

# ГИГАНТСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АТОМНОГО ЯДРА

## В Электрофизической лаборатории Академии наук СССР

Тяжину хвойного леса, подступающего вплотную к стенам новых корпусов, уже не нарушает привычный гул большой стройки. Ослепительно белый, свежий снег замел ее следы, и кажется, что залитый лучами предвечернего солнца городок, выросший здесь, среди вековых сосен, уже давно обжит. Но таково лишь первое впечатление. Отсюда ушли еще не все строители, а в корпусах напряженно трудятся бригады монтажников.

Впрочем, теперь уже недалек день, когда все строительные и монтажные работы будут закончены и Электрофизическая лаборатория Академии наук СССР получит такое оборудование, какого нет пока ни у одного подобного научного учреждения в мире. Это позволит ей развернуть новые важные исследования, связанные с применением атомной энергии в интересах народа, в интересах государства.

По использованию атомной энергии в мирных целях Советский Союз идет сейчас впереди других стран. Новые успехи в этой области принесет осуществление поставленной XX съездом КПСС задачи — построить в шестой пятилетке атомные электростанции общей мощностью в 2—2,5 миллиона киловатт, развернуть работы по созданию атомных силовых установок для транспортных целей, значительно расширить использование атомной энергии в промышленности, сельском хозяйстве, в медицине и в научных исследованиях.

Коммунистическая партия проявляет постоянную заботу о том, чтобы внутрипартийная энергия — гениальное открытие XX века — была поставлена на службу человеку. Мощная установка, которую получает для своих исследований Электрофизическая лаборатория Академии наук СССР, является новым выражением этой великой заботы.

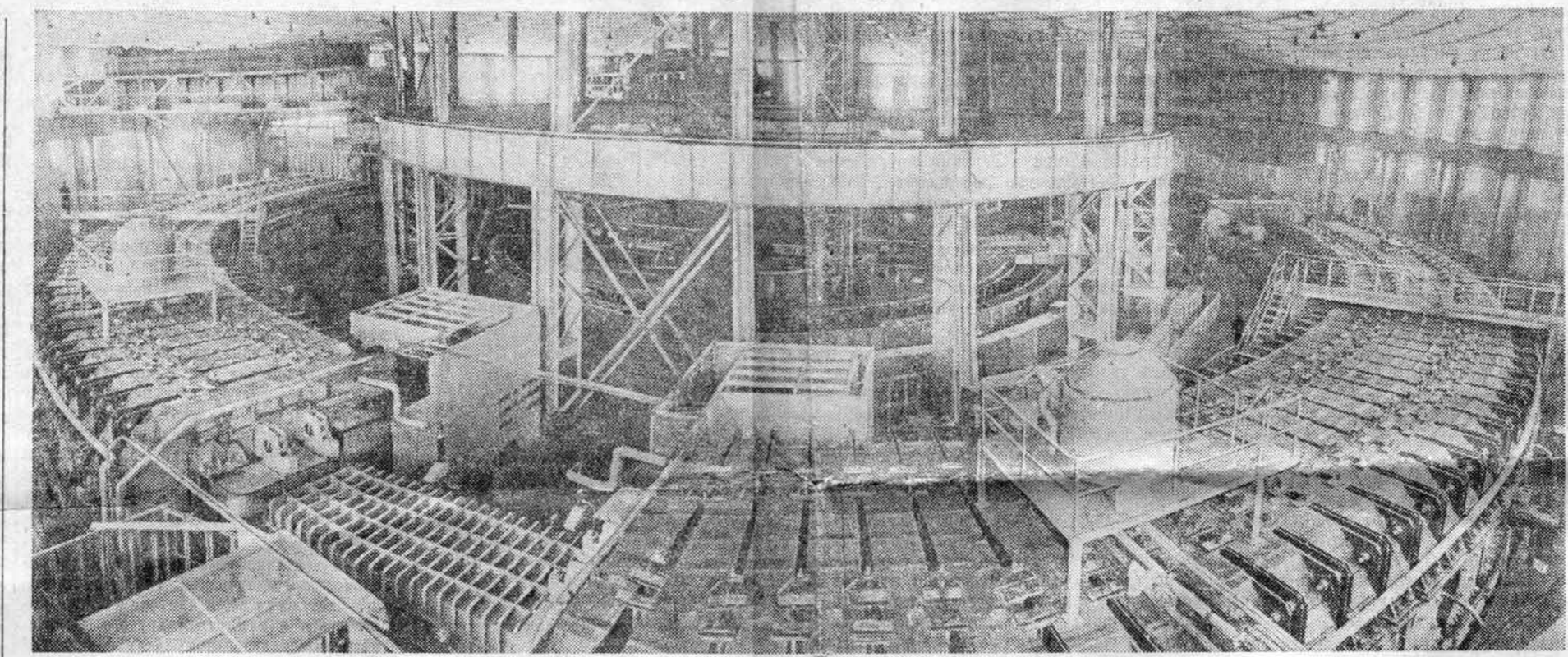
Работники лаборатории знакомят нас со своим постоянным уникальным оборудованием, делают планы на будущее, рассказывают о необозримых горизонтах, открывающихся перед физикой...

Наука все глубже проникает в тайны

### Лучи из глубин Вселенной

С помощью новой установки Электрофизической лаборатории протоном — ядром атомов водорода — будет сообщаться энергия в десять миллиардов электровольт. Их скорость практически станет равной скорости света, которая, как известно, составляет почти 300.000 километров в секунду. С такими же колоссальными скоростями движутся мельчайшие частицы материи, содержащиеся в космических лучах, идущих на Землю из глубин Вселенной. В течение последних десятилетий ученые ведут наблюдения за этими лучами, представляющими особый интерес для познания строения и свойств атомного ядра, для определения закономерностей строения материи и других мельчайших частиц материи — активных участники ядерных процессов.

Наблюдения за космическими лучами показали, что их интенсивность зависит



Общий вид синхрофазотрона на десять миллиардов электровольт.

строения материи, блестяще подтверждающая своими новыми открытиями гениальное предвидение В. И. Ленина, высказанное им еще в 1908 году. «Разрушимость атома», писал Владимир Ильич, — неслучайность его, изменчивость всех форм материи и ее движения всегда были опорой диалектического материализма. Все грани в природе условны, относительны, подвижны, выражают приближение нашего ума к познанию материи... У человека открыл много диковинного в природе и откроет еще больше, увеличивая тем свою власть над ней...»

### Проблемы современной физики

— Какие проблемы позволят решить новую машину?

Отвечая на этот вопрос, директор Электрофизической лаборатории, член-корреспондент Академии наук СССР В. И. Векслер говорит:

— С плуком нашего гигантского ускорителя физики получат новое мощное оружие для исследования ядерных сил. Известно, что ядра всех атомов состоят из протонов и нейтронов. Протоны — это мельчайшие частицы, обладающие положительным электрическим зарядом, а нейтроны — частицы, не имеющие заряда. Массы тех и других частиц почти одинаковы. Между протонами и нейтронами в ядре действуют сцепляющие их воедино огромные специфические силы, в результате чего ядра являются очень прочными образованиями.

В течение многих лет физики изучают природу сил, действующих внутри атомных ядер. Несомненно, эта работа продвигается вперед, когда они получают мощнейшую атомную «артиллерию» — ускорители, сообщаящие частицам очень большие скорости, а следовательно, и огромную энергию. Частицы, обладающие такой энергией, смогут глубоко проникать в ядро и достаточно близко подходить к заключенным в этом ядре нейтронам, а также к протонам. Протоны и нейтроны могут быть получены при изучении «облоных» столкновений и взаимодействия ускоренных частиц с протонами и нейтронами.

Чем выше энергия «бомбардирующих» ядро частиц и чем больше интенсивность их потоков, тем чаще физикам удается наблюдать новые, скрытые до сих пор явления, обнаруживать свойства частиц, которые до сих пор наблюдались либо в космических лучах, либо вовсе не были известны ученым.

Именно поэтому физики стремятся создавать все более и более мощные ускорители заряженных частиц. Совсем недавно очень важное открытие было сделано в лаборатории известного американского ученого Лоуренса. Там впервые удалось доказать существование так называемого антипротона — частицы с массой, равной массе протона, но обладающей в отличие от протона отрицательным электрическим зарядом. Такие частицы физики долго искали в космических лучах, однако они обнаружены только с помощью ускорителя, дающего пучок протонов с энергией в шесть миллиардов электровольт.

— Не приходится сомневаться, что природа таит от нас еще много других секретов. Мы рассчитываем с помощью нашего, еще более мощного ускорителя получить новые данные о ядерных силах и мельчайших частицах материи, которые до сих пор не известны людям.

— Конечно, самая интересная и самая важная задача, — говорит В. И. Векслер, — которую хотели бы решить физики, состоит в том, чтобы понять, как устроены звенья, составляющие основу атомного ядра, связанные со структурой протонов и нейтронов мезоны, гипероны и другие недавно открытые частицы, какие силы действуют между протонами и нейтронами и что обуславливает устойчивость существования протонов и нейтронов. Это очень трудная задача, и здесь огромное поле деятельности для исследователей. Решение этой важнейшей проблемы потребует объединения усилий больших коллективов ученых.

### Протоны набирают колоссальную скорость...

— Как будет работать новый ускоритель?

Чтобы ответить на этот вопрос, доктор физико-математических наук В. А. Петухов приглашает пройти в павильон, где размещен инжектор — первая ступень ускорителя. За металлической решеткой видна фарфоровая колонна, покрытая алюминиевым колпаком. Ядром с нею, как бы опоясанная огромной пружиной из алюминиевых колец, находится фарфоровая ускорительная трубка.

— Отсюда, — говорит наш собеседник, — ядра водорода начинают свой длинный путь, постепенно набирая все большую и большую скорость.

— А откуда берутся эти ядра?

— В начальной части ускорительной трубки есть специальное устройство — протонный источник. Из расположенного тут же баллона в него вводится газообразный водород. В источнике с атомов водорода как бы «соединяются» электронные оболочки, и их ядра — протоны — поступают в ускорительную трубку. Появляясь же, они уже обладают энергией, равной примерно 600—700 тысячам электровольт.

— Почему протоны приобретают такую энергию?

— Протоны — частицы с положительным зарядом, — подчиняясь законам электрического поля, летят к отрицательно заряженному концу трубки. В результате такого притяжения они увеличивают свою скорость, а следовательно, и энергию.

частицы получают в двух местах камеры, где расположены так называемые ускоряющие электроды. На них подается электрическое напряжение высокой частоты, вырабатываемое мощными радиогенераторами.

В камере частицы подвергаются непрерывному воздействию мощного магнитного поля, создаваемого электрическим током, проходящим по обмотке гигантского электромагнита. Максимальная импульсная

— Управление всеми агрегатами ускорителя, — говорит кандидат физико-математических наук И. В. Чувило, — осуществляется дистанционно из другого корпуса, так как во время работы синхрофазотрона в помещении главного здания людям находиться нельзя. Излучения, которые здесь возникают, будут опасны для организма. Физические приборы, размещаемые вокруг ускорителя и в экспериментальном павильоне, также будут предохраняться от действия рассеянных излучений толстыми бетонными стенами. Частицы, которые физики получают на этом ускорителе, способны пройти через всю толщу земной атмосферы. Именно поэтому нам приходится принимать такие чрезвычайные меры предохранения людей и аппаратуры от излучений.

Электрофизическая лаборатория проводит сейчас работу по наладке всех узлов ускорителя и подготовке его к пуску. Наряду с опытными специалистами здесь трудятся много молодежи. Молодые энту-

зиасты с успехом овладевают новейшей техникой. В 200 метрах от главного здания расположен энергетический корпус. Здесь, как говорят работники лаборатории, «мозг» и «сердце» ускорителя. Для того, чтобы обеспечить бесперебойную работу синхрофазотрона, создана сложная система электропитания, автоматического управления и контроля, включающая огромные электрогенераторы, мощные игнитроны выпрямители тока, электронные устройства и т. д.

Широкий коридор ведет в зал главного пульта управления установкой. Над панелями и панелями с многочисленными приборами и сигналами, отражающими режим работы всех устройств установкой, — большая масса «мозгов», «сердечек» и «ручек».

— Отсюда, — говорит наш собеседник, — дежурный диспетчер может управлять работой всей установки.

### Содружество ученых и инженеров

Электрофизическая лаборатория с ее гигантским, самым большим в мире ускорителем заряженных частиц оставляет незабываемое впечатление. Создание нового синхрофазотрона — выдающееся достижение советской научно-технической мысли.

Научными руководителями этого сооружения были член-корреспондент Академии наук СССР В. И. Векслер, профессор Д. В. Ефремов, член-корреспондент Академии наук СССР А. Л. Минин.

Мы обратились к профессору Д. В. Ефремову с просьбой рассказать об основных этапах создания уникальной машины.

— В то время, — сказал он, — когда советские инженеры приступили к осуществлению идей и теоретических расчетов физиков, к претворению их в конкретные конструкции, в мировой практике почти не было опыта разработки таких колоссальных ускорителей. Задача создания синхрофазотрона на десять миллиардов электровольт была серьезным испытанием для наших электротехников, радиотехников и машиностроителей. Можно сказать, что они с этой задачей справились.

Профессор Д. В. Ефремов привел в качестве примеров ряд сложных вопросов, без решения которых нельзя было построить этот ускоритель. Для ускорения частиц необходима особая точность механического монтажа электромагнита. Отклонение полюсов 36.000-тонного электромагнита от расчетного положения хотя бы на один миллиметр грозит вызвать полное прекращение работы машины.

Нашим электротехникам удалось полностью решить не только эту, но и ряд других, не менее сложных задач. Этому способствовала напряженная творческая работа инженеров-конструкторов. Кропотливый инженерный труд потребовало создание

мощность, необходимая для его питания, достигает 140 тысяч киловатт. Магнитное поле управляет движением частиц, заставляя их вращаться по одной и той же замкнутой орбите.

— Большой группе физиков и инженеров, — отмечает В. И. Векслер, — пришлось много потрудиться, чтобы рассчитать все условия движения частиц в ускорителе. В 1953 году была построена и запущена модель той гигантской установки, которую вы видите перед собой. Эта модель давала пучок протонов с энергией в 180 миллионов электровольт.

— Что может мешать движению частиц в камере?

— Приходится принимать особые меры, чтобы предотвратить их потерю из-за столкновения с содержащимися в камере молекулами воздуха. 56 насосов откачивают из камеры газ, непрерывно поддерживая в ней высокую степень разрежения. Давление в камере падает до миллиардных долей атмосферы. Чтобы поддерживать в камере такой высокой вакуум, пришлось сделать ее стенки двойными.

— Как будут использоваться протоны, которые пройдут огромный путь в камере и достигнут энергии в десять миллиардов электровольт?

— Они будут выведены из камеры наружу и направлены через узкую амбразуру в восьмиметровой бетонной стене в экспериментальный павильон, в установке для физических исследований. Для этих исследований разрабатывается специальная аппаратура.

Можно будет также нацеливать протоны, завершившие процесс ускорения, в мишени, расположенные внутри камеры.

«Бомбардируя» с огромной скоростью мишени, протоны будут дробить ядра вещества, из которого состоит мишень, вызывая образование других мельчайших частиц — мезонов, нейтронов, гиперонов, гиперфрагментов, антипротонов...

### У пульта управления

— Управление всеми агрегатами ускорителя, — говорит кандидат физико-математических наук И. В. Чувило, — осуществляется дистанционно из другого корпуса, так как во время работы синхрофазотрона в помещении главного здания людям находиться нельзя.

Излучения, которые здесь возникают, будут опасны для организма. Физические приборы, размещаемые вокруг ускорителя и в экспериментальном павильоне, также будут предохраняться от действия рассеянных излучений толстыми бетонными стенами. Частицы, которые физики получают на этом ускорителе, способны пройти через всю толщу земной атмосферы. Именно поэтому нам приходится принимать такие чрезвычайные меры предохранения людей и аппаратуры от излучений.

Электрофизическая лаборатория проводит сейчас работу по наладке всех узлов ускорителя и подготовке его к пуску. Наряду с опытными специалистами здесь трудятся много молодежи. Молодые энтузиасты с успехом овладевают новейшей техникой.

В 200 метрах от главного здания расположен энергетический корпус. Здесь, как говорят работники лаборатории, «мозг» и «сердце» ускорителя. Для того, чтобы обеспечить бесперебойную работу синхрофазотрона, создана сложная система электропитания, автоматического управления и контроля, включающая огромные электрогенераторы, мощные игнитроны выпрямители тока, электронные устройства и т. д.

Широкий коридор ведет в зал главного пульта управления установкой. Над панелями и панелями с многочисленными приборами и сигналами, отражающими режим работы всех устройств установкой, — большая масса «мозгов», «сердечек» и «ручек».

— Отсюда, — говорит наш собеседник, — дежурный диспетчер может управлять работой всей установки.

Советские инженеры приступили к осуществлению идей и теоретических расчетов физиков, к претворению их в конкретные конструкции, в мировой практике почти не было опыта разработки таких колоссальных ускорителей. Задача создания синхрофазотрона на десять миллиардов электровольт была серьезным испытанием для наших электротехников, радиотехников и машиностроителей. Можно сказать, что они с этой задачей справились.

Профессор Д. В. Ефремов привел в качестве примеров ряд сложных вопросов, без решения которых нельзя было построить этот ускоритель. Для ускорения частиц необходима особая точность механического монтажа электромагнита. Отклонение полюсов 36.000-тонного электромагнита от расчетного положения хотя бы на один миллиметр грозит вызвать полное прекращение работы машины.

Нашим электротехникам удалось полностью решить не только эту, но и ряд других, не менее сложных задач. Этому способствовала напряженная творческая работа инженеров-конструкторов. Кропотливый инженерный труд потребовало создание

вакуумной камеры, инжектора ускорителя, а также разработка мощных игнитронов для целей питания ускорителя. Значительную роль в выполнении замыслов конструкторов сыграли производственники и монтажники.

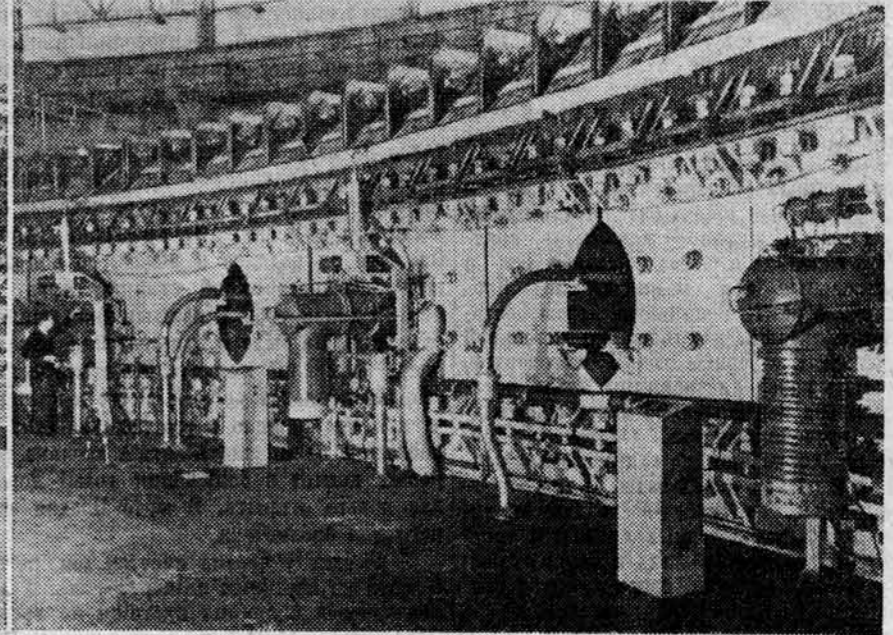
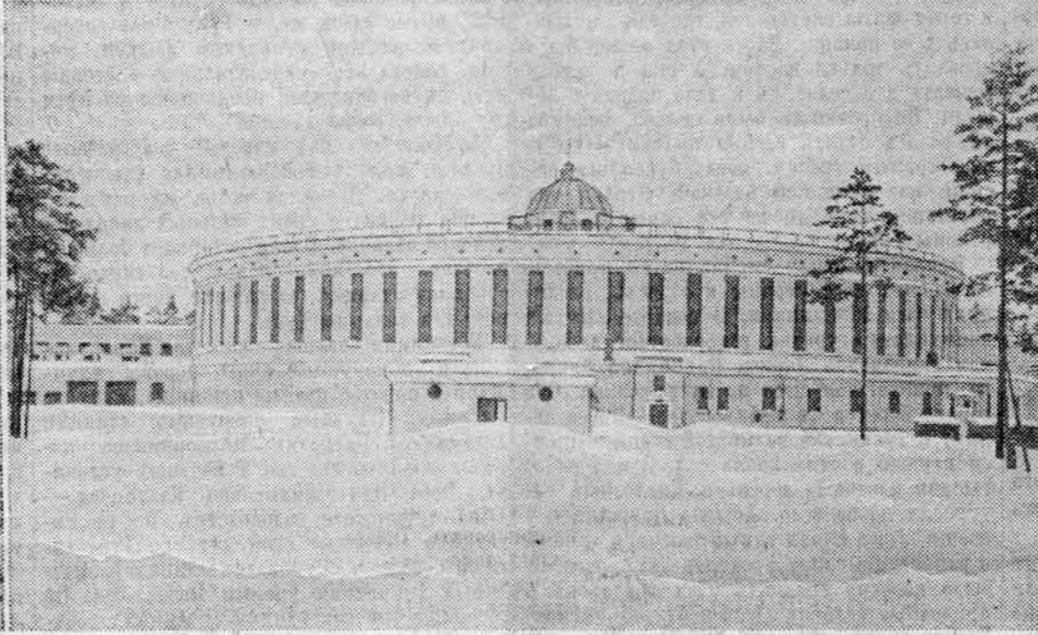
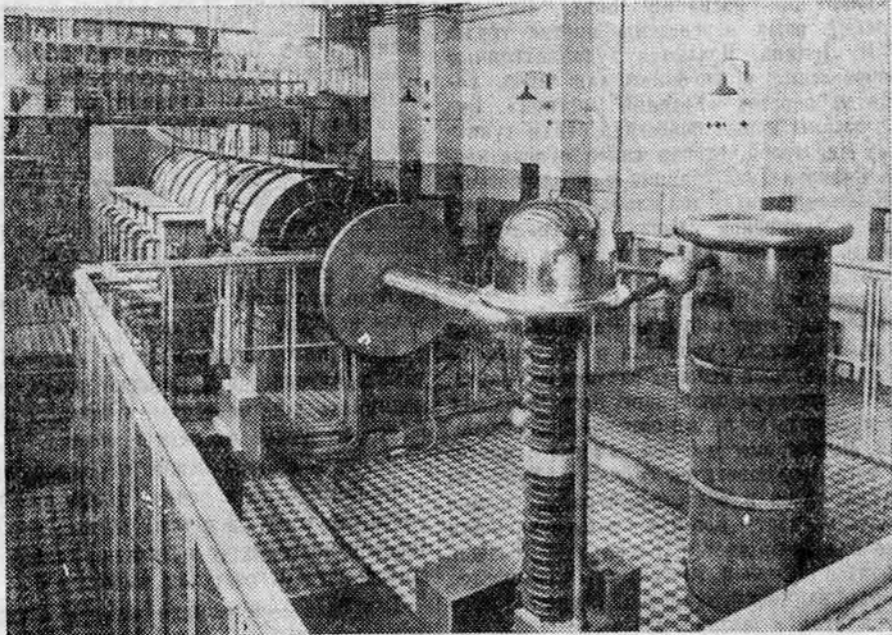
Радиотехники должны были разработать точную электронную аппаратуру, предназначенную для управления процессом ускорения и необходимой для того, чтобы заставить высокочастотную систему питания ускоряющих электродов работать в строгом ритме с системой питания электромагнита, с магнитным полем ускорителя. Нужно было разработать также систему, позволяющую за несколько секунд изменять в широких пределах частоту ускоряющего напряжения — от сотен тысяч до десятков миллионов колебаний в секунду. Коллектив наших радиотехников успешно решил эти задачи.

Необходимо отметить большой труд проектировщиков и строителей, принимавших участие в разработке и строительстве производственных зданий и сооружений для уникальной ускорительной установки.

— Накопленный опыт позволяет, — говорит в заключение т. Ефремов, — перейти теперь к разработке проектов еще более мощных ускорителей, рассчитанных на получение протонов с энергией в пятьдесят миллиардов электровольт.

Вступление в строй крупнейшего синхрофазотрона является важным событием в жизни советской науки и техники. Используя эту установку, наши ученые смогут решать сложные теоретические вопросы, имеющие громадное значение для применения атомной энергии в мирных целях.

Ан. ТРИФОНОВ.



В Электрофизической лаборатории Академии наук СССР. На снимках: 1. Инжектор — начальная часть ускорителя. 2. Главный корпус. 3. Часть электромагнита с мощными вакуумными насосами.

Фото А. Пахомова.