

СЗ  
Г-968

27/8-64.



# ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ИНСТИТУТ ГИГИЕНЫ ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ  
АМН СССР

А.К. Гуськова, А.И. Понизовская, Е.А. Денисова, П.И. Моисейцев,  
В.В. Волковицкая, Э.Н. Львовская, И.А. Грибова, Э.С. Котова

Р-1774

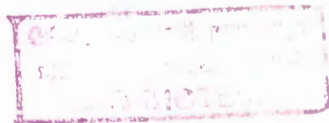
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ  
ГИГИЕНИЧЕСКОГО И МЕДИЦИНСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ  
ЗА РАБОТАЮЩИМИ НА УСКОРИТЕЛЯХ  
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

P-1774

А.К. Гуськова, А.И. Познизовская, Е.А. Денисова, П.И. Моисейцев,  
В.В. Волковицкая, Э.Н. Львовская, И.А. Грибова, Э.С. Котова

2425/48

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ  
ГИГИЕНИЧЕСКОГО И МЕДИЦИНСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ  
ЗА РАБОТАЮЩИМИ НА УСКОРИТЕЛЯХ  
ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Д у б н а 1984

## А н н о т а ц и я

В работе освещены некоторые общие принципы организации промышленно-санитарного надзора и медицинского обслуживания работающих на ускорителях высоких энергий. Уточнены основные параметры комплекса радиационных и общих профессиональных факторов; дана индивидуальная и суммарная оценка величин доз облучения персонала и высказано соображение о рационализации трудового процесса в целях дальнейшего снижения уровней облучения; определены диагностическая ценность отдельных приемов и методов клинического распознавания начальных реакций организма на комплексное профессиональное воздействие и объем необходимых исследований при проведении периодических медицинских обследований; дана общая оценка состояния здоровья контингента на основании материалов подробного динамического клинико-физиологического обследования и сопоставления этих сведений с уровнем облучения и показателями адекватной контрольной группы.

Полученные данные позволяют подтвердить клиническую обоснованность принятой предельно допустимой дозы облучения. При существующих условиях труд работающих на ускорителях высоких энергий является безопасным в радиационном отношении и не дает каких-либо существенных отклонений в состоянии здоровья.

## A b s t r a c t

The paper is concerned with some general principles of the organization of the industrial-sanitary survey and of the medical control of those working at the high energy accelerators. The main parameters of the radiative and general professional factors are specified: the individual and the total permissible doses are estimated, a consideration is given about the labour rationalization with the aim to a further reduction of the radiation levels; the diagnostic value of various methods of the clinical discern of the initial organism reactions to the complex professional influences is determined, the amount of the necessary investigations in doing periodical medical surveys is pointed out; the state of health of the personnel is estimated on the basis of the materials of the detailed dynamical clinical - physiological examination. These data are compared with those on the radiation level and with the indices of the adequate - control group. The data obtained allow to confirm that there are good clinical grounds for the accepted maximum permissible dose. Under the existing conditions the work of the high-energy accelerator personnel is radiation safe and does not cause any essential deviations in their state of health.

С момента организации Объединенного института ядерных исследований в Дубне научные сотрудники Института гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР в тесном контакте с дозиметрической службой ОИЯИ и местными органами здравоохранения осуществляют контроль за условиями труда и состоянием здоровья работающих.

В результате длительных наблюдений и их научного анализа появилась возможность осветить некоторые общие принципы организации промышленно-санитарного надзора и медицинского обслуживания контингента работающих в условиях повышенной радиации, а также сделать некоторые заключения по клиническому обоснованию нормирования комплексного радиационного воздействия.

В ходе работы были уточнены основные параметры комплекса радиационных и общих профессиональных факторов, наблюдения за которыми входят в систему промышленно-санитарного надзора за безопасностью труда на ускорителях.

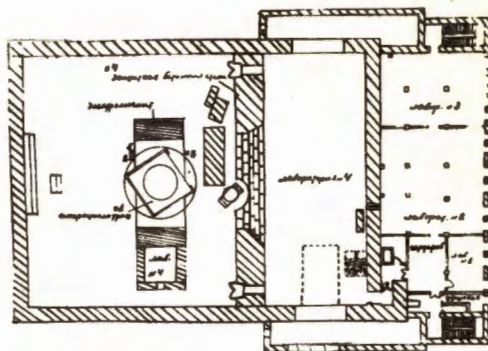
В настоящей статье дана индивидуальная и суммарная оценка величин доз облучения персонала и высказано соображение о рационализации трудового процесса в целях дальнейшего снижения уровней облучения; определены диагностическая ценность отдельных приемов и методов клинического распознавания начальных реакций организма на комплексное профессиональное воздействие и объем необходимых исследований при организации периодических медицинских обследований работающих на ускорителях, а также дана общая оценка состояния их здоровья на основании материалов подробного динамического клинико-физиологического обследования и сопоставления этих сведений с уровнем облучения и показателями адекватной контрольной группы.

Накопленные материалы проанализированы в плане уточнения и клинического обоснования уровней комбинированного радиационного воздействия, которые могут быть приняты при данных сроках наблюдения как предельно допустимые.

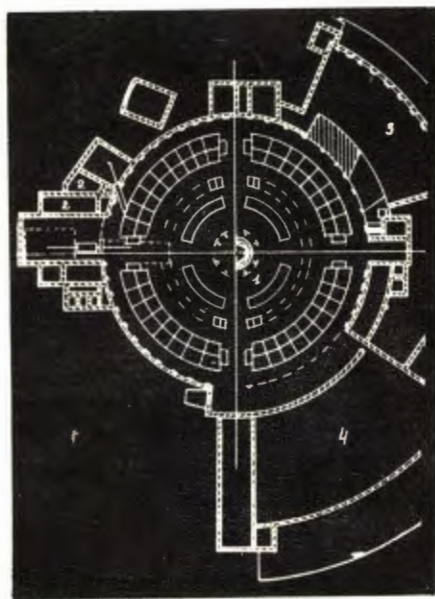
## Р а з д е л I

### Основные гигиенические принципы оценки условий труда при эксплуатации ускорителей высоких энергий

В Объединенном институте ядерных исследований работают синхротрон и синхротрон, ускоряющие протоны до энергий 680 Мэв и 10 Гэв соответственно (рис.1,2).



Р и с. 1



Р и с. 2

Указанные установки являются источниками ионизирующих излучений высокой проникающей способности и требуют специальных мер защиты работающих на них. Защита персонала предусматривается уже в период подготовки строительства ускорителей, начиная с разработки проектной документации.

Проектом предусматривается рациональная планировка, основным принципом которой является разделение рабочих помещений на зоны. Зона с высокими, жизненно опасными уровнями излучений полностью отделена от рабочих помещений, где может находиться обслуживающий и научный персонал. Она отделена также



стационарной защитой, обеспечивающей снижение уровней ионизирующих излучений в рабочих помещениях и вне здания ускорительной установки до предельно допустимых величин. Управление всеми основными и вспомогательными системами ускорителя осуществляется дистанционно из специального корпуса. Каждый из ускорителей размещен в отдельном здании на специально отведенной территории Института. Комплекс зданий, связанных с ускорителем (здания управления ускорителем, лабораторные корпуса, вспомогательные и другие учреждения), находится на определенном расстоянии от основного помещения, где сооружена ускорительная установка.

Синхроциклотрон и синхрофазотрон со всем комплексом зданий отделены от жилых кварталов санитарно-защитной зоной.

В период эксплуатации ускорителей уточнялась правильность предварительных расчетов, вносились необходимые коррективы и дополнения в предусмотренные проектом защитные мероприятия. Так, например, в связи с повышением проектной мощности синхроциклотрона выявилась необходимость в усилении защиты соседних экспериментальных залов. Были сооружены перекрытие и защитная стена толщиной 4 метра.

Строгое выполнение требований "Санитарных правил" как в процессе проектирования и строительства ускорителей, так и в период их эксплуатации, обеспечило безопасные условия работы на синхроциклотроне и синхрофазотроне.

Как показали исследования, основными профессиональными факторами при эксплуатации синхроциклотрона и синхрофазотрона являются ионизирующие излучения и нерадикационные факторы производственной среды.

К радиационным факторам относятся: выведенные пучки тяжелых частиц, ускоренных до больших энергий; рассеянное нейтронное излучение; гамма-излучение высоких энергий; пучки  $\pi$ - и  $K$ -мезонов; наведенная активность воздуха (радиоактивные газы и аэрозоли); наведенная бета- и гамма-активность конструкций ускорителя и близлежащего оборудования.

Последний фактор имеет значение для работающих только после выключения ускорителя, особенно в период профилактических осмотров, ремонтных работ и во время установки внутри вакуумных камер различного оборудования.

К числу нерадикационных факторов относятся: шум, возникающий при работе различных систем и аппаратуры; озон и окислы азота, образующиеся в воздухе в результате действия ионизирующих излучений; электромагнитные излучения диапазона радиочастот, возникающие при работе генераторов высокой частоты.

Кроме того, при работе на ускорителях высоких энергий следует принимать во внимание возможность неблагоприятного воздействия применяемых химических веществ,

влияние сильного постоянного магнитного поля, ионизации воздуха и метеорологических условий, влияние эмоционального фактора, напряженного умственного труда, неудобного положения работающего (особенно при проведении ремонтных работ внутри камеры). Поэтому при гигиенической оценке условий труда эксплуатационного, ремонтного и научного персонала следует учитывать весь комплекс перечисленных выше профессиональных факторов.

При работе на ускорителях высоких энергий в зависимости от степени возможного воздействия ионизирующих излучений можно выделить два отличающихся друг от друга периода работы: работа в помещениях с регистрирующей аппаратурой при включенном ускорителе и работа в главном зале ускорителя после выключения установки.

За всеми работающими, которые могут быть подвержены воздействию ионизирующих излучений, осуществляется постоянный дозиметрический контроль, выполняемый дозиметрическими службами ЛЯП и ЛВЭ ОИЯИ (руководители М.М. Комочков и В.Н. Лебедев); число сотрудников этих служб составляет не менее 2-3% общего числа работающих.

В целях обеспечения безопасности условий труда программой дозиметрических исследований предусматривается:

- а) постоянный контроль за уровнями излучений на рабочих местах и в зале ускорителя при различных режимах работы ускорителя;
- б) постоянный контроль за уровнем наведенной бета- и гамма-активности,
- в) определение содержания в воздухе рабочих помещений радиоактивных газов и аэрозолей;
- г) периодический контроль за загрязненностью радиоактивными веществами рабочих мест, оборудования, спецодежды, тела и рук работающих;
- д) индивидуальный контроль за облучением персонала по гамма- и нейтронному излучениям;
- е) установление предельно допустимого (безопасного) времени работы на радиационно опасных участках.

Ввиду невысокого уровня излучений на рабочих местах индивидуальный контроль для большинства профессиональных групп проводится суммарно за месяц. При выполнении наиболее ответственных технологических операций на участках с большими уровнями излучений индивидуальный контроль осуществляется еженедельно и даже ежедневно.

Для учета доз облучения на каждого сотрудника заведена индивидуальная дозиметрическая карта, где отмечается месячная доза нейтронного и гамма-облучения.

Для контроля за радиационной обстановкой и предупреждения случайного переоблучения в основных и вспомогательных помещениях ускорителя установлена автоматическая аппаратура со световой и звуковой сигнализацией.

работа по гигиенической оценке условий труда на ускорителях высоких энергий проводилась в следующих направлениях:

- изучались санитарно-гигиенические условия труда отдельных профессиональных групп с учетом радиационного и других производственных факторов;
- обобщались данные индивидуального дозиметрического контроля и материалы по санитарной характеристике условий труда;
- были разработаны комплексные оздоровительные мероприятия применительно к соответствующим профессиональным группам и отдельным профессиям.

Для оценки профессиональных факторов производственной среды проводились измерения различных видов ионизирующих излучений (измерение потоков быстрых и сверх-быстрых нейтронов, потоков гамма-квантов высоких энергий, рассеянного гамма- и нейтронного излучений, наведенной активности и др.).

При проведении дозиметрических и радиометрических исследований использовались методики и приборы, как общепринятые, так и специально разработанные в ОИЯИ.

При изучении нерадиационных факторов измерялись уровни громкости шума и вибрация, снимался спектр шума, определялись электромагнитные излучения диапазона радиочастот, концентрации озона и окислов азота в воздухе производственных помещений, температура воздуха внутри камеры и др.

Измерение общих уровней шумов (уровней звукового давления и уровней звука по шкалам "С" и "А" шумомера) и их спектров производилось шумомером 2203 с микрофоном 4131 и октавным фильтром 1613 фирмы "Брюль-Кьер" (Дания). При этом спектр шума измерялся в октавных полосах с предпочтительными среднегеометрическими частотами 31,63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 гц. Результаты измерения шумов сопоставлялись с действующими "Временными санитарными нормами и правилами по ограничению шума на производстве" за № 205-56 от 9/II-56 г. Измерения проводились на рабочих местах лиц, занятых обслуживанием различных систем, обеспечивающих работу ускорителей (например, насосные отделения, зал генераторов, игнитронный зал), и в лабораторных коридорах.

Измерения напряженности электрического поля проводились с помощью прибора ИН-1 ЛИОТА на рабочих местах лиц, работающих у генераторов, в помещениях научных сотрудников и дежурного персонала, обслуживающего ускоритель. Проводились замеры возле источников излучения. Особое внимание уделялось периоду настройки генераторов.



Определение концентрации озона производилось экспресс-методом (ортотолидиновая проба) и методом с предварительным поглощением окислов азота и выделением озоном йода из нейтрального раствора йодистого калия. Эти методы разработаны Институтом гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР.

Отбор проб воздуха проводился дистанционно через различные интервалы времени с момента включения ускорителя при различных режимах его работы. Места отбора проб намечались предварительно вблизи от участков с максимальными уровнями излучений (выпускное окно камеры) или около высоковольтных генераторов, а также на других участках, где возможно пребывание персонала вскоре после выключения ускорителя.

Определение окислов азота выполнялось по методу Грисса-Илосвая; пробы брались через 1-1,5 минуты после выключения ускорителя на тех же участках, где производился отбор проб озона.

Ниже приводятся материалы об условиях труда лиц, работающих на ускорителях высоких энергий как при нормальном режиме работы ускорителя, так и при проведении ремонтных работ.

В период эксплуатации, когда включены ускорительные установки, доступ в главный зал запрещен и является практически невозможным. Система сигнализации заблаговременно предупреждает о предстоящем включении ускорителя. Вход в зал снабжен блокирующим устройством.

Весь обслуживающий персонал и экспериментаторы в период работы ускорителя находятся в специальных залах, где расположена измерительная аппаратура.

Как показывают дозиметрические исследования, уровни излучений на рабочих местах значительно ниже предельно допустимых. Это относится как к уровням гамма-излучения высоких энергий, так и к уровню потоков нейтронов различного спектра. Так, например, даже в наиболее неблагоприятных условиях при выводе пучка нейтронов через лабораторное помещение потоки нейтронов на рабочих местах экспериментаторов составляли от 0,1 до 1 предельно допустимой дозы. Активация воздуха по данным дозиметрической службы ОИЯИ на синхротронном циклотроне невелика и при работающем ускорителе, когда исключено пребывание персонала, составляла  $3 \times 10^{-8}$  кюри/л (у выпускного окна камеры ускорителя). После выключения ускорителя концентрация радиоактивных газов быстро уменьшалась, и определение ее становилось затруднительным. Присутствие активных газов в местах постоянного пребывания людей не было обнаружено. В связи с этим активация воздуха с точки зрения радиационной безопасности практического значения не имеет.

Концентрация радиоактивных аэрозолей, обусловленная присутствием натрия-24

составляла величину порядка  $5 \times 10^{-13}$  кюри/л, при предельно допустимой концентрации  $1 \times 10^{-10}$  кюри/л для воздуха рабочих помещений. Содержание озона в зале ускорителя при работающей установке не превышало 0,0001-0,0002 мг/л (предельно допустимая концентрация - 0,0001 мг/л).

Указанные концентрации озона были обнаружены только у выпускного окна, ионного источника и генератора высокого напряжения. В других точках - пробы отрицательны.

Концентрация окислов азота составляла 0,0002-0,0008 мг/л при предельно допустимой концентрации 0,005 мг/л.

Вероятно, невысокое содержание активных газов и аэрозолей, озона и окислов азота обеспечивается наличием вентиляции, конвекционных токов, распадом короткоживущих элементов, приводящих к быстрому снижению концентраций вредных примесей уже у места их образования.

На некоторые профессиональные группы воздействует шум, возникающий при работе электронной аппаратуры и различных систем, обслуживающих ускоритель. Уровни громкости шума, как правило, не превышают допустимые. При оценке влияния шума учитывался его спектр.

Таким образом, из общего комплекса профессиональных факторов ведущими следует признать ионизирующие излучения, так как другие факторы производственной среды (шум, вибрация, электромагнитные поля диапазона радиочастот, содержание в воздухе химических веществ) выражены крайне незначительно и практического значения для большинства работающих не имеют.

Для сравнительной оценки приводим краткие сведения, характеризующие условия труда основных профессиональных групп, занятых на синхротронном и синхрофазотроне.

Большую группу работающих на синхротроне составляют экспериментаторы, находящиеся во время опытов в залах с регистрирующей аппаратурой, где уровни быстрых нейтронов и гамма-лучей значительно ниже предельно допустимых. По данным дозиметрической службы ОИЯИ средняя доза облучения в этой группе составляла 0,3 допустимой дозы за рабочий день.

Сотрудники отдела радиохимии, занятые установкой и снятием мишеней с последующей их обработкой, подвергаются воздействию радиации, находясь вблизи ускорителя (мощность дозы 300-400 мкр/сек). Снятие мишеней производится полуавтоматически и достаточно быстро. Химическая обработка мишени проводится в другой лаборатории. При четкой организации труда и предварительной отработке (на неактивном материале) технологических операций удается существенно улучшить условия труда и снизить облучение этой категории работников.



Следующая группа – механики, обслуживающие ускоритель. Помимо работы в залах за основной защитой ускорителя несколько раз в день им приходится выполнять работу в помещении, где расположен синхроциклотрон, тотчас после его выключения. В этот период для них представляет опасность наведенная активность различных материалов ускорителя. Группа механиков принимает также участие в профилактических осмотрах и ремонте синхроциклотрона. По данным индивидуального контроля, недельная доза гамма-облучения в группе механиков составляла 0,08 р.

В группу экспериментаторов, работающих на синхрофазотроне, входят физики, проводящие исследования на пучках высоких энергий. Во время настройки аппаратуры экспериментаторы длительное время находятся в полях рассеянного нейтронного излучения. Эта группа иногда подвергается облучению нейтронами высоких энергий, а также действию других заряженных частиц. По данным индивидуального дозиметрического контроля, месячные дозы облучения экспериментаторов значительно ниже предельно допустимых.

Инженерно-технический персонал, обслуживающий линейный ускоритель синхрофазотрона, подвергается воздействию нейтронов широкого спектра и гамма-излучения различных энергий. Дозы облучения лиц, обслуживающих линейный ускоритель, составляли 0,03–0,3 бэр в месяц.

Лица, производящие установку мишеней, в период работы синхрофазотрона находятся в специальном хорошо защищенном от излучений помещении. Работы по установке и снятию различных видов мишеней проводятся систематически и выполняются при снятом ускоряющем напряжении и выключенном электромагните. Манипуляции с роторной мишенью проводятся внутри камеры. Мишень и удерживающие приспособления имеют наведенную активность. В некоторых случаях эта работа выполняется в зале ускорителя в условиях воздействия постоянного магнитного поля. Дозы облучения лиц этой группы за месяц не превышали предельно допустимых.

Группа вакуумного хозяйства и группа электромагнита в период работы ускорителя также находятся в изолированном помещении. Свою работу они выполняют после снятия напряжения и спада активности в камере. Работа в камере осложняется необходимостью работать в неудобном положении, а в некоторых случаях – воздействием паров аммиака, используемого для проверки вакуума. Однако выполнение необходимых требований по технике безопасности делает эти работы практически неопасными.

Группа электромагнита по условиям работы подвергается в основном воздействию постоянного магнитного поля.

Работа монтажников, как правило, связана с физическими нагрузками (тяжелые работы), к тому же они подвергаются и воздействию ионизирующих излучений. Дозы облучения за месяц в этой профессиональной группе не превышали 0,3–0,4 р.

Как видно из приведенных кратких характеристик, основным неблагоприятным фактором производственной среды для большинства рассмотренных выше профессиональных групп является ионизирующее излучение. Однако уровни облучения были ниже предельно допустимых величин.

Наряду с изучением условий труда при нормальном режиме работы ускорителей нами проводились исследования и в период планово-профилактических и ремонтных работ. В период ремонтных работ радиационную обстановку в основном определяет уровень наведенной активности различных узлов ускорителя. В связи с этим ремонтные работы проводятся после спада наведенной активности под постоянным дозиметрическим контролем по заранее составленному плану.

Защита ремонтного персонала обеспечивается главным образом сокращением времени работы и экранированием с использованием дистанционных приспособлений. Перед началом ремонтных работ рекомендуется проводить предварительные тренировки в нерадиационных условиях с целью быстрого выполнения отдельных технологических операций.

В процессе проведения ремонтных работ на ускорителях высоких энергий можно условно выделить четыре основных этапа: разборка узлов ускорителя, чистка и замена деталей, чистка и осмотр разгонной камеры, сборка всех узлов ускорителя.

Во время профилактического ремонта сразу после остановки ускорителя ведется систематический контроль за уровнем излучений на участках, где предстоит проводить ту или иную работу. Так как из наблюдений известно, что первоначальная наведенная активность в течение первых 3 дней после остановки ускорителя быстро спадает, то разборка начинается по истечении этого срока. Как показали измерения, в случае работы на синхротроне уровень излучений в помещении ускорителя при выдвинутом дуанте достигал 2 мкр/сек на расстоянии 10 м от дуанта, мощность дозы излучения вблизи некоторых узлов ускорителя составляла 200-300 мкр/сек, мощность дозы в некоторых точках камеры  $5 \times 10^3$  мкр/сек, уровень излучения обрабатываемых деталей не превышал 10 мкр/сек.

При разборке и сборке узлов ускорителя опасность представляет не их собственная активность, а близость работающего к открытой камере. Индивидуальный дозиметрический контроль показал, что этот период работающие подвергались внешнему облучению в среднем от 0,05 до 0,15 р за рабочий день. При чистке и замене деталей дозы, как правило, не превышали предельно допустимых.

Наибольшую опасность представляют работы внутри вакуумной камеры, где защита от излучения осуществляется в основном сокращением времени работы.

За весь период ремонта (10-20 дней) работающие подвергаются облучению в 1,5-3 р. Исследования показали, что при работе в камере синхротрона различные



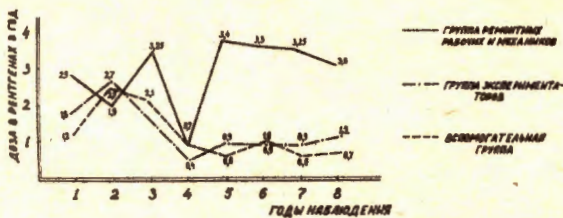
участки тела работающего облучаются с неодинаковой интенсивностью (чаще максимальное облучение приходится на голову и верхнюю часть туловища), что можно объяснить конструктивными особенностями камеры и положением тела работающего по отношению к участкам с более высокой наведенной активностью.

Ремонтные работы проводятся в спецодежде, а при чистке деталей в камере, кроме того, надеваются респиратор и очки, защищающие глаза от гамма-излучения и попадания инородных частиц. Как показали измерения, спецодежда работающих, перчатки, поверхность оборудования, как правило, остаются "чистыми". В тех случаях, когда отмечалась загрязненность радиоактивными веществами, она носила локальный характер и была значительно ниже предельно допустимых величин.

Приведенные данные говорят о том, что радиационный фактор является ведущим как при нормальной эксплуатации ускорителя, так и при проведении планово-профилактических и ремонтных работ после его выключения.

При гигиенической оценке условий труда ремонтных рабочих, помимо радиационного фактора следует учитывать также и другие - степень тяжести физического труда, вынужденную неудобную позу, высокую температуру, контакт с химическими веществами и др.

Материалы индивидуального дозиметрического контроля для различных профессиональных групп свидетельствуют о том, что на протяжении всего периода эксплуатации ускорителей облучение научных работников и обслуживающего персонала было ниже допустимых уровней. В качестве примера мы приводим сообщенные ранее данные дозиметрической службы ОИЯИ по индивидуальному фотоконтролю гамма-облучения лиц, занятых на синхротроне, за 8 лет наблюдения в динамике.



Уровни гамма-облучения различных профессиональных групп по данным ИФК в динамике за 8 лет

Р и с. 3

На рисунке 3 представлены данные для 3-х групп работающих:

1-я группа - лица, участвующие в планово-профилактических осмотрах и ремонте ускорителя;

2-я группа - экспериментаторы;

3-я - вспомогательный персонал.

На оси ординат показано среднее гамма-облучение сотрудника в соответствующем году в рентгенах.

Из рисунка видно, что только для первой группы облучение за год несколько превышало 3 р, в остальных группах оно не достигало 3 р (до 1953 года) и не превышало 1 р с периода реконструкции ускорителя (уменьшение облучения в 1953 году связано с остановкой ускорителя).

## Р а з д е л   П

### Принципы медицинского обследования и оценка результатов динамического наблюдения за состоянием здоровья работающих

Исходя из основных задач исследования с целью выявления наиболее ранних отклонений в функциональном состоянии различных органов и систем, врачи специальной медико-санитарной части осуществляли за всеми работающими систематическое динамическое наблюдение. Все работающие прошли предварительный (перед началом работ) медицинский осмотр, а в дальнейшем осматривались 2 раза в год терапевтом, невропатологом, эндокринологом, окулистом с одновременным проведением развернутого анализа периферической крови.

Начиная с 1955 года, Институтом гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР систематически проводились специальные повторные обследования основного контингента (250-600 человек) с применением целого комплекса клинико-физиологических методов исследования. Ежегодно проводилось обследование как лиц, имеющих контакт с ионизирующим излучением (так называемая "основная группа"), так и лиц, не подвергающихся по роду своей работы воздействию ионизирующей радиации ("контрольная группа").

Контрольная группа была подобрана в соответствии с основной, учитывался возраст, пол и общий характер выполняемой работы (научные сотрудники, лаборанты, обслуживающий персонал, ремонтные рабочие), а также длительность проживания в данной местности (стаж работы).

Отсутствие существенных различий в величине суммарной дозы облучения между



выделенными профессиональными группами работающих в ЛЯП, ЛВЭ и других основных лабораториях, очевидно, и явилось причиной близости их клинических показателей; поэтому в дальнейшем для решения вопроса о значимости выявленных сдвигов нами проводилось сравнение данных, полученных по всей основной группе в целом, с данными контрольной группы. Однако чтобы уточнить значение радиационного фактора, из всего основного контингента по показателям индивидуального дозиметрического контроля были выделены группа  $A^*$ , суммарная доза комплексного гамма- и нейтронного облучения в которой не превышала 15,0 бэр за весь период работы, и группа  $B^*$ , суммарная доза облучения в которой составляла 16,0-50,0 бэр<sup>x/</sup>. В группе  $B^*$  выделялись две подгруппы в зависимости от преимущественной значимости гамма-облучения -  $B_1^*$  или нейтронного облучения -  $B_2^*$ . При этом следует отметить, что работающие в ЛВЭ преимущественно вошли в группу  $A^*$ , а основное число обследованных подгруппы  $B_1^*$  составили работники ЛЯП.

Как показал наш опыт, наблюдение должно включать в себя тщательное общеклиническое соматическое и неврологическое обследование, специализированный осмотр окулиста и развернутый анализ крови. В общеклиническом обследовании особое внимание следует уделять характеристике нервной регуляции кровообращения и сердечно-сосудистой системе.

В дополнение к клиническому осмотру для объективизации выявленных сдвигов из большого количества клинико-физиологических методик, имеющихся в настоящее время, были выделены следующие, оправдавшие себя, специальные методы исследований.

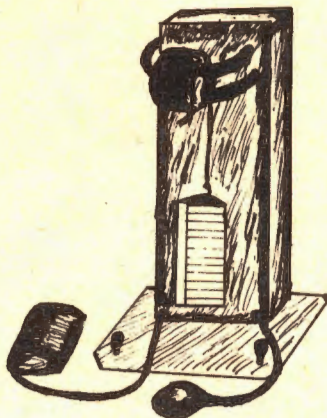
1. Электрокардиографическое исследование. Оно дает возможность оценить функциональное состояние сердца. Электрокардиограмма (ЭКГ) записывалась на двухканальном чернильнопишущем приборе - миннографе - 24. Регистрировались стандартные отведения, 6 грудных, 3 однополюсных отведения с конечностей. Запись производилась в покое и после дозированной физической нагрузки (10 приседаний).

Анализ электрокардиографических данных проводился по общепринятым принципам. При анализе электрокардиограммы обращалось внимание на частоту и характер ритма сердечной деятельности, величину вольтажа зубцов ЭКГ, длительность интервалов PQ, желудочковых комплексов ORS, ORST, форму, продолжительность и величину зубцов P, Q, R, S, T и положение интервала ST. Траектория сдвигов электрокардиографических показателей соответствовала общепринятой.

Проводилось сопоставление полученных данных с результатами предыдущих осмотров. Практика исследования показала, что при массовых осмотрах можно ограничиться записью стандартных отведений до и после физической нагрузки.

<sup>x/</sup> Максимально 112 бэр в 1 случае.

2. Осциллографический метод исследования дает возможность судить о состоянии сосудистого тонуса. Осциллограммы записывались на осциллографе артериальном - модель 024 Ленинградского з-да "Красногвардеец" (рис. 4). с симметричных участков верхних и нижних конечностей (средняя треть правого и левого плеча и правой и левой голени).



*Осциллограф артериальный модель 024*

Р и с. 4.

При анализе осциллографических кривых обращалось внимание на общий вид кривых, их регулярность, симметричность записей, наличие плато, высоту осцилляций, величину осцилляторного индекса; определялось максимальное, среднее и минимальное артериальное давление, асимметрия в высоте осцилляторного индекса и уровня артериального давления, а также сравнивались величины артериального давления, определенного осциллографическим и слуховым методом.

3. Сфигмографический метод исследования также дает возможность судить о состоянии сосудистого тонуса по определению скорости распространения пульсовой волны.

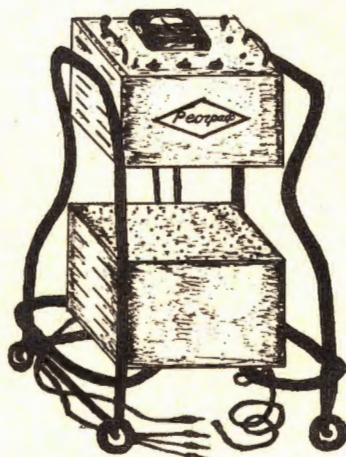
Сфигмограммы записывались специальным пьезодатчиком от миногографа - 24 (рис. 5) с артерий сонной, бедренной и с артерии тыла стопы, т.е. производилось определение скорости распространения пульсовой волны по сосудам эластического (СЭ) типа (отрезки сонная артерия - бедренная) и по сосудам мышечного (СМ) типа (отрезки бедренная - артерия тыла стопы). Кроме того, определялось соотношение между скоростью распространения пульсовой волны по сосудам мышечного и по сосудам эластического типов -  $\frac{СМ}{СЭ}$  :





Р и с. 5

4. Реовазографический метод исследования. С помощью реографа (рис. 6) регистрируются изменения электрического сопротивления человеческого тела, связанные с колебаниями кровенаполнения сосудов в ритме сердечной деятельности, зависящего как от деятельности сердца, так и от функционального состояния сосудов данной области.



*Реограф типа РГ 1-01*

Р и с. 6.

Реовазографический метод исследования – новый метод, который только начинает внедряться в клиническую практику, до сих пор его применяли главным образом при изучении органических, реже, функциональных изменений сосудов для оценки сократительной функции миокарда. Он очень удобен, не вызывает никаких неприятных ощущений у обследуемого и может применяться на любых областях человеческого тела (область сердца, конечности, голова и др.). Пользуются продольной и поперечной реографией (в зависимости от способа наложения электродов). Мы применяли продольную реовазографию конечностей. У данного контингента обследуемых реограммы записывались с рук и ног с одновременной записью электрокардиограммы.

При анализе реографических кривых обращалось внимание на общий вид волн, их регулярность, симметричность кривых, записанных с правых и левых конечностей, характер подъема волн, вид вершины, амплитуду, наличие и выраженность дополнительных волн на нисходящем колене кривой. Определялись также временные соотношения: время запаздывания реографической волны, измеряемое от зубца Q ЭКГ до начала возникновения волны; время достижения вершины кривой (восходящее колено и длительность нисходящего колена).

Таким образом, по записи реограммы можно судить о состоянии сосудистого тонуса и о величине кровенаполнения в различных сосудистых областях.

Б. Баллистокардиографический метод исследования – это регистрация смещений тела человека, возникающих в результате сердечных сокращений и движения крови в крупных сосудах (аорте и легочной артерии).

В настоящем наблюдении использовалась прямая баллистокардиография. Баллистокардиограмма (БКГ) записывалась синхронно с электрокардиограммой, в динамике, в покое, на высоте вдоха и выхода.

БКГ отражает механическую работу сердца, дает представление о сократительной и пропульсивной функции миокарда, характеризует отдельные фазы механических колебаний сердца, обусловленных его систолой, т.е. дает ценные дополнительные данные для характеристики гемодинамической функции сердца.

При анализе БКГ следует обращать внимание на соотношение, форму и высоту зубцов (их зазубренность, уширение, закругление и т.д.), временные соотношения (расстояние от зубца Q ЭКГ до вершин зубцов БКГ), а также вычислять баллистокардиографический индекс, дыхательный коэффициент, определять баллистокардиографическую систолу и устанавливать степень отклонения БКГ по Брауну (1У степени).

В. Фонокардиографический метод исследования. Запись производилась на миннографу – 24 через фонокардиографическую приставку с одновременной записью ЭКГ.

Фонокардиография – графическая регистрация тонов и шумов сердца – дополняет и объективизирует данные аускультации и значительно расширяет возможности изучения звуков сердца. При помощи фонокардиографии можно оценивать силу звуков, их фазовые соотношения, частоту колебаний, объективно проводить сравнительное динамическое наблюдение. Все это позволяет более точно и правильно оценивать аускультативные данные.

Запись фонокардиограммы производилась в положении обследуемого лежа на спине. Микрофон устанавливался в общепринятых пяти стандартных точках на грудной клетке и укреплялся резиновым поясом. Перед регистрацией обследуемому предлагалось сделать выдох и задержать дыхание, что способствовало уменьшению воздушности легочной ткани, и лучшей за счет этого проводимости звуков сердца.

При записи фонокардиограммы следует использовать высокую скорость движения ленты (50–100 мм в сек), что дает возможность более точно определить характер и продолжительность тонов и шумов сердца и интервалов между отдельными компонентами.

Анализ фонокардиограммы необходимо начинать с определения ритма сердечной деятельности и частоты сердечных сокращений по ЭКГ, затем по специальной схеме: устанавливать интервалы от зубца Q ЭКГ до начала I тона ( $N = 0,02 - 0,05$ ) и время наступления II тона (она совпадает с окончанием зубца T ЭКГ), определять продолжительность тонов сердца (сравнивая с нормой по таблице – в зависимости от частоты сердечных сокращений), определять интервалы между тонами сердца ( $N = 0,28 - 0,32$ ), интенсивность тонов сердца по амплитуде их наибольшей осцилляции (условно). Фиксируется наличие шумов, их характер, продолжительность, время возникновения, амплитуда и т.д.

7. Определение потоотделения. Величина потоотделения может быть оценена на приборе Мишуга по изменению электрокожного сопротивления. При каждом исследовании проводится шестикратное определение потоотделения на симметричных участках кожи ладонных поверхностей четвертых пальцев обеих рук в покое и после физической нагрузки (20 движений рук во всех суставах с максимальным напряжением мышц). У здоровых лиц по литературным данным потоотделение на руках выше справа (у левой – слева) и характеризуется небольшими колебаниями показателей при повторных измерениях (в пределах 0,2 делений гальванометра).

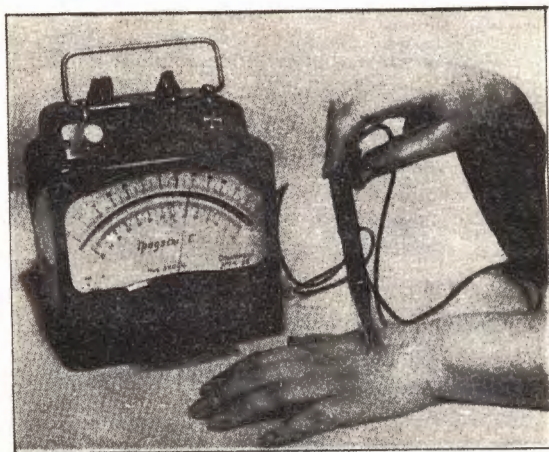
8. С целью изучения состояния периферического кровообращения проводилось определение кожной температуры (в основном на отрезке артериолы–капилляры). Исследовалась кожная температура с помощью электрокожного термометра ЭТМ-3 (рис. 7). Прибор дает возможность измерения температуры в одной точке за 15–20 сек, что чрезвычайно важно при поликлиническом обследовании. Установлено, что у здоровых





Р и с. 7.

людей на строго симметричных участках почти всегда наблюдается одинаковая температура кожи. Разницу температуры на правой и левой половине тела в  $0,5^{\circ}$  и на конечностях - в  $1^{\circ}$  большинство исследователей считают вариантом нормы. При этом особое значение придается кожно-температурной топографии и термоасимметриям, которые рассматриваются как признаки нарушения вегетативной иннервации. Измерения кожной температуры проводили на ладонных поверхностях четвертых пальцев обеих рук в покое и после физической нагрузки (20 движений рук с максимальным напряжением мышц) (рис. 8). У части обследованных кожная температура измерялась на тринадцати симметричных участках тела.



Р и с. 8.



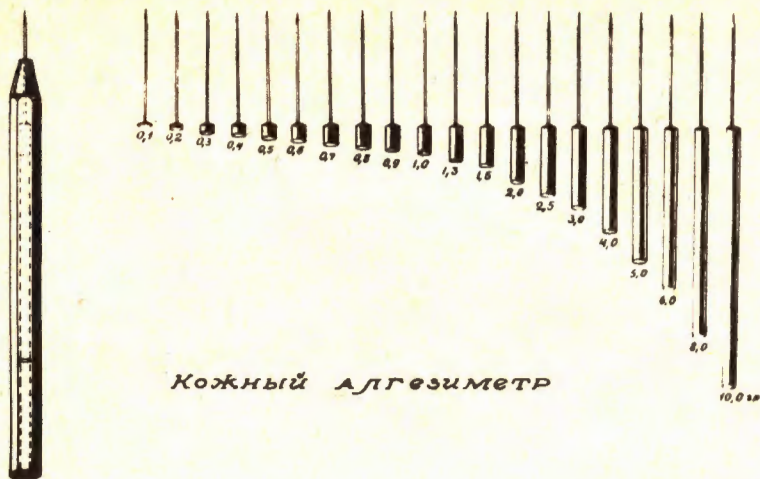
9. Для установления сдвигов вегетативной регуляции проводилось определение вегетативных рефлексов: а) глазосердечного рефлекса Ашнера-Данини общепринятым методом. Рефлекс оценивался как нормальный при замедлении пульса на 4-12 ударов в минуту, резко положительный - при замедлении на 12 и более ударов в минуту, отрицательный - при отсутствии изменения пульса на раздражение и как извращенный (инвертированный) - при учащении пульса на 4 и более ударов в минуту. К патологическим отклонениям относили отсутствие или извращение реакции на раздражение - отрицательный или инвертированный рефлекс; б) ортоклиностатический рефлекс с определением уровня артериального давления и частоты пульса в орто- и клиностатике. В норме в ортостатике уровень артериального давления изменяется незначительно (как максимальное, так и минимальное; величина пульсового давления отстает без изменений). Частота пульса, как правило, увеличивается (в пределах 10-20 ударов в минуту). В клиностатике у здоровых людей систолическое давление повышается в пределах 10 мм рт.ст., а диастолическое - снижается; пульсовое давление увеличивается. Пульс замедляется.

10. Для выявления функциональных сдвигов в анализаторных системах целесообразно определение порога болевой, а также других видов чувствительности.

Исследование измерений в состоянии кожного болевого анализатора нами производилось алгезиметром, сконструированным А.И. Понизовской совместно с инженером А.К. Гугунава по измененной схеме М.А. Мартышина. Этот алгезиметр состоит из набора 20-ти стальных игл, заключенных в пластмассовые футляры. Все иглы имеют одинаковый диаметр стержня и одинаковое острие, но вес игл за счет укрепленного на стержне каждой иглы свинцового груза возрастает от 0,1 до 10 г. Иглы имеют номера от 1 до 20 (рис. 9).

Проверка чувствительности этим количественным методом дает возможность в ряде случаев обнаружить нарушения чувствительности у лиц, у которых обычным клиническим методом этого установить не удавалось. Кроме того, данный метод позволяет уточнить границы и степень расстройств чувствительности в динамике при последующих осмотрах (рис. 10).

Для оценки состояния коркового отдела кожно-болевого анализатора помимо клинического исследования чувствительности кожи и определения порога болевой чувствительности определялся характер и длительность адаптации к боли. Порог болевой чувствительности определяет функциональное состояние как периферического конца кожно-болевого анализатора (кожное окончание), так и состояние коркового конца - высшего отдела этого анализатора.

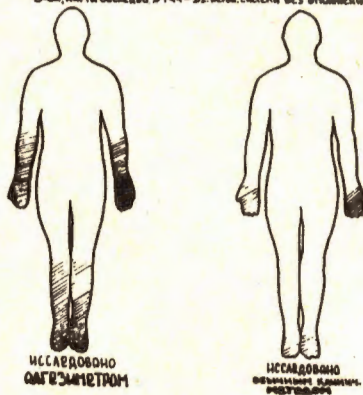


*Кожный алгезиметр*

Р и с. 9.

**СОСТОЯНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ КОЖИ**

Б-50, карта обследов. № 144 В Д: Иерон. система без отклонений



Р и с. 10.

Проверка порога болевой чувствительности производилась при помощи алгезиметра. На участки кожи в  $5 \text{ см}^2$  на груди последовательно наносятся (без соблюдения ритма с интервалами в несколько секунд) 5-10 прикосновений иголочками, начиная с иглы № 1 (0,1 г). Испытуемый, предварительно проинструктированный, с закрытыми глазами считает вслух те прикосновения, которые воспринимались им как укол (рис. 11).

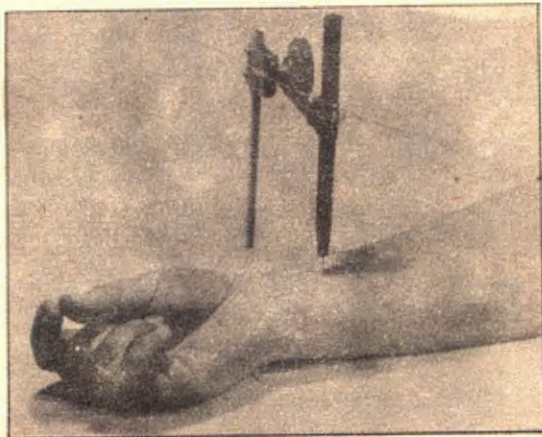




Р и с. 11.

На основании исследования порога болевой чувствительности у здоровых лиц контрольной группы выявлено, что раздражения от прикосновения иглами №№ 1-5 воспринимаются как прикосновение, а не как боль. Уколы, воспринимаемые как прикосновение, следует считать подпороговыми, так как раздражение, производимое ими, лежит ниже порога болевого восприятия. При уколе иглами с № 5 и выше появляются первые болевые ощущения. Сила этого укола и есть "пороговая сила" или "порог". Нормальным порогом болевой чувствительности считается раздражение, воспринимаемое как укол, при прикосновении иголок № 5 - № 10.

Адаптация к боли. Явление адаптации (приспособления) чувствительных аппаратов заключается в понижении чувствительности в период действия адекватного болевого раздражения.

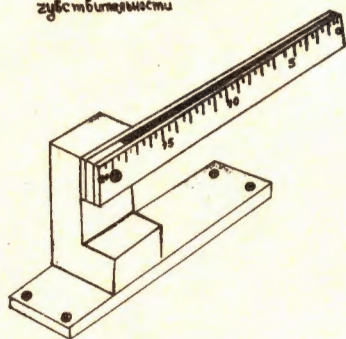


Р и с. 12.

Адаптацию к боли проверяли прибором, специально изготовленным для этой цели (рис. 12). Прибор состоит из штатива и иглы с грузом, намного превышающим порог болевой чувствительности обследуемого (15 г). Болевое раздражение от укола отмечается в секундах. По данным проверки контрольной группы адаптация к боли в норме находится в пределах 7–14 секунд.

Дискриминационная чувствительность. Состояние дискриминационной чувствительности определяется прибором Маклотса (рис. 13).

Аппарат Мак-Лотса  
для исследования дискриминационной  
чувствительности



Р и с. 13.

По контрольным данным, полученным на этом приборе, у преобладающего большинства здоровых людей дискриминационная чувствительность находилась в пределах 4–8 см длины линейки, что соответствует расстоянию между браншами в 0,5–2,5 мм. Отклонения от указанных показателей расцениваются как нарушение дискриминационной чувствительности.

Вибрационная чувствительность исследовалась вибрирующим (128 колебаний в секунду) камертоном со специальной приставкой на 8 симметричных точках верхних и нижних конечностей.

Кроме того, определялся порог вибрационной чувствительности на специальной приставке к звуковому генератору (ЗГ-10)..

11. Большое значение для характеристики начальных сдвигов функций нервной системы при воздействии излучений представляет изучение двигательной сферы. С этой целью исследовался мышечный тонус покоя и напряжения при помощи миотометра Сермана (рис. 14).



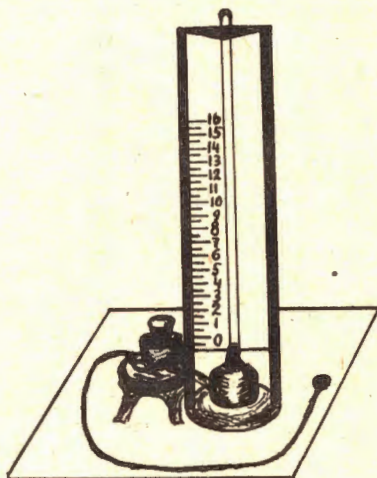


Рис. 14.

Метод основан на определении твердости мышц в покое и при напряжении. Величина мышечного тонуса определялась в условных единицах "миотонах", отсчитываемых на шкале миотометра. Исследовались следующие группы мышц: сгибатели и разгибатели предплечья, двуглавая и трехглавая мышцы плеча, икроножная и переднеберцовая мышцы, двуглавая и четырехглавая мышцы бедра.

При оценке полученных данных особое внимание обращалось на физиологическое распределение величин мышечного тонуса и на величину прироста тонуса при напряжении, которая в норме колеблется от 20 до 40-45 миотон.

12. Определение силы и выносливости по методу Розенблатта с помощью ртутного динамометра (рис. 15).



*Прибор для определения силы и выносливости по методу Розенблатта*

Р и с. 15

13. Исследование реакции утомления при умственной работе проводилось с помощью корректурного метода Бурдона.

Обследуемому предлагалось выполнить определенное задание: вычеркнуть или подчеркнуть комбинации букв или отдельные буквы в тексте. Для выполнения задания дается определенное время, разделенное на 3 равных интервала, которые должны отразить вработываемость в задание, максимальную быстроту, точность работы и явление утомления. Подсчитывается количество проработанного текста и количество ошибок за каждый отрезок времени. Метод позволяет приближенно с количественной стороны оценить интенсивность и выносливость умственной работы обследуемого.

14. Исследование органа зрения проводилось по развернутой клинической схеме, предложенной профессором Н.В. Вишневым и его сотрудниками, с использованием ряда методов; схема включает:

- а) определение остроты зрения без коррекции и с коррекцией;
- б) определение цветоощущения по таблицам Рабкина, лучше с коррекцией по аномалоскопу;
- в) определение поля зрения на белый и пигментные объекты;
- г) электроофтальмоскопию;
- д) исследование преломляющих сред глаза электроофтальмоскопом со стеклом + 15,0 D ;
- е) биомикроскопию с помощью щелевой лампы;
- ж) особое внимание следует обращать на измерение внутриглазного давления, давления в центральной артерии сетчатки и калибromетрию сосудов сетчатки.

Исследование проводилось в просторном светлом помещении в первой половине дня.

Острота зрения определялась монокулярно; таблицы для определения остроты зрения находились в специальном аппарате Рота на расстоянии 5 м от испытуемого. Определение аккомодации производилось монокулярно по ближайшей точке ясного зрения с помощью шрифта № 6 таблицы для чтения Сивуева. Сила аккомодации вычислялась по формуле  $A = P - (+P)$ , где  $A$  - сила аккомодации,  $P$  - число диоптрий,  $P$  - рефракция.

Результаты исследования сопоставлялись с нормативными данными.

Определение поля зрения при помощи периметрии проводили на настольном периметре (рис. 17). Границы поля зрения определяли монокулярно по 4 меридианам на белый, синий, красный, зеленый объекты, величина объектов равнялась 5 мм<sup>2</sup>. На белый цвет определяли физиологическое поле зрения. Периметр устанавливался у окна, исследуемый усаживался спиной к свету.





Рис. 16.

После измерения внутриглазного давления тонометром Маклакова грузом в 10,0 г расширяли зрачки закапыванием 1% раствора гоматропина. Через 40 минут после закапывания исследовали преломляющие среды глаза электрическим офтальмоскопом ЭО-1 с линзой в +15,0 D (пятикратное увеличение), а также состояние переднего отрезка глаза (состояние конъюнктивы, роговицы, радужной оболочки), преломляющих сред глаза с помощью шелевой лампы нового образца фирмы К. Цейсс марки SM XX. Чаше в практике пользовались объективом 1,6X (увеличение равно 25,0X, поле зрения - 10 мм). При работе использовали все методы освещения - прямое и не прямое освещение, диафаноскопическое исследование, в световом рефлексе и т.д.

При биомикроскопии тщательному исследованию подвергался хрусталик, особенно те его участки, которые расположены под задней капсулой у заднего полюса.

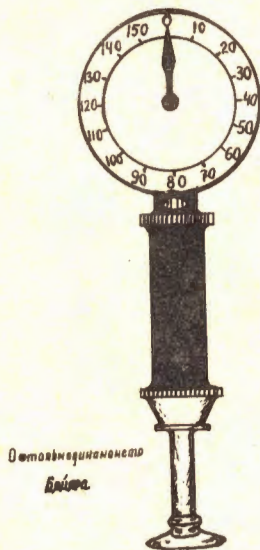
Для офтальмоскопии в прямом виде применялся ручной электрический офтальмоскоп ЭО-1, питающийся через трансформатор от осветительной сети (рис. 17). При электроофтальмоскопии внимание обращалось на состояние сетчатки, сосудистой оболочки, сосуды сетчатки, состояние зрительного нерва и область желтого пятна.



Рис. 17.

Методами, характеризующими физиологическое либо патологическое состояние сосудистой сети мозга, а также наличие ликворных расстройств, повышенного внутричерепного давления могут явиться методы калибromетрии сосудов сетчатки и тоноскопии ее артерий.

Для измерения давления в центральной артерии сетчатки пользовались пружинным офтальмодинамометром Байера при офтальмоскопии в прямом виде (рис. 18). Он состоит из металлического полого цилиндра и свободно двигающегося в нем стержня с закрепленной на последнем спиральной пружиной.



Р и с. 18.

Одним концом стержень через прикрепленную планку с вставленным винтовым стержнем с шестеренкой соединен с осью стрелок шкалы; на противоположном конце стержня надето площадка пуговчатой формы диаметром 7 мм. При надавливании офтальмодинамометром на глазное яблоко винтовой стержнек приводит в движение шестеренку и вместе с нею стрелку. На шкале циферблата стрелка показывает величину производимого на глаз давления. Показания выражаются в граммах.

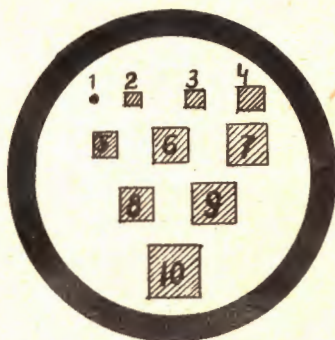
Исследование производят в положении сидя. Пуговчатое утолщение стержня накладывают на конъюнктиву глазного яблока несколько позади прикрепления наружной прямой мышцы. Одновременно с надавливанием офтальмодинамометром на глазное яблоко производят электроофтальмоскопию в прямом виде. По появлению первой пульсовой волны



центральной артерии сетчатки отсчитывают диастолическое давление. Показание офтальмомодинамометра в граммах переводят в мм ртутного столба по номограмме, предложенной Махито и Байаром. Показания офтальмомодинамометра проверяют при помощи аналитических весов и специальной подставки, предложенной Э.С. Котовой.

Калибр артерий и вен измеряли новым прибором визускопом отечественного образца (модель ПЭО-58).

Визускоп ПЭО-58 имеет ряд измерительных тестов - пластинок; мы пользовались тест-квадратами (рис. 19). При электроофтальмоскопии в прямом виде сторона тест-квадрата наводилась перпендикулярно на просвет центральной артерии и центральной вены сетчатки на границе диска зрительного нерва снизу. Размеры изображения квадрата на глазном дне определены в микронах и указаны в пасторте прибора.



*Тест-квадраты визускопа для измерения калибра сосудов сетчатки*

Р и с. 19.

15. Исследование периферической крови производилось в следующем объеме.

Определялось количество эритроцитов и лейкоцитов меланжерным способом, количество тромбоцитов - по методу Фолио. Лейкоцитарная формула подсчитывалась в мазках крови, окрашенных по Паппенгейму. Помимо процентного содержания различных клеточных элементов в формуле расчетным путем определялось их абсолютное содержание в  $1 \text{ мм}^3$  крови. Количество гемоглобина исследовалось с помощью гемометра ГС-2, выверенного по кислородной емкости крови. Скорость оседания эритроцитов определялась в аппарате Панченкова. Число ретикулоцитов подсчитывалось в мазках, окрашенных суправитально красителем бриллианткрезилблау. Время кровотечения исследовалось по Дуке.

Проведение исследования в указанном объеме дает возможность охарактеризовать состояние всех основных показателей периферической крови.

Весьма желательно хотя бы для части контингента располагать данными стерильного пунктата, по показателям которого (общая клеточность, соотношение белого и красного ростков, индексы созревания в ростках, метотическая активность) можно составить более обоснованное представление об отсутствии или о наличии начальных реакций в системе крови в целом.

Т а б л и ц а 1

Показатели периферической крови у лиц основной и контрольной групп

Показатели	Контрольная группа	Основная группа
Гемоглобин в гр%	14,7 $\pm$ 0,05	14,8 $\pm$ 0,05
Эритроциты в I мм <sup>3</sup>	4582000 $\pm$ 23700	4620000 $\pm$ 21100
Цветной показатель	0,96 $\pm$ 0,003	0,96 $\pm$ 0,003
Ретикулоциты в ‰	7,1 $\pm$ 0,21	7,5 $\pm$ 0,27
РОЭ в мм/час	6,2 $\pm$ 0,24	6,5 $\pm$ 0,24
Лейкоциты в I мм <sup>3</sup>	6660 $\pm$ 118	6610 $\pm$ 124
Нейтрофилы в %	55,2 $\pm$ 0,64	56,4 $\pm$ 0,66
в I мм <sup>3</sup>	3804 $\pm$ 72	3845 $\pm$ 70,5
Лимфоциты в %	33,5 $\pm$ 0,76	32,7 $\pm$ 0,75
в мм <sup>3</sup>	2235 $\pm$ 51,4	2154 $\pm$ 54,5
Палочкоядерные нейтрофилы в %	4,4 $\pm$ 0,22	4,8 $\pm$ 0,18
Эозинофилы в %	2,8 $\pm$ 0,15	2,7 $\pm$ 0,13
Моноциты в %	6,3 $\pm$ 0,21	6,7 $\pm$ 0,2
Тромбоциты в ‰	55,5 $\pm$ 0,82	54,1 $\pm$ 0,79
в I мм <sup>3</sup>	247000 $\pm$ 314	241000 $\pm$ 321
Время кровотечения в минутах	2,1 $\pm$ 0,051	2,2 $\pm$ 0,053

ПРИМЕЧАНИЕ: показатели красной крови и РОЭ даны для мужчин, так как они составляли подавляющее большинство обследованных как в основной, так и в контрольной группах.

Все указанные выше методы вначале были отработаны в клинических условиях и испытаны на большой контрольной группе лиц (250-500 человек), а затем применены для обследования основной группы.

Проведенные исследования показали целесообразность применения указанных методов для выявления начальных функциональных сдвигов при данном типе комбинированного радиационного воздействия, когда облучение носит, как правило, общий характер и дает основание ожидать возникновения общих нервнорегуляторных сдвигов рефлекторного характера.

Указанный развернутый комплекс клинико-физиологических исследований требовал для проведения сомотра около 1-го часа на каждого испытуемого при условии одновременной работы четырех научных сотрудников и двух квалифицированных лаборантов. За рабочий день можно осмотреть 10-12 человек. Часть из приведенных в работе клинико-физиологических методик может быть рекомендована для применения также и в поликлинических условиях при проведении обычных медицинских осмотров. К наиболее простым, достаточно точным и требующим минимальной затраты времени при обычной квалификации врача и лаборанта исследованиям, относятся:

- электрокардиографическое исследование (3 стандартных отведения с нагрузкой);
- осциллография верхних и нижних конечностей;
- исследование вегетативных рефлексов Ашнера-Данини и ортоклиностатического;
- одномоментное исследование кожной температуры и потоотделения в 2-х точках до и после нагрузки;
- определение адаптации к боли;
- исследование болевой чувствительности дозированным методом - алгезиметром при наличии признаков расстройства кровообращения в конечностях;
- определение полей зрения;
- определение давления в центральной артерии сетчатки;
- биомикроскопия хрусталика с помощью шелевой лампы;
- развернутый анализ периферической крови.

В условиях стационара методы исследования могут быть расширены. Оправдало себя применение сфигмографии, реовазографии, баллисто- и фонокардиографии, исследование кожной термотопографии (в 13 точках), вибрационной чувствительности; определение мышечного тонуса покоя и напряжения; силы и выносливости по методу Розенблата, определение реакции утомления с помощью корректурного метода Бурдона; электроофтальмоскопии с помощью шелевой лампы.

Указанными клинико-физиологическими и лабораторными методами помимо основной группы, как уже сообщалось, была обследована и контрольная группа.



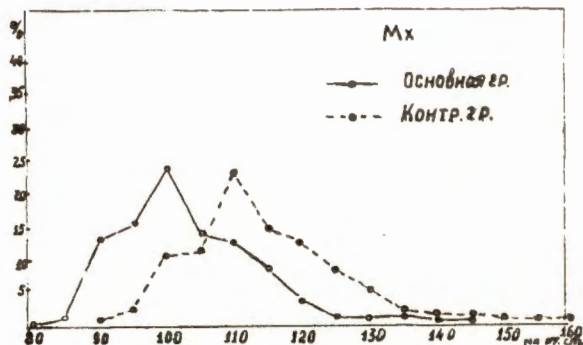
Анализ результатов систематического медицинского наблюдения основывался на сопоставлении результатов основной и контрольной групп как по средним показателям, так и по частоте отклонений каких-либо функций в разных группах. Более показательным являлось построение кривых распределения - вариаций данного признака. Для определения закономерного характера тех или иных отклонений пользовались некоторыми специальными статистическими приемами, уточняющими случайный или неслучайный характер ассоциаций группы признаков.

При комплексной оценке состояния здоровья обследованного контингента все были признаны практически здоровыми и трудоспособными. Жалобы на состояние своего здоровья предъявила 1/4 часть обследованных. Частота и характер этих жалоб в основной и контрольной группах однотипны (головная боль, утомляемость, раздражительность и др.) без нарастания при динамическом наблюдении.

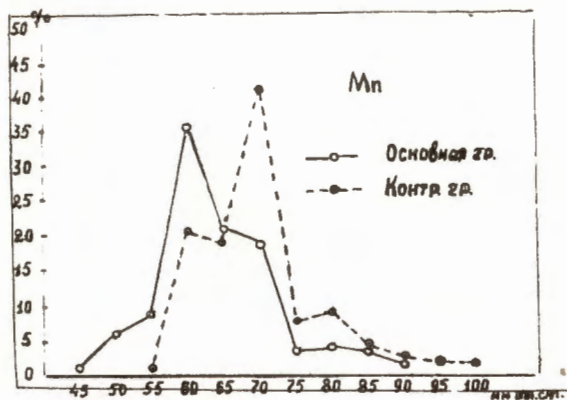
Объективно не было выявлено никаких отклонений со стороны внутренних органов, нервной системы, органа зрения и показателей крови у 60% обследованных. Отдельные случаи общесоматических заболеваний наблюдались с одинаковой частотой в основной и контрольной группах. Заболевания сердечно-сосудистой системы наблюдались в единичных случаях.

Границы сердца у большинства наблюдаемых лиц как основной, так и контрольной групп в пределах нормы. Тоны сердца чистые, несколько приглушены примерно у половины обследуемых в обеих группах. Систолический шум на верхушке выслушивался у 17,6% основной группы и у 20%-контрольной.

В основной группе чаще, чем в контрольной, наблюдались более низкие цифры артериального давления, что говорит о некоторой тенденции среди основного контингента к гипотензивным реакциям. (рис. 20, 21).

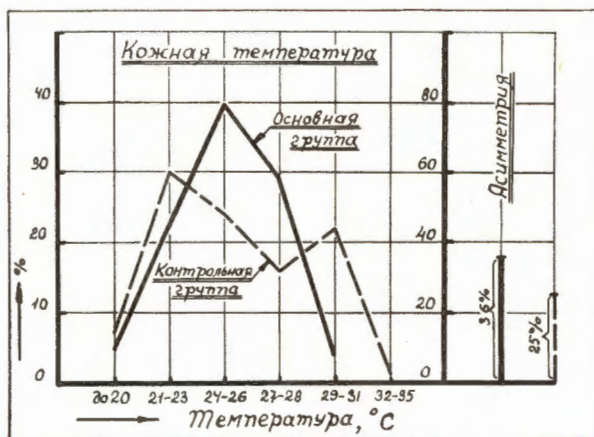


Р и с. 20



Р и с. 21.

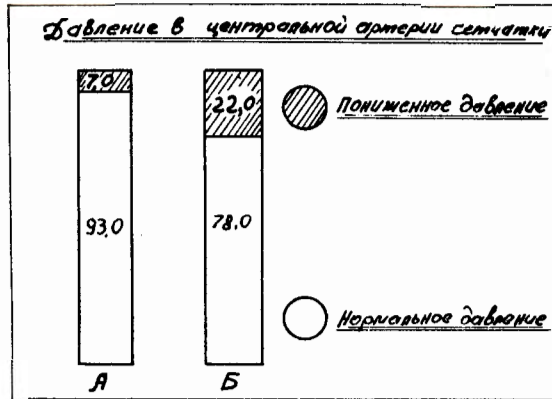
Изменения вегетативно-сосудистой регуляции были более выражены у лиц подгруппы  $B_1$  т.е. у лиц с суммарной дозой облучения выше 50 бэр (рис. 22).



Р и с. 22.

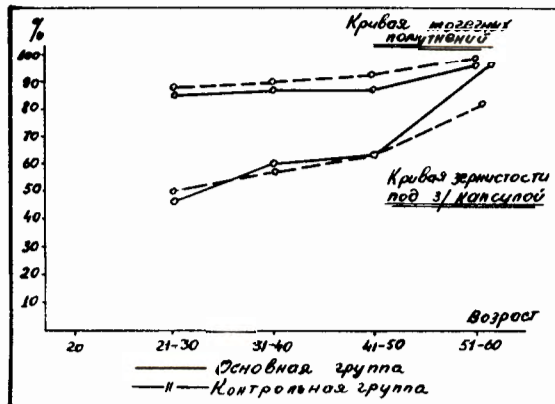
Единичные случаи нестойких очаговых симптомов в неврологическом статусе (асимметричное повышение сухожильных и понижение брюшных рефлексов, преходящие вестибулярные расстройства и др.) в основной и контрольной группах по частоте не отличались .

При исследовании органа зрения единственным отличием основной группы от контрольной является изменение диастолического давления в центральной артерии сетчатки в сторону его некоторого понижения у лиц с суммарной дозой облучения выше 50 бэр (группа  $B_1$ ; рис. 23).



Р и с. 23

Данные биомикроскопического исследования не выявили патологических изменений в хрусталике – наиболее часто поражаемой части глаза. Относительная частота мелко-точечных помутнений и зернистости под задней капсулой хрусталика закономерно нарастает с возрастом и соответствует контрольным данным (рис. 24).



Р и с. 24.

Показатели периферической крови у подавляющего большинства лиц основной группы в пределах физиологической нормы. При динамическом наблюдении удалось отметить лишь повышенную лабильность показателей с наклонностью к нестойкому снижению количества лейкоцитов, тромбоцитов и эритроцитов до нижней границы нормы.



Средние показатели периферической крови у лиц основной и контрольной групп в момент последнего осмотра существенно не отличались (табл. 1).

### З а к л ю ч е н и е

Таким образом, достаточно подробно в динамике были рассмотрены многообразные клинико-физиологические показатели состояния здоровья работников основных лабораторий Объединенного института ядерных исследований в сопоставлении с уровнем комбинированного радиационного воздействия, а также с данными обследования адекватной контрольной группы.

Единственными статистически достоверными ( $p < 0,01$ ), но резко выраженными отклонениями, отличающими основную группу и особенно лиц с суммарной дозой облучения 50-75 бэр за 8 лет работы являлись признаки нейроциркуляторной дистонии гипотонического типа. Частота их в основной группе была в 1,5 - 2 раза выше, чем в контрольной.

Эти сдвиги в наиболее чувствительных органах и системах, лежащие в границах физиологических изменений нейрососудистой регуляции, выявлялись лишь при специальном клинико-физиологических исследованиях в основном у лиц подгруппы "Б<sub>1</sub>", у которых в первые годы работы существовала возможность периодического превышения разовых доз при предельно допустимой суммарной дозе облучения.

Показатели в подгруппе "А", уровни облучения которой как разовые, так и суммарные никогда не выходили за предельно допустимые, практически идентичны показателям контрольной группы.

Указанные отклонения не нарушали заметно общего самочувствия обследуемых, существенно не нарастали при динамическом наблюдении и не сказывались на их работоспособности, что отличает их от больных гипотонической болезнью в контрольной группе.

Полученные результаты позволяют подтвердить клиническую обоснованность принятой предельно допустимой дозы облучения, рассчитанной по формуле  $D = 5 / N - 18$  для данного контингента работающих.

Опыт санитарно-дозиметрического контроля и медицинского обслуживания работающих на ускорителях высоких энергий показал, таким образом, что при существующих условиях работа на них в радиационном отношении является безопасной и не вызывает каких-либо существенных отклонений в состоянии здоровья.

## Л и т е р а т у р а

1. Г.А. Аврунина, Э.Б. Курляндская. Некоторые вопросы биологического действия протонов с энергией 680 Мэв. Доклад на расширенном симпозиуме "Гигиена труда при работе с радиоактивными веществами и источниками иониз. изл." М., 1961.
2. Н.И. Арлашенко. Медицинская радиология, 3, 29, 1956.
3. С.Н. Ардашников, С.М. Гольдин и др. Защита от радиоактивных излучений. Металлург. издат., М., 1961.
4. В.П. Афанасьев. Атомная энергия, т. 7, вып. 1, 74, 1959.
5. В.П. Афанасьев, В.А. Головина, М.М. Комочков и др. Медицинская радиология, 1, 8, 1960.
6. Г.Г. Афанасьев. Лабораторное дело, 1, 21, 1961.
7. А.А. Багдасаров, П.М. Альперин и др. Труды 7 Всесоюзного съезда рентгенологов и радиологов. М., 1961, стр. 270-272.
8. Р.С. Белова, Г.Н. Миланова, В.И. Простякова, И.М. Янковский. Симпозиум "Гигиена труда при работе с радиоактивными веществами и источниками иониз. излуч." М., 1961.
9. В.А. Бирюков, М.М. Лебедеко, А.М. Рыжов. ОИЯИ. М., 1960.
10. И.С. Вайнберг. Роль нервной системы в терморегуляции. Л., 1956.
11. В.И. Векслер. Ускорители атомных частиц. М., 1950.
12. В.И. Векслер. Принципы ускорения заряженных частиц. Атомная энергия, 1, 1956.
13. В.И. Векслер, Д.В. Ефремов, А.Л. Минц и др. Синхрофазотрон на энергию 10 Бэв. Атомная энергия, 4, 1956.
14. Н.А. Вишневский Вестник офтальмологии, 5, 50, 1958; 6, 46, 1958.
15. Н.А. Вишневский и др. Вестник офтальмологии, 5, 43, 1959.
16. Н.А. Вишневский. Вестник офтальмологии, 5, 1961.
17. Н.А. Вишневский. Вестник офтальмологии, 3, 26, 1962.
18. В.В. Волковицкая. Гигиена труда и профессиональные заболевания, 4, 29, 1961.
19. В.В. Волковицкая. Труды симпозиума "Гигиена труда при работе с радиоактивными веществами и источниками иониз. изл." М., 1961, стр. 16.
20. В.А. Германов. Проблемы гематологии и переливания крови, 6, 37, 1958.
21. И.С. Глазунов, П.М. Киреев. Советская медицина, 4, 49-55, 1958.
22. Е.Д. Гольдберг, О.С. Голосов, К.Г. Потехин. Медицинская радиология, 5, 48, 1961. 48-54.
23. П.Д. Горизонтов. Биологическое действие излучений и клиника лучевой болезни. М., 1954, стр. 107.
24. А.П. Гринберг. Методы ускорения заряженных частиц. М., 1949.
25. А.М. Гриштейн. Справочник по радиоактивным излучениям и защите. М., 1946; М., 1956.
26. Н.Г. Гусев. Справочник по радиоактивным излучениям и защите. М., 1956.

27. А.К. Гуськова, А.И. Понизовская и др. Материалы 3 научно-практической конференции по радиационной гигиене. Л., 1963, стр. 16-20.
28. В.П. Джелепов, В.П. Дмитриевский, В.С. Катышев и др. Атомная энергия, 4, 1956.
29. Р. Егер. Дозиметрия и защита от излучений. М., 1961.
30. А.П. Егоров, В.В. Бочкарев. Кровотворение и ионизирующая радиация. М., 1954.
31. Д.В. Ефремов, М.Г. Мешеряков, А.Л. Минц, В.П. Джелепов и др. Шестиметровый синхротриклотрон Института ядерных проблем АН СССР. Атомная энергия, 4, 1956.
32. Л.П. Зиновьев. Автореферат диссертации кандидата физико-математических наук. ОИЯИ, Дубна, 1961.
33. М.М. Комочков, В.Н. Мехедов. Атомная энергия, т. 4, вып. 5, 471, 1958.
34. М.М. Комочков, В.Н. Мехедов. Атомная энергия, т. 8, вып. 2, 152-153, 1960.
35. М.М. Комочков Труды симпозиума гигиены труда при работе с радиоактивными веществами и источниками иониз. изл. М., 1961, стр. 14-18.
36. М.М. Комочков. Активация различных материалов при облучении протонами с энергией 660 Мэв. Труды симпозиума "Гигиена труда при работе с радиоактивными веществами и источниками иониз.изл." М., 1961.
37. М.М. Комочков. Атомная энергия, т. 15, вып. 2, 1963.
38. Э.С. Котова. Вестник офтальмологии, 1, 78, 1962.
39. В.И. Кузнецов, Г.А. Лукьянов. Военно-медицинский журнал, 5, 15-17, 1957.
40. Л.В. Кузнецова. Тезисы симпозиума "Гигиена труда при работе с радиоактивными веществами и источниками иониз.изл." М., 1961, стр. 16.
41. Л.В. Кузнецова, Н.Н. Коршунова. Медицинская радиология, 6, 7, 63, 1961.
42. Л.В. Кузнецова, М.С. Егорова. Медицинская радиология, 3, 34, 1963.
43. Л.В. Кузнецова. Гигиена труда при работе на некоторых видах ускорительных установок. М., Медгиз, 1960.
44. Л.В. Кузнецова. Труды Всесоюзной конференции по медицинской радиологии. М., Медгиз, 1957.
45. Л.В. Кузнецова, В.П. Столяров. Сборник рефератов по радиационной медицине выполненных в 1957. М., 1958.
46. Н.А. Куршаков. Советская медицина, 4, 40, 1958.
47. А.В. Лебединский. Доклад на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии. Женева, 1955.
48. М., Ливингстон, М. Розе., М. Налкас. Циклотрон. Сборник статей по редакции П.А. Черенкова, М., 1948.
49. М. Стенли Ливингстон. Ускорители. М., 1956.
50. Э.Н. Львовская, Э.С. Котова. Медицинская радиология, 3, 52, 1964.
51. И.Ф. Малышев, В.Г. Рогозинский. Вакуумная система циклотрона многозарядных ионов У-300. Дубна, 1963.
52. И.М. Мотора. Материалы конференции по ядерным реакциям с многозарядными ионами. Дубна, 1959.
53. А.А. Модель. Функциональные изменения нервной системы в начальной стадии некоторых профессиональных заболеваний. Докторская диссертация. Киев, 1961.



54. О. Нири, Р. Мансен, Р. Мол. Биологическое действие длительного нейтронного излучения. М., 1961.
55. В.И. Простякова, Р.С. Белова, Н.И. Янковский. Условия труда при каротажных работах с нейтронными источниками. Медицинская радиология, 2, 62, 1960.
56. Ю.П. Оганесян. Получение пучков ускоренных ионов на 300 см циклотроне ОИЯИ. Рабочее совещание по обмену опытом и по научным исследованиям на циклотронах. Краков, 1961.
57. К.Л. Плюснин. Ускоритель многозарядных ионов. Материалы конференции по ядерным реакциям с многозарядными ионами. Дубна, 1959.
58. Э.И. Поллард, В. Дэвидсон. Прикладная ядерная физика. М-Л., 1947.
59. Вредные вещества в промышленности. Справочник, ч. II. Л., Госхимиздат, 1954.
60. Н.Ю. Тарасенко, И.Г. Простакова, Н.Н. Рыикова. Гигиена труда при работе на атомных электростанциях. М., 1960.
61. Г.Н. Флеров. Основные проблемы физики многозарядных ионов. Материалы конференции по ядерных реакциям с многозарядными ионами. Дубна, 1959.
62. В.В. Соколов, И.А. Грибова и др. Гигиена труда и профессиональные заболевания, 12, 42, 1963.
63. Л.И. Фогельсон. Болезни сердца и сосудов. М., Медгиз, 1961.
64. Л.И. Фогельсон. Основы клинической электрокардиографии. М., Медгиз, 1948.
65. М.И. Шальнов. Тканевая доза нейтронов. М., Атомиздат, 1960.
66. Л.Я. Шаргородский. Невропатология и психиатрия, 7, 1937.
67. А.В. Шеглова. Проблемы гематологии и переливания крови, 6, 35, 1962.
68. В.А. Ширская. Экспресс-метод определения озона. Практическое руководство  
Методы определения вредных веществ в воздухе и других средах. М.,  
Медгиз, 1961.
69. T.S. Evans. Radiol, 568, 1948.
70. Health Physics group. European Organization for Nuclear Research  
Annual Report, CERN, 1961 ; CERN 1962.
71. Rajewsky B. Strahlendosen and Strahlenwirkung, 1959.