из Лаборатории № 2. Первый раз в 1949 г., перед дипломом, при-

вез меня М. С. Козодаев. Если создание ускорителя было всесоюзной стройкой и достижения были мирового масштаба (такого ускорителя с такой энергией нигде в мире не было, он был построен и запущен в короткий срок), то физика высоких энергий для всех была делом новым. Мы были, как котята, причем все. И наши руководители тоже. Но была атмосфера — свобода действия. И то, что выросли такие экспериментаторы, как Б. С. Неганов, — это могло быть только при такой атмосфере.

Б. С. Неганов: В первый же месяц, через год работы ускорителя, Мещеряков запрягал нас в камеру, там надо было выкладывать свинцовый π -мезонный канал, ставить эмульсии. Ну а потом мы начали первыми осваивать сцинтилляционные счетчики в Институте — штучная работа, первые изделия. Так началась сцинтилляционная техника, очень успешно научились измерять сечение. Вот Лев Маркович Сороко активно в этом участвовал. Надо было все подвесить, определить в абсолютных единицах и определить частицы, число актов, абсолютный ток ускорителя. Мы с Львом Марковичем делали измерения Фарадея, надо было учесть массу поправочек. Но то, что мы тогда закалибровали, за полвека никто не исправил. Точность, которая тогда была достигнута, думаю, и сейчас не лучше.

Самое интересное явление, в наблюдении и исследовании которого мне пришлось участвовать, — это обнаружение резонанса $3/2$ при исследовании рождения пионов в реакциях взаимодействий протонов с протонами. До реконструкции у нас был только намек на это явление, а после реконструкции, когда получили 660 событий, это уже было четко видно. А дальше — обратная реакция, предложение Лапидуса было реализовано. Это была яркая работа, предлагали оформить ее в виде открытия, но потом мы запустили это дело, и так все сошло.

Еще была почему-то у меня страсть к мезонам. Захотелось иметь хороший поляризованный пучок. О. В. Савченко был у меня еще студентом, и первые работы с мезонами мы с ним делали. Затем мы захотели сделать интенсивный вторичный мезонный пучок. Ну а следующий шаг — поляризованные мишени. Ускоритель, считалось, верх совершенства, а приборная техника отстает. И естественно. Надо было делать поляризованную мишень. Короче говоря, мои интересы в основном всегда были в технической области.

Л. М. Сороко: Впервые я приехал в Дубну 22 июня 1949 г., а в штате с 15 марта 1949 г., с того времени, когда все хозяйство Мещерякова было выделено из Лаборатории № 2 в самостоятельную организацию, впоследствии названную Гидротехнической лабораторией. Конечно, та физика, которая становилась здесь, в Дубне, имела предшествующую историю, и в этом плане, я считаю, главную роль сыграл М. Г. Мещеряков. А об «объекте» на Волге я услышал, когда был здесь на практике как дипломник в 1947 г. На преддипломной практике я оказался у Мещерякова, он поставил вопрос так: есть ускорительное дело, а есть физика. Я начал заниматься физикой. Это были серьезные исследования, которые группа Мещерякова проводила на ускорителе Неменова. Отличительная особенность Мещерякова: он не заставлял молодых сотрудников проходить стадию мытья пробирок. Если у тебя были идеи, ты был готов работать — он давал тебе самую трудную работу, но и спрашивал

соответствующим образом. Вот эта его особенность и послужила основой тому, что мы, физики, окончившие МИФИ, получили базовую подготовку для начала работ на ускорителе. Вторая компонента — это дисциплина, бдительность, ответственность и высокая организованность всех сотрудников. Нас, студентов, инструктировал в Лаборатории № 2 С. Т. Денисов. Он работал в первом отделе у Курчатова. «Если я увижу вот такой клочочек, то вам будет плохо, — повторите, что я вам сказал». Такую же строгую дисциплину он соблюдал, когда работал в Дубне. Это был один из факторов того, что порядок, ответственность в Лаборатории ядерных проблем были выше, чем в любой другой. Вот эти компоненты, как мне кажется, ключевые, а дальше уже пошла физика высоких энергий.

Н. Т. Грехов: Перед нашей службой была поставлена задача: во-первых, обеспечить секретность того, что здесь было построено; во-вторых, обеспечить секретность в отношении работников на данном объекте; в-третьих, обеспечить секретность того, что делается. И, конечно, жители ближайшей округи проявляли большой интерес к этому месту. Никакой информации, что здесь за объект, народ не узнал. Года через полтора окружающим стало известно, что вывозится продукция. Какая? Как? Раз в неделю на легковых автомобилях. Поскольку под усиленной охраной — значит, важная и секретная. Усиленно охранялась лаборатория. Заборы были обнесены колючей проволокой, установлены посты — часовой, рядом с ним собака. Было всего два случая проникновения через забор. Один «нарушитель» был убит, и не удалось узнать, зачем он пытался проникнуть (это оказался заяц-русак), второй перебрался через забор, но часовой его остановил. Это был человек, вернувшийся из заключения, он собирал милостыню, набрал большой мешок и, когда возвращался, заплутался...

Все люди, работавшие в лаборатории, были патриотами, преданными своей Родине. Все они буквально выполняли все правила и инструкции, которые возлагались на них по работе с секретными материалами. Они стороной обходили все заведения, связанные с выпивкой. Вот тут кто-то спросил, в честь чего это улица Инженерная так названа? В честь инженеров, которые построили наш ускоритель. Эта улица состояла из финских домиков, там жили специалисты строительно-монтажного управления, которые строили наш фазотрон. А там, где сейчас Дом торговли, была палатка деревянная — пивная, так наши ученые, инженеры и рабочие обходили ее стороной.

Ю. К. Акимов: Я диплом делал в Ленинграде, где начальником был человек с тремя звездочками, полковник КГБ. Меня там оставляли. Мол, раз попал к нам — то все. Квартиру давали. Но у нас было две кафедры — математика и электроника. И я написал письмо: пошлите меня куда угодно, но по электронике. И меня послали сюда. Когда я пытался узнать что-то об объекте Мещерякова, никто ничего не говорил. Это был март 1953 г., и кто-то мне сказал: «А знаешь, там собираются делать мезонную бомбу». Я не знал, куда попал, была ограда — первое и главное впечатление. Кто здесь тогда работал? Был Борис Степанович Неганов и Юрий Михайлович Казаринов, о котором мы здесь как-то забыли.

Интересный момент. Сюда был назначен заместитель по хозяйственной части Кузьмин. Борис Степанович Неганов всегда курил. Однажды мы с ним сидим в одной комнате. Кузьмин к нам приходит такой важный, при галстукке, и начал: «Тут беспорядок, тут беспорядок». Вдруг Б. С. говорит: «Не мешайте работать».

Б. С. Неганов: Да, но мне потом выговор был...

А. Т. Филиппов: Первый раз я приехал в Дубну с Тяпкиным, Синаевым и другими вместе с Козодаевым. Он нас агитировал здесь поработать. Добрались сюда, дело было на Пасху, дорога была плохая. Начали работать. Здесь у нас была камера Вильсона, магнита не было, он находился в институте Курчатова. Поставили мы ее сюда, чтобы использовать рассеянное магнитное поле ускорителя, фон был большой, работать было трудно, работу мы так и не сделали, но поработали хорошо. А в 1953 г. нас окончательно перевезли сюда. Конечно, первое время мы были недовольны тем, что нас, помимо нашей воли, буквально насильно, сюда направили. Наш коллектив использовал все доступные тогда средства — обращение к зам. министра, к министру, к Курчатovu, но нам сказали: «Не переедете добровольно, тогда...»

А. Т. Василенко: Пришел в лабораторию в 1954 г., уже ускоритель работал, приехал с Урала молодым специалистом, и буквально с первых шагов столкнулся с той особенностью атмосферы, о которой уже говорилось, — необычайная доброжелательность, взаимоподдержка и отсутствие прессинга. Вот приходит молодой специалист, еще необстрелянный, который ничего еще, по сути, не имеет, кроме диплома, в конструкторское бюро, и благословляет его Николай Иванович Фролов... А прием исключительный, как будто пришел в свою родную семью...

Что было, то было. Конструкторы всегда работали на физиков, взаимоотношения были исключительные, и не только с учеными, но и с производственниками, мастерскими. Было слово «надо». Никто никого не подгонял. Возможности были тогда ограниченные, оборудование простое, скромное. Но, тем не менее, делали очень тонкие и сложные вещи. Никогда вопрос так не ставился — не хватает того и того, наверное, не получится. Надо — значит, будем думать, искать решение. Думали все: конструкторы, ученые-физики. Думали рабочие. И создавали. Электронную модель ускорителя, который теоретически нельзя было сделать, — сделали.

Что было, то было. Так работали. Почему? Да потому, что была общая атмосфера важного дела. Искали решения, а когда их ищешь — они приходят, даже тогда, когда, казалось бы, сделать нельзя. Вот это я хотел бы особенно отметить. Начинали с простейших вещей — вертушка-подставка и т. д. А потом — более сложные вещи. Вывод пучка в ферромагнитный канал. Дальше больше, вплоть до того, что стали создаваться по сути промышленные установки: пропановая 200-литровая камера и другие полностью родились от идеи до воплощения. И, наконец, ускорители.

Наш коллектив жил интересной, замечательной жизнью. Вот я сейчас пенсионер, ушел, как говорится, в запас. Но у меня нет такого чувства, что я зря прожил свою жизнь. Наоборот, я считал, что всегда был на передовом

крае чего-то интересного, необычного. И есть полное удовлетворение, что жизнь прожита правильно.

В. И. Смирнов: У нас сейчас праздник — снова после долгого перерыва заработал ускоритель. К сожалению, есть дефекты. И меня поразило, что старые кадры, которые пришли на работу в 1950-е гг., все те же — например, электромонтер Александров, несмотря на ночное время, выходные, сидит часами, делает резервные блоки. У людей старой закалки сохранился тот задор, ответственность, которые были заложены в те давние годы. Вот это меня радует. Все службы, в том числе и энергетики, представляли одно целое. Мы не считались ни со временем, ни со своими личными интересами во время обслуживания этого уникального сооружения — ускорителя.

Н. Т. Грехов: На примере конструкторского бюро можно продемонстрировать доброту и терпимость, которые были присущи коллективу нашей лаборатории. Ни для кого не секрет, что начальник КБ Н. И. Фролов в последнее время не мог исполнять обязанности, его обязанности в полном объеме выполнял Алексей Тихонович Василенко, не являясь номинально начальником КБ. Никаких эксцессов не было.

О. В. Савченко: Что было необычного в то время? Какая-то неограниченная свобода поиска. Можно было выдвигать идеи, докладывать, их серьезно обсуждали: могли отвергнуть, могли принять. И если принимали, то обеспечивали ресурсами. Мне повезло с самых первых дней. На волне Атомного проекта возникли такие оазисы, как Дубна, где была максимальная свобода научного поиска. Это было необходимо, иначе ничего бы не получилось. И было хорошее финансирование. И у меня, и у моих коллег была уверенность, что мы занимаемся очень важным и нужным для страны, для науки делом.

Моя первая работа была сделана именно в такой атмосфере. Мне удалось сделать скintиллятор из нитей для люминесцентной камеры. В то время была очень важная проблема — треки частиц, причем с высоким пространственным и временным разрешением. При этом камера должна быть управляемой: она должна считать не все, а только то, что нужно физики. Я предложил и реализовал свою идею в течение года. Это камера объемом 2 литра, набранная из скintилляционных нитей длиной 20 см. Камера была создана, стала работать, но из-за режима секретности эту работу нельзя было напечатать. Надо сказать, что М. Г. Мещеряков считал эту конструкцию несерьезной. Но буквально через два месяца после семинара, на котором я докладывал об этой камере, в американском журнале появилась статья о создании в Америке точно такой же камеры. После этого отношение изменилось, но приоритет оказался у американцев. Это была запоминающаяся работа, хотя потом появились искровые камеры, пропорциональные, это было отодвинуто на долгие годы, но сейчас к этой идее опять возвращаются на новой основе. Поэтому у меня очень хорошие воспоминания о первых годах работы. Потом было много других методических разработок — изотропная разрядная камера, целый цикл физических измерений, но первая работа всегда незабываема.

П. Т. Шишлятников

И РАСЦВЕЛ ВОЛШЕБНЫМ ЦВЕТОМ ЯРКИХ ЛИЧНОСТЕЙ БУКЕТ *

О фазотроне

Этот ускоритель пережил три большие реконструкции, последняя модель — это вариация между мезонной фабрикой и классическим циклотроном. Все решения по этой машине готовились и принимались в отделе В. П. Дмитриевского, это ведь целая ускорительная школа. К сожалению, она сейчас не востребована, нет финансирования. Но именно школа Дмитриевского была мощным генератором новых выдающихся идей в области ускорительной техники: Б. И. Замолодчиков, А. А. Глазов, В. В. Кольга, сам В. П. Дмитриевский. Несмотря на большие трудности, Виталию Петровичу удалось осуществить пять проектов, пять ускорителей построено.

Какие решения, на мой взгляд, были судьбоносными для циклотрона? Для последней реконструкции мы подготовили проект РЦ — релятивистского циклотрона. Если бы он был осуществлен, мы бы имели мощность в 30 раз большую, чем сейчас. Экспертизу проводили под руководством В. И. Векслера. Он был высочайшего мнения о проработке этого проекта, мы даже сделали модель — доказали, что такой ускоритель можно сделать. Но параллельно мы подготовили и запасной вариант — установки «Ф», более дешевый. Вот он и был осуществлен. Мне кажется, что это произошло из-за того, что в то время Китай вышел из ОИЯИ и перестал платить взнос, а он был очень существенный. Сразу ухудшилось финансирование. Это первое. И второе: на ученых советах, НТС ЛЯП началась просто драка — делать или не делать РЦ. Были сторонники, но были и противники. Все-таки решили старое ломать, делать новое, но выбрали проект установки «Ф», который был намного дешевле. Здесь надо отметить большой вклад Б. И. Замолодчикова.

О В. П. Джелепове

О нем хочу сказать отдельно. Ему не надо было ни в какие эпохи перестраиваться. Он был сторонником истинной демократичности в управлении. Джелепов всегда воспринимал как естественную атмосферу споров, в которых рождается истина. Истина ведь когда рождается? Когда мы говорим то, что есть, а не то, что кто-то хочет услышать. У Джелепова всегда были замечательные заместители. Например, Лев Иосифович Лapidус — истинный интеллигент, при нем все подтягивались. Я работал лет двадцать в секторе Ю. Н. Денисова, он очень требовательный, четкий в работе человек, всегда приходил на работу раньше девяти часов. Не то что сейчас — пошел обедать и не вернулся. В ЛЯП у нас был особый климат взаимоотношений, к нам обычно переходили из других лабораторий, а чтобы от нас — никогда. Правда,

* Записала Н. С. Кавалерова. 1999 г.

ушла большая группа в Серпухов, но это совсем другое — там создавался новый ускоритель, специалистов не хватало. Ю. Д. Прокошкин, один из многочисленных учеников В. П., стал академиком, вырос в выдающегося ученого. Я хочу сказать, что атмосфера определялась временем и личностями. В. П. Желепов всегда всех приглашал на совещания: он считал, что все вопросы — комплексные, поэтому нельзя быть узко информированным. Любое совещание при Желепове превращалось в конференцию, школу. Причем он не давил, записи не велись, но когда решались принципиальные вопросы, протокол делали. У него были очень хорошие помощницы — Покровская Ирина, Флягина Дина (хотя она была секретарем Лapidуса). Разносов не было, но были требовательность и спрос, Желепов прекрасно помнил, кому и что поручал.

О себе

О себе говорить хорошее нескромно — пусть другие говорят, а говорить плохое — глупо. Свою роль вообще выпячивать не надо. Все, кто попал в лабораторию, получили отличную возможность себя проявить — у них счастливая судьба. Конечно, были разные люди — некоторые не сработались, или были у них какие-то претензии, но это дело личное. Мне кажется, что в другом месте я бы так себя не реализовал. Впрочем, все ускорительщики не имели специальной профессии, это были радисты, электрики, потому что физика и техника ускорителей — наука молодая, ей 50 лет. Я закончил Московский энергетический институт в 1959 г., сразу со студенческой скамьи пришел сюда, в отдел новых ускорителей, где и проработал 20 лет. Когда началась последняя реконструкция ускорителя (был синхроциклотрон, стал фазотрон), мне было поручено два направления. Освоить ускоритель непросто, и мне показалось логичным (поскольку я эти системы делал на этапе опытной эксплуатации) перейти работать на фазотрон, чтобы не натаскивать какого-нибудь молодого или нового специалиста. Перешел сюда, хотя работа в ОНУ была чище, спокойнее. Стал старшим научным сотрудником, через два-три года — главным инженером фазотрона. Слава Богу, пока держусь. Мне 66 лет, и по положению я должен перейти на полставки, но, вы знаете, зарплата невесть какая. У меня зарплата 1150 рублей, а если взять начальника смены, который руководит людьми, работает в ночь, — он 500 получает. Но даже если бы мне платили еще меньше, я бы все равно продолжал работать. Не все ведь живут ради живота; мы — фанаты, это наш образ жизни, я, наверное, умру, если где-то буду работать в другом месте и заниматься другим делом, я просто зачахну как человек, как личность.

О жизни

Когда вечером, часто и ночью, я возвращался в те годы домой, все аллеи были освещены не фонарями — светились окна корпусов: Институт работал круглосуточно, никто не считался с личным временем, не требовал отгулов, премий. И жены так же были воспитаны: надо — значит, надо, позвонит на работу, поинтересуется, как дела, как самочувствие — и полное

понимание. А сейчас идти с работы боязно: темень, бездомные голодные собаки, в окнах света нет, дорожки не освещены (экономия!)... Молодежь не особенно «горит» на работе, и это можно понять. Когда я приехал сюда молодым специалистом, то получал больше, чем получаю сейчас, через три месяца я уже имел комнату в коммуналке. А сейчас молодой человек должен купить жилье или жить в общежитии. А на какие деньги купишь? Если даже он будет получать тысячу, ему никогда не видать отдельной квартиры. А как создавать семью? Все молодые вынуждены зарабатывать на стороне, там они выкладываются, на это уходят силы, творческая энергия. Некоторые вообще меняют работу. Много ушло классных дозиметристов. Все это очень волнует, огорчает. Но делать нечего, нашему поколению надо держаться.

О поэзии

В лаборатории у меня репутация поэта. Как-то давно на одном из вечеров Венедикт Петрович, наверное, оговорившись (а может, решил пошутить) назвал меня великим русским поэтом. С тех пор так и пошло: чуть что — ко мне за стихами бегут, особенно по случаю юбилеев. Два года назад я подарил Желепову стихи по случаю его 85-летия — о тех, с кем ему пришлось работать в лаборатории долгие годы бок о бок. Так уж получилось, что моя судьба тоже связана с этими людьми, и в своих стихах я хотел выразить мое уважение к ним. Вот некоторые из них:

В. Г. Зинов:

Он из тех, кто на невзгоды
Наплюет, но сдюжит.
Если нет чего в природе —
Ей же будет хуже.

А. А. Тяпкин:

«Тяпкин» — пик не столь великий,
Кто бы что ни говорил.
Знать бы всем, какие пики
Он в науке покорил!

Н. А. Русакович:

Против всяких ожиданий
Он не портит дело.
Право, молодой да ранний,
Но не скороспелый.

В. П. Дмитриевский:

Что вас спутать очень просто,
Мы не видим в том ЧП:
Велики (не в плане роста),
Псевдоним один — В. П.

Ю. М. Казаринов:

Он был врагом рутинной скуки,
Он был романтиком в науке!

Б. И. Замолодчиков:

Споры, бдения, тревога
За РЦ и фазотрон.
Командиров было много,
А начштаба — только он!

В. А. Богач

ЭПИЗОДЫ ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ СИНХРОЦИКЛОТРОНА

Эпизод первый

Представьте себе картину: рядом с магнитом ускорителя в громадном зале стоят впритык несколько столов. За ними работает оперативный штаб стройки: зам. министра электропромышленности, проектировщики из ряда НИИ, разработавшие проект, главный инженер А. В. Честной, М. Г. Мещеряков и инженеры ГТЛ. Уже несколько недель все время обсуждается один вопрос: не удастся ли получить высокий вакуум в камере ускорителя, которая смонтирована тут же в зале вне полюсов магнита. То и дело выдвигаются и горячо обсуждаются различные предложения, но дело пока не движется.

В зал входит зам. директора по общим вопросам и, улучив момент, решает с директором какой-то вопрос, после чего прислушивается к горячей дискуссии о вакууме. Затем, ни слова не говоря, встает и выходит из зала. Через некоторое время он опять появляется у стола и присаживается на свободный стул. Как и раньше, на него никто не обращает внимания. Он спокойно сидит и, когда в дискуссии возникает пауза, солидно, как и положено начальнику, уверенно говорит: «Я принял надлежащие меры, и к вечеру вакуум будет». Недоумевающие взоры всех присутствующих обращаются к нему: откуда он может знать об этом?

Солидно кашлянув, начальник сообщает: «Я только что послал в Москву самого лучшего снабженца. Он все что угодно добудет и привезет к вечеру, не то что какой-то там вакуум». Все ошарашены. Затем раздается громовой хохот всех присутствующих.

Эпизод второй

Продолжается откачка камеры ускорителя. Она стоит в зале, вне магнита, и вокруг нее и по ней ходят люди. Благо, места много: размер крышки 6 × 6 метров. Один из руководителей монтажа стоит рядом с вакуумметром и недовольно комментирует поведение прибора. Второй руководитель ходит по крышке в халате и туфлях на микропорке и также неодобрительно высказывается о вакууме в камере, иногда и останавливаясь при этом.

И вдруг стоящий у вакуумметра замечает, что, когда собеседник на крышке остановился, стрелка вакуумметра показала улучшение вакуума, а как только тот поднял ногу, опять вакуум упал. «Не двигайся!» — закричал он изо всех сил. «А в чем дело?» — спросил человек на крышке и пошел к вакуумметру. «Стой, стой! — закричали и другие. — Ты течь заткнул своей подошвой, и вакуум улучшился!» Так была выявлена одна микротрещина в крышке вакуумной камеры.

Эпизод третий

Для синхроциклотрона был построен гигантский по тем временам магнит, вокруг которого создавалось в воздухе большое магнитное поле рассеяния. Это немудрено, так как при диаметре полюса шесть метров зазор между полюсами был около одного метра. Это представляло опасность втягивания ферромагнитных предметов в межполюсное пространство. Причем возникавшие силы иногда превышали силы человека, если железка была велика. И появлялась опасность серьезной травмы...

Однажды вблизи магнита стоял облаченный в полную брезентовую форму пожарный. На поясе сбоку у него висел топорик в чехле. В это время начали включать электропитание магнита, появилось магнитное поле — и топорик принял горизонтальное положение. Пожарный повернул голову и недоуменно посмотрел на топорик. Затем он ладонью нажал на конец топорика и опустил его вниз. Но как только он убрал руку, топорик опять вскочил. Пожарный мужественно повторил эксперимент несколько раз, затем повернулся и быстро, но без паники ушел из зала. По дороге он встретил свою землячку, работавшую уборщицей и наблюдавшую уже ранее, как ведра ползут к магниту, и они вместе решили, что в зале существует нечистая сила и ходить туда не стоит.

Эпизод четвертый

Через некоторое время выяснилось, что полюса магнита — северный сверху, а южный внизу — расположены неудачно. Надо было бы наоборот: южный вверху, северный внизу.

Сначала проблема показалась весьма серьезной. Первая мысль была: надо перевернуть магнит весом в 7000 тонн. А это гигантский труд, говорили физики. Когда о возникших проблемах узнали электрики, главный инженер А. В. Честной засмеялся и сказал, что достаточно пересоединить подходящие к магниту медные токопроводы, для чего лишь нужно сделать специальные шкафы переключения. Так и было сделано.

А когда в 1954 г. я поступил на работу в ГТЛ, то первое задание, которое получил, было спроектировать схему изменения полярности магнита путем переключения полярности обмотки возбуждения генератора. Что и было сделано. И с тех пор на ускорителе смена полярности производится поворотом одного ключа на пульте.

В. Б. Флягин

ЭТО МЕСТО НЕ БЫЛО ПУСТО *

Среди обыденной суеты быстротекущей жизни не замечаешь тех огромных изменений, которые накопились за 45 лет работы в Дубне. Для того чтобы понять всю грандиозность перемен, нужно отрешиться от повседневности и оглянуться назад. Привычка отмечать юбилейные даты, кажется, и существует именно для этого. И если оглянешься, то станет предельно ясно: ничего, почти ничего не осталось без изменений. Бывший поселок и деревня Ново-Иваньково стали единым городом. Гидротехническая лаборатория, куда впервые приехал, превратилась в ЛЯП ОИЯИ. Поразительно изменилась наша наука. Изменились берега Волги. Даже в небе зажигаются новые звезды. Разве что извечные законы сохранения, открытые еще великим Ломоносовым, да трели соловья в ближайшей роще остаются прежними...

Для меня Дубна началась в 1951 г., когда я и четыре моих товарища — И. Взоров, В. Зрелов, В. Сатаров, В. Сидоров — приехали сюда делать дипломные работы. Это было незабываемое время беспредельного энтузиазма. Мы включились в один из самых первых экспериментов на крупнейшем тогда в мире ускорителе — синхроциклотроне на энергию 500 МэВ.

Чтобы дух того времени был более понятен, давайте вернемся еще на несколько лет назад — к 1946 г. В том году независимо друг от друга произошло два неравноценных, но важных для нас события. Упомянутые пять молодых ребят, окончив Владимирский авиамеханический техникум, поступили на инженерно-физический факультет Московского механического института (ныне МИФИ). В том же году в августе правительством принимается решение о строительстве синхроциклотрона. Конечно, секретное. И всего через три года, в 1949 г., состоялся пуск этого ускорителя. Вдумайтесь только: ведь это же первые послевоенные годы, вся западная часть страны в руинах — и такие средства и силы государства вкладывались в развитие нашей науки. С позиции нынешнего дня все это кажется просто невероятным. Конечно, многие тяжелые работы выполнялись заключенными. И в Ново-Иванькове был соответствующий лагерь, о чем забывать нельзя. Но все же не этот фактор был решающим. Разработать и запустить уникальную базовую установку научного института — непростая задача. Для этого потребовался огромный труд целой когорты выдающихся ученых страны и их организационный талант, а также труд проектантов и инженеров необычного производства. Все это, естественно, не могло возникнуть на пустом месте. Опыт строительства циклотронов в стране к тому времени был, но это уже отдельная история.

Другой пример темпов строительства тех лет: в 1952 г. было решено увеличить энергию ускорителя до 680 МэВ — и всего через год уже начались эксперименты на новой рекордной энергии.

* Объединенному институту ядерных исследований — 40 лет: Сб. ст. Дубна: ОИЯИ, 1996. С. 359–363.

Несмотря на закрытость всех работ и экспериментальной программы, лабораторный семинар представлял из себя открытую научную дискуссию приезжавших из Москвы ученых и местного коллектива, включая и нас, дипломников. А какие это были удивительные встречи! Вот, например, список участников одного из семинаров 1950 г., ксерокопию которого когда-то любезно подарил мне Л. И. Лapidус: Курчатов, Семенов, Зельдович, Компанеец, Мещеряков, Смородинский, Ландау, Мигдал, Померанчук, Флеров, Казаринов, Головин, Григорьев, Петров, Алиханов, Селиванов, Сороко, Джелепов, Честной, Козодаев и другие, некоторые подписи неразборчивы, всего — 41 человек. Такие вот имена. Семинары вызывали неподдельный интерес и оживленные дискуссии, а теоретики выступали так, чтобы все собравшиеся понимали суть проблемы.

Все это вместе взятое не могло не зарядить нас, совсем еще зеленых, и гордостью за общие достижения, и желанием не пожалеть сил для успеха начатого дела... Но вернемся к нашим студентам в 1951 г.

Не знаю, по каким признакам нас поделили директор М. Г. Мещеряков и его зам В. П. Джелепов, но трое из нас стали работать у М. Г., как тогда все говорили, а я и В. Сатаров — в отделе В. П. Мне, считаю, здорово повезло: я немного увлекался электроникой и вот попал к Ю. М. Казаринову, имевшему образование радиопизика и, под руководством В. П. Джелепова, ставившему эксперименты с использованием электронных методов регистрации частиц в пучке нейтронов. Повезло и по многим другим причинам. Но главное — это преданность делу всех сотрудников лаборатории, работавших в то время, что совпадало и с моими понятиями о жизни. Просто нас всех так воспитали. Сейчас, во всяком случае, другие времена, отношение и к физике, и к научным кадрам совершенно другое, по крайней мере, в нашей стране. Мы стали балластом в бюджете России, попросту — никому не нужны, униженные и оскорбленные...

А тогда: «Ради этих результатов стоило строить ускоритель». Это я процитировал слова И. Я. Померанчука, известного всему миру российского теоретика, сказанные им после доклада Ю. М. Казаринова на семинаре о полученных им и В. П. Джелеповым новых данных об упругом рассеянии нейтронов на протонах. В такой команде стоило поработать.

Наверное, имеет смысл напомнить, каким искусством должен был обладать физик-экспериментатор, чтобы добыть те данные, о которых только что шла речь. Сейчас, например, фотоумножители используются практически в любой установке, работающей на ускорителе, а тогда их еще не было в природе. Работать же приходилось в тяжелейших фоновых условиях. Как же быть? Ю. М. Казаринов научился собирать и отлаживать своими руками пропорциональные счетчики с толщиной нити 5 мкм, широкополосные усилители к ним, быстрые схемы совпадений и создал ряд телескопов для регистрации заряженных частиц с рекордным временным разрешением 0,1 мкс (рекордным, конечно, для тех лет). Тут было чему поучиться студенту-дипломнику. Принципиально метод обучения, правда, был довольно прост: бросали «ребенка» в воду — если научится плавать, то выплывет. Я вроде бы выплыл, частично все-таки не без помощи Юрия Михайловича.

Результаты моей дипломной работы — измерение спектра нейтронов — вошли затем в самые первые научные публикации лаборатории, когда они были разрешены в 1955 г.

Эти первые шаги и несколько последующих лет уже после моего поступления на работу — одни из самых ярких моих жизненных впечатлений и «мои университеты».

В дальнейшем — на пороге создания ОИЯИ (1955–1958 гг.) — мне и моим товарищам В. Киселеву, К. Оганесяну и Р. Позе (в то время, в свою очередь, моему дипломнику) захотелось уточнить эти результаты, используя новую методику магнитного спектрометра. Это уже были в значительной степени самостоятельные эксперименты, как и исследования образования нейтральных мезонов нейтронами на различных ядрах. Самым трудным по постановке и потому хорошо запомнившимся опытом той поры был интереснейший эксперимент по проверке закона сохранения полного изотопспина при образовании дейтрона и нейтрального π -мезона при столкновении нейтрона с протоном. Так редко бывает, но в этом случае после обработки результатов измерений мы сразу же получили окончательные данные, в которые не потребовалось вносить никаких изменений. Делали эксперимент В. П. Джелепов, В. С. Киселев, К. О. Оганесян и автор этих строк.

Образование ОИЯИ, куда кроме нашей лаборатории вошла лаборатория ЭФЛАН со строящимся под руководством В. И. Векслера синхрофазотроном, для нас, рядовых сотрудников, прошло почти незаметно, да простят мне это все руководители и физики вошедших в Институт стран. Наверху был, конечно, большой шум, но наша жизнь почти не изменилась. Со временем изменения стали все более и более ощутимыми, а сейчас вся научная и финансовая политика ОИЯИ определяется и проводится в жизнь международным сообществом ученых и специалистов. Другая жизнь. Другие нравы. Но политика в науке не моя специальность, поэтому давайте поскорее вернемся в физическую среду.

Общая творческая атмосфера 1960-х определялась не только энтузиазмом ближайшего окружения физиков-экспериментаторов (Казаринов, Селиванов, Неганов, Сидоров, Зрелов, Тяпкин, Коренченко, Прокошкин и многие другие), но и постоянными обсуждениями с молодыми теоретиками (Биленький, Барбашов, Липидус, Рындин, Черников и др.), которые работали в том же здании и не были еще выделены в отдельную лабораторию.

Я благодарен судьбе, что встретил на своем жизненном пути двух замечательных людей: В. П. Джелепова и Б. Понтекорво. Первый научил меня двум важным вещам: не бояться трудностей и грамотно писать научные статьи. В самых крайних случаях я обращался (и все еще обращаюсь) к нему за советом, и В. П. никогда и ни в чем не отказывает. И, может быть, самое важное в нашем взаимодействии заключается в глубине понимания им того, что именно в каждый данный момент есть самое главное в нашем общем деле.

Бруно Понтекорво (он очень долго настаивал, чтобы его звали именно так, а не Бруно Максимович; только после многих лет работы он смирился с этой русской традицией), этот удивительнейший человек, сыграл в моей жизни очень важную роль своим примером отношения к нашей науке и к людям. Великолепный экспериментатор, он тонко чувствовал все нюансы самых по-

следних достижений теоретической мысли и сам сделал много теоретических работ мирового класса. В наше время это очень редкое сочетание. Он был поразительно прост и со всеми умел создавать иллюзию равенства во время любого разговора. Мы довольно часто встречались где-нибудь в коридоре или он приглашал зайти к нему, и я, как правило, узнавал от него самые последние физические новости. Именно он, пожалуй, и был той «затравочной массой», которая создавала атмосферу непринужденности и вечного поиска нового в нашей лаборатории. Мне бесконечно жаль, что нет его с нами.

Можно было бы много интересного вспомнить о дальнейшей жизни, но я написал только о том, что сейчас осталось в памяти не очень многих людей. И, быть может, не так уж и важно, что было потом. Мы видим, чем все это заканчивается. Культурный слой чистой науки в ОИЯИ, как и во всей России, истощается... Я допускаю, что, может быть, нет оснований для пессимизма и там, за горизонтом, еще невидимая мне, уже зажглась сверхновая звезда, звезда надежды.

1999 г.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ОТКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СИНХРОЦИКЛОТРОНЕ ЛАБОРАТОРИИ ЯДЕРНЫХ ПРОБЛЕМ ОИЯИ

1. *Ю. А. Батусов, С. А. Бунятов, В. М. Сидоров, В. А. Ярба (ОИЯИ).*
Явление двойной перезарядки π -мезонов.

Формула открытия: «Экспериментально установлено ранее неизвестное явление двойной перезарядки пи-мезонов, выражающееся в том, что при взаимодействии с атомным ядром положительный пи-мезон превращается в отрицательный или отрицательный пи-мезон превращается в положительный без образования дополнительных пи-мезонов».

Диплом № 77 (1970), приоритет от ноября 1963 г.

2. *Б. М. Понтекорво (ОИЯИ); Д. Ф. Зарецкий (ИАЭ им. И. В. Курчатова); М. Я. Балац, П. И. Лебедев, Ю. В. Обухов, Л. Н. Кондратьев (ИТЭФ, Москва); Л. Г. Ландсберг (ИФВЭ, Серпухов).*

Безрадиационные переходы в мезоатомах.

Формула открытия: «Установлено неизвестное ранее свойство мезоатомов передавать без излучения всю энергию перехода мезона ядру, когда она близка к разности энергий ядерных уровней».

Диплом № 100 (1971), приоритет от 17.06.1959.

3. *Ю. А. Батусов, С. А. Бунятов, В. М. Сидоров, В. А. Ярба (ОИЯИ); В. И. Гольданский (ИХФ АН СССР); Я. Б. Зельдович (ИПМ АН СССР); О. В. Ложкин, А. А. Римский-Корсаков (Радиевый институт им. В. Г. Хлопина АН СССР).*

Явление образования и распада сверхтяжелого гелия — гелия-8.

Формула открытия: «Установлено ранее неизвестное явление образования и бета-распада нуклоностабильного ядра с наибольшим известным отношением числа нейтронов к числу протонов $N/Z = 3$ на примере сверхтяжелого гелия — He^8 ».

Диплом № 119 (1972), приоритет от 22.10.1959.

4. *Я. Б. Зельдович (ИПМ АН СССР); С. С. Герштейн, А. Ф. Дунайцев, Ю. Д. Прокошкин, В. И. Рыкалин (ИФВЭ, Серпухов); В. И. Петрухин (ОИЯИ).*

Закон сохранения векторного тока адронов в слабых взаимодействиях элементарных частиц.

Формула открытия: «Установлен неизвестный ранее закон сохранения слабого векторного тока элементарных частиц — адронов, подтвержденный экспериментально».

обнаружением и измерением вероятности бета-распада положительно заряженного пи-мезона».

Диплом № 135 (1973), приоритет от 8.06.1955 — в части теоретического обоснования закона, от 12.04.1962 — в части экспериментального подтверждения закона.

5. *М. Я. Балац, А. И. Бабаев, Г. Г. Мясничева, Ю. В. Обухов, В. Г. Фирсов (ИТЭФ, Москва); В. С. Роганов (ОИЯИ).*

Явление существования мюония в конденсированных средах.

Формула открытия: «Экспериментально установлено неизвестное ранее явление существования атомарного мюония, впервые наблюдавшегося в конденсированных химически инертных средах по ларморовой прецессии системы спинов его триплетного состояния в поперечном магнитном поле».

Диплом № 61 (1975), приоритет от 3.11.1965.

6. *И. И. Гуревич, И. Г. Ивантер, Л. А. Макарына, Е. А. Мелешко, Б. А. Никольский, В. И. Селиванов, В. П. Смилга, Б. В. Соколов, В. Д. Шестаков, И. В. Яковлева (ИАЭ им. И. В. Курчатова); В. С. Роганов (ОИЯИ).*

Явление двухчастотной прецессии спина положительного мю-мезона в атоме мюония в магнитном поле.

Формула открытия: «Установлено неизвестное ранее явление двухчастотной прецессии спина положительного мю-мезона в атоме мюония, обусловленное контактным взаимодействием магнитных моментов положительного мю-мезона и электрона мюония в слабом поперечном магнитном поле».

Диплом № 162 (1975), приоритет от 1.05.1969.

7. *С. С. Герштейн, А. Ф. Дунайцев, Ю. Д. Прокошкин, В. И. Рыкалин (ИФВЭ, Серпухов); В. И. Петрухин, Л. И. Пономарев (ОИЯИ).*

Явление захвата отрицательно заряженных пионов ядрами химически связанного водорода.

Формула открытия: «Установлено неизвестное ранее явление захвата отрицательно заряженных пи-мезонов ядрами химически связанного водорода с предварительным образованием возбужденных мезомолекулярных комплексов, определяющих интенсивность ядерного захвата мезонов».

Диплом № 164 (1975), приоритет от 4.04.1962.

8. *В. В. Балашов, Н. М. Кабачник (НИИЯФ МГУ им. М. В. Ломоносова); В. Б. Беляев, И. Войтковская, В. С. Евсеев, Т. Козловский, В. С. Роганов, Р. А. Эрамжян (ОИЯИ).*

Явление резонансного поглощения отрицательных мюонов атомными ядрами.

Формула открытия: «Установлено неизвестное ранее явление резонансного поглощения отрицательных мюонов атомными ядрами, заключающееся в том, что при поглощении отрицательных мюонов происходит коллективное возбуждение атомных ядер».

Диплом № 173 (1976), приоритет от 22.10.1963 — в части теоретического доказательства, от 8.10.1968 — в части экспериментального подтверждения.

9. *В. Г. Зинов, А. Д. Конин (ОИЯИ); А. И. Мухин (ИФВЭ, Серпухов).*

Явление изменения относительной интенсивности рентгеновских линий К-серии мю-мезоатома.

Формула открытия: «Экспериментально установлено неизвестное ранее явление изменения относительной интенсивности рентгеновских линий К-серии мю-мезо-

атома, обусловленное захватом мюонов на молекулярные уровни при вступлении химического элемента в реакцию».

Диплом № 201 (1978), приоритет от 1.03.1965.

10. *Л. С. Ажгирей, И. К. Взоров, В. П. Зрелов, М. Г. Мещеряков, Б. С. Неганов, А. Ф. Шабудин (ОИЯИ).*

Явление прямого выбивания дейтронов из атомных ядер нуклонами высоких энергий.

Формула открытия: «Экспериментально установлено неизвестное ранее явление прямого выбивания дейтронов из атомных ядер нуклонами высоких энергий, обусловленное тем, что при облучении атомных ядер нуклонами высоких энергий, например, протонами, происходит квазиупругое рассеяние налетающих нуклонов на дейтронных группах в ядрах, приводящее к испусканию дейтронов с импульсами, отвечающими кинематике упругого рассеяния нуклонов на свободных дейтронах».

Диплом № 221 (1979), приоритет от 1.07.1957.

11. *И. И. Гуревич, Б. А. Никольский, В. И. Селиванов, В. А. Суетин (ИАЭ им. И. В. Курчатова); В. Г. Гребинник, В. А. Жуков (ОИЯИ).*

Явление квантовой некогерентной диффузии положительных мю-мезонов в твердом веществе.

Формула открытия: «Экспериментально установлено неизвестное ранее явление квантовой некогерентной диффузии положительных мю-мезонов в твердом теле, обусловленное их проникновением сквозь потенциальный барьер между эквивалентными положениями в кристаллической решетке».

Диплом № 268 (1982), приоритет от 18.04.1972.

12. *В. П. Дзелепов (ОИЯИ), Э. А. Весман (Ун-т, Тарту), С. С. Герштейн (ИФВЭ, Серпухов), П. Ф. Ермолов (МГУ им. М. В. Ломоносова), В. В. Фильченков (ОИЯИ).*

Закономерность резонансного образования мюонных молекул дейтерия.

Формула открытия: «Установлена неизвестная ранее закономерность резонансного образования мюонных молекул дейтерия, заключающаяся в значительном увеличении скорости образования этих молекул в газообразном дейтерии при повышении температуры, обусловленная существованием в мюонной молекуле дейтерия слабо-связанного колебательно-вращательного уровня».

Диплом № 349 (1988), приоритет от 23.12.1965.

ОРГАНИЗАЦИИ И ИХ СОКРАЩЕННЫЕ НАИМЕНОВАНИЯ, ПРИВЕДЕННЫЕ В КНИГЕ

АН СССР — Академия наук СССР

АН УССР — Академия наук УССР

ГЕОХИ АН СССР — Институт геохимии и аналитической химии, ныне им. В. И. Вернадского

ГИРЕДМЕТ — Государственный институт редкометаллической промышленности

Главпромстрой МВД СССР — строительный трест № 1 МВД СССР

ГСПИ-11 — Государственный союзный проектный институт № 11

ГТЛ АН — Гидротехническая лаборатория АН СССР

Завод «Электросила» Министерства электропромышленности

- Завод № 496 Министерства электропромышленности
Завод № 678 Министерства промышленности средств связи
ИБФ — Институт биофизики Академии медицинских наук СССР
ИОНХ — Институт общей и неорганической химии АН СССР
ИФВЭ — Институт физики высоких энергий
ИФП — Институт физических проблем АН СССР, ныне им. П. Л. Капицы
ИХФ АН СССР — Институт химической физики АН СССР
ИЯП АН СССР — Институт ядерных проблем АН СССР
КБ-11 — Конструкторское бюро № 11, ныне Российский Федеральный ядерный центр Всероссийский Научно-исследовательский институт экспериментальной физики (РФЯЦ ВНИИЭФ)
Лаборатория № 1 Физико-технического института АН УССР
Лаборатория № 2, ЛИП — Лаборатория измерительных приборов АН СССР, ныне Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
Лаборатория № 3, впоследствии Теплотехническая лаборатория (ТТЛ) АН СССР, ныне Государственный научный центр Российской Федерации «Институт теоретической и экспериментальной физики» (ГНЦ РФ ИТЭФ)
Лаборатория «В», ныне Государственный научный центр Российской Федерации Физико-энергетический институт им. А. И. Лейпунского (ГНЦ РФ ФЭИ)
Лаборатория № 11 Физического института АН СССР
МАП — Министерство авиационной промышленности
МВД — Министерство внутренних дел СССР
МПС — Министерство путей сообщения СССР
МПСС — Министерство промышленности средств связи
МСП — Министерство судостроительной промышленности СССР
МТМ — Министерство тяжелого машиностроения СССР
Министерство финансов СССР
Министерство электропромышленности СССР
Министерство электростанций СССР
НИИ-9 — Научно-исследовательский институт № 9, ныне Всероссийский научно-исследовательский институт неорганических материалов им. академика А. А. Бочвара (ВНИИНМ)
НИИ-160 Министерства промышленности средств связи
ОИЯИ — Объединенный институт ядерных исследований
Особое конструкторское бюро завода «Электросила» Министерства электропромышленности
ПГУ, Главгорстрой — Первое главное управление при СМ СССР
РАЛАН, МРТИ — Радиотехническая лаборатория АН СССР, впоследствии Московский радиотехнический институт
РИАН — Радиевый институт им. В. Г. Хлопина АН СССР
СК — Специальный комитет при СНК СССР (СМ СССР)
СНК СССР (СМ СССР) — Совет народных комиссаров (Совет Министров СССР)
Специальное управление № 1 Министерства электропромышленности
Управление строительства № 833 МВД СССР
ФИАИ — Физический институт АН СССР
Физический факультет МГУ им. М. В. Ломоносова
ХФТИ — Харьковский физико-технический институт, ныне Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»
Центральная электровакуумная лаборатория

СПЕЦИАЛИСТЫ, УПОМИНАЕМЫЕ В КНИГЕ*

- Ажгирей Л. С. — научный сотрудник ОИЯИ
Акимов Ю. К. — научный сотрудник ОИЯИ
Александров А. П. — зам. директора ЛИП АН СССР
Александров А. С. — начальник 2-го Управления ПГУ
Александров Н. С. — главный инженер проекта установки «М» (ГСПИ-11)
Алексенко Г. В. — зам. министра электропромышленности СССР
Алимарин И. П. — профессор Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского
Алиханов А. И. — директор Лаборатории № 3, впоследствии директор Тепло-технической лаборатории (ТТЛ)
Алферов В. И. — зам. главного конструктора КБ-11
Антропов П. Я. — начальник Второго главного управления при СМ СССР, зам. начальника ПГУ
Арцимович Л. А. — зам. директора ЛИП АН СССР
Бабаев А. И. — научный сотрудник ИТЭФ
Бабкин А. Н. — уполномоченный СМ СССР при ИФП АН СССР
Байчер К. А. — сотрудник ОИЯИ
Балац М. Я. — научный сотрудник ИТЭФ
Балашов В. В. — научный сотрудник НИИЯФ МГУ им. М. В. Ломоносова
Балдин А. М. — научный сотрудник ФИАН, впоследствии директор Лаборатории высоких энергий ОИЯИ
Баранова Т. В. — сотрудник ГЕОХИ
Барбашов Б. М. — научный сотрудник ОИЯИ
Барчугов В. В. — сотрудник ГТЛ
Баскаков Н. С. — уполномоченный СМ СССР при комбинате № 7 ПГУ
Батусов Ю. А. — научный сотрудник ОИЯИ
Батюня В. В. — сотрудник ГТЛ
Беленький С. З. — научный сотрудник ФИАН
Беловицкий Г. Е. — сотрудник ФИАН
Беляев В. Б. — научный сотрудник ОИЯИ
Берестецкий В. Б. — научный сотрудник Лаборатории № 3
Берия Л. П. — руководитель Специального комитета (Спецкомитета) при СНК СССР (СМ СССР)
Биленький С. М. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Блохинцев Д. И. — директор Лаборатории «В», впоследствии директор ОИЯИ
Богач В. А. — сотрудник Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ
Богачев Н. П. — сотрудник ГТЛ
Борисов Н. А. — зам. председателя Госплана СССР, зам. начальника ПГУ
Бочвар А. А. — начальник отделения НИИ-9, впоследствии директор ВНИИНМ
Бочкарев В. В. — научный сотрудник ИБФ
Брагина А. А. — сотрудник ГЕОХИ

* Здесь не приводятся фамилии немецких специалистов, список которых см. в приложении к письму И. И. Новикова, с. 183–184.

- Будагов Ю. А. — научный сотрудник ОИЯИ
Будкер Г. И. — научный сотрудник ЛИП АН СССР, впоследствии директор
Института ядерной физики Сибирского отделения АН СССР
Бунятов С. А. — научный сотрудник ОИЯИ
Вавилов С. И. — президент АН СССР, директор ФИАН
Вакулов П. Е. — научный сотрудник ФИАН
Вальтер А. К. — зам. директора Лаборатории № 1 ФТИ АН УССР
Ванников Б. Л. — руководитель Первого главного управления (ПГУ) при
СНК СССР (СМ СССР)
Василенко А. Т. — сотрудник ОИЯИ
Васин А. И. — сотрудник Спецкомитета
Вахрамеев А. Г. — сотрудник ОИЯИ
Векслер В. И. — зам. руководителя Лаборатории № 11 ФИАН, впоследствии
директор Лаборатории высоких энергий ОИЯИ
Векшинский С. А. — руководитель Центральной электровакуумной лабора-
тории
Вернов С. Н. — научный сотрудник ФИАН
Весман Э. А. — научный сотрудник Тартуского университета
Взоров И. К. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Виноградов А. П. — директор Института геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского (ГЕОХИ) АН СССР
Владимирский В. В. — зам. директора ТТЛ АН СССР
Вознесенский Н. А. — председатель Госплана СССР
Войтковская И. — научный сотрудник ОИЯИ
Волгин Н. Н. — зам. начальника Главпромстроя МВД СССР
Волкова — сотрудник ИБФ
Володин Н. В. — зам. начальника ГТЛ по административно-хозяйственной
части и строительству
Воробьев Е. Д. — научный сотрудник ЛИП АН СССР
Гейликман Б. Т. — научный сотрудник ЛИП АН СССР
Георгиевский П. К. — зам. начальника Главпромстроя МВД СССР
Герштейн С. С. — научный сотрудник ИФВЭ
Глазов А. А. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Говоров А. М. — аспирант Харьковского государственного университета,
впоследствии научный сотрудник ОИЯИ
Головин Б. М. — научный сотрудник ГТЛ
Головин И. Н. — руководитель сектора А-3 ЛИП АН СССР
Гольданский В. И. — научный сотрудник ИХФ АН СССР
Гончаров Г. А. — научный сотрудник КБ-11 (ныне РФЯЦ ВНИИЭФ)
Гребинник В. Г. — научный сотрудник ОИЯИ
Грехов Н. Т. — начальник 1-го отдела ОИЯИ
Григорьев Е. Л. — научный сотрудник ГТЛ
Громов К. Я. — научный сотрудник ОИЯИ
Гуревич И. И. — руководитель сектора К-10 ЛИП АН СССР
Гусак Л. А. — научный сотрудник ИХФ
Гутов А. И. — директор ГСПИ-11
Давиденко В. А. — научный сотрудник КБ-11, впоследствии Лаборатории № 2

- Данилов В. И. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Денисов Ю. Н. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Джелепов В. П. — зам. начальника установки «М», впоследствии директор
Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ
Дмитриевский В. П. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Добротин Н. А. — зам. директора ФИАН
Доллежалъ Н. А. — директор НИИХиммаш
Дунайцев А. Ф. — научный сотрудник ИФВЭ
Евсеев В. С. — научный сотрудник ОИЯИ
Емельянов В. С. — зам. руководителя ПГУ
Еремин Г. И. — сотрудник НТС ПГУ
Ермолов П. Ф. — научный сотрудник физического факультета МГУ
им. М. В. Ломоносова
Ефремов Д. В. — начальник Особого конструкторского бюро завода «Элек-
тросила» Министерства электропромышленности СССР
Жданов А. П. — научный сотрудник РИАН
Железцов Н. А. — старший научный сотрудник Горьковского государствен-
ного университета, впоследствии научный сотрудник ОИЯИ
Жимерин Д. Г. — министр электростанций СССР
Жуков В. А. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Завенягин А. П. — зам. начальника ПГУ
Завойский Е. К. — научный сотрудник ЛИП АН СССР
Замолодчиков Б. И. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Заплатин Н. Л. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Зарецкий Д. Ф. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Зацепин Г. Т. — научный сотрудник ФИАН
Зельдович Я. Б. — зав. теоретическим сектором КБ-11, впоследствии науч-
ный сотрудник Института прикладной математики АН СССР
Зернов П. М. — директор КБ-11
Зинов В. Г. — научный сотрудник ОИЯИ
Зрелов В. П. — научный сотрудник ОИЯИ
Зубович И. Г. — министр промышленности средств связи СССР
Иванова В. Ф. — сотрудник ГЕОХИ
Ивантер И. Г. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Игнатенко А. Е. — сотрудник ГТЛ
Иоффе А. Ф. — директор ЛФТИ
Иоффе Б. Л. — научный сотрудник Лаборатории № 3
Исаев Б. М. — сотрудник ИБФ
Кабанов И. Г. — министр электропромышленности СССР
Кабачник Н. М. — научный сотрудник НИИЯФ МГУ им. М. В. Ломоносова
Казаков Н. С. — министр тяжелого машиностроения СССР
Казаринов Ю. М. — научный сотрудник ГТЛ
Калашников С. Г. — профессор физического факультета МГУ им. М. В. Ломо-
носова
Калинин В. Ф. — ученый секретарь Секции № 1 НТС ПГУ
Каляева П. В. — научный сотрудник ИБФ
Кандарицкий В. С. — зам. начальника ПГУ

- Карпов В. А. — директор завода № 678
Катышев В. С. — сотрудник ГТЛ
Кафтанов С. В. — министр высшего образования СССР
Кикоин И. К. — зам. директора ЛИП АН СССР
Кляцкин И. К. — начальник теоретического отдела Лаборатории № 11 ФИАН
Ковальский А. А. — научный сотрудник ИХФ АН СССР
Козлинский В. А. — ученый секретарь Секции № 3 НТС ПГУ
Козловский Т. — научный сотрудник ОИЯИ
Козодаев М. С. — первый зам. начальника ГТЛ
Комар А. П. — научный сотрудник ЛФТИ, впоследствии директор ЛФТИ
Комар Е. Г. — главный конструктор завода «Электросила», впоследствии директор НИИЭФА
Комаровский А. Н. — начальник Главпромстроя МВД СССР
Кондратьев В. Н. — научный сотрудник ИХФ АН СССР
Кондратьев Л. Н. — научный сотрудник Лаборатории № 3
Конин А. Д. — научный сотрудник ОИЯИ
Коробков Н. И. — зам. заведующего секретариатом Спецкомитета
Крестников — научный сотрудник ТТЛ
Кропин А. А. — сотрудник ГТЛ, затем научный сотрудник ОИЯИ
Круглов С. Н. — министр внутренних дел СССР
Кузьмин А. Н. — министр металлургической промышленности СССР
Курчатов Б. В. — начальник лаборатории ЛИП АН СССР
Курчатов И. В. — директор Лаборатории № 2, впоследствии директор ЛИП АН СССР, директор Института атомной энергии
Курчатова Л. Н. — научный сотрудник ЛИП АН СССР
Кучер А. М. — научный сотрудник ОИЯИ
Лаврухина А. К. — сотрудник ГЕОХИ
Ландау Л. Д. — заведующий теоретическим отделом ИФП АН СССР
Ландсберг Л. С. — научный сотрудник ИФВЭ
Лapidус Л. И. — научный сотрудник ОИЯИ
Лебедев — сотрудник ТТЛ
Лебедев П. И. — научный сотрудник ИТЭФ
Левич В. Г. — сотрудник НТС ПГУ
Лейпунский А. И. — зам. директора Лаборатории «В»
Лепилов А. П. — начальник управления строительства № 833 МВД СССР
Ложкин О. В. — научный сотрудник РИАН
Лоуренс Э. О. — американский физик
Лубан И. С. — научный сотрудник ИБФ
Лукирский П. И. — научный сотрудник РИАН
Лупандин О. С. — сотрудник ПГУ
Лямкин Г. М. — сотрудник ПГУ
Макарьина Л. А. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Маленков Г. М. — секретарь ЦК ВКП(б)
Мальшев В. А. — зам. начальника ПГУ
Мальшев И. Ф. — сотрудник ОКБ завода «Электросила»
Марков М. А. — научный сотрудник ФИАН
Матвеев В. А. — директор ОИЯИ

- Махнев В. А. — секретарь Спецкомитета
Мелешко Е. А. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Мехедов В. Н. — научный сотрудник ЛИП АН СССР
Мешик П. Я. — зам. начальника ПГУ
Мещеряков К. Н. — начальник специального управления № 1 Министерства
электропромышленности
Мещеряков М. Г. — зам. начальника Лаборатории № 2 АН СССР и научный
руководитель установки «М», начальник ГТЛ
Мигдал А. Б. — руководитель сектора К-10 Лаборатории № 2
Миллер В. В. — научный сотрудник ИХФ
Миллионщиков М. Д. — зам. директора Лаборатории № 2
Минервина — сотрудник ТТЛ
Минц А. Л. — руководитель отдела радиоаппаратуры ЛИП АН СССР, впо-
следствии Радиотехнической лаборатории АН СССР, директор МРТИ
Мирзаханов П. А. — зам. министра вооружения СССР
Моносзон Н. А. — инженер Особого конструкторского бюро при заводе
«Электросила»
Мурин А. Н. — научный сотрудник РИАН
Мухин А. И. — научный сотрудник ИФВЭ
Мухина В. Б. — сотрудник ГТЛ
Мясищева Г. Г. — научный сотрудник ИТЭФ
Назарбеков — начальник треста «Центроэлектромонтаж» Министерства
электропромышленности СССР
Невяжский И. Х. — сотрудник РАЛАН
Неганов Б. С. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Неменов Л. М. — руководитель Бюро механических измерений ЛИП АН
СССР
Нестерова Н. М. — сотрудник ФИАН
Никитин Б. А. — зам. директора Радиевого института АН СССР
Никитин С. Я. — научный сотрудник Лаборатории № 3
Никольский Б. А. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Новиков И. И. — начальник отдела ПГУ
Новикова — сотрудник ТТЛ
Обухов Ю. В. — научный сотрудник ИТЭФ
Онищенко Л. М. — научный сотрудник ОИЯИ
Осипенков В. Т. — сотрудник ГТЛ
Павленко И. Г. — уполномоченный СМ СССР при ХФТИ
Павлов Н. И. — уполномоченный СМ СССР при Лаборатории № 2
Павлоцкая Ф. И. — сотрудник ГЕОХИ
Палладин А. В. — президент Академии наук УССР
Паршин П. И. — министр машиностроения и приборостроения СССР
Первухин М. Г. — зам. начальника ПГУ
Перфилов Н. А. — начальник отдела РИАН
Першин — сотрудник ТТЛ
Петржак К. А. — научный сотрудник РИАН
Петров Н. И. — сотрудник ГТЛ
Петросьянц А. М. — зам. начальника ПГУ

- Петрухин В. И. — научный сотрудник ОИЯИ
Пискарев Е. В. — научный сотрудник ГТЛ
Плахов А. Г. — сотрудник ЛИП АН СССР
Погребов И. С. — сотрудник ОИЯИ
Подгорецкий М. И. — научный сотрудник ФИАН, затем научный сотрудник ОИЯИ
Поздняков Б. С. — ученый секретарь НТС ПГУ
Поляков Б. И. — научный сотрудник РАЛАН
Помазнев М. Т. — управляющий делами СМ СССР
Померанчук И. Я. — заведующий теоретическим отделом Лаборатории № 3
Пономарев Л. И. — научный сотрудник ОИЯИ
Понтекорво Б. М. — научный сотрудник ОИЯИ
Попов Н. Л. — начальник ЦКБ-70 Наркомата (Министерства) электропромышленности СССР
Прокошкин Ю. Д. — научный сотрудник ГТЛ, ОИЯИ, впоследствии ИФВЭ
Пронин А. А. — научный сотрудник ГТЛ
Путен Н. Я. — научный сотрудник ИХФ
Пчелин П. Н. — научный сотрудник ИБФ
Райзер — министр строительства предприятий тяжелой индустрии СССР
Реут А. А. — научный сотрудник ГТЛ
Рик Г. Р. — научный сотрудник РИАН
Римский-Корсаков А. А. — научный сотрудник РИАН
Роганов В. С. — научный сотрудник ОИЯИ
Романова Т. А. — сотрудник ФИАН
Рудик А. П. — научный сотрудник Лаборатории № 3
Рыкалин В. И. — научный сотрудник ИФВЭ
Рынди́н Р. М. — научный сотрудник ИЯП, затем ОИЯИ
Сабуров М. З. — зам. Председателя СМ СССР
Савченко О. В. — научный сотрудник ОИЯИ
Савенков А. Л. — сотрудник ГТЛ
Сажин Н. П. — директор ГИРЕДМЕТа
Сазыкин Н. С. — сотрудник Спецкомитета
Самойлович Д. Я. — сотрудник ГТЛ
Сауков А. И. — научный сотрудник ОИЯИ
Сахаров А. Д. — заведующий теоретическим сектором КБ-11
Селектор — сотрудник ГТЛ
Селиванов В. И. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Селиванов Г. И. — научный сотрудник ГТЛ
Семенов Н. Н. — директор ИХФ АН СССР
Сидоров В. М. — научный сотрудник ОИЯИ
Сизов В. П. — сотрудник Спецкомитета
Сиксин В. С. — научный сотрудник ХФТИ АН УССР, впоследствии ОИЯИ
Синаев А. Н. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Синельников К. Д. — директор Лаборатории № 1 ФТИ АН УССР, впоследствии директор ХФТИ АН УССР
Скобельцын Д. В. — руководитель Лаборатории № 11 ФИАН, впоследствии директор ФИАН

- Скоров Д. В. — сотрудник научного отдела ПГУ
Славский Е. П. — зам. руководителя ПГУ, впоследствии министр среднего машиностроения СССР
Смилга В. П. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Сморodinский Я. А. — руководитель сектора Д-8 ЛИП АН СССР
Соболев С. Л. — зам. директора ЛИП АН СССР
Соколов А. А. — профессор физфака МГУ
Соколов Б. В. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Соколов И. И. — сотрудник НТС ПГУ
Соколов Ю. Л. — сотрудник ЛИП АН СССР
Соловьев В. Г. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Соловьева Л. П. — научный сотрудник ГТЛ
Сороко Л. М. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Сталин И. В. — Председатель Совета Министров СССР
Старик И. Е. — зам. директора РИАН
Столяров Г. А. — научный сотрудник ЛИП АН СССР
Судоплатов П. А. — сотрудник Спецкомитета
Суетин В. А. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Сухов Л. В. — сотрудник ФИАН
Такибаев И. — сотрудник ФИАН
Тамм И. Е. — заведующий теоретическим отделом ФИАН
Тананаев И. В. — профессор ИОНХ
Тараканов К. И. — сотрудник ГТЛ
Таранов — научный сотрудник ХФТИ
Тарумов В. В. — научный сотрудник ИХФ
Тевосян И. Т. — министр металлургической промышленности СССР
Терлецкий Я. П. — сотрудник Бюро № 2 Спецкомитета, профессор физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова
Тимошкин — сотрудник ГТЛ
Титов Г. К. — сотрудник РАЛАН
Томилина Т. Н. — сотрудник ГТЛ
Торопов Г. П. — научный сотрудник ИБФ
Третьякова М. И. — сотрудник ФИАН
Тутуров Ю. Ф. — сотрудник ГТЛ
Тяпкин А. А. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Филиппов А. Т. — сотрудник ОИЯИ
Фильченков В. В. — научный сотрудник ОИЯИ
Фирсов В. Г. — научный сотрудник ИТЭФ
Флеров Г. Н. — научный сотрудник КБ-11, впоследствии директор Лаборатории ядерных реакций ОИЯИ
Флоров В. А. — зам. министра цветной металлургии СССР
Флягин В. Б. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Фок В. А. — академик
Франк Г. М. — директор Института биофизики АМН
Франк И. М. — заведующий лабораторией ФИАН, впоследствии директор Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ
Фрумкин А. Н. — директор Института физической химии АН СССР

Харитон Ю. Б. — главный конструктор КБ-11
Хлопин В. Г. — директор РИАН
Чадаев Я. Е. — управляющий делами СМ СССР
Черенков П. А. — научный сотрудник ФИАН
Черепнев А. А. — зам. начальника Первого управления Госплана СССР
Черников Н. А. — научный сотрудник ГТЛ, затем ОИЯИ
Честной А. В. — зам. начальника и главный инженер ГТЛ
Чудаков А. Е. — научный сотрудник ФИАН
Шабудин А. Ф. — научный сотрудник ОИЯИ
Шальнов — сотрудник ИБФ
Шебанов — сотрудник ГТЛ
Шевченко В. Б. — директор НИИ-9
Шестаков В. Д. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Шишлянников П. Т. — научный сотрудник ОИЯИ
Шульга М. Ф. — сотрудник ГТЛ
Щелкин К. И. — зам. главного конструктора КБ-11
Эрамжян Р. А. — научный сотрудник ОИЯИ
Юров С. Н. — сотрудник ГТЛ
Яковлев Ю. В. — сотрудник ГЕОХИ
Яковлева И. В. — научный сотрудник ИАЭ им. И. В. Курчатова
Ярба В. А. — научный сотрудник ОИЯИ

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Создание крупного физического прибора, каким являлся синхроциклотрон Гидротехнической лаборатории АН СССР, для исследований в области ядерной физики — выдающееся достижение отечественной науки, имевшее, помимо большого научного, важное государственное значение. Разработка проекта ускорителя и его сооружение были выполнены в нашей стране впервые, что потребовало решения ряда сложных научно-технических вопросов и проведения большого объема экспериментальных работ в обоснование проекта отдельных частей ускорителя. Создание синхроциклотрона было бы невозможно без активного участия ряда отраслей промышленности, в первую очередь Министерства электропромышленности и Министерства промышленности средств связи, ОКБ и завода «Электросила».

На синхроциклотроне впервые в мире были получены заряженные частицы с энергиями дейтронов 280 МэВ, протонов — 490 МэВ, α -частиц — 560 МэВ, что превосходило характеристики существовавших в тот период зарубежных ускорителей. Это позволило выполнить уникальные экспериментальные исследования мирового уровня, представляющие серьезный вклад в фундаментальную и прикладную ядерную науку, что поставило Гидротехническую лабораторию в число передовых физических лабораторий мира.

Вокруг исследований на синхроциклотроне объединилось большое число экспериментаторов и теоретиков из разных институтов страны: Лабораторий №№ 2 и 3, ГЕОХИ, ИБФ, ИХФ, РИАН, ФИАН, ХФТИ и др. Это объединение на ранней стадии работы ускорителя создало основу для организации в последующем коллабораций ученых из различных стран.

Выдающиеся экспериментальные результаты не могли быть получены без тщательного теоретического анализа, на что было обращено внимание при подведении итогов на заседаниях НТС ПГУ 5 и 12 марта 1952 г.; они не могли быть получены без разработки и внедрения оригинальных методик измерений и многих измерительных комплексов, которые разработали экспериментаторы самостоятельно и при участии промышленности. Важное значение имела работа эксплуатационного персонала по обеспечению заданных параметров эксплуатации, поддержанию его длительной работоспособности, проведению реконструкции с целью повышения параметров. Можно утверждать, что эксплуатационный персонал при участии конструкторов и проектантов впервые в стране создал технологию индустриального обслуживания крупной физической установки. Опыт создания, пуска, эксплуатации синхроциклотрона был использован при разработке и строительстве ускорителей других типов.

Коллектив Гидротехнической лаборатории АН СССР внес серьезный вклад в обоснование физических характеристик первой водородной бомбы РДС-6С, выполнив по поручению правительства серию экспериментов по измерению ядерных констант основных ядерных реакций, происходящих в РДС-6С.

Создание синхроциклотрона Гидротехнической лаборатории АН СССР потребовало государственной поддержки; эта работа находилась под постоянным контролем правительственных органов (Спецкомитета и ПГУ), систематически коллегиально обсуждалась на заседаниях НТС отрасли и в специальном Научном совете при Лаборатории № 2 (ЛИП). Создание синхроциклотрона было бы невозможным без развития отечественной науки и техники в предвоенные годы, без достижения высокого научного потенциала ядерной физики, наличия талантливых ученых и высококвалифицированных коллективов специалистов.

Приведенные в книге документы свидетельствуют о том, что работа по созданию синхроциклотрона ГТЛ АН СССР имела один из высших государственных приоритетов наряду с разработкой атомной бомбы, ядерных реакторов, технологии производства урана-235, развитием промышленной базы урановой промышленности.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие. <i>В. А. Матвеев</i>	4
Введение.	7

Часть первая. Документальная

1. Хроника событий.	11
2. Назначение синхроциклотрона	27
3. Выбор площадки, разработка проекта, устройство и сооружение синхроциклотрона ГТЛ	39
4. Документы Научно-технического совета Первого главного управления	60
4.1. Рассмотрение проектного задания ускорителя	60
4.2. Технический проект установки «М»	79
4.3. Программы исследований	96
4.4. Предложения по реконструкции установки «М»	111
4.5. Отчет о результатах работ за 1950–1951 гг. и планы дальнейших исследований.	120
4.5.1. Заседание НТС ПГУ от 5 мая 1952 г. (120). 4.5.2. Заседание НТС ПГУ от 12 мая 1952 г. (185).	
Приложения к части первой	201
Правительственные награды.	201
Биографические сведения о ведущих специалистах.	203
Список литературы	205

Часть вторая. Воспоминания

<i>Джелепов В. П.</i> Лаборатория ядерных проблем (Отрывки из статьи)	210
<i>Мещеряков М. Г.</i> Эстафету принимать молодым.	214
<i>Джелепов В. П.</i> Когда Дубны не было на карте	217
Результат коллективного труда (О чем рассказывали ветераны сорок лет назад)	225
«Как молоды мы были...»	228
<i>Шишлянников П. Т.</i> И расцвел волшебным цветом ярких личностей букет.	233
<i>Богач В. А.</i> Эпизоды из истории создания синхроциклотрона	236

Флягин В. Б. Это место не было пусто.	238
Приложения	242
Открытия на основе исследований на синхроциклотроне Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ	242
Организации и их сокращенные наименования, приведенные в книге	244
Специалисты, упоминаемые в книге	246
Послесловие	254

**История создания синхроциклотрона ОИЯИ
(в документах и воспоминаниях)**

2012-37

Редактор *Е. В. Калининкова*
Компьютерная верстка *Е. М. Граменицкой*

Подписано в печать 27.10.2014.

Формат 70 100/16. Усл. печ. л. 22,0. Уч.-изд. л. 26,46. Тираж 185. Заказ № 58362.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6
E-mail: publish@jinr.ru
www.jinr.ru/publish/