

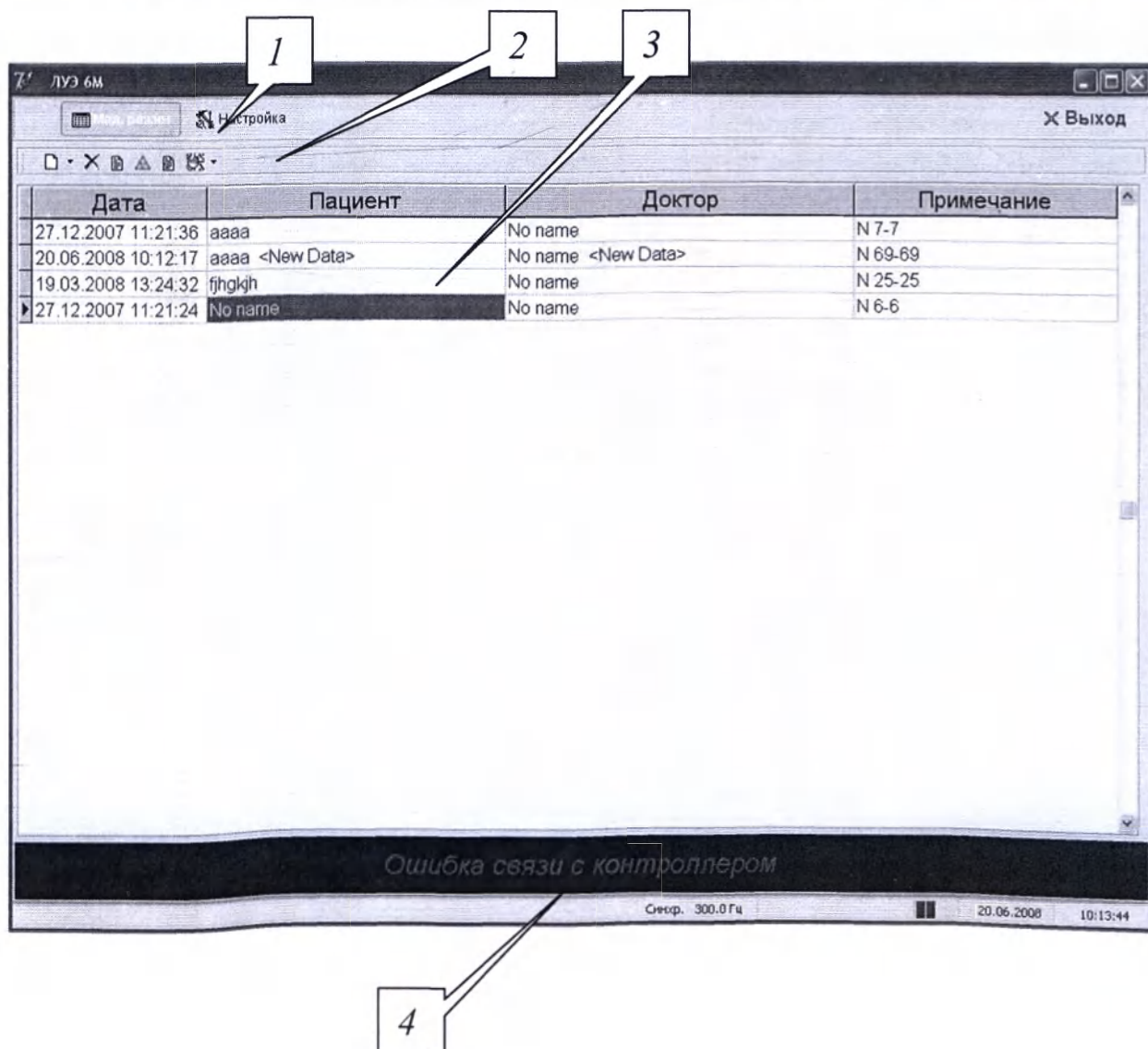
СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ

Ускоритель «Элус-6М»

**Руководство пользователя программного обеспечения
системы автоматизированного управления**

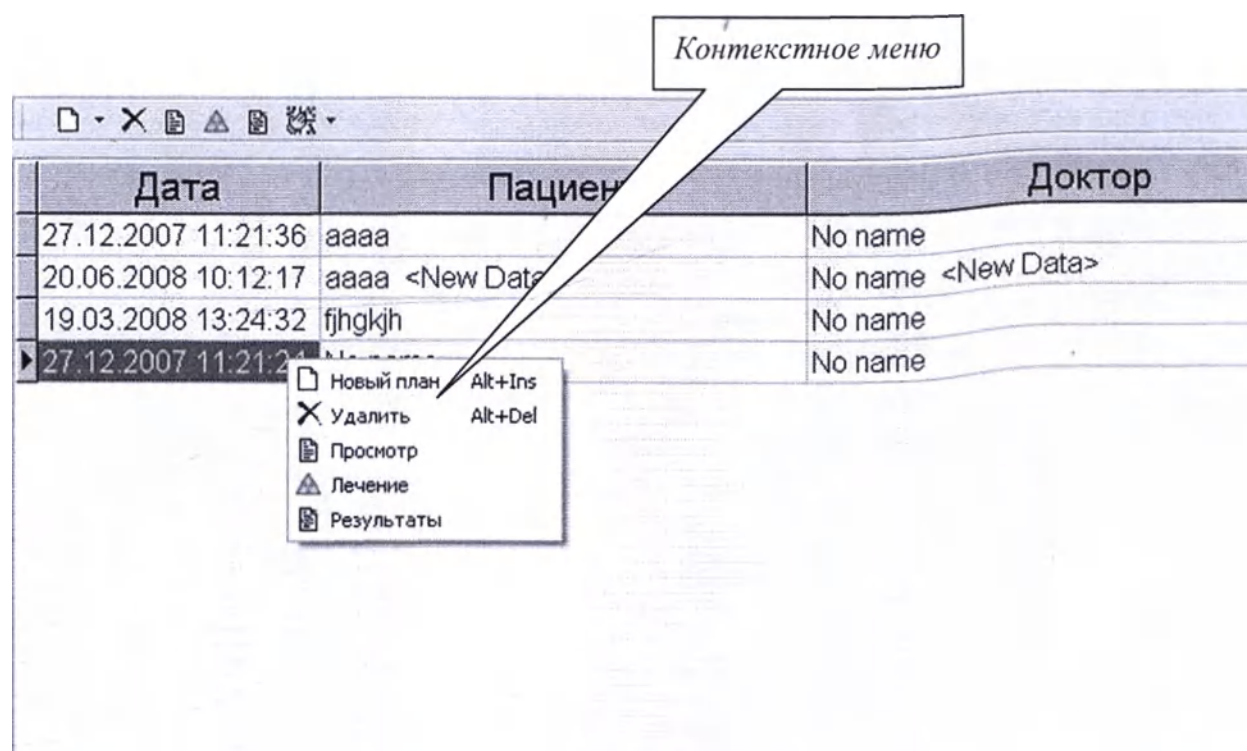
Программа функционирует под управлением MS Windows. После загрузки программы на экране монитора появляется главное окно программы, показанное ниже.

Главное окно программы состоит из четырех секций. В верхней части окна находится панель с кнопками выбора режима работы программы (<Мед. Режим> <Настройка> <Выход>) (1), под ним расположена панель “быстрых кнопок” (2), еще ниже – База данных (3), оставшуюся часть окна занимают информационные панели (4).



“Быстрые кнопки” заменяют главное меню и вызывают все функции программы.

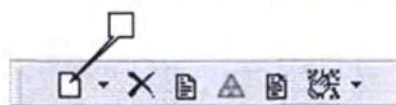
Все “Быстрые кнопки” имеют всплывающие подсказки (т. е. для уточнения функции кнопки достаточно навести на нее курсор мыши). Другой способ вызова функций заключается в вызове “Контекстного меню”, для этого нужно навести курсор мыши на нужную строку таблицы базы данных и нажать правую кнопку мыши.



Далее рассматриваются все функции программы.

Ввод нового плана лечения:

После нажатия соответствующей кнопки



на экране появится новое окно “Ввод плана лечения”. В нем необходимо заполнить все поля.

Дата	Ввод плана лечения	Укладка
27.12.2007 11:21	Пациент: aaaa <New Data>	
20.06.2008 10:12	Доктор: No name <New Data>	
19.03.2008 13:24	Примечание:	
20.06.2008 10:22		

Укладка 1 (1)

Положение больного: Лицом вверх, головой к источнику

Режим лечения: Статический

Поле (см): X = 32 Y = 32 dX = 0 dY = 0

Угол рен. головки (град.): 0

Угол излучателя (град.): 0

Клин: (нет)

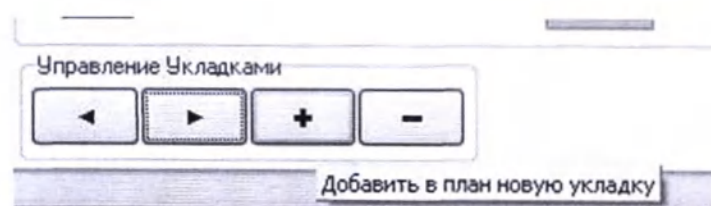
Доза: 1 ME

Управление Укладками: < > + -

Ok Отмена

Статус: Скор. 300.0 Гц 20.06.2008 11:23:04

Для добавления новых укладок, удаления ошибочно введенных необходимо использовать блок кнопок “Управление Укладками” (эти кнопки также имеют всплывающие подсказки)

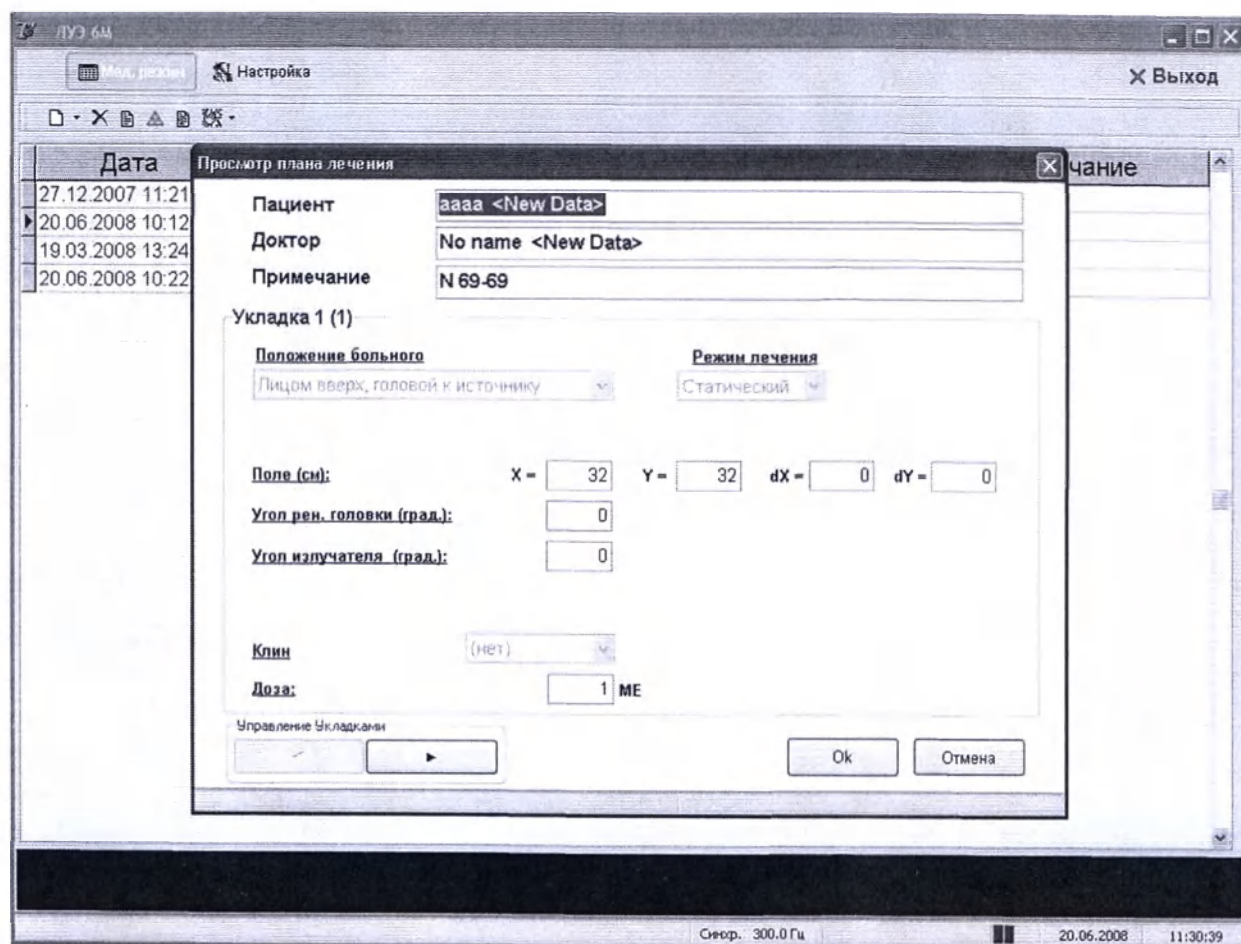
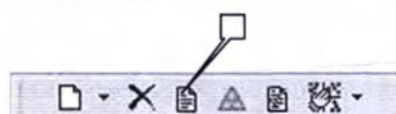




Для сохранения нового плана в базе данных нажимается кнопка <Ок>

Просмотр плана лечения:

Для просмотра существующего плана нажимается соответствующая кнопка



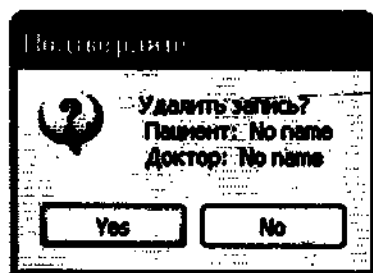
В окне "Просмотр плана лечения" редактирование не допускается

Удаление плана лечения:

Для удаления существующего плана нажимается соответствующая кнопка

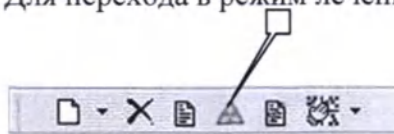


В появившемся окне надо подтвердить или отменить удаление.



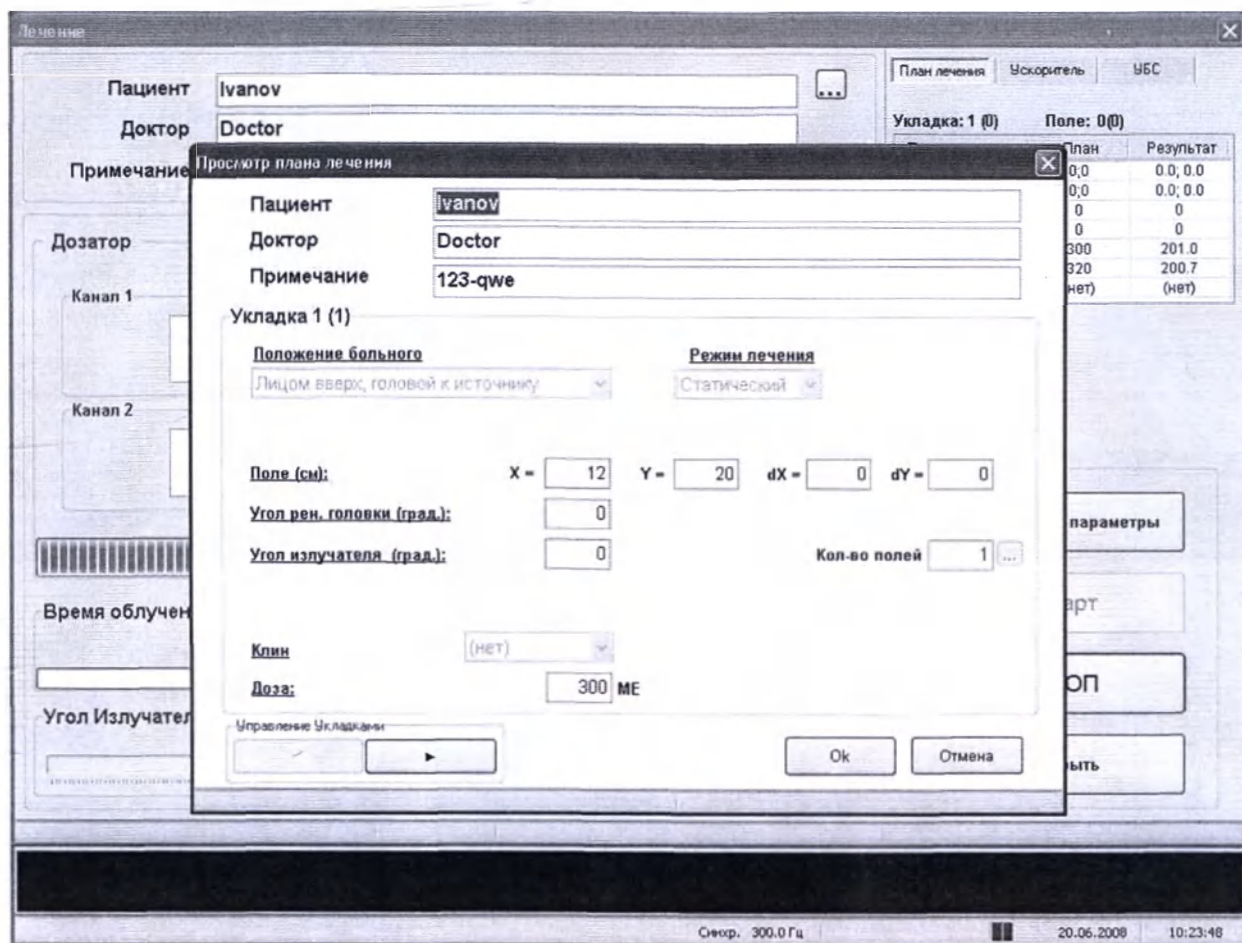
Лечение:

Для перехода в режим лечения нажимается соответствующая кнопка



Ниже подробно описан процесс лечения.

1. В окне “Просмотр плана лечения” оператор должен еще раз проверить выбранный план и в случае ошибки отменить лечение (кнопка <Отмена>)



В случае правильного выбора нажимается кнопка <Ок>.

После этого на экране отображается окно <Лечение>. В нем показаны параметры плана лечения и кнопки управления.

2. Установить радиационные параметры (кнопка <Установить параметры>)

Процесс установки параметров отображается в таблице

Лечение (Статика)

Пациент: Ivanov
Доктор: Doctor
Примечание: 123-qwe

Дозатор

	Уставка	Получено	Мощн. Дозы
Канал 1	300	0.0	0
Канал 2	320	0.0	0

Время облучения: 00:00
00:00

Угол Излучателя, град. (0)
0

Укладка: 1 (1) Поле: 1 (1)

Параметр	План	Результат
Поле X; Y (см)	12.0; 20.0	0.0; 0.0
Поле ФX; dY (см)	0.0; 0.0	0.0; 0.0
Угол РГ (град.)	0	0
Угол Изп. (град.)	0	0
Доза 1 (МЕ)	300	0.0
Доза 2 (МЕ)	320	0.0
Клин	(нет)	(нет)

Установить параметры

Старт

Стоп

Закреть

Ошибка связи с контроллером

Скор. 300.0 Гц 20.06.2008 10:25:56

После завершения установки параметров кнопка <Установить Параметры> станет недоступной, а <Старт> - разрешена.

3. Лечение

Нажать кнопку <Старт>

Лечение (Статика)

Пациент: Ivanov
Доктор: Doctor
Примечание: 123-qwe

Дозатор

	Уставка	Получено	Мощн. Дозы
Канал 1	300	0.0	0
Канал 2	320	0.0	0

Время облучения: 00:00
00:00

Угол Излучателя, град. (0)
0

Укладка: 1 (1) Поле: 1 (1)

Параметр	План	Результат
Поле X; Y (см)	12.0; 20.0	12.0; 20.0
Поле dX; dY (см)	0.0; 0.0	0.0; 0.0
Угол РГ (град.)	0	0
Угол Изл. (град.)	0	0
Доза 1 (МЕ)	300	0.0
Доза 2 (МЕ)	320	0.0
Клин	(нет)	(нет)

Установить параметры

Старт

Стоп

Закреть

Ошибка связи с контроллером

Скор. 300.0 Гц 20.06.2008 10:38:04

Процесс лечения (набор дозы, время облучения) отображается на экране.
Во время облучения разрешенной остается только кнопка <Стоп>.

Лечение (Статика)

Пациент: Ivanov
 Доктор: Doctor
 Примечание: 123-qwe

План лечения: Ускоритель УБС

Укладка: 1 (1) Поле: 1 (1)

Параметр	План	Результат
Поле X, Y (см)	12.0; 20.0	12.0; 20.0
Поле Фx, dY (см)	0.0; 0.0	0.0; 0.0
Угол РГ (град.)	0	0
Угол Изл. (град.)	0	0
Доза 1 (МЕ)	300	100.7
Доза 2 (МЕ)	320	100.3
Клин	(нет)	(нет)

Дозатор

	Уставка	Получено	Мощн. Дозы
Канал 1	300	100.7	300
Канал 2	320	100.3	301

Время облучения: 01:00
 00:20

Угол Излучателя, град. (0)
 0

Установить параметры
 Старт
 Стоп
 Закрыть

Ошибка связи с контроллером

Синхр. 300.0 Гц 20.06.2008 11:00:33

Кнопка <Стоп> служит для санкционированной остановки лечения.

Подтвердите

? Лечение остановлено. Продолжить?

Yes No

При нажатии кнопки <Нет> (<No>) возможности продолжить лечение не будет. После принятия решения "Продолжить" необходимо повторить п.3.

Просмотр плана лечения

Лечение (Статика)
✕

Пациент

Доктор

Примечание

План лечения

Ускоритель УБС

Укладка: 1 (1)		Поле: 1 (1)	
Параметр	План	Результат	
Поле X; Y (см)	12.0; 20.0	12.0; 20.0	
Поле dX; dY (см)	0.0; 0.0	0.0; 0.0	
Угол РГ (град.)	0	0	
Угол Изл. (град.)	0	0	
Доза 1 (МЕ)	300	301.0	
Доза 2 (МЕ)	320	300.1	
Клин	(нет)	(нет)	

Дозатор	Уставка	Получено	Мощн. Дозы
Канал 1	300	301.0	301
Канал 2	320	300.1	300

Время облучения: 01:00

01:00

Угол Излучателя, град. (0)

0

Установить параметры

Старт

Стоп

Заккрыть

Скор. 300.0 Гц
20.06.2008 11:05:36

Кнопка <Просмотр плана лечения> служит для выбора укладки (если их несколько) Лечение всех упаковок одинаково (п.п. 1 - 3).

4. Завершение лечения

После нажатия кнопки <Заккрыть> будут показаны результаты прошедшего сеанса лечения.

Дозатор

Канал 1

Канал 2

Время облучен

Угол Излучател

Пациент

Доктор

Примечание

План лечения

Ускоритель

УБС

Результаты лечения

20.06.2008 11:12:44

Пациент : Ivanov

Доктор : Doctor

Примечание : 123-qwe

Укладка 0

Рад. Поле (см) X= 12.0 Y= 20.0 dX= 0.0 dY= 0.0

Угол РГ (град) 0

Угол Изл. (град) 0

Доза (сГр) 300.2

1 (1)

Результат

0.0 12.0; 20.0

0 0.0; 0.0

0

0

300.8

300.5

(нет)

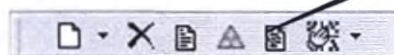
Сохранить

Закреть

2008

11:12:47

Просмотр результатов:



Кнопка <Подробнее>

Результаты лечения

Подробнее (Выберите нужную строку и нажмите эту кнопку)

Доктор: Доктор
Примечание: 123-qwe

N	Дата	Доза, ME	Выполнено, %
1	20.06.2008 10:22:54	100.7	33.6
2	20.06.2008 10:24:48	100.4	33.5
3	20.06.2008 10:26:42	100.7	33.6
4	20.06.2008 10:32:16	100.6	33.5
5	20.06.2008 10:34:24	100.7	33.6
6	20.06.2008 10:34:49	101.0	33.7
7	20.06.2008 10:37:15	100.8	33.6
8	20.06.2008 10:38:44	100.9	33.6
9	20.06.2008 11:05:03	100.7	33.6
10	20.06.2008 11:06:12	100.0	33.3
11	20.06.2008 11:08:27	300.6	100.2
12	20.06.2008 11:11:13	300.5	100.2
13	20.06.2008 11:12:44	300.2	100.1
14	20.06.2008 11:34:09	300.2	100.1

Всего, ME 2208.0

Закрыть

Сквир. 300.0 Гц 20.06.2008 11:43:59

Данное окно отображает обобщенные результаты лечения всех сеансов.

(Для подробного рассмотрения результатов надо выбрать нужную строку и нажать кнопку <Подробнее> или произвести двойной щелчок левой кнопки мыши по нужной строке).

Всего прошнуровано
пронумеровано и скреплено
печатью _____ листов



УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
АО «НИИЭФА»



..... Е.А. Сакадынец

«.....» 2020 г.

**УСКОРИТЕЛЬ ЭЛЕКТРОНОВ ЛИНЕЙНЫЙ
МЕДИЦИНСКИЙ «Эллус-6М»**

Руководство по эксплуатации

Е.330.552РЭ

Санкт-Петербург

2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ	4
1.1 Назначение изделия	4
1.2 Медико-технические характеристики	4
1.3 Состав ускорителя	5
1.4 Основные части и оборудование ускорителя	5
2 УСТРОЙСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ	10
2.1 Плата питания излучателя	10
2.2 Генератор СВЧ и тракт волноводный	11
2.3 Ускоряющее устройство	18
2.4 Источник электронов	20
2.5 Блок питания источника электронов	22
2.6 Тракт ускорения и формирования пучка	25
2.7 Модулятор магнетрона	26
2.8 Поворотное-фокусирующее устройство	28
2.9 Фокусирующая линза	29
2.10 Синхронизатор	30
2.11 Корректоры поперечного положения пучка	31
2.12 Система коллимации пучка	32
2.13 Система управления электроприводами радиационной головки и излучателя	35
2.14 Щит питания	37
3 АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УСКОРИТЕЛЯ	38
3.1 Общие положения	38
3.2 АРМ оператора	38
3.3 Стойка управления	39
4 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА АСУ	46
4.1 Блок автоматической подстройки частоты	47
4.2 Блок усиления и предварительной обработки сигналов ионизационной камеры	50
4.3 Частотный канал	53
4.4 Дозиметрический канал	55
4.5 Блок управления неравномерностью поля и контроля энергии	57
4.6 Дозатор	59
4.7 Контроллер сеточного модулятора ИЭ	61
4.8 Контроллер радиационной головки и стола для пациента	62
4.9 Система управления электроприводами стола для пациента	63
4.10 Контроллер расхода воды	65
4.11 Низковольтные источники питания	66
5 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ УСКОРИТЕЛЯ «ЭЛЛУС-6М»	70
6 ФУНКЦИИ ПРОГРАММЫ В РЕЖИМЕ ЛЕЧЕНИЯ	71
6.1 Ввод нового плана лечения	71
6.2 Просмотр плана лечения	73
6.3 Удаление плана лечения	73
6.4 Лечение	74
6.5 Просмотр результатов	77
7 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	79
7.1 Действия перед включением ускорителя	79
7.2 Включение ускорителя	80
7.3 Инженерный режим	89
7.4 Медицинский режим	96
7.5 Выключение установки	98
7.6 Ручной пульт управления электроприводами	99
7.7 Компьютер с настенными мониторами в процедурной	100

7.8 Указания мер безопасности.....	100
8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ.....	103
8.1 Генератор СВЧ и тракт волноводный.....	103
8.2 Ускоряющее устройство.....	103
8.3 Источник электронов.....	103
8.4 Блок питания источника электронов.....	104
8.5 Модулятор магнетрона.....	104
8.6 Система коллимации пучка.....	105
8.7 Радиационная головка.....	105
8.8 Ионизационная камера.....	106
9 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ.....	107
10 СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ.....	107
ПРИЛОЖЕНИЕ А КОНСТРУКТОРСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ	
УСКОРИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ ЛИНЕЙНОГО МЕДИЦИНСКОГО «ЭЛЛУС-6М».....	108
Схема электрическая функциональная. Е.330.552 Э2.....	108
Схема электрическая принципиальная и соединений. Е.330.552 Э0.....	109
Перечень элементов.....	110
Панель управления и питания	
Схема электрическая принципиальная и соединений. Е.331.750 Э0.....	111
Перечень элементов. Е.331.750 ПЭ0113.....	113
Панель питания	
Схема электрическая принципиальная и соединений. Е.332.330 Э0.....	115
Перечень элементов. Е.332.330 ПЭ0.....	116
Модулятор	
Схема электрическая принципиальная и соединений. Е.332.032 Э0.....	117
Перечень элементов. Е.332.032 ПЭ0.....	118
Излучатель	
Схема электрическая принципиальная и соединений. Е.331.051 Э0.....	121
Перечень элементов. Е.331.051 ПЭ0.....	123
Щит питания	
Схема электрическая принципиальная и соединений. Е.332.601 Э0.....	128
Стойка управления	
Схема электрическая принципиальная. Е.332.935 Э3.....	129
Узел катушки центрирующей	
Сборочный чертеж. Е.331.625 СБ.....	130
Синхронизатор	
Схема электрическая принципиальная. Е.332.123 Э3.....	131
Блок электромагнитов	
Сборочный чертеж. Е.332.775 СБ.....	132
Катушка фокусирующая	
Сборочный чертеж. Е.331.723 СБ.....	133
Источник электронов ИЭ	
Сборочный чертеж. Е.331.363 СБ.....	134
Устройство ускоряющее УУ	
Сборочный чертеж. Е.330.850 СБ.....	135
Блок питания ТИЭ	
Схема электрическая принципиальная и соединений. Е.341.457 Э3.....	136
ПРИЛОЖЕНИЕ Б СИСТЕМА ВЕРИФИКАЦИИ ДОЗОВОГО ПОЛЯ.	
Руководство по эксплуатации. Е.332.624 РЭ.....	137
ПРИЛОЖЕНИЕ В МНОГОЛЕПЕСТКОВЫЙ КОЛЛИМАТОР.	
Руководство по эксплуатации. Е.332.648 РЭ.....	165
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. СТОЛ ДЛЯ ПАЦИЕНТА.	
Руководство по эксплуатации. Е.330.114 РЭ.....	192

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для организации правильной эксплуатации линейного медицинского ускорителя электронов "Эллус-6М" с энергией 6 МэВ (АКЛУ.502131.039 ТУ), ознакомления с составом и устройством его оборудования, изучения правил использования по назначению.

РЭ содержит сведения о конструкции ускорителя, принципе его действия, технических параметрах и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации.

Ускоритель должен обслуживаться только операторами, которые прошли обучение правилам и инструкциям, относящимся к использованию источников ионизирующего излучения, правилам безопасности при эксплуатации электроустановок и ознакомлены с особенностями применения данного оборудования.

Ускоритель электронов «Эллус-6М» можно использовать без ограничения для лечения любых групп пациентов.

Лучевая терапия может вызывать побочные эффекты, которые могут варьироваться в зависимости от части тела, подвергаемой лечению, и общего состояния здоровья пациента, а также, от индивидуальных особенностей организма.

Побочные эффекты зависят от конкретного заболевания, которое подвергается лечению, и общего состояния здоровья пациента до и во время лечения. В зависимости от локализации применения лучевой терапии, в каждой части организма могут проявляться специфические кратковременные или долговременные побочные эффекты.

Кратковременные побочные эффекты, как правило, проходят после завершения лечения, как и их симптомы, сопровождающие их во время проведения терапии. Существует небольшой риск развития вторичного онкологического заболевания после лучевой терапии, но данный риск перевешивается эффективностью лечения первичных раковых заболеваний.

1 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Ускоритель электронов «Эллус-6М» (далее - ускоритель) с энергией 6 МэВ, является электрофизической установкой, предназначенной для лучевой терапии тормозным излучением в статическом и ротационном режимах при лечении широкого круга онкологических заболеваний.

Ускоритель отвечает требованиям нормативно-технической документации на радиационные установки с ускорителями электронов, действующей в РФ. Ускоритель может быть использован в специализированных онкологических учреждениях здравоохранения.

1.2 МЕДИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Основные медико-технические характеристики и параметры (свойства) ускорителя приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Параметр	Значение
Энергия ускоренных электронов в режиме тормозного излучения, МэВ	6
Максимальная мощность поглощенной дозы тормозного излучения, Гр/мин	до 5,0
Поля тормозного излучения имеют прямоугольную форму. Их размеры на расстоянии 1м от мишени плавно регулируются в пределах, см ² (поля размером более 35х35 см ² ограничены кругом диаметром 49 см).	от 2х2 до 40х40

Параметр	Значение
Относительная неравномерность распределения мощности дозы по полю облучения в режиме тормозного излучения (отношение максимума дозы к минимуму) для полей:	
• от 5х5 до 30х30 см ²	1,06
• от 30х30 до 35х35 см ²	1,10
Излучатель выполнен в изоцентрическом исполнении и имеет:	
а) угол ротации	±185°
б) нормальное расстояние облучения, см	100
в) скорость ротации, °/мин	36 - 360
Электропитание ускорителя осуществляется от трехфазной сети переменного тока с заземленной нейтралью (TN-S) с частотой 50±0,1 Гц, напряжением 380/220 В ±5%, установочной мощностью не менее, кВА	30
Режим работы ускорителя продолжительный.	

1.3 СОСТАВ УСКОРИТЕЛЯ

1.3.1 В состав ускорителя входят:

а) базовый комплект, в составе:

- 1) излучатель Эллус-6М;
- 2) стойка АСУ ускорителя;
- 3) АРМ оператора;
- 4) система обратного водоохлаждения;
- 5) щит питания;
- 6) стол для пациента (далее – стол);
- 7) Пульт ручного управления Эллус-6М.

б) принадлежности, расширяющие целевое назначение базового комплекта:

- 1) система многолепесткового коллиматора (далее – МЛК);
- 2) система верификации дозового поля (далее – СВДП).

Ускоритель в базовой или полной комплектации может быть использован в специализированных онкологических учреждениях здравоохранения.

Габариты и масса основных частей ускорителя приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2

Наименование	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
	длина	ширина	высота	
Ускоритель:				8000
1 Излучатель «Эллус-6М»	3090	1250	2525	4500
2 Стойка АСУ ускорителя	610	610	980	48
3 АРМ оператора	720	1400	750	70
4 Система обратного водоохлаждения	600	800	1200	140
5 Щит питания	650	500	220	42
6 Стол для пациента	2300	1190	500	1150
7 Пульт ручного управления «Эллус-6М»	220	170	50	2

1.4 ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ И ОБОРУДОВАНИЕ УСКОРИТЕЛЯ

1.4.1 Излучатель

Излучатель (рис.1.1 и рис.1.2) состоит из двух элементов: стационарной рамы и подвижной (вращающейся) части излучателя. В подвижной части расположены следующие основные узлы:

- ускоряющее устройство с источником электронов,
- поворотно-фокусирующее устройство,
- радиационная головка,
- модулятор источника электронов,
- высоковакуумный магнито-разрядный насос с блоком питания,
- форвакуумный насос с блоком питания,
- блок питания ионизационной камеры,
- привод поворота вращающейся части,
- блоки питания поворотно-фокусирующего устройства, фокусирующих и корректирующих катушек,
- генератор СВЧ с магнетроном,
- тракт волноводный,
- система напуска элегаза.

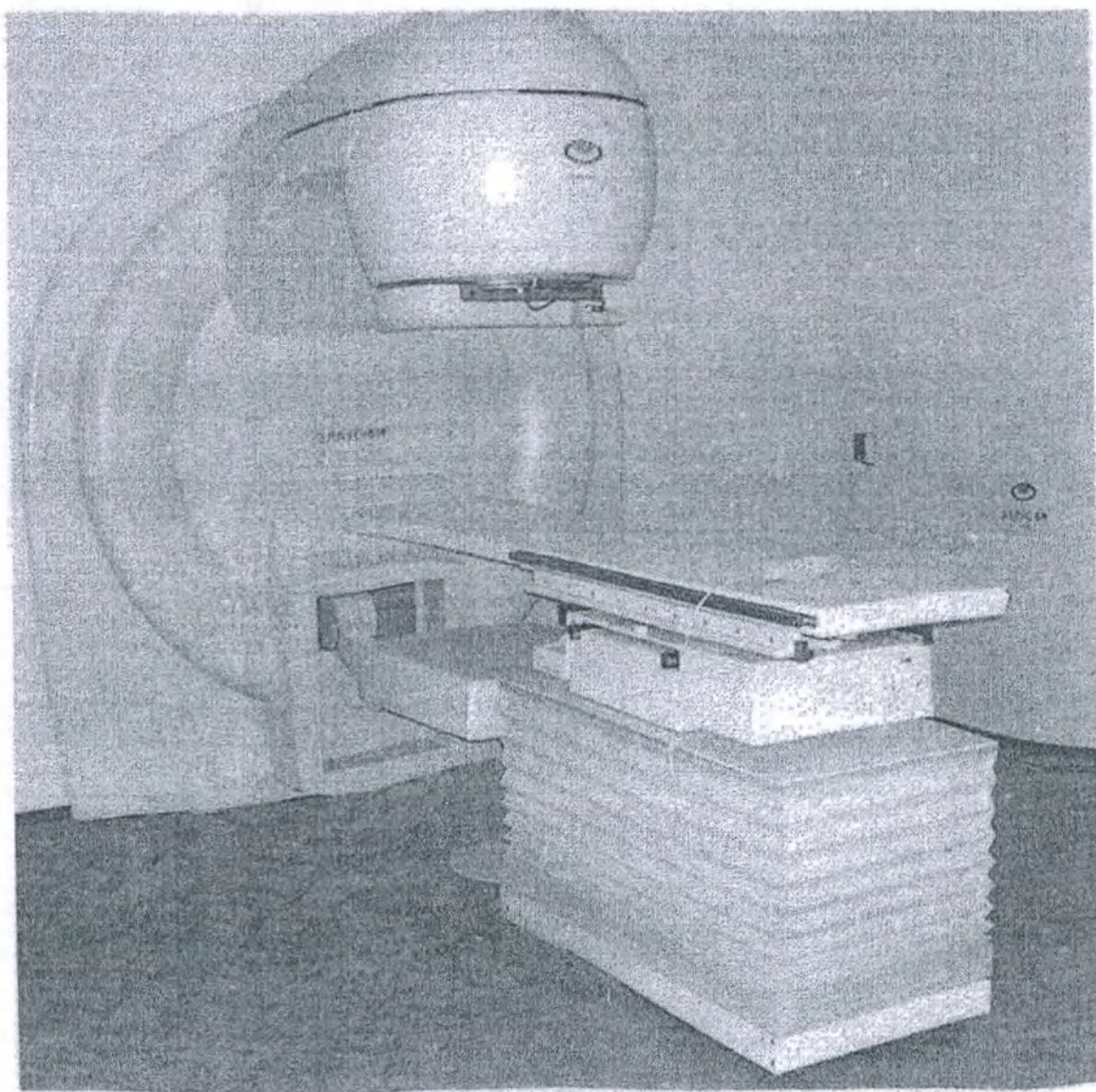


Рис.1.1- Излучатель и стол для пациента

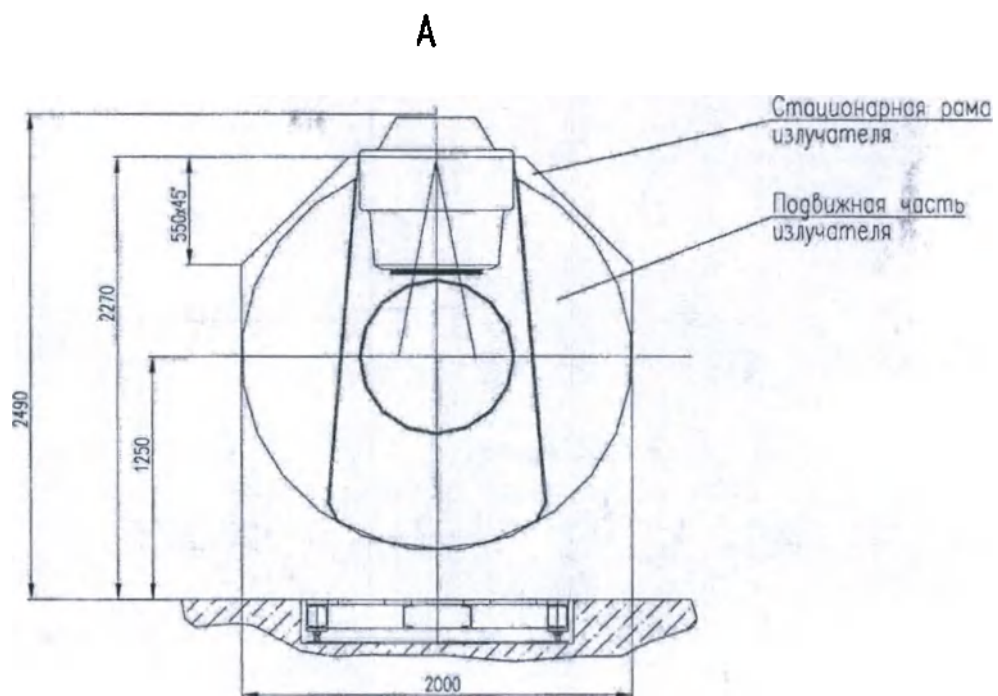
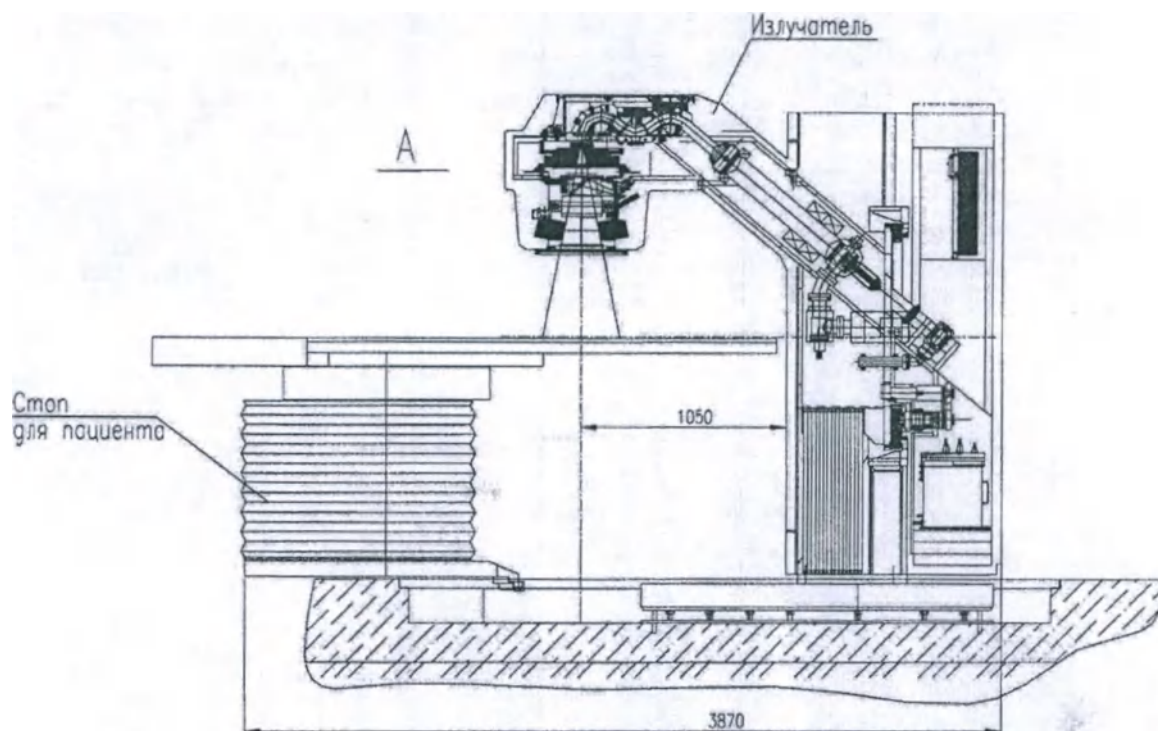


Рис.1.2 - Излучатель и стол для пациента (габаритные размеры)

1.4.2 Стойка управления

Стойка управления является основным узлом автоматизированной системы управления (АСУ) ускорителя. В ней располагается центральный контроллер, платы расширения функциональных возможностей контроллера, устройства сопряжения с объектом (УСО), модули гальванической развязки и нормализации сигналов, а также многоканальные высокопроизводительные платы последовательной связи (интерфейсные модули).

Конструктивно стойка управления представляет собой (рис. 1-3) металлоконструкцию шкафа в стандарте «Евромеханика» высотой 13U фирмы «RITTAL» (Германия), два этажа которой занимает бесперебойный источник питания (UPS) мощностью 1000ВА. Он обеспечивает питание АРМа оператора, стойки управления и магистральной шины +24В всей АСУ ускорителя. От этой шины через DS/DS преобразователи питаются все контроллеры сети. Поэтому, даже при аварийном отключении электросети (~220В), в течение 12 – 15 минут панельный компьютер оператора и все контроллеры будут иметь возможность нормально завершить работу с записью в свою энергонезависимую память всех параметров предаварийного состояния. Это особенно важно для дозатора, так как следующий сеанс облучения должен планироваться с учетом дозы, набранной до аварийного отключения.

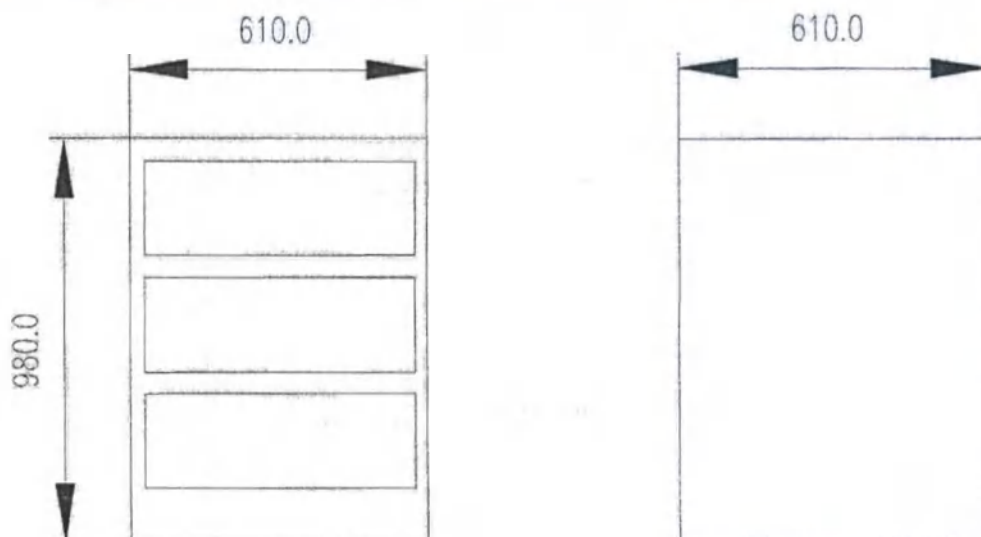


Рис.1.3 - Стойка управления (габаритные размеры)

1.4.3 АРМ-оператора

Непосредственное управление ускорителем в режиме лучевой терапии осуществляется с автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора, которое состоит из:

- специализированного стола с встроенным кабельным каналом;
- промышленного панельного РС – совместимого компьютера с жидкокристаллическим сенсорным экраном;
- клавиатуры и мыши;
- звуковой сигнализации (активные колонки).

Внешний вид и габариты АРМа оператора приведены на рис.1.4 и рис. 1.5.

На экране дисплея воспроизводится функциональная клавиатура, посредством которой осуществляется управление ускорителем. Разрешение экрана масштабируется в зависимости от требований решаемой задачи. Начальная установка подсистем (дозатора,

диафрагм, синхронизатора и др.) производится в оконном режиме. В этом же режиме осуществляется визуализация измеряемых параметров подсистем.

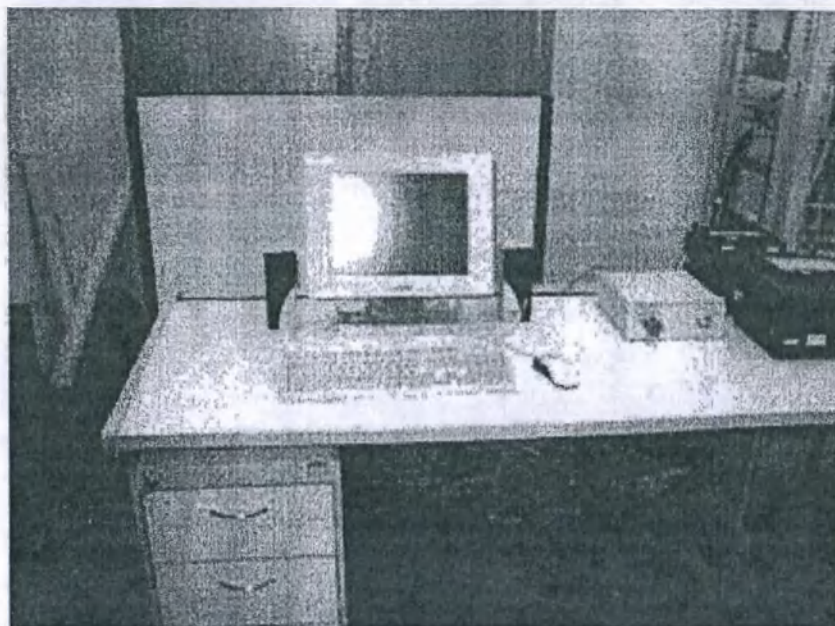


Рис.1.4 - АРМ-оператора (общий вид)

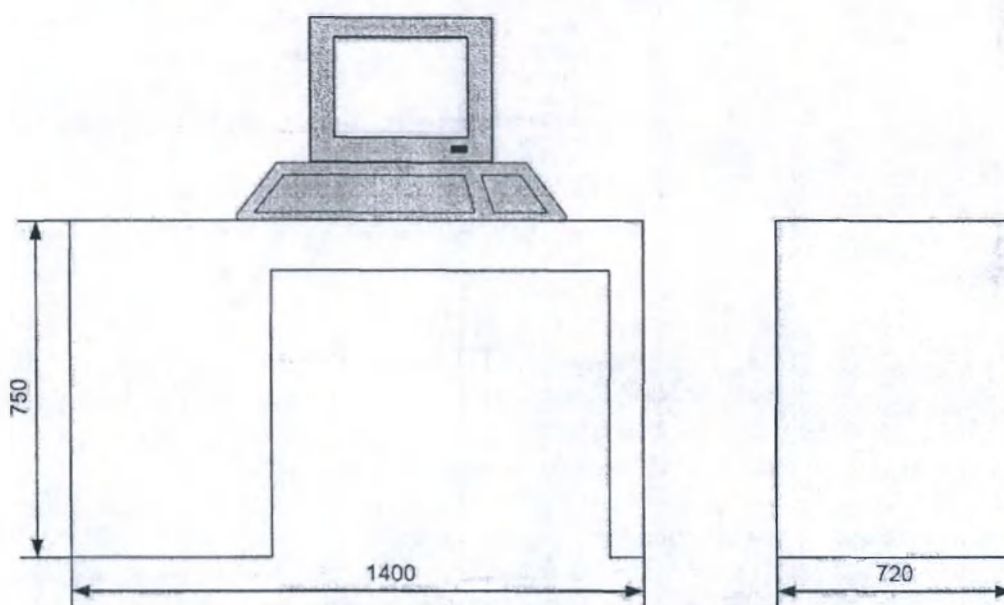


Рис.1.5 - АРМ-оператора (габаритные размеры)

Взаимодействие оператора с системой осуществляется путем касания соответствующих функциональных клавиш на мониторе либо манипулятором типа «мышь». Наиболее ответственные команды требуют подтверждения нажатием клавиши «Enter» на клавиатуре либо касанием клавиши «Да» на мониторе.

Возможна автоматическая установка параметров облучения при получении из станции планирования лечения данных в соответствии с протоколом HL7, DICOM 3.0 IMRT. АРМ оператора ускорителя связан с другими подразделениями медицинского учреждения по сети ETHERNET. Поэтому вся информация о сеансе лечения становится

доступной станции планирования для возможной корректировки плана лечения. На жестком диске панельного компьютера АРМа оператора ведется оперативный журнал, где сохраняются все параметры проведенных сеансов лечения пациентов. На том же диске ведется журнал аварийных ситуаций.

1.4.4. Система обратного водоохлаждения

Система водоохлаждения предназначена для отвода тепла от термонагруженных элементов ускорителя и для стабилизации на заданном уровне $22^{\circ}\pm 1^{\circ}$ температуры ускоряющего устройства.

Циркуляция охлаждающей воды внутреннего контура и поддержание ее температуры в заданном диапазоне обеспечивается водовоздушной системой обратного охлаждения, модель 3336.500 RITTAL.

Контроль расхода воды в параллельных каналах системы водоохлаждения осуществляется с помощью счетчиков холодной воды «Вектор». Контроль температуры теплоносителя производится в блоке обратного охлаждения.

1.4.5 Щит питания

Щит питания ускорителя предназначен для электропитания всех устройств ускорителя (излучателя, стойки управления, АРМ-оператора, стола для пациента, системы обратного охлаждения воздушного теплообменника), а также электропитания однофазных розеток напряжением 220В в процедурной и пульту.

Щит обеспечивает в процедурной при включении светового имитатора радиационного поля ускорителя частичное выключение освещения по команде с местного пульта управления столом для пациента на время укладки пациента.

Щит питания ускорителя обеспечивает световую сигнализацию при включении электропитания и включении ускорителя в режим излучения. Он формирует сигнал условий безопасности для системы управления ускорителем и отключает электропитание излучателя в случае аварийной ситуации.

2 УСТРОЙСТВО И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ

2.1 ПЛАТА ПИТАНИЯ ИЗЛУЧАТЕЛЯ

2.1.1 Плата питания излучателя Е.332.330 Э0 предназначена для электропитания всех устройств излучателя:

- модулятора магнетрона,
- накала тиратрона и магнетрона,
- накала и сеточного модулятора источника электронов,
- фокусирующих и корректирующих катушек ускоряющего устройства,
- поворотного магнита и его корректирующих катушек,
- всех электроприводов излучателя,
- форвакуумного и высоковакуумного насосов,
- ионизационной камеры,
- имитатора светового поля излучения ренгеновской головки,
- панели питания и управления излучателя.

2.1.2 На плате питания излучателя расположены:

- автомат Q1 – вводное электропитание излучателя;
- автомат Q2 – питание высоковольтного выпрямителя модулятора магнетрона;
- автомат Q3 – питание платы управления и питания;
- автомат Q4 – питание накалов тиратрона и магнетрона, питание источника электронов, электронных блоков и источников питания;
- U1 – детекторные головки;
- U2 – ионизационной камеры;
- T1 – электронный трансформатор питания имитатора светового поля и дальномера РГ;

- U4 – питание платы De – Q;
- предохранитель F1, F2;
- розетки x1, x2 – 220 В;
- источник питания УБС – U4;
- ограничители напряжения R1...R4 для ограничения импульсных помех;
- резисторы R5...R7 – для ступенчатого включения напряжения на формирующую линию модулятора магнетрона;
- контакторы K1, K2 – включения электропитания на высоковольтный выпрямитель модулятора магнетрона;
- реле K3, K4 – обеспечивают ступенчатое включение высокого напряжения;
- реле K5 – определяет время прогрева тиратрона;
- реле K6 – обеспечивает автоматический напуск элегаза в волноводный тракт СВЧ;
- реле K7 – включает прогрев тиратрона модулятора магнетрона;
- реле K8 – включает электропитание накала U9 и модулятора сеточного Uэ;
- реле K9 – включает питание накала магнетрона;
- реле K10 – включает высокое напряжение модулятора;
- реле K11 – осуществляет деблокировку срабатывания защит;
- реле K12 – включает питание трансформатора T1 имитатора светового поля излучения;
- реле K13 – сигнализирует о перегреве В.В. выпрямителя;
- реле K14 – сигнализирует о перезаряде линии формирующей;
- реле K15 – осуществляет блокировку включения высокого напряжения;

Все подключения к плате питания осуществляются через клеммы x1: 1,2,3,4,5, x4: 1...3, x5 1...57.

2.1.3 Работа платы питания излучателя может производиться с отдельными устройствами излучателя (проведение регулирования). Управление работой платы питания осуществляется от АСУ, расположенной в излучателе.

2.1.4 Плата питания не требует специального технического обслуживания. В период эксплуатации необходимо не реже одного раза в год производить очистку элементов платы питания от пыли и проверку винтовых соединений электрических цепей.

Техническое обслуживание следует производить при отключенном электропитании.

2.2 ГЕНЕРАТОР СВЧ И ТРАКТ ВОЛНОВОДНЫЙ

2.2.1 Магнетрон (генератор СВЧ энергии) предназначен для генерирования мощных высокочастотных колебаний. СВЧ генератор работает на магнетроне MG 5125 P с магнитной системой МАЕР.684116.101.00 СБ НПК «ММТ».

Волноводный тракт предназначен для канализации высокочастотной энергии от магнетрона до ускоряющего волновода ускорителя электронов линейного медицинского «Эдлус-6М».

2.2.2 Безотказная работа магнетрона и волноводного тракта обеспечивается грамотной эксплуатацией и регулярным техническим обслуживанием.

К работе по обслуживанию волноводного тракта допускаются лица, прошедшие курс производственного обучения на рабочем месте, получившие инструктаж по охране труда и технике безопасности при работе на электроустановках и при работе с источниками СВЧ – излучений.

2.2.3 Технические характеристики:

- Передача высокочастотной энергии производится по волноводному тракту сечением 72 × 34 мм.

- Электрическая прочность волноводного тракта обеспечивается избыточным внутренним давлением газообразного элегаза SF₆ в 117,8...147 кПа (1,2...1,5 кгс/см²). Небольшая часть волноводного тракта работает при непрерывной вакуумной откачке.

- Затухание СВЧ – энергии в волноводном тракте определяется потерями в циркуляторе (0,2 дБ), в разделительном окне (0,1 дБ) и в стенках волноводных элементов (0,15 дБ) и в сумме не превышает 0,5 дБ.

- КСВН волноводного тракта в сборе не превышает значения 1,25.

- Генератор СВЧ энергии работает в импульсном режиме.

Параметры СВЧ – импульсов:

- Рабочая частота, МГц 2998 ± 1

- Импульсная мощность, МВт 2,0

- Средняя мощность, кВт до 2,0

- Амплитуда импульсов, кВ 40...46

2.2.4 Волноводный тракт состоит из следующих функциональных элементов:

- разделительного металлокерамического окна;

- волноводного ферритового вентиля,ключающего в себя Y-циркулятор и поглощающую нагрузку;

- волноводов, изогнутых в плоскости E;

- гибкого волновода;

- ответвителей высокочастотных сигналов;

- детекторных головок;

- контактных фланцев;

- прокладок контактных;

- прокладок герметизирующих.

Волноводный тракт также включает в себя:

- систему контроля рабочего режима волноводного тракта;

- систему снабжения газообразным элегазом;

- систему водоохлаждения ферритового вентиля и магнетрона.

2.2.5 Основой системы контроля рабочего режима волноводного тракта являются ненаправленные волноводно – коаксиальные ответвители, предназначенные для:

- формирования сигналов, пропорциональных величине проходной и отраженной СВЧ мощности в волноводном тракте;

- индикации и контроля огибающей СВЧ импульсов и частоты СВЧ колебаний с помощью измерительных приборов.

2.2.6 Система снабжения волноводного тракта газообразным элегазом включает в себя баллон, редуктор, электромагнитный клапан, тройник, манометр и датчик давления.

Система водоохлаждения осуществляет охлаждение магнетрона, а также волноводного ферритового вентиля.

2.2.7 Функциональная электрическая схема генератора СВЧ и волноводного тракта представлена на Е.330.552 Э0.

- Волновод прямой ВП и волноводы изогнутые И1 и И2 являются компоновочными элементами волноводного тракта.

- Отрезок гибкого волновода ВГ осуществляет механическую развязку волноводного тракта от ускоряющего устройства.

- Волноводный переход П1 производит согласование волновых сопротивлений выходного волновода магнетрона круглого сечения и прямоугольного волновода волноводного тракта.

- Волноводный Y – циркулятор ЦФВ представляет собой симметричное T-образное соединение волноводов. На оси симметрии такого разветвления располагаются намагниченные ферритовые элементы в виде двух цилиндров, компенсирующие неоднородность волноводного устройства: ферриты находятся под воздействием

постоянного магнитного поля. Геометрические размеры и параметры ферритов, а также величина магнитного поля выбраны таким образом, что при подаче высокочастотных колебаний в плечо 1, вся СВЧ – энергия передается в плечо 2, в то время как плечо 3 оказывается развязанным. Вся отраженная от ускоряющего волновода СВЧ энергия поступает в плечо 2 и затем направляется только в плечо 3, которое нагружено балластной поглощающей волноводной нагрузкой НФВ.

Таким образом, осуществляется развязка магнетрона от изменяющейся в течение импульса реактивности ускоряющего волновода.

2.2.8 Основные технические характеристики волноводного ферритового Y-циркулятора следующие:

Прямые потери, дБ, не более 0,2

Обратные потери, дБ, не менее 20

КСВН, не более 1,1

2.2.9 Волноводно – коаксиальный ненаправленный ответвитель ОТВ 2 предназначается для формирования сигналов, амплитуда которых пропорциональна величине отраженной СВЧ мощности. Связь поля коаксиалов с полем волновода осуществляется с помощью отверстий связи, расположенных посередине узких стенок волновода. Элементы связи – герметизированные, петлевого типа. Необходимое переходное затухание элементов связи в пределах 40 – 60 дБ обеспечивается изменением ориентации плоскости петли связи относительно оси волновода. Волноводно-коаксиальный ответвитель армирован штуцером для напуска газообразного элегаза во внутреннюю полость волноводного тракта.

2.2.10 Волноводно – коаксиальный ненаправленный ответвитель ОТВ1 армирован двумя элементами связи, которые могут использоваться для контроля частоты и спектра СВЧ импульсов, а также огибающей СВЧ импульсов.

2.2.11 Высокочастотное волноводное окно О осуществляет разделение участка волноводного тракта, работающего при избыточном внутреннем давлении газообразного элегаза 117,8...147 кПа (1,2...1,5 кгс/см²) от участка, находящегося при непрерывной вакуумной откачке при давлении не более 0,266 мПа ($2 \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст.).

2.2.12 Окно «баночного» типа представляет собой керамический диск из массы 22ХС, имеющий металлизацию на цилиндрической поверхности; диск припаян поперек отрезка круглого волновода. С обеих сторон окна круглый волновод переходит в прямоугольный волновод сечением 72 x 34 мм.

С вакуумной стороны окна волновод армирован дроссельным фланцем, со стороны избыточного давления – контактным фланцем. КСВН окна не превышает значения 1,08. Для подсоединения окна к ускоряющему устройству использован волновод, изогнутый в плоскости Е.

2.2.13 С помощью системы контроля рабочего режима волноводного тракта не оперативно осуществляются:

- контроль частоты;
- контроль огибающей СВЧ импульсов на выходе магнетрона.

С помощью системы контроля рабочего режима волноводного тракта оперативно осуществляются:

- индикация СВЧ мощности, отраженной от ускоряющего волновода;
- индикация СВЧ мощности, проходящей от магнетрона к ускоряющему волноводу;
- формирование импульсов отраженной мощности для работы системы автоподстройки частоты магнетрона.

Указанные операции производятся с помощью детекторных головок ДГ1, ДГ2 и ДГ3, на которые подаются высокочастотные сигналы с элементов связи. Каждая детекторная головка состоит из кристаллического детектора Д603 и схемы усиления видеосигналов.

Усилители сигналов питаются напряжением 24 В, 1 А.

2.2.14 С помощью системы контроля оперативно осуществляется снятие высокого напряжения магнетрона в случаях:

- отклонения давления элегаза в волноводном тракте от установленного значения;
- отсутствия охлаждающей воды в рубашках охлаждения ферритового вентиля и магнетрона.

2.2.15 Система снабжения элегазом обеспечивает поддержание заданного избыточного давления газообразного элегаза в волноводном тракте.

В баллоне элегаз находится под давлением 980–1960 кПа ($10 - 20 \text{ кгс/см}^2$), редуктор понижает давление до 0 – 196 кПа (2 кгс/см^2). Контроль давления производится либо с помощью электроконтактного манометра ЭКМ – 1У, либо с помощью электромагнитного клапана.

Электромагнитный клапан выполняет следующие функции:

- наполняет волноводный тракт элегазом до заранее заданного давления
- отсекает объем волноводного тракта от баллона с редуктором после наполнения внутренней полости тракта до номинального значения.

2.2.16 Охлаждение Y-циркулятора и нагрузки ферритового вентиля осуществляется совместно путем последовательного соединения рубашек охлаждения циркулятора и нагрузки. Расход воды 5 л/мин.

Охлаждение магнетрона осуществляется по отдельному каналу водоохлаждения. Расход воды 5 л/мин.

Оперативный контроль наличия воды производится с помощью счетчиков холодной воды Х 15/1,5 0,1...25 л/мин., 3/4".

РП2 (охлаждение ферритового вентиля)

РП4 (охлаждение магнетрона).

2.2.17 Типовые работы по волноводному тракту с указанием соответствующих контрольно – измерительных приборов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование работ	Тип приборов	
	Основные технические характеристики	
Измерение частоты	Частотомер Диапазон измерения $2998 \pm 1 \text{ МГц}$ Погрешность измерения $\pm 2 \cdot 10^{-8}$	
Контроль огибающей СВЧ импульсов	Осциллограф Tektronix TDS – 1002; 1 канала наблюдения; полоса пропускания – не менее 10 МГц	
Измерения давления элегаза	Электроконтактный манометр ЭКМ – 1У; Диапазон измерения 0 – $2,5 \text{ кгс/см}^2$	
Определение исправности детектора Д 603	Тестер любого типа. Диапазон измерения сопротивления 10 Ом – 10 кОм	
Измерение магнитной индукции	Измеритель магнитной индукции Диапазон измерения $1550 \pm 25 \text{ Гаусс}$	

2.2.18 При проведении работ с элементами и узлами волноводного тракта необходимо иметь инструмент и принадлежности, перечисленные в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Наименование	Количество	
	Наладка	ЗИП
Набор торцевых гаечных ключей	1	
Отвертка	2	
СВЧ – детектор Д 603	5	5
Прокладка герметизирующая Е.307.079	5	5

Наименование	Количество	
	Наладка	ЗИП
Прокладка герметизирующая Е.307.132	5	5
Кольцо уплотнительное Е.307.129	2	2
Прокладка DN 100 Е.319.298	1	1
Прокладка контактная Е.309.042	15	15
Прокладка контактная Е. 319.297 СБ	1	—
Прокладка контактная Е. 307.128	3	3
Баллон с элегазом, 5 литров	—	1
Газоанализатор CPS LS 790 А	—	1

2.2.19 Меры безопасности при обслуживании волноводного тракта:

- Магнетрон и волноводный тракт должны быть надежно заземлены.
- При работе магнетрона запрещается нарушать герметичность волноводного тракта.
- Запрещается производить деблокировки в системе УБС, в системе водоохлаждения и в системе снабжения элегазом.
- В случае, если в волноводном тракте имели место электрические пробой, весь объем тракта следует заполнить новой порцией элегаза.
- При смене магнетрона следует оберегать наручные часы от намагничивания.

ВНИМАНИЕ: ВДЫХАНИЕ ПРОДУКТОВ РАСПАДА ЭЛЕГАЗА ОПАСНО ДЛЯ ЖИЗНИ!

2.2.20 Порядок подготовки и работы с волноводным трактом:

- Выполните все требования, касающиеся подготовки вакуумной системы к работе.
- Наполните волноводный тракт газообразным элегазом до давления 117,8...147 кПа (1,2...1,5 кгс/см²).
- Включите охлаждение магнетрона, а также У-циркулятора и балластной нагрузки ферритового вентиля. Расход воды в рубашках охлаждения 5 л/мин.
- Подайте напряжение питания на частотомер.
- Включите в электросеть осциллограф. "Вход" осциллографа подсоедините к разъему Х2 детекторной головкой ДГ1 в канале контроля формы огибающей СВЧ импульсов проходящей мощности.
- Выполните все требования, касающиеся подготовки генератора СВЧ к включению высокого напряжения.
- Выполните все требования, касающиеся подготовки модулятора магнетрона к включению высокого напряжения.
- Выполните все требования, касающиеся подготовки ускоряющего устройства к подаче высокочастотной энергии.
- Систему автоподстройки частоты магнетрона переведите в режим ручного управления.
- Эксплуатация волноводного тракта производится совместно с ускоряющим устройством.
- Плавное поднимите высокое напряжение модулятора клистрона до 30–40% его номинального значения, при этом следите за состоянием вакуума в ускоряющем волноводе и вакуумной части волноводного тракта, не допуская повышения давления более 0,266 мПа ($2 \cdot 10^{-6}$ мм.рт.ст.).

- Контролируйте форму огибающих СВЧ импульсов падающей и отраженной мощности в волноводном тракте. Плавное изменение перестройки частоты магнетрона с помощью механизма подстройки частоты, добейтесь наименьшего значения амплитуды огибающей отраженной мощности (разъем Х2 детекторной головки ДГ2 или ДГ3).

- По мере улучшения вакуума осуществляйте дальнейший подъем высокого напряжения модулятора магнетрона вплоть до достижения номинального значения. При этом периодически корректируйте частоту магнетрона с целью получения наименьших отражений в волноводном тракте.

- Включите систему автоподстройки частоты магнетрона в автоматический режим работы.

ПРИМЕЧАНИЕ: Работы, отмеченные в разделе 2.2.20, обеспечивают одновременно высокочастотную тренировку ускоряющего волновода. Высокочастотная тренировка проводится при первоначальной наладке ускорителя и после любого нарушения вакуума в ускоряющем волноводе.

ВНИМАНИЕ: ПОСЛЕ ЗАВЕРШЕНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ТРЕНИРОВКИ УСКОРЯЮЩЕГО ВОЛНОВОДА ДАЛЬНЕЙШАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВОЛНОВОДНОГО ТРАКТА ПРОВОДИТСЯ В РЕЖИМЕ КОМПЬЮТЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ УСКОРИТЕЛЕМ.

2.2.21 При первоначальной наладке волноводного тракта установите такую величину перехода затухания элементов связи ЭСВ1...ЭСВ4, чтобы амплитуда огибающей импульсов на экране осциллографа составляла 0,1...1В при номинальном режиме работы магнетрона.

2.2.22 Установку переходного затухания, элементов связи производите следующим образом:

- выключите высокое напряжение модулятора;
- снимите избыточное давление элегаза во внутренней полости волноводов;
- с помощью гаечного ключа ослабьте контр – гайку, фиксирующую положение элемента связи, и вручную поверните тело элемента связи в направляющем стакане на 30° в необходимую сторону, имея ввиду, что максимальная связь имеет место в том случае, когда плоскость петли связи направлена перпендикулярно магнитным силовым линиям поля волновода, т.е. лежит в плоскости поперечного сечения волновода;
- затяните контр – гайку элемента связи, поднимите давление элегаза в волноводе;
- включите высокое напряжение модулятора;
- с помощью осциллографа измерьте амплитуду огибающей импульсов, в случае необходимости повторите все операции, указанные в начале п. 2.2.20.

2.2.23 При внезапном исчезновении сигнала либо при значительном уменьшении амплитуды огибающей СВЧ импульсов на выходе детекторной головки, проверьте качество детектора Д 603.

Проверку проводите в следующем порядке:

- выверните металлическую заглушку, закрывающую доступ к детектору; заглушка находится на корпусе детекторной головки со стороны, противоположной входному высокочастотному разъему;
- преодолевая сопротивление цангового зажима, выньте детектор из гнезда;
- измерьте с помощью тестера величину сопротивления детектора постоянному току в прямом и обратном направлениях. (Если отношение сопротивлений меньше трех, детектор следует заменить новым);
- вставьте детектор в гнездо до упора и заверните металлическую заглушку.

2.2.24 Возможные неисправности, вероятные причины неисправностей и способы их устранения приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3

Наименование неисправности, внешнее проявление	Вероятная причина	Способы устранения
1	2	3
Отсутствует огибающая СВЧ импульсов на выходе детекторной головки	1. Отсутствует напряжение питания «+24В», на схеме усилителя детекторной головки (разъем Х3)	Проверьте с помощью тестера наличие напряжения на выходе блока питания
	2. «Старение» детектора Д 603 в детекторной головке 3. Обрыв центральной жилы в кабелях, соединяющих элемент связи с детекторной головкой или детекторную головку с осциллографом	Замените детектор согласно п. 2.3 Проверьте исправность паяк в СВЧ разъемах с помощью тестера
При нормальной работе ГСВЧ уменьшилась амплитуда огибающей в канале МОЩНОСТЬ ПРЯМАЯ	«Старение» детектора Д 603 в детекторной головке ДГ1	Замените детектор согласно п. 2.3
В волноводном тракте имеют место электрические пробой	1. Давление элегаза в волноводном тракте ниже нормы	Установите давление элегаза в пределах 1,2...1,5 кгс/см ²
	2. Плохой вакуум в вакуумной части волноводного тракта	Проверьте качество работы высоковакуумных насосов
	3. Увеличился уровень отраженной мощности в волноводном тракте в результате изменения частоты магнетрона	Установите рабочее значение частоты магнетрона в пределах $f = \pm 0,005$ МГц; включите систему АПЧ
	4. Увеличился уровень отраженной мощности в волноводном тракте в результате изменения температуры ускоряющего волновода	Проверьте работу системы водоохлаждения и системы термостатирования
	5. Растрескался феррит в Y-циркуляторе в результате длительной работы в нерабочем диапазоне частот или в результате недостаточного охлаждения	Замените Y-циркулятор, предварительно проверьте работу системы водоохлаждения циркулятора

1	2	3
	6. Загрязнилась вакуумная сторона волноводного керамического окна в результате длительной работы в условиях плохого вакуума	Проведите чистку керамического окна спиртом, установите окно на прежнее место и проведите высокочастотную тренировку согласно п.2.3
Утечка элегаза из объема волноводного тракта превышает 0,2 кгс/см ² за 24 часа	Между волноводными соединительными фланцами установлена дефектная прокладка	Обнаружьте дефектное соединение с помощью газоанализатора CPS LS 790 A. Установите новую прокладку
Отсутствует генерация после замены магнетрона	Полюса постоянного магнита установлены неверно	Поменяйте местами полюса магнита

2.3 УСКОРЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

2.3.1 Ускоряющее устройство предназначено для увеличения кинетической энергии электронов.

2.3.2 Технические характеристики ускоряющего устройства представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4

Входная энергия частиц, кэВ	50
Средняя выходная энергия частиц, МэВ	6
Импульсный ток электронов на входе, мА	140
Импульсный ток электронов на выходе, мА	70
Средняя мощность ускоренного пучка, Вт	420
Частота ускоряющего ВЧ поля, МГц	2998
Потребляемая ВЧ мощность импульсная, МВт	1.7
Максимальная частота следования импульсов, Гц	300
Максимальная длительность импульсов тока пучка, мкс	3
Длительность импульсов ВЧ мощности, мкс	4
КСВН при номинальном токе пучка	1.04
КСВН при нулевом токе пучка	2.26
Рабочее давление остаточных газов не более, Па	$8 \cdot 10^{-4}$

2.3.3 Общий вид ускоряющего устройства представлен на чертеже Е.330.850. Основные узлы обозначены: 1 – ускоряющая структура, 2 – кожух водяного охлаждения. Ускоряющая структура состоит из 33 ячеек цилиндрической и Ω -образной формы.

2.3.4 Общая длина ускоряющего устройства - расстояние от внутренней торцевой поверхности первой ячейки до торцевой поверхности последней ячейки - 746,36 мм.

2.3.5 Ускоряющая структура представляет собой бипериодическую электродинамическую структуру с внутренними ячейками связи; в структуре возбуждаются стоячие электромагнитные волны с $\pi/2$ -типом колебаний. Ускорение осуществляется продольной составляющей электромагнитного поля. Наибольший прирост энергии получают те электроны, которые перемещаются из одной ячейки структуры в другую синхронно (в резонансе) с изменениями ВЧ поля.

2.3.6 На входе ускоряющей структуры пучок электронов представляет собой последовательность импульсов тока с длительностью импульсного напряжения на

управляющем электроде пушки ($0.3 \div 3$ мкс, частота следования 300 Гц). На выходе структуры каждый такой макроимпульс будет состоять из микроимпульсов, следующих с частотой ускоряющего поля, т.е. 2998 МГц.

2.3.7 Первые десять ячеек структуры образуют каскадный группирователь, предназначенный для увеличения числа частиц, захватываемых в режим ускорения. Амплитуда ускоряющего поля на этом участке возрастает от близкого к нулю до максимального значения.

2.3.8 Ускоряющая структура возбуждается от магнетрона типа EEVMG2125 с импульсной ВЧ мощностью 2 МВт (длительность импульса 4 мкс, средняя мощность 2 кВт). ВЧ мощность вводится в ускоряющее устройство через трансформатор типа волны (ТТВ), расположенный в ячейке N33. ТТВ содержит грибковую диафрагму для механической подстройки резонансной частоты.

2.3.9 Ускоряющее устройство является резонансной системой, рабочая частота которой зависит от размеров ячеек, и, следовательно, от температуры. Для стабилизации резонансных свойств используется термостатирование дистиллированной водой на уровне $30 \div 40^\circ \text{C}$ в пределах $\pm 1,5^\circ \text{C}$, что гарантирует поддержание рабочей частоты в пределах ± 60 кГц. Расход воды без нагрузки пучком и перепаде температур между входом в ускоряющее устройство и ее выходом в 2°C составляет 12 л/мин, а с нагрузкой пучком и той же разницей температур на входе и выходе ускоряющего устройства – 9 л/мин. Для обеспечения равномерности отвода тепла по длине ускоряющего устройства используется двухслойный кожух водяного охлаждения со встречными направлениями потоков воды.

2.3.10 Наибольшее влияние на выходную энергию электронов оказывает уровень ВЧ мощности, подводимой к структуре, степень рассогласования магнетрона и структуры по частоте, ток и энергия ускоряемого пучка на входе.

2.3.11 Порядок работы на ускоряющем устройстве:

- Эксплуатация ускоряющего устройства производится совместно с магнетроном и волноводным трактом.
- Подготовьте магнетрон и волноводный тракт к работе (см. Руководство по эксплуатации магнетрона и волноводного тракта).
- Введите магнетрон в номинальный режим работы. Оптимальное ускорение электронов обеспечивается лишь в том случае, когда частота генерируемых магнетроном колебаний точно совпадает с собственной частотой ускоряющей структуры. Установите частоту ВЧ колебаний магнетрона в пределах 2998 ± 0.05 МГц в ручном режиме работы (система АПЧ отключена).
- Плавно поднимите высокое напряжение модулятора магнетрона до $20 \div 30\%$ его номинального значения, при этом следите за состоянием вакуума в ускоряющей структуре и вакуумной части волноводного тракта, не допуская повышения давления более 0.266 мПа.
- Контролируйте форму огибающих СВЧ импульсов падающей и отраженной мощности в волноводном тракте. Плавно изменяя перестройку частоты магнетрона в пределах ± 50 кГц, добейтесь наименьшего значения амплитуды огибающей отраженной мощности.
- По мере улучшения вакуума осуществляется дальнейший подъем высокого напряжения модулятора магнетрона вплоть до достижения номинального значения. При этом периодически корректируйте частоту магнетрона с целью получения наименьших отражений в волноводном тракте. Включите систему автоподстройки частоты магнетрона в автоматический режим работы.

ПРИМЕЧАНИЕ: После завершения высокочастотной тренировки, дальнейшая эксплуатация ускоряющего устройства производится в режиме компьютерного управления ускорителем.

2.3.12 Возможные неисправности в работе ускоряющего устройства и методы их устранения приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5

Вид неисправности	Причина неисправности	Методы устранения
Изменился ток на выходе ускорителя	Изменился ток эмиссии катода источника электронов	См. таблицу 1
	Изменились условия фокусировки и юстировки пучка	а) проверить токи ФЛ, КК, ПФУ. При необходимости выполнить соответствующие регулировки. б) проверить энергию ускоренных электронов.
Изменился ток на выходе ускорителя	Изменилась частота следования импульсов	Проверить работу синхронизатора
	Изменилась длительность импульса тока пучка	Проверить работу модуляторов источника электронов и магнетрона
Изменилась энергия ускоренных электронов	Изменился ток ускоренных электронов	См. выше
	Нарушение в работе СВЧ – питания	См. руководство по эксплуатации СВЧ тракта
Изменилась симметричность и однородность поля излучения	Нарушения в системе питания магнитов ПФУ	Устранить нарушения
	Нарушения в системе фокусировки и юстировки пучка	См. выше
Изменилась симметричность и однородность поля излучения	Ухудшился энергетический спектр ускоренных электронов	а) проверить частоту СВЧ колебаний; б) проверить работу модуляторов магнетрона и источника электронов; в) проверить неравномерность вершины огибающей СВЧ импульсов.

2.4 ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОНОВ

2.4.1 Источник электронов типа ИЭТ-50-0,4 предназначен для формирования импульсного пучка электронов, инжектируемого в ускоряющую структуру ускорителя.

2.4.2 Технические характеристики источника электронов типа ИЭТ-50-0,4 представлены в таблице 2.6.

Таблица 2.6

Напряжение инъекций (анодное) постоянное, кВ.....	50
Напряжение на управляющем электроде относительно катода импульсное, регулируемое, кВ.....	0 ÷ 1,4
Напряжение на управляющем электроде относительно катода постоянное (запирающее), В.....	200 ÷ 1500
Ток пучка в импульсе, регулируемый, А.....	0 ÷ 0,4
Длительность импульса, регулируемая, мкс.....	0,3 ÷ 3
Частота посылок, Гц.....	до 300
Рабочее давление остаточных газов в области катода не более, Па.....	$8 \cdot 10^{-4}$
Срок службы катода, час.....	1000

2.4.3 Общий вид источника электронов изображен на чертеже Е.331.363. Основные узлы источника обозначены: 1 – корпус, 2 – катодный блок, 3 – анод, 4 – управляющий электрод. Источник пристыковывается ко входному фланцу ускоряющей структуры.

2.4.4 Источник электронов представляет собой триодную электронно-оптическую систему с сеточным управляющим электродом и термоэмиссионным эмиттером электронов, работающим в режиме ограничения тока пространственным зарядом пучка.

2.4.5 В качестве эмиттера электронов используется прессованный губчатый оксидно-никелевый катод с косвенным подогревом, диаметр катода 5мм.

2.4.6 Электронно-оптическая система источника формирует сходящийся электронный пучок с энергией, определяемой анодным напряжением. Импульсный ток пучка, положение и размер кроссовера регулируются напряжением на управляющем электроде и взаимосвязаны.

2.4.7 Порядок работы с источником электронов:

- Плавно увеличивайте мощность накала до 14 Вт (ток накала 3.4 А) таким образом, чтобы давление остаточного газа в области катода по мере увеличения мощности не превышало $1.3 \cdot 10^{-3}$ Па, после чего доведите давление газа до величины не более $8 \cdot 10^{-4}$ Па.

- В этом режиме проведите термическое активирование катода: увеличьте на 5-10 минут мощность накала до 17 Вт (ток накала 3.8 А), после чего установите номинальную величину мощности 14 Вт (ток накала 3.4 А). Источник электронов готов к работе.

- Убедившись, что давление газа в области катода не превышает $8 \cdot 10^{-4}$ Па, подайте постоянное запирающее напряжение на сетку и высокое на анод. Увеличивая амплитуду и длительность импульсов сеточного напряжения, установите необходимый импульсный и средний ток пучка.

- Выключение источника осуществляется в обратном порядке: сначала снимается импульсное напряжение на управляющем электроде, далее высокое напряжение на аноде и запирающее сетке, затем плавно снижается мощность накала катода. В течение 10 минут источник выдерживается при давлении не более $8 \cdot 10^{-4}$ Па, после чего отключаются вакуумные насосы.

- Демонтаж источника допускается не ранее чем через два часа после окончания работы и полного охлаждения электродов при давлении не более $8 \cdot 10^{-4}$ Па.

- Восстановление эмиссионных свойств катода после разгерметизации ускорителя осуществляется активированием катода с увеличением тока накала до 4.0 А.

2.4.8 Возможные неисправности в работе источника и методы их устранения приведены в таблице 2.7.

Таблица 2.7

Вид неисправности	Причина неисправности	Методы устранения
1	2	3
Недостаточный ток пучка	Уменьшение эмиссионной способности катода	При необходимости восстановить рабочий вакуум в районе катода и провести повторное активирование катода. Заменить катод
Недостаточный ток пучка сопровождается увеличением тока накала	Межвитковое короткое замыкание в подогревателе	Заменить катод с подогревателем
Нет пучка	Нет катодного напряжения	Проверить работу модулятора источника

1	2	3
Нет пучка	Нет напряжения накала	Проверить кабель (контакты), подводящий питание к катоду
Нет тока накала при наличии напряжения накала	Плохой контакт в цепи подогревателя	Проверить кабель (контакты), подводящий питание к катоду источника
	Обрыв подогревателя	Заменить катод

2.4.9 Для замены катодного блока:

- отверните крепежные винты, поз.18 (чертеж Е.332.433СБ) и отсоедините корпус источника поз.1 (чертеж Е.331.363СБ) с катодным блоком и управляющим электродом от ускоряющей структуры;

- отверните крепежные винты, поз.11 (чертеж Е.331.363СБ) и выньте катодный блок, поз.2;

- вставьте новый катодный блок и произведите сборку источника в обратном порядке.

2.4.10 После установки источника на ускоритель необходимо провести вакуумирование и обезгаживание катода, а также ускоряющей секции, после чего установить новый ток накала катода для оптимизации мощности дозы и откорректировать равномерность радиационного поля.

2.5 БЛОК ПИТАНИЯ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОНОВ

2.5.1 Блок питания источника электронов (в дальнейшем – блок питания ТИЭ) предназначен для питания трёхэлектродного источника электронов, устанавливаемого на ускорителе «Эллус-6М».

2.5.2 Блок питания ТИЭ выполняет следующие функции:

- питает стабилизированным током накал источника электронов,
- вырабатывает постоянное отрицательное напряжение смещения,
- вырабатывает импульсы управления,
- производит следующие измерения:
тока накала,
напряжения смещения,
амплитуды напряжения импульсов управления.

2.5.3. Блок установлен в непосредственной близости от источника электронов на изоляционной опоре, рассчитанной на импульсное напряжение 50кВ.

2.5.4 Основные технические параметры блока питания ТИЭ даны в таблице 2.8.

Таблица 2.8

Параметр	Значение
Максимальное импульсное напряжение катода пушки, кВ	52
Максимальный импульсный ток катода, А	0,24
Диапазон регулирования длительности сеточного импульса (на уровне 0,9), мкс	0,8÷4,5
Импульсное напряжение на сетке пушки регулируется плавно в диапазоне, В	100÷1200
Напряжение постоянного отрицательного смещения на сетке ТИЭ, В	320
Частота повторения катодного и сеточного импульсов, имп/с	до 300

Параметр	Значение
Напряжение накала пушки ТИЭ, В	2÷5
Ток накала ТИЭ регулируемый, А	0÷4
Накал и сетка ТИЭ находятся под импульсным напряжением, кВ	50
Постоянное напряжение питания, В	48
Максимальная мощность, потребляемая блоком питания ТИЭ, Вт	100

2.5.5 Управление блоком питания ТИЭ производится по оптоволоконной связи через синхронизатор. Управление и передача данных измерений в центральный компьютер производится по последовательному интерфейсу RS-485 через синхронизатор.

2.5.6 Блок питания ТИЭ сохраняет работоспособность в условиях:

- температура окружающей среды, °С.....+15...+30;
- относительная влажность, %.....98.

2.5.7 Габаритные размеры блока, L×B×H не более 220×150×60 мм, масса блока не более 2 кг, режим работы непрерывный.

2.5.8 Блок питания ТИЭ включает в себя:

- канал регулируемого источника питания накала ТИЭ (A1);
- канал регулируемого источника питания модулятора сетки ТИЭ (A2);
- канал модулятора сетки ТИЭ (A3);
- канал источника напряжения смещения сетки ТИЭ (A4);
- контроллер высоковольтной площадки (A5).

2.5.9 Функциональная схема блока питания ТИЭ приведена на Е.330.552 Э0. Принципиальная схема блока питания ТИЭ Е.341.457 Э3.

Блок питания ТИЭ представляет собой печатную плату, установленную в изоляционный корпус. Снаружи изоляционного корпуса установлен контроллер высоковольтной площадки (A5). На боковых стенках корпуса установлены два вентилятора: один нагнетающий, другой – вытяжной.

Подача напряжения питания +48В производится от дополнительной обмотки блока импульсного трансформатора на клеммы разъёма X3 высоковольтными проводами типа Mamoflex. подача питания с блока на трёхэлектродный источник электронов производится аналогичными проводами.

2.5.10 Для развязки по напряжению на 50 кВ применен оптоволоконный кабель, соединяющий синхронизатор и контроллер высоковольтной площадки. Два оптоволоконных кабеля служат для передачи от синхронизатора на контроллер высоковольтной площадки и обратно аналоговых сигналов, третий служит для передачи импульсных сигналов управления сеткой трёхэлектродного источника.

Управление и передача данных измерений производится на АРМ оператора по последовательному интерфейсу RS-485 через синхронизатор.

2.5.11 Работа блока питания ТИЭ

Канал (A1) регулируемого источника питания накала ТИЭ состоит из: инвертирующего усилителя, собранного на операционном усилителе 1D1, прямоходового преобразователя напряжения, собранного на транзистор 1V11 со схемой управления и защиты, понижющего трансформатора 1T1 и выпрямителя (1V16, 1V17, 1L2, 1C18 и 1C19).

Измеряемые ток с шунта R43...R46 и напряжение с делителя напряжения R41, R42 поступают через разъём X2 на контроллер высоковольтной площадки A5, где они преобразуются АЦП в цифровой код и передаются по волоконно-оптической связи в синхронизатор.

В синхронизаторе измеряемые параметры обрабатываются и передаются по 485 интерфейсу в центральный компьютер. Управление величиной U_n и I_n , может быть произведено либо с синхронизатора в наладочном режиме, либо дистанционно с АРМ оператора.

Канал (А2) регулируемого источника питания модулятора сетки ТИЭ состоит из линейного регулятора постоянного напряжения (транзистор 2V3 со схемой управления) и преобразователя напряжения (транзистор 1V11 со схемой управления и защиты). Управление величиной $U_{\text{мод}}$ также может быть произведено либо с панели местного управления, либо дистанционно с АРМ оператора.

Канал (А3) модулятора сетки ТИЭ состоит из повышающего трансформатора 3Т1, выпрямителя удвоения напряжения 3V1, 3V2, 3C1, 3C2 и усилителя импульсов 3V7 с выходным трансформатором 3Т3. В автономном режиме формирование длительности сеточного импульса производится в синхронизаторе с панели местного управления либо дистанционно с АРМ оператора.

Из синхронизатора в цифровом коде по ВОЛС информация передается в контроллер высоковольтной площадки, где вновь формируется в импульсы той же длительности, что и в синхронизаторе и подаются на импульсный усилитель мощности, собранный на транзисторе 3V7. Со вторичной обмотки трансформатора 3Т3 положительный импульс напряжения подаются на сетку ТИЭ через блокировочный конденсатор 3C5.

Трёхэлектродный источник электронов работает при обязательном наличии на сетке отрицательного запирающего напряжения ($U_{\text{см}}$), получаемого от канала (А4) источника напряжения смещения сетки ТИЭ, который построен аналогично каналам (А1 и А2), но в отличие от последних, он не управляется.

Канал (А4) источника напряжения смещения сетки ТИЭ состоит из преобразователя, собранного на транзисторе 4V9 со схемой управления, собранной на микросхеме 4D1, повышающего трансформатора 4Т1, выпрямителя 4V2, 4V3.

Управление работой блока питания ТИЭ может производиться как в автономном режиме, так и с АРМ оператора.

В автономном режиме с панели управления синхронизатора, находящегося на панели питания и управления Е.322.750, задаются следующие параметры:

- ток накала источника электронов,
- напряжение модулятора сетки, соответствующее напряжению сеточного импульса,
- длительность сеточного импульса,
- частота повторения сеточного импульса.

На мониторе АРМ оператора отображается следующая информация:

- ток накала источника ТИЭ,
- напряжение модулятора сетки ТИЭ,
- длительность сеточного импульса,
- частота повторения сеточного импульса.

Порядок пользования при задании параметров с АРМ оператора приведен в описании синхронизатора.

2.5.12 Техническое обслуживание

Блок питания ТИЭ не требует специального технического обслуживания. В период эксплуатации не реже одного раза в год необходимо производить очистку изолятора, на котором закреплён блок, и его элементов от пыли и проверку винтовых соединений электрических цепей. Техническое обслуживание следует производить при отключенном электропитании.

При эксплуатации блока питания ТИЭ необходимо соблюдать требования правил ПОТРМ-016-2001 и ПЭЭП для установок свыше 1000В.

Подготовка измерительной аппаратуры производится согласно инструкции по эксплуатации на неё.

При подготовке рабочего места и проверке электрических параметров необходимо выполнять следующие требования:

- контрольно-измерительные приборы и проверяемые изделия должны иметь надёжное заземление,
- применять инструмент с изолированными ручками,
- запрещается производить перепайки в блоке при включённом питании, а также использовать неисправные соединительные кабели.

ВНИМАНИЕ: ВО ВКЛЮЧЁННОМ СОСТОЯНИИ БЛОКА ПИТАНИЯ ТИЭ НАПРЯЖЕНИЕ НА НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ВНУТРИ БЛОКА МОЖЕТ ДОСТИГАТЬ ЗНАЧЕНИЯ 1200 В, А ПРИ ВКЛЮЧЁННОМ МОДУЛЯТОРЕ МАГНЕТРОНА ВЕСЬ БЛОК НАХОДИТСЯ ПОД ИМПУЛЬСНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ 50КВ.

2.6 ТРАКТ УСКОРЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ПУЧКА

2.6.1 Тракт ускорения и формирования пучка является составной частью линейного ускорителя «Эллус-6М», которая обеспечивает подачу к мишени радиационной головки пучка электронов со следующими параметрами:

- импульсный ток - 70 мА,
- средняя энергия - 6 МэВ,
- энергетический разброс – не более $\pm 5\%$,
- несоосность пучка и мишени по положению – менее 0.2 мм,
- несоосность пучка и мишени по углу – менее 0.2° .

2.6.2 Тракт расположен в подвижной части излучателя и содержит:

- источник электронов (ИЭ, чертеж Е.331.363СБ),
- ускоряющее устройство (УУ, чертеж Е.330.850СБ),
- поворотно-фокусирующее устройство (ПФУ, чертеж Е.332.312СБ),
- фокусирующие линзы (ФЛ, чертеж Е.331.723СБ),
- корректоры поперечного положения пучка (КК, чертеж Е.331.625СБ).

2.6.3 Источник электронов осуществляет первичное формирование электронного потока с необходимой амплитудой и длительностью макроимпульсов. Энергия электронов на выходе из источника 50кэВ.

2.6.4 Последующее ускорение до энергии 6 МэВ и образование микроструктуры импульсов тока происходит в ускоряющем устройстве. Источник электронов и ускоряющее устройство ориентировано относительно оси ротации под углом 40° .

2.6.5 С помощью ПФУ выходящий из ускоряющего устройства пучок поворачивается на угол 130° и направляется по нормали к горизонтально расположенной тормозной мишени радиационной головки.

2.6.6 Фокусирующие линзы регулируют поперечный размер пучка на мишени и согласовывают его оптические характеристики с аксептансом ПФУ.

2.6.7 Корректоры поперечного положения пучка используются для устранения несоосности пучка и мишени, возникающей под действием внешних магнитных полей и взаимных механических перемещений частей ускорителя в режиме ротационного излучения. Корректоры поперечного положения пучка и фокусирующие линзы расположены на корпусе ускоряющего устройства.

2.7 МОДУЛЯТОР МАГНЕТРОНА

2.7.1 Модулятор магнетрона предназначен для импульсного питания СВЧ генератора (магнетрона M5125P), используемого в ускорителе "Эллус-6М" для питания ускоряющей структуры.

2.7.2 Модулятор магнетрона выполняет следующие функции:

- вырабатывает отрицательные высоковольтные импульсы напряжения,
- питает накал магнетрона.

2.7.3 Модулятор магнетрона установлен на раме, в поворотной части излучателя, а блок высоковольтного выпрямителя - в нижней поворотной части излучателя, в качестве противовеса.

2.7.4 Технические данные:

Максимальное импульсное напряжение модулятора магнетрона, кВ	46
Максимальный импульсный ток модулятора магнетрона, А	100
Длительность импульса модулятора (на уровне 0,9), мкс	4,5
Частота повторения импульсов модулятора магнетона, имп/с	до 300
Максимальное напряжение накала магнетрона, В	10
Максимальный ток накала магнетрона, А	10
Максимальная мощность, потребляемая модулятором магнетрона, Вт	7000
Модулятор магнетрона должен сохранять работоспособность в условиях:	
- температура окружающей среды, °С.	+15...+30;
- относительная влажность, %	98
Габаритные размеры блока, L×B×H не более, мм	300×250×90
Масса блока не более, кг	280
Режим работы	непрерывный

2.7.5 В состав модулятора магнетрона входят следующие устройства:

- блок В/В 380-10.5кВ (A1);
- плата выпрямителя (A2);
- плата П1 (A3);
- ключ тиристорный (A4);
- блок управления de - Q (A5);
- блок импульсного трансформатора (A6);
- балластный резистор (A7).

2.7.6 Принципиальная схема модулятора магнетрона Е.332.032 ЭЗ. Напряжение питания 3х380В, 50Гц с панели питания поступает на блок В/В 380-10.5кВ (клеммы а, b, с), где повышается до напряжения 3х4,5кВ. На крышке блока имеется механический переключатель П1,2,3, позволяющий установить перемычки на различное входное напряжение "360В", "380В", "400В", "420В" для сохранения выходного напряжения на постоянном уровне.

Далее с изоляторов X1, X2, X3 блока напряжение поступает на выпрямитель АЗ-1, построенный по схеме Ларионова. На выходе выпрямителя включён ёмкостной фильтр С1 6мкФх20кВ. Параллельно ему включён делитель напряжения R1, R2 сигнал с которого поступает на тиристорный регулятор напряжения, служащий для плавной регулировки и стабилизации выпрямленного напряжения. Одновременно, он служит и для снятия заряда с фильтровой ёмкости при отключении модулятора.

2.7.7 Для защиты выпрямителя от перегрузки по постоянному току в минусовой провод включено токовое реле К1, зашунтированное ёмкостью С3 4700мкФх63В сигнал с которого поступает на панель питания Е.332.330 и шунт R3, R4, сигнал с которого поступает на тиристорный регулятор для измерения тока и отключения его свыше 1А. После выпрямления напряжение ~10кВ поступает на зарядный дроссель L1.

2.7.8 Модулятор магнетрона построен по принципу с полным разрядом накопителя. В качестве накопителя применена формирующая линия АЗ-1 с волновым сопротивлением 18 Ом и состоящая из пяти ячеек. Каждая ячейка состоит из конденсатора К75-74-

0,022мкФ-40кВ и индуктивности 6,5 мкГн, намотанной проводом ПЭТВ-2-2,0 на крестообразном каркасе. Для снятия заряда с конденсаторов формирующей линии (при отключении модулятора) параллельно им включён резистор R1 110 Мом.

2.7.9 Заряд формирующей линии (ФЛ) до напряжения 18кВ производится через зарядный дроссель L1, расположенный в блоке A1, обеспечивающий совместно с суммарной ёмкостью ФЛ резонансный заряд. Включение зарядного диода 2V2 обеспечивает сохранение максимума зарядного напряжения на конденсаторах ФЛ во всём диапазоне частот повторения импульсов 6...300имп./с.

2.7.10 В качестве разрядника формирующей линии использован тиратрон 3V1 ТГИ1-1000/25. Для уменьшения скорости нарастания тока через тиратрон и улучшения формы импульса в анод тиратрона включён дроссель 3L1. На накал и подогреватель генератора водорода тиратрона поступает напряжение от блока АЗ-2. Для установки токов накала (~20А) и подогревателя генератора водорода (~5А) в каждой цепи установлен подстроечный потенциометр. В блоке АЗ-2 также усиливаются до амплитуды напряжения ~800В импульсы запуска тиратрона, поступающие от синхронизатора. Для предотвращения прохождения в блок запуска на фронте высоковольтного импульса напряжения, возникающего на сетке тиратрона, в сеточную цепь его включена плата защиты.

Для измерения и контроля импульсов тока тиратрона 3V1 предусмотрен токовый трансформатор ТТ1. С нагрузочного резистора вторичной обмотки трансформатора тока по коаксиальному кабелю сигнал подаются в пульттовую для контроля с помощью осциллографа.

2.7.11 При работе ФЛ на несогласованную с её внутренним сопротивлением нагрузку, например, при искрении магнетрона может возникнуть ситуация появления на конденсаторах ФЛ напряжения обратной полярности большой величины. Для устранения этого явления служит цепь снятия напряжения перезаряда ФЛ, включающая в себя высоковольтный диод 2V1 (6HV30K), нагрузочные сопротивления 3R1, 3R2 и токовое реле, срабатывающее при большом среднем токе в этой цепи и выключающее высокое напряжение питания модулятора через панель питания.

2.7.12 Импульс напряжения с ФЛ подаётся на первичную обмотку блока импульсного трансформатора А6, ко вторичной обмотке которого подключён магнетрон MG5125. Импульсный трансформатор выполнен по автотрансформаторной схеме, т. е. роль первичной обмотки выполняет часть общей обмотки, к отводу которой подключена ФЛ. Коэффициент трансформации импульсного трансформатора 1: 5 и на сердечнике уложены две параллельные ветви обмоток, т.к. по ним подаётся постоянный ток накала магнетрона 9А.

Для выравнивания импульсных потенциалов начал и концов обеих обмоток между ними включены конденсаторы, по которым и идёт 1/2 импульса тока магнетрона, так как катод магнетрона подключён к одной ветви обмоток. Импульсный трансформатор А6 содержит сердечник, намагничивающийся во время протекания по обмоткам импульсов тока, энергия магнитного поля которого по окончании импульса тока обуславливает появление на магнетроне импульса напряжения положительной (обратной по отношению к рабочей) полярности. Для его уменьшения между выводами первичной обмотки включена цепь среза обратного выброса напряжения 3V1 и 3R3.

2.7.13 Магнетрон начинает генерировать мощность, а значит, и его сопротивление становится номинальным при достижении напряжения на катоде более 60% от номинального. При напряжении ниже порога генерации он представляет собой бесконечно малую нагрузку. Для обеспечения согласования волнового сопротивления ФЛ и сопротивления нагрузки на фронте импульса параллельно первичной обмотке включена цепочка 3C2, 3R4, 3R5.

Для измерения и контроля импульсов напряжения на магнетроне предусмотрен делитель напряжения А7. Коэффициент деления делителя А7 $K_d = 2000$, сигнал с делителя

А7 по коаксиальному кабелю подаются в пультовую для оперативного контроля и измерения с помощью осциллографа.

2.7.14 Для управления напряжением в пределах -20% от номинального и его стабилизации применена система "de Quing", заключающаяся в том, что при достижении напряжения на ФЛ необходимого уровня, замыкается дополнительная обмотка W2 зарядного дросселя тиристорным ключом А4 на балластный резистор А7. При этом энергия, накопленная в зарядном дросселе, рассеивается в резисторе А7 и дальнейший заряд конденсаторов ФЛ прекращается. В блоке стабилизации напряжения зарядки ФЛ А5 происходит сравнение напряжения поступающего с делителя напряжения А3-2 с опорным, задаваемым либо резистором 5R2 в автономном режиме, либо от центрального компьютера и выработка импульса поджига для тиристорного ключа А4.

2.8 ПОВОРОТНО-ФОКУСИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

2.8.1 Поворотно-фокусирующее устройство (ПФУ) обеспечивает ахроматичный поворот и стигматичную фокусировку пучка электронов на мишень радиационной головки; пристыковывается к выходному фланцу ускоряющей структуры

2.8.2 В состав изделия входят три дипольных электромагнита с независимыми магнитопроводами, основными и дополнительными обмотками, вакуумной камерой для прохождения пучка. Основные обмотки магнитов соединяется последовательно и питаются от одного источника тока. Дополнительные обмотки каждого из трех магнитов имеют независимое питание. Общий вид ПФУ дан на чертеже Е.332.775 СБ.

2.8.3 Основные технические характеристики ПФУ приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9

Номинальная индукция поля в медианной плоскости магнитов, Т	0.216
Воздушный зазор между полюсными наконечниками, мм	15
Количество витков основной обмотки	2×576
Количество витков дополнительной обмотки	2×150
Ток возбуждения основной обмотки, А	2.3
Максимальный ток дополнительной обмотки, А	1.4
Охлаждение	естественное
Результирующий угол поворота пучка, град	130
Аксептанс ПФУ, или предельные фазовые характеристики входного пучка, допускающие формирование радиационного поля заданной однородности:	
- энергетический разброс, %	± 5
- максимальный среднеквадратичный размер, мм	2
- максимальная среднеквадратичная расходимость, мрад	1.5

2.8.4 Ахроматичность ПФУ достигается за счет того, что расположенные в одной плоскости дипольные магниты отклоняют пучок электронов попеременно в противоположных направлениях.

Первый и второй магниты осуществляют поворот на 75° каждый; после их прохождения результирующий угол поворота равен нулю, но частицы, поступающие в ПФУ из одной точки с разными относительными скоростями, оказываются разнесены в поперечном направлении и имеют промежуточный фокус.

Третий магнит осуществляет поворот на 130° и собирает эти частицы в одну точку на мишени.

2.8.5 Стигматичность ПФУ обеспечивается подбором углов скоса полюсных наконечников и выравниванием суммарного фокусирующего действия магнитов во взаимно перпендикулярных направлениях.

Ахроматизм и стигматизм поворотного-фокусирующего устройства реализуется в ограниченном диапазоне параметров входного пучка.

2.8.6 Поворотное-фокусирующее устройство с системой питания электромагнитов относится к категории электроустановок с напряжением до 1000 В.

При эксплуатации ПФУ имеются следующие виды опасности:

- электрическая, обусловленная возможностью поражения обслуживающего персонала высоким напряжением (до 1000 В);
- радиационная, обусловленная возможностью облучения обслуживающего персонала рентгеновским и ионизирующим излучением.

2.8.7 Неисправности в работе ПФУ проявляются в изменении симметричности и однородности поля излучения; могут быть связаны с нарушением электрической целостности обмоток возбуждения магнитного поля и питающих цепей.

2.9 ФОКУСИРУЮЩАЯ ЛИНЗА

2.9.1 Фокусирующая линза соленоидального типа регулирует поперечный размер пучка на мишени и согласовывает его оптические характеристики с аксептансом ПФУ.

2.9.2 Общий вид фокусирующей линзы изображен на чертеже Е.331.723 СБ. Основные узлы: фокусирующая катушка (2 шт., позиция 1) и магнитный экран (позиции 2-8).

2.9.3 Технические характеристики фокусирующей линзы даны в таблице 2.10.

Таблица 2.10

Максимальная магнитная индукция на оси линзы, Т	0.055
Количество витков обмотки возбуждения	2×3200
Максимальный ток обмотки, А	1.0
Охлаждение	естественное
Осевая протяженность линзы, мм	176
Внешний диаметр линзы, мм	270
Диаметр апертуры пролетного канала, мм	130
Протяженность воздушного зазора в магнитопроводе, мм	150

2.9.4 Линза расположена на кожухе водяного охлаждения ускоряющей структуры; расстояние от начала структуры до центра линзы 250 мм.

2.9.5 Спаренные катушки линзы расположены на одной оси, запитываются последовательно от одного источника тока и формируют в окружающем пространстве стационарное азимутально-симметричное магнитное поле.

Катушки помещены в общий магнитный экран, который концентрирует магнитное поле в области прохождения пучка и ограничивает пространственную протяженность полей рассеяния.

2.9.6 Фокусирующее действие линзы основывается на азимутальном движении частиц в краевом магнитном поле и появлении составляющей силы Лоренца, направленной к оси системы.

Оптическая сила линзы обратно пропорциональна энергии пучка и прямо пропорциональна квадрату возбуждающего поле тока.

2.9.7 Несовпадение геометрической и магнитной оси линзы сопровождается уходом пучка с оси; о разъюстировке пучка свидетельствует зависимость положения пучка на мишени от величины тока в линзе.

2.9.8 Токи возбуждения фокусирующих катушек устанавливаются в процессе производственной наладки ускорителя по максимуму тока ускоренного пучка на мишень и по минимуму азимутальной неоднородности поля излучения в отсутствие выравнивающего фильтра; в процессе эксплуатации не изменяются.

2.9.9 Неисправности в работе фокусирующей линзы проявляются в изменении тока пучка на мишень, симметричности и однородности поля излучения; могут быть связаны с

нарушением электрической целостности обмоток возбуждения магнитного поля и питающих цепей.

2.10 СИНХРОНИЗАТОР

2.10.1 Синхронизатор предназначен для обеспечения синхронной работы импульсных систем и устройств ускорителя, а также для управления и контроля работы сеточного модулятора ИЭ. Конструктивно синхронизатор оформлен в виде блока, устанавливаемого на DIN-рейку.

2.10.2 Синхронизатор построен на базе микроконтроллера PIC18F6520 и включает в себя функциональные элементы, представленные на структурной схеме рис. 2.1:

- собственно микроконтроллер PIC18F6520;
- клавиатуру из пяти клавиш;
- четырехстрочный цифробуквенный индикатор по двадцать знаков в строке;
- гальванически изолированный интерфейс RS 485;
- приемник и передатчик ВОЛС для обеспечения приема/передачи команд и данных к удаленному контроллеру;
- приемник и передатчик по ВОЛС импульсных сигналов;
- семь каналов для выдачи синхроимпульсов с трансформаторной развязкой;
- два гальванически изолированных цифровых входа;
- источник питания;
- схему привязки к нулю сети;
- кварцевый генератор.

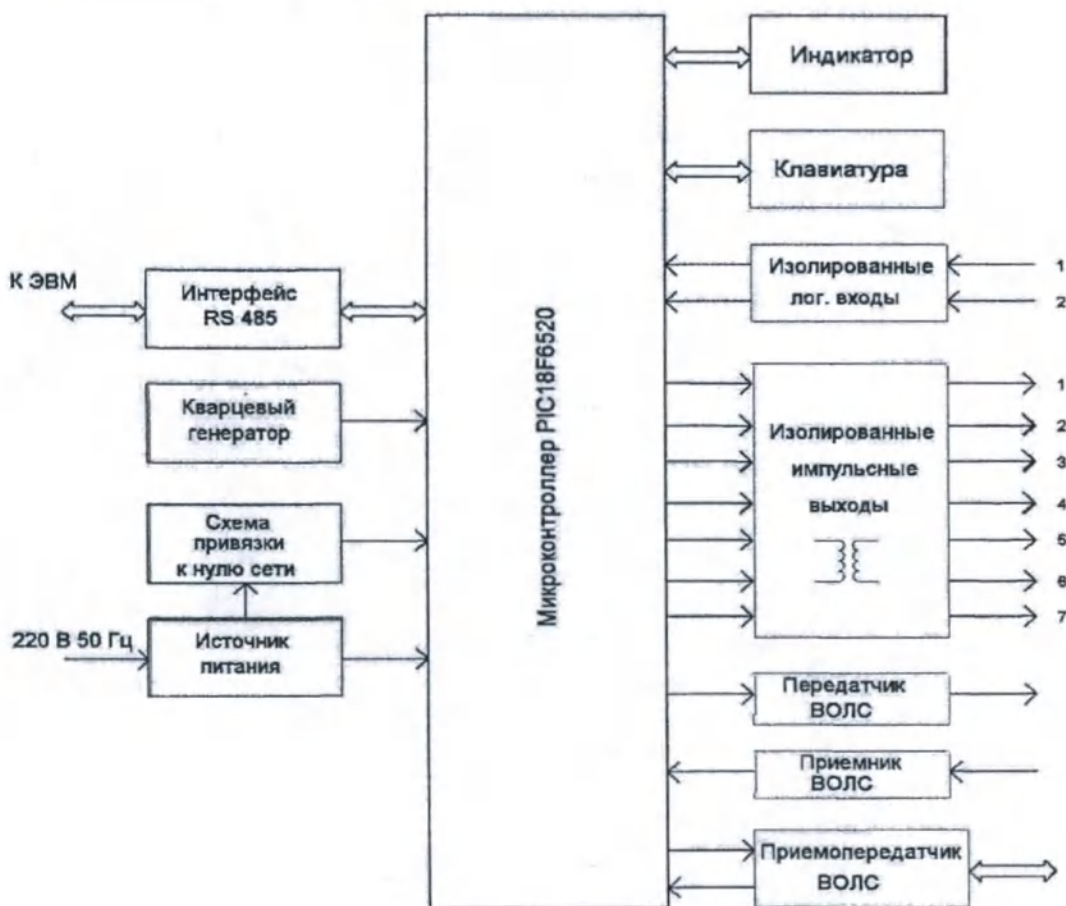


Рис.2.1 - Структурная схема синхронизатора

2.10.3 Основным элементом синхронизатора является микроконтроллер PIC18F6520, в память которого загружена программа его функционирования. Центральная ЭВМ через интерфейс RS-485 задает режимы работы синхронизатора и характеристики синхроимпульсов.

2.10.4 Синхроимпульсы могут формироваться на любом из семи трансформаторных выходов и одном выходном канале ВОЛС независимо с задержкой относительно импульса привязки к нулю сети с дискретностью 0,125 мкс и частотой повторения 50, 100, 150, 200, 250, 300 Гц. Амплитуда импульсов с трансформаторов на нагрузке 50 Ом составляет 15 В, длительность 2.0 мкс. Два внешних импульса через оптронную развязку поступают на входы прерывания микроконтроллера.

2.10.5 Каналы ВОЛС предназначены для работы с сеточным модулятором ИЭ, который находится под высоким потенциалом. Передатчик и приемник ВОЛС обеспечивает обмен импульсами между микроконтроллером синхронизатора и микроконтроллером модулятора ИЭ, а приемопередатчик ВОЛС обеспечивает канал приема/передачи команд и данных.

2.10.6 Управление режимами работы синхронизатора и модулятора ИЭ может осуществляться как по каналу связи с ЭВМ через интерфейс RS-485, так и с лицевой панели синхронизатора с помощью клавиатуры, все необходимые параметры отображаются на цифробуквенном индикаторе.

2.10.7 Документация на синхронизатор соответствует Е.332.123. Конструктивно синхронизатор оформлен в виде блока, устанавливаемого на DIN-рейку.

2.11 КОРРЕКТОРЫ ПОПЕРЕЧНОГО ПОЛОЖЕНИЯ ПУЧКА

2.11.1 Электромагнитные корректоры поперечного положения пучка используются для устранения несоосности пучка и мишени, возникающей под действием внешних магнитных полей и взаимных механических перемещений частей ускорителя в режиме ротационного излучения. Корректоры (2шт) расположены на корпусе ускоряющего устройства и пространственно разнесены.

2.11.2 Общий вид корректора изображен на чертеже Е.331.625. Основные узлы обозначены: 1 – катушка возбуждения (4 шт.), 2 – несущее немагнитное основание.

2.11.3 Технические характеристики корректора даны в таблице 2.11.

Таблица 2.11

Максимальная магнитная индукция на оси, Т	0.05
Количество витков в катушках одного направления	2×1350
Максимальный ток в катушках, А	1.5
Охлаждение	естественное
Осевая протяженность устройства, мм	68
Поперечные габариты, мм	200×200
Диаметр апертуры пролетного канала, мм	130

2.11.4 Управление положением пучка на мишени осуществляется с помощью стационарного магнитного поля, перпендикулярного направлению распространения пучка.

2.11.5 Магнитное поле, отклоняющее пучок в одном направлении, формируется парой соосных катушек с последовательно складывающимися потоками и запитываемых от одного источника тока. Угол отклонения пучка прямо пропорционален величине отклоняющего поля и обратно пропорционален механическому импульсу частиц.

2.11.6 Каждый корректор несет на одном основании две пары соосных катушек, отклоняющих пучок в двух взаимно перпендикулярных направлениях, т.е. является системой с совмещенными центрами отклонения.

2.11.7 Для работы в составе системы автоматического контроля равномерности поля излучения, угловая ориентация корректора, устанавливаемого после фокусирующей

линзы (на выходе ускоряющего устройства), согласовывается с медианной плоскостью ПФУ и расположением электродов ионизационной камеры.

2.11.8 Токи корректирующих катушек устанавливаются в процессе производственной наладки ускорителя по минимуму азимутальной неоднородности поля излучения в отсутствие выравнивающего фильтра; в процессе эксплуатации могут изменяться только в режиме автоматического управления ускорителем.

2.11.9 Неисправности в работе корректоров положения пучка проявляются в изменении тока частиц на мишень, симметричности и однородности поля излучения; могут быть связаны с нарушением электрической целостности обмоток возбуждения и цепей их питания.

2.12 СИСТЕМА КОЛЛИМАЦИИ ПУЧКА

2.12.1 Система коллимации пучка является одним из основных узлов медицинского линейного ускорителя электронов и предназначена для формирования радиационных терапевтических полей, а также для управления и контроля их параметров.

2.12.2 Система коллимации пучка состоит из следующих основных узлов:

- Коллиматор с выравнивающим фильтром и ионизационной камерой
- Блок головки излучателя, включающего в себя:
 - клиновой фильтр;
 - систему диафрагмирования;
 - систему световой имитации поля облучения;
 - оптический проектор шкалы для определения расстояния от источника излучения до поверхности объекта облучения.

2.12.3 Оптическая система в блоке головки излучателя проецирует световое поле для отображения размера радиационного поля. Световой поток от источника отражается зеркалом из тонкой металлизированной лавсановой пленки и проецируется через раскрытые диафрагмы на облучаемую поверхность. Над пленочным зеркалом находится блок клинового фильтра, который может быть снят для доступа к внутренним частям блока головки излучателя. Электропривод блока клинового фильтра вводит в радиационное поле клиновый фильтр, который создает наклон радиационного поля в 60° .

2.12.4 На нижней части блока головки излучателя находится кольцо для присоединения дополнительных приспособлений. На кольце установлен оптический проектор, проецирующий на поверхность кожи пациента шкалу расстояния от мишени до кожи (расстояние источник-поверхность – РИП).

2.12.5 Радиационно-физические характеристики системы коллимации

- Система коллимации пучка позволяет формировать поля тормозного излучения с граничной энергией квантов 6 МэВ.

- Поля тормозного излучения прямоугольные, плавно регулируются, обеспечивая в изоцентре поля с размерами от 2 x 2 см до 40 x 40 см. Максимальное поле ограничено по диагоналям кругом диаметром 49 см.

- По распределению мощности дозы поля тормозного излучения формируются симметричными относительно изоцентра (не хуже 2%) и равномерными. При размерах поля облучения до 30x30 см – равномерность мощности дозы не хуже $\pm 3\%$; при размерах поля свыше 30x30 см - равномерность не хуже $\pm 5\%$.

- Предусмотрена возможность установки на выходе системы коллимации пучка фигурных блоков, экранирующих поток тормозного излучения, или навесного многолепесткового коллиматора для формирования фигурных полей облучения.

2.12.6 Технические характеристики системы коллимации

- Индикация радиационных полей (осуществляется двумя способами: цифровым и световым):

- для полей облучения тормозным излучением от 5x5 см до 20x20 см точность цифровой индикации составляет 3 мм или 1,5 % от размера поля, для полей более 20x20 мм - соответственно 5 мм или 1,5 %;

- для полей облучения тормозным излучением от 5x5 см до 20x20 см точность световой индикации составляет 2 мм или 1 % от размера поля, для полей облучения более 20x20 см, соответственно, 3 мм или 1 %.

- Индикация оси пучка излучения:

- точность совмещения центров радиационного и светового полей в плоскости изоцентра для полей облучения тормозным излучением составляет 2 мм.

- точность совмещения центров радиационного и светового полей в плоскости изоцентра для полей облучения электронами составляет 4 мм.

- Индикация расстояния по оси пучка излучения:

- система световой имитации поля облучения содержит устройство оптической индикации расстояния от источника излучения до поверхности облучаемого объекта в диапазоне от 80 до 150 см с точностью 2 мм.

- Устройство формирования полей облучения в режиме тормозного излучения обеспечивает:

- максимальное отклонение от параллельности противоположных сторон поля облучения до 0,5 град;

- максимальное отклонение от прямоугольных смежных сторон поля облучения до 0,5 град.

2.12.7 Коллиматор состоит из стальной отливки с цилиндром из тяжелого металла в центре. Этот цилиндр имеет коническое отверстие, определяющее ширину радиационного пучка; интенсивность излучения за границей конуса уменьшена до низкого уровня. Полуугол конического радиационного пучка, составляющий 14°, обеспечивает размер радиационного поля диаметром 50 см на расстоянии 100 см от мишени (ограниченного диафрагмами до размера 40 x 40 см).

2.12.8 На выходе коллиматора установлен выравнивающий фильтр, далее - ионизационная камера, используемая для текущего контроля мощности дозы и равномерности поля облучения. Стальная отливка коллиматора является также опорой, относительно которой вращается блок головки излучателя.

2.12.9 Выравнивающий фильтр служит для получения равномерного распределения мощности дозы тормозного излучения по полю облучения. Геометрия выравнивающего фильтра рассчитывается на основе данных о распределении мощности дозы по полю облучения первичного тормозного излучения в процессе комплексной наладки конкретной радиотерапевтической установки.

2.12.10 Ионизационная камера располагается в блоке радиационной головки в непосредственной близости от выравнивающего фильтра. Ионизационная камера состоит из трех плоскопараллельных секций:

- Первая секция служит датчиком системы стабилизации и индикации равномерности поля и включает в свой состав набор фигурных собирающих электродов. В первой секции имеется четыре изолированных электрода для системы стабилизации поля и еще четыре изолированных электрода для индикации равномерности полей облучения. Эти электроды одновременно служат датчиками системы отключения излучения при недопустимых перекосах поля.

- Вторая секция является датчиком первого канала мониторинга дозы и содержит собирающий электрод, у которого размеры проводящей части превышают размер пучка в месте расположения собирающего электрода.

- Третья секция служит датчиком второго канала мониторингирования дозы и системы аварийного отключения излучения при существенном превышении мощности дозы.

2.12.11 Собирающий электрод этой секции состоит из двух изолированных секторов.

Первый охватывает примерно половину размеров пучка и предназначен для второго канала и системы мониторингирования дозы. Отдельная периферийная часть предназначена для системы аварийного отключения излучения.

Камера содержит четыре электрода для подачи высоковольтного напряжения на секции. Два наружных электрода входят в состав первой и третьей секций. Два внутренних электрода входят одновременно в состав первой второй и третьей секций.

Все электроды выполнены из тонкой лавсановой пленки, на которую нанесено алюминиевое покрытие методом напыления в вакууме.

2.12.12 Корпус ионизационной камеры выполнен герметичным, чтобы исключить влияние изменения атмосферного давления и температуры.

Герметизация осуществляется путем установки наружных стенок на герметик и специального уплотнения электрических выводов в ионизационной камере.

Ионизационные токи, возникающие в воздушных зазорах камеры при прохождении ионизирующего излучения, пропорциональны мощности дозы и размерам отдельных электродов и секторов.

**ВНИМАНИЕ: НА ВЫСОКОВОЛЬТНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ КАМЕРЫ ПОДАЕТСЯ
СТАБИЛИЗИРОВАННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ 300 В.
ПРОВЕДЕНИЕ КАКИХ-ЛИБО РАБОТ С КАМЕРОЙ ДОПУСТИМО ТОЛЬКО ПРИ
СНЯТИИ ЭТОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ПРИНЯТИИ МЕР
К НЕДОПУЩЕНИЮ ЕГО ПОДАЧИ.**

2.12.13 Формирование прямоугольных полей тормозного излучения осуществляется диафрагмой, состоящей из четырех подвижных блоков, позволяющих формировать любые прямоугольные поля с размерами в диапазоне граничных значений.

Каждый блок состоит из свинцовой отливки, в которую вмонтированы пластины, изготовленные из тяжелого вольфрамового сплава. Каждый блок снабжен дополнительной выходной тонкой подрезающей пластиной, что обеспечивает оптимальное совмещение границ светового и радиационного полей.

Блоки диафрагмы передвигаются независимо друг от друга по дуге окружности, центр которой расположен в центре тормозной мишени. Причем, один из блоков может переходить за центральную ось радиационной головки, что позволяет формировать поля облучения, смещенные относительно центральной оси.

Блоки приводятся в движение с помощью четырех электромеханических приводов, управляемых дистанционно и имеющих встроенные датчики, сигналы от которых поступают в системы установки и измерения размеров полей облучения.

В каждом блоке установлены два концевых выключателя, ограничивающих перемещение блоков при полном вводе в поле облучения или при полном выводе из поля. Кроме этих выключателей имеется еще один концевой выключатель, который предотвращает столкновение блоков, когда один из них переходит за центральную ось пучка при формировании полей облучения, смещенных относительно оси.

Блок головки излучателя может поворачиваться вокруг центральной оси с помощью электромеханического привода, входящего в состав коллиматора. Электропривод имеет встроенные датчики для систем установки и индикации этого поворота. Угол поворота составляет 180° и обозначается $270^\circ-0^\circ-90^\circ$. Отсчет угла поворота может быть произведен также непосредственно по шкале, расположенной в

нижней части головки. Предусмотрены концевые выключатели для ограничения угла поворота.

2.12.14 Система световой имитации поля облучения позволяет визуальным путем:

- определить центральную ось пучка излучения;
- определять конфигурацию, размеры и ориентацию поля облучения относительно центральной оси пучка;

- совмещать поле облучения с участком тела пациента, подлежащего облучению.

2.12.15 Световое поле создается с помощью оптического осветителя со светодиодом, расположенного стационарно вне пучка излучения, и пленочного зеркала, наклонно расположенного на пути пучка излучения, которое направляет свет от лампы по центральной оси пучка.

Осветитель и зеркало установлены ниже ионизационной камеры. Индикация оси пучка осуществляется по положению перекрестия двух осевых линий, взаимно перпендикулярных и проходящих через центральную ось пучка. Осевые линии представляют собой теневое изображение перекрестия, выполненного в виде перекрещивающихся проволок в нижней части блока головки излучателя.

2.12.16 Для определения расстояния от источника излучения до поверхности облучаемой мишени служит дальномер.

2.13 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ РАДИАЦИОННОЙ ГОЛОВКИ И ИЗЛУЧАТЕЛЯ

2.13.1 Система предназначена для управления положением элементов радиационной головки и излучателя от центральной ЭВМ и от пульта ручного управления. Структурная схема системы управления электроприводами радиационной головки и излучателя представлена на рис.2.2.

2.13.2 Обеспечивается перемещение диафрагм, клина, поворот головки, вращение излучателя. Используются серводвигатели с драйверами фирмы Maxon. Для перемещения диафрагм и клина используются серводвигатели Maxon motor EC45 Flat motor 251601 (A9...A13), а для вращения головки - Maxon motor EC90 Flat motor 244879 (A14).

Управляются моторы с помощью драйверов EPOS 24/5 (A2...A7). Излучатель вращается с помощью электропривода Maxon motor EC60 168951 (A8) и драйвера EPOS 70/10 (A1).

Серводвигатели фирмы Maxon снабжены энкодерами для точного определения положения, а двигатель излучателя - тормозом для фиксации в выключенном состоянии.

2.13.3 Драйверы фирмы Maxon EPOS 24/5 и EPOS70/10 обеспечивают работу двигателей во всех режимах (разгон, торможение, стабилизация скорости, вывод привода в заданное положение) и обработку аварийных ситуаций (перегрузки, наезд на концевой выключатель).

2.13.4 Контроллер РГ и излучателя (A22) командами интерфейса RS-232 задаёт режимы работы драйверов сервоприводов и считывают информацию об их состоянии, получает команды по двум интерфейсам RS-485 - от компьютера системы управления ускорителем и от ручного пульта управления.

2.13.5 Ручной пульт управления (A21) предназначен для ручного управления механизмами РГ и излучателя (подготовительные операции перед процедурой облучения). Пульт ручного управления позволяет управлять и приводами стола.

2.13.6 Система блоков питания (A15...A20) обеспечивает силовое питание моторов и питание контроллера, драйверов и пульта.

2.13.7 Контроллер РГ (A22) связан с драйвером A1 интерфейсом RS-232, остальные драйверы соединены между собой интерфейсом CAN последовательно. Ручной пульт управления связан с контроллером РГ интерфейсом RS-485.

2.13.8 Управление от компьютера. Управление приводами осуществляется командами интерфейса RS-485. Описание протокола передачи данных и системы команд будет приведено после согласования с разработчиками системы управления ускорителем.

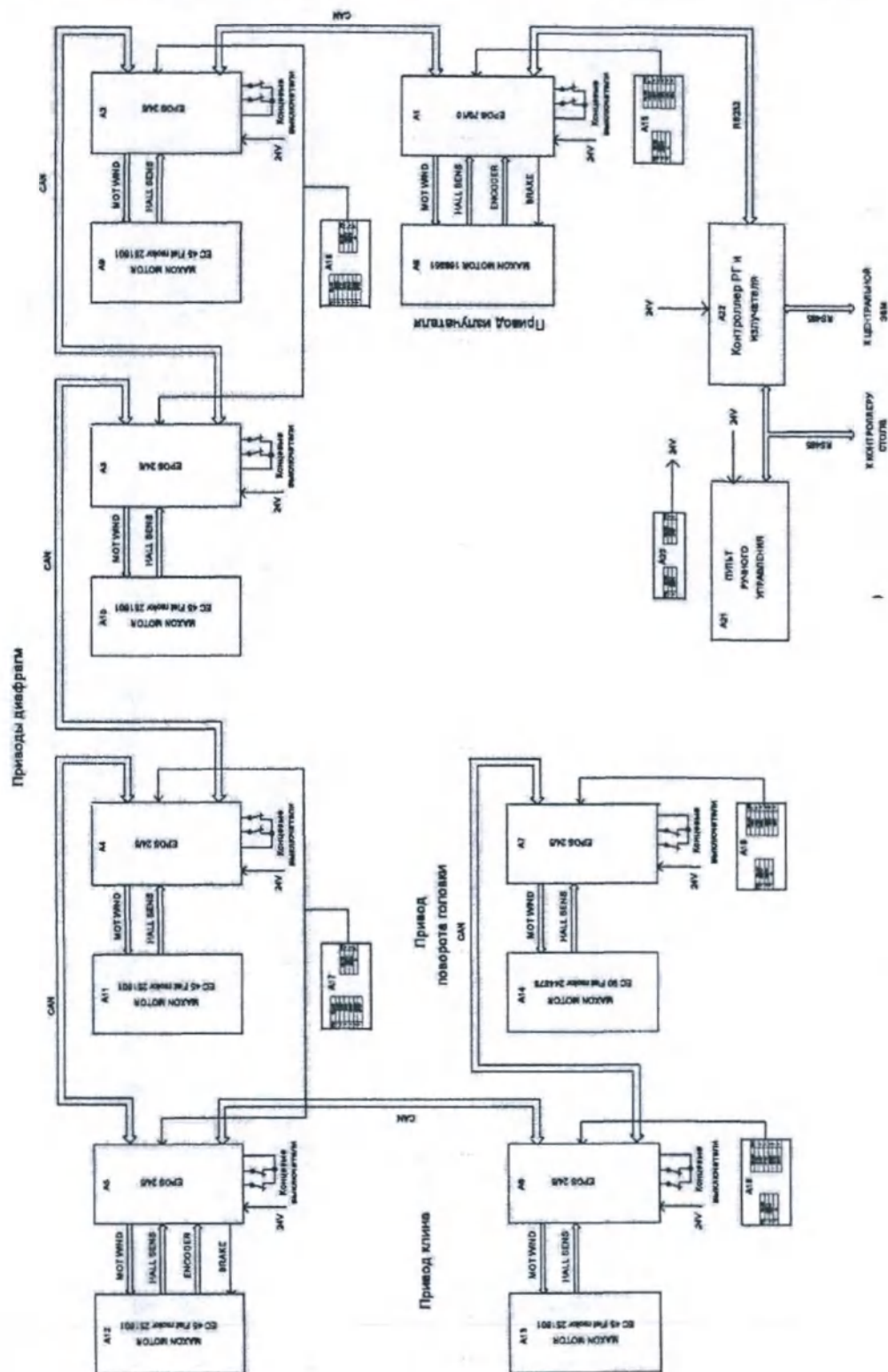


Рис.2.2-Структурная схема системы управления электроприводами радиационной головки и излучателя

2.13.9 Управление с ручного пульта. Пульт управления имеет LCD экран и кнопки управления. На экране отображается символ выбранного привода и информация о его состоянии (положение, скорость, концевые выключатели). Ниже экрана расположены две кнопки, реагирующие на давление. Эти кнопки позволяют задавать скорость выбранного привода в зависимости от силы нажатия.

В нижней части пульта находятся следующие кнопки.

- Кнопка выбора группы приводов – приводы стола или приводы головки.
- Кнопка выбора привода в группе. (Назначение кнопок меняется в зависимости от режимов работы).
- Кнопка входа в сервисное меню.

2.13.10 Для управления желаемым механизмом оператор должен выбрать группу приводов, выбрать привод и включить движение одной из кнопок давления, в зависимости от требуемого направления. Скорость движения зависит от силы нажатия на кнопку.

Данные о положении привода выводятся на экран. Удерживая кнопку управления движением, оператор добивается установки привода в требуемое положение.

2.13.11 Если во время движения кратковременно нажать кнопку выбора группы приводов, то текущая скорость фиксируется (на экране появляется символ замочка), после этого удерживать кнопку движения не нужно, движение продолжается с постоянной скоростью до достижения предельного положения привода.

Нажатие любой кнопки на пульте приводит к снятию режима фиксации скорости и остановке привода.

Привод остается выбранным до тех пор, пока оператор не выберет другой привод в группе или другую группу приводов.

2.14 ЩИТ ПИТАНИЯ

2.14.1 Щит питания на месте эксплуатации устанавливается в соответствии с техническим заданием на размещение оборудования. Щит питания ускорителя устанавливается рядом с Главным выключателем Заказчика.

2.14.2 Все металлические корпуса устройств ускорителя должны быть заземлены на Главную шину заземления. К щиту питания ускорителя должны быть подключены все кабели в соответствии со схемой электрической подключений E.330.552 ЭО и Таблицей соединений E330.552 ТЭО.

2.14.3 Для подготовки щита питания ускорителя к работе необходимо:

- произвести измерение сопротивления изоляции между жилами кабелей и между жилами кабелей и землей;
- подключить силовой кабель от Главного выключателя Заказчика к щиту питания ускорителя.

2.14.4 Работа щита питания ускорителя показана на схеме принципиальной и соединений E.332.601ЭО.

- Напряжение питания 3N~380В, 50Гц подаётся на клеммы X1 и далее на
 - автоматический выключатель Q1-питание излучателя,
 - автоматический выключатель Q2-питание теплообменника,
 - автоматический выключатель Q3-питание стойки управления и АРМ-оператора,
 - автоматический выключатель УЗО Q4 -питание розеток в процедурной,
 - автоматический выключатель Q5-питание ламп освещения в процедурной, которые отключаются во время укладки пациента.
- Автоматический выключатель Q1-имеет встроенный расцепитель Q1.1 минимального напряжения, который при включенном выключателе должен быть под напряжением 220В.

- Расцепитель Q1.1 питается через предохранитель F2 и нормально разомкнутые контакты, параллельно включённые, кнопки S1и реле K1, если замкнуты клеммы X2:17и X2:18 (подключены кнопки аварийного отключения), тогда можно включить выключатель Q1 и напряжение поступит на клеммы X3.

- Реле K1, K3 и K4 питаются от источника U1.

- Реле K3, K5 обеспечивают время осмотра процедурной (10–15с) после укладки пациента и закрытия двери процедурной.

- При нажатии кнопки осмотра процедурной в щите питания срабатывает реле K3 и своими контактами подхватывает реле K3 и включает реле времени K5.

- Если по истечении 10-15с дверь процедурной не была закрыта, то необходимо повторить осмотр процедурной.

- Если дверь была закрыта в установленное время, в щите питания сработает реле K4 и замкнутыми контактами выдаст в систему управления сигнал соблюдения условий безопасности.

- Реле K6 обеспечивает уменьшение освещения в процедурной при укладке пациента, напряжение управления поступает на клеммы X2:11, X2:12 реле K6 включается и своим контактом разрывает цепь питания освещения в процедурной.

3 АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ УСКОРИТЕЛЯ

3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1.1 Автоматизированная система управления (АСУ) ускорителя предназначена для автоматического и ручного (в режиме наладки) управления ускорителем, а так же обеспечивает сбор и отображение информации о состоянии всех систем ускорителя, установку режимов работы и подстройку параметров отдельных устройств.

3.1.2 Автоматизированная система управления медицинского ускорителя построена по территориально-распределенному принципу на базе промышленных PC - совместимых контроллеров объединенных в сеть посредством стандартных защищенных сетевых решений для промышленного применения с интерфейсами RS485, Ethernet, Profibus и т.п.

3.1.3 Схема построения системы управления ускорителем является трехуровневой.

- Верхний уровень – автоматизированное рабочее место (АРМ) оператора, куда стекается вся информация о состоянии всех подсистем ускорителя и где вырабатываются целеуказания для работы этих систем.

- Средний уровень – центральный контроллер, который входит в контур автоматического (в реальном масштабе времени) управления ускорителя и является его ядром. Через этот контроллер осуществляется взаимосвязь всех контроллеров сети с АРМом оператора.

- Нижний уровень – локальные контроллеры, осуществляющие управление и контроль отдельными подсистемами ускорителя.

3.2 АРМ ОПЕРАТОРА

3.2.1 Непосредственное управление ускорителем осуществляется с автоматизированного рабочего места оператора, которое состоит из:

- специализированного стола с встроенным кабельным каналом;
- промышленного панельного PC – совместимого компьютера с жидкокристаллическим сенсорным экраном;
- клавиатуры и мыши;
- звуковой сигнализации (активные колонки).

Внешний вид АРМа оператора приведен на рис. 3.1.

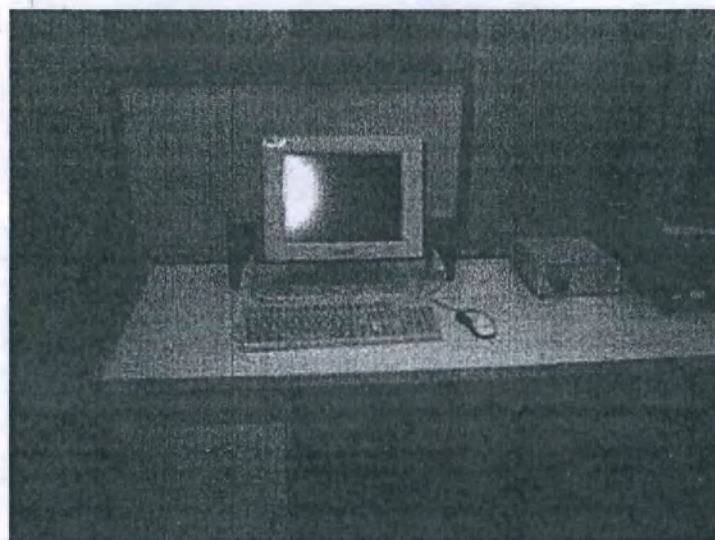


Рис.3.1- Общий вид АРМ оператора

3.2.2 На экране дисплея воспроизводится функциональная клавиатура, посредством которой осуществляется управление ускорителем. Разрешение экрана масштабируется в зависимости от требований решаемой задачи. Начальная установка подсистем (дозатора, диафрагм, синхронизатора и др.) производится в оконном режиме. В этом же режиме осуществляется визуализация измеряемых параметров подсистем.

3.2.3 Взаимодействие оператора с системой осуществляется путем касания соответствующих функциональных клавиш на мониторе либо манипулятором типа «мышь». Наиболее ответственные команды требуют подтверждения нажатием клавиши «Enter» на клавиатуре либо касанием клавиши «Да» на мониторе.

3.2.4 Возможна автоматическая установка параметров облучения при получении из станции планирования лечения данных в соответствии с протоколом HL7, DICOM 3.0 IMRT. АРМ оператора ускорителя связан с другими подразделениями медицинского учреждения по сети ETHERNET. Поэтому вся информация о сеансе лечения становится доступной станции планирования для возможной корректировки плана лечения. На жестком диске панельного компьютера АРМа оператора ведется оперативный журнал, где сохраняются все параметры проведенных сеансов лечения пациентов. На том же диске ведется журнал аварийных ситуаций.

3.3 СТОЙКА УПРАВЛЕНИЯ

3.3.1 Основным узлом АСУ медицинского ускорителя является стойка управления, в которой располагается центральный контроллер, платы расширения функциональных возможностей контроллера, устройства сопряжения с объектом (УСО), модули гальванической развязки и нормализации сигналов, а также многоканальные высокопроизводительные платы последовательной связи (интерфейсные модули).

3.3.2 Конструктивно стойка управления представляет собой металлоконструкцию стандарта «Евромеханика» высотой 13U фирмы «RITTAL» (Германия), два этажа которой занимает бесперебойный источник питания (UPS) мощностью 1000ВА. Он обеспечивает питание АРМа оператора, стойки управления и магистральной шины +24В всей АСУ ускорителя. От этой шины через DS/DS преобразователи питаются все контроллеры сети. Поэтому, даже при аварийном отключении электросети (~220В), в течение 12-15 минут панельный компьютер оператора и все контроллеры будут иметь возможность нормально завершить работу с записью в свою энергонезависимую память всех параметров предаварийного состояния. Это особенно важно для дозатора, так как

следующий сеанс облучения должен планироваться с учетом дозы, набранной до аварийного отключения.

3.3.3 В качестве центрального контроллера системы управления ускорителя используется промышленный РС – совместимый контроллер 6020 фирмы Octagon systems (США). На этот контроллер возлагаются функции координирования действиями всех контроллеров сети. Он является коммуникационным узлом системы. Коммуникационные возможности этого контроллера расширены платой многоканальной высокопроизводительной последовательной связи (RS-232), обеспечивающей эффективное его взаимодействие со всеми узлами сети. К последовательным портам интерфейса RS-232 подключены модули преобразователи интерфейса RS-232 в RS-495. Кроме того, эти модули обеспечивают гальваническую развязку контроллеров, распределенных по всему комплексу. Выбор интерфейса RS-232 (RS-485) обусловлен тем, что большинство современного оборудования (источники питания, датчики, исполнительные механизмы) обладает этим интерфейсом. Поэтому система управления ускорителя остается открытой и легко поддается модернизации. Что особенно важно для медицинской техники, где с каждым годом растет число дополнительного оборудования, подключаемого к радиационному комплексу.

3.3.4 Так как последовательный интерфейс является низкоскоростным, то для повышения оперативности управления сеть разбита на несколько ветвей. Разбиение на ветви преследует и еще одну цель. Нетрудно заметить, что в состав сети входят интеллектуальные устройства различных производителей (Octagon systems, Advantech, Fastwell), обладающие различными протоколами, а разбиение на отдельные ветви производится, в том числе, и с учетом протоколов.

3.3.5 Центральный контроллер является ядром всей системы управления ускорителя. К нему поступают сигналы с УБС ускорителя, с УБС помещения, с датчиков и с интеллектуальных устройств, а от него исходят управляющие воздействия и целеуказания для всех подсистем ускорителя. Для этих целей функциональные возможности центрального контроллера расширены дополнительными платами. Схема коммуникационных связей стойки управления представлена рис.3.2.

3.3.6 Ввод аналоговых сигналов осуществляется платой AI16-5A фирмы Fastwell, которая имеет 16 входов с программируемым коэффициентом усиления по каждому входу. Она обладает широким диапазоном входных сигналов как по напряжению, так и по току. Гальваническая развязка входных аналоговых сигналов осуществляется модулями – нормализаторами ADAM 3014 фирмы Advantech.

Вывод аналоговых сигналов производится с помощью платы ЦАП АО16-V16 фирмы Fastwel (Россия). Эта плата представляет собой 16 однопроводных каналов аналогового вывода. Она имеет групповую гальваническую развязку по шине.

3.3.7 Ввод дискретных сигналов реализован на плате DI32 фирмы Fastwell, которая имеет 32 гальванически развязанных (оптронно) входа с TTL уровнями. Программно по каждому входу можно реализовать прерывание контроллера при изменении значения сигнала на нем.

Для ввода дискретных сигналов высокого уровня (+24В), используется кросс-плата опторазвязки TBI 24/0, которая имеет пять диапазон входных сигналов. Уровень входных сигналов для этой платы составляет от 3 до 52В, а гальваническая развязка между каналами 1500В. Кроме того, эти платы осуществляют ввод сигналов типа «сухой контакт», при подключении источника питания +24В к соответствующему выводу.

Вывод дискретных сигналов осуществляется через универсальный модуль ввода/вывода UNIO96-1 фирмы Fastwel (Россия). Этот модуль имеет 96 каналов ввода/вывода логических сигналов TTL уровня. Повышение мощности выходных сигналов и гальваническую развязку обеспечивают, подключаемые к выходу UNIO96-1, кросс-платы опторазвязки TBI 0/24, которые имеют 24 выходных канала. Уровень

коммутируемых напряжений и токов этих плат составляет 60В при токе 500мА. Гальваническая развязка между каналами составляет 1500В.

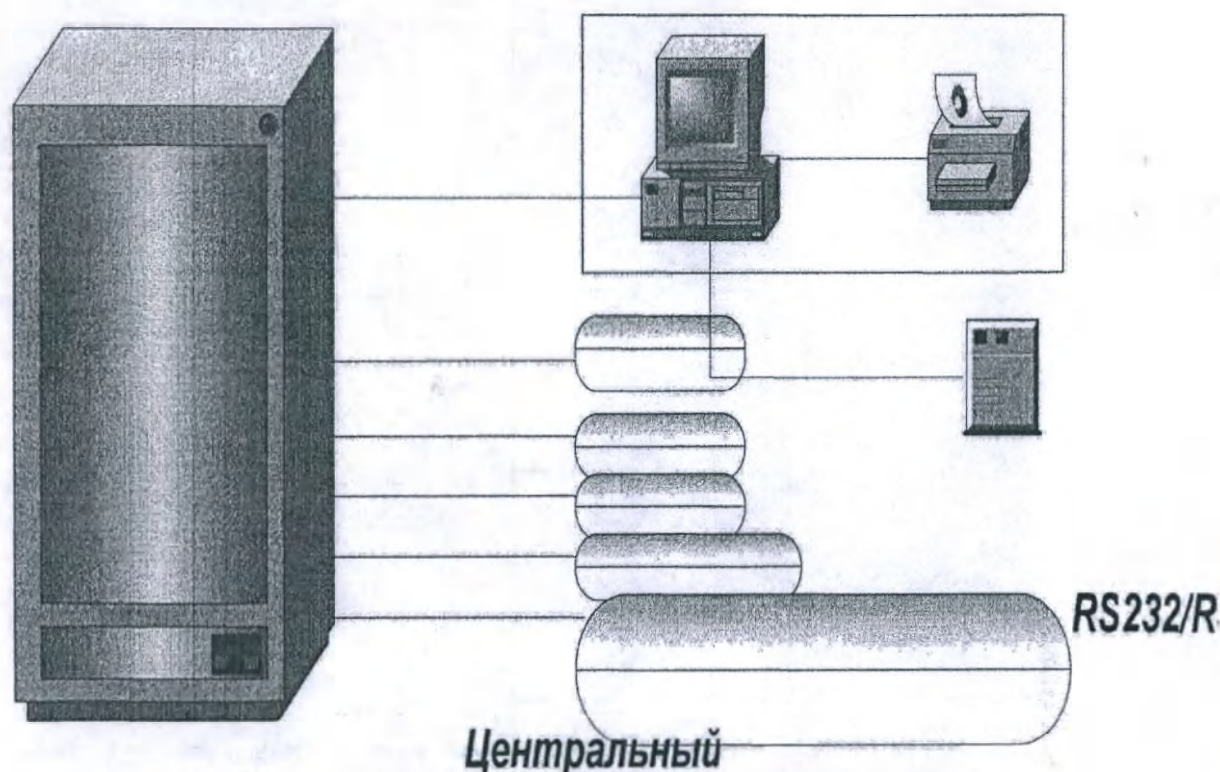


Рис.3.2 - Схема коммуникационных связей стойки управления

3.3.8 Для выходных сигналов типа «сухой контакт» используется плата релейной коммутации TBR 8 фирмы Fastwell, имеющая в своем составе 8 нормально разомкнутых однополюсных контактных групп для подключения нагрузок:

- 270В при 10А переменного тока частотой 50Гц;
 - 30В при 10А постоянного тока.
- Напряжение пробоя изоляции составляет 2500В.

3.3.9 Взаимодействие центрального компьютера с интеллектуальными устройствами АСУ ускорителя осуществляется посредством многоканальной высокопроизводительной платы последовательной связи Ocasop 5554, которая имеет четыре порта последовательной связи.

Таким образом центральный компьютер имеет возможность взаимодействовать со всеми подсистемами ускорителя либо самостоятельно на сигнальном уровне, либо через распределенные контроллеры на интерфейсном уровне.

Центральный контроллер, находясь на среднем уровне иерархии системы управления, решает задачи управления всем ускорителем. Остальные контроллеры находятся на нижнем иерархическом уровне и решают локальные задачи.

Так, для управления приводами стола, гантри и диафрагмами рентгеновской головки используется специализированный контроллер, команды на который подаются либо с ручного пульта, имеющий интерфейс RS-485, либо, через центральный контроллер, с АРМа оператора по тому же интерфейсу RS-485. Все привода, с которыми взаимодействует данный контроллер, так же обладают интерфейсом RS-232 или RS-485. Поэтому данный контроллер является чисто коммуникационным и транслирует (после соответствующей обработки) поступающие команды на выполнение указанным в команде приводам.

APC Smart-UPS - источник
бесперебойного питания

3.3.10 Контроллер и все платы расширения установлены в восьмипозиционном крейте (см. рис.3.3), а все кросс-платы и клеммные платы установлены на DIN – рейку. Внешние соединения между ними приведены на рис. 3.4, рис. 3.5 и рис.3.6.

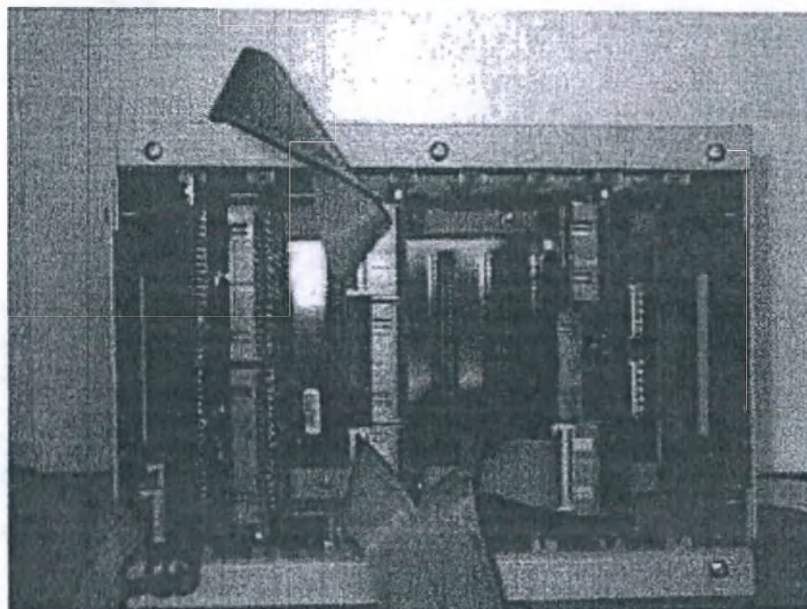


Рис.3.3 - Крейт

3.3.11 Включение стойки управления обеспечивается включением ИБП, что приводит к подачи питания на все устройства стойки управления и АРМа оператора.

Для включения ИБП необходимо нажать кнопку:



При включении устройство выполняет автоматическую самопроверку. Такую же самопроверку ИБП выполняет через каждые две недели после включения (при непрерывной работе). Частота выполнения проверки задана по умолчанию. Для того чтобы провести самопроверку вручную необходимо на указанную выше кнопку и удерживать ее в течение нескольких секунд.

В ходе самопроверки ИБП на короткое время подает напряжение к подсоединенному оборудованию от батареи. Если ИБП не проходит самопроверку, загорается индикатор



необходимости замены батареи, и устройство переходит в режим работы от сети. Неудачный результат самопроверки никак не отражается на работе подсоединенного оборудования. Необходимо перезарядить батарею в течение 24 часов и провести еще одну самопроверку. Если ИБП не пройдет вторичную проверку, требуется замена батареи.

Выключение питания стойки производится нажатием кнопки



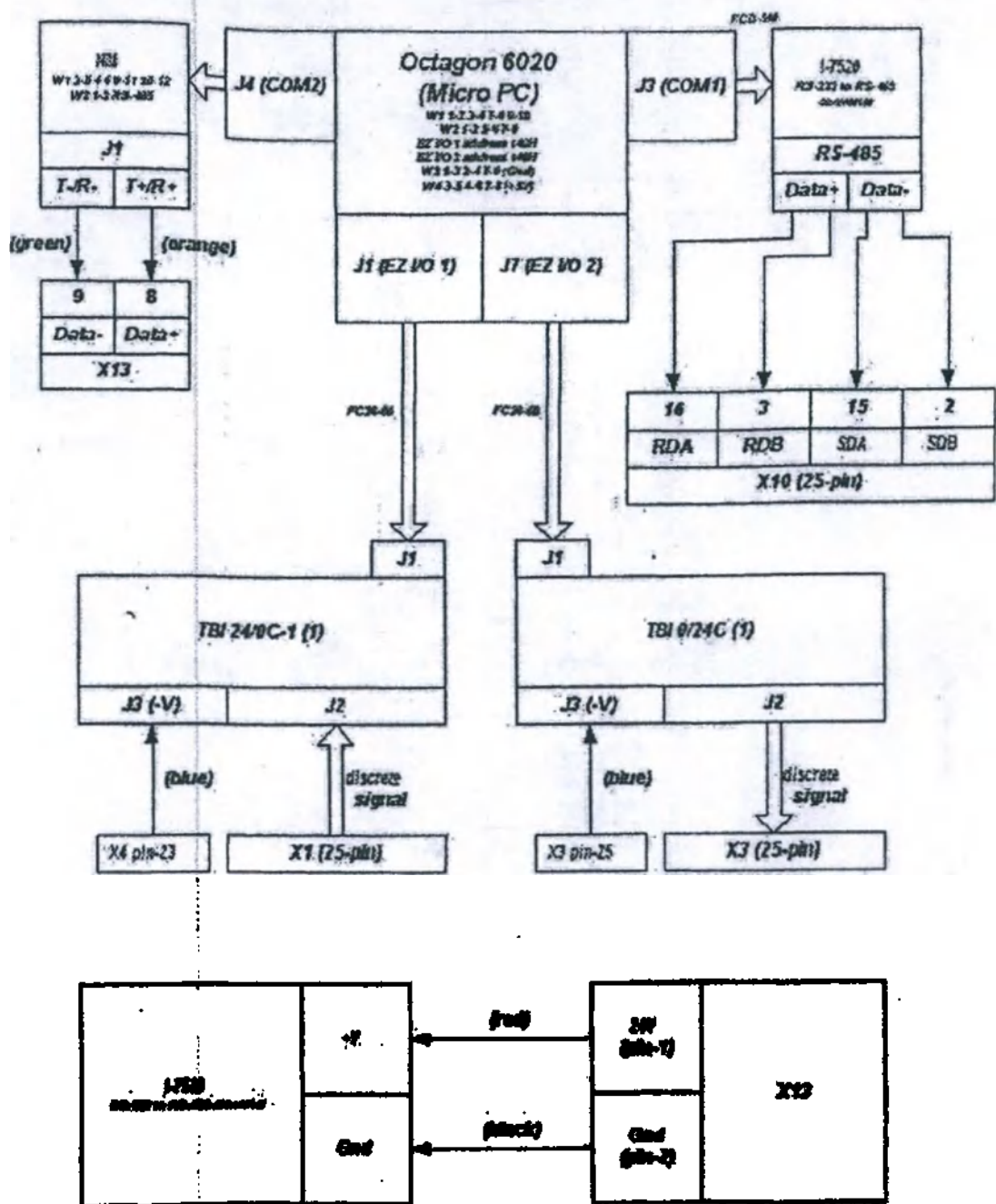


Рис.3.4 - Блок-схема подключения плат к центральному контроллеру

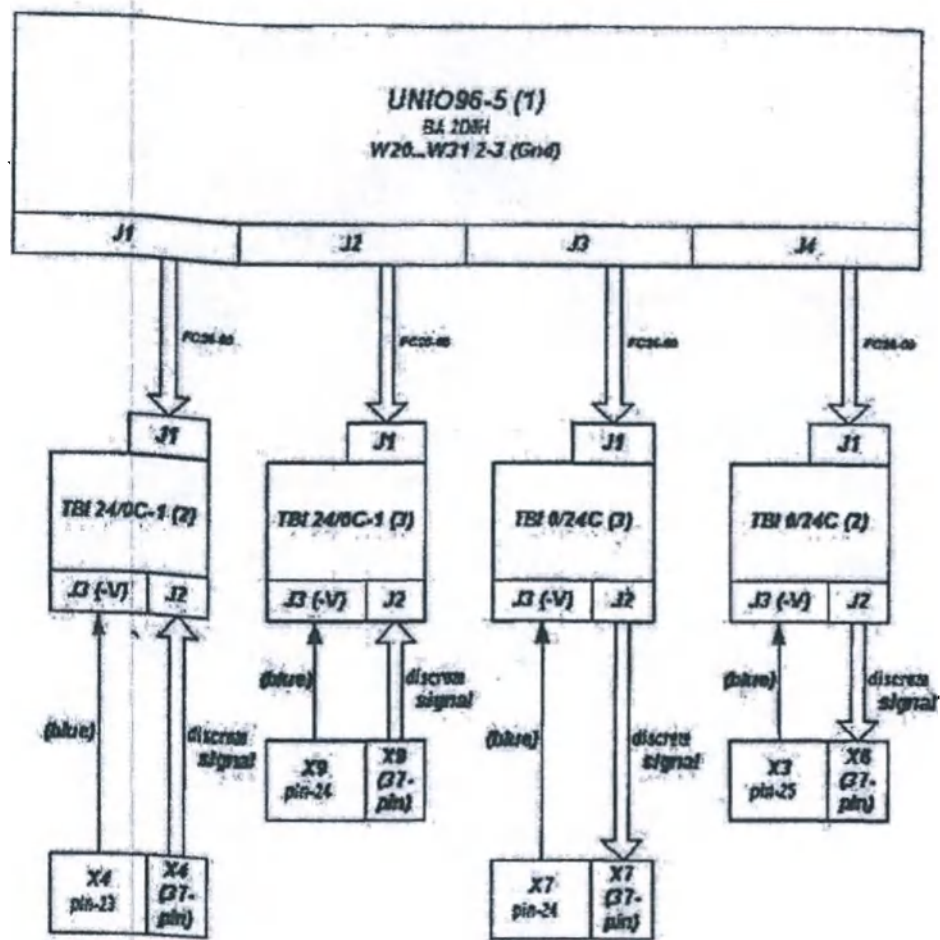


Рис.3.5 - Блок схема подключения дискретных сигналов к плате UNIO96-1

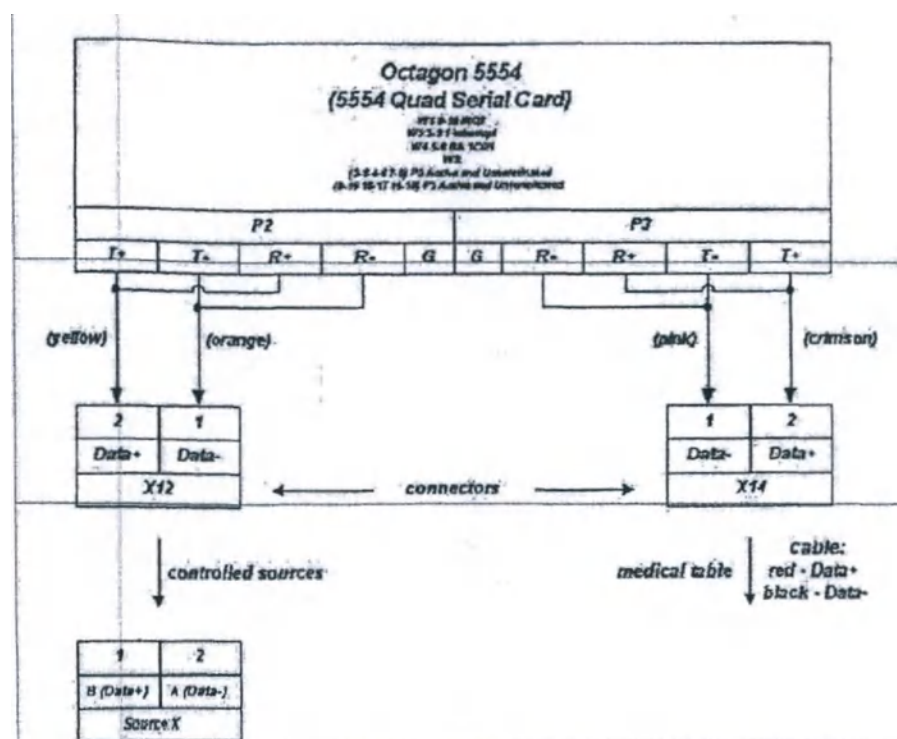


Рис.3. 6 - Блок схема подключения многоканальной платы последовательной связи Octagon 5554 к контроллерам исполнительных устройств

3.3.12 Возможные неисправности ИБП, вероятные причины и способы их устранения приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Неисправность	Возможная причина	Методы устранения
ИБП не включается.	Батарея не подсоединена надлежащим образом.	Проверить подключение батарейного соединителя к разъему на задней панели.
	Кнопка включения недостаточно сильно нажата.	Нажать кнопку включения еще раз.
	Источник не подсоединен к электросети переменного тока.	Проверить подключение кабеля источника к розетке электросети.
	Отсутствует или очень низкое напряжение электросети.	Проверить наличие напряжения электросети.
ИБП не выключается.	Кнопка выключения ИБП нажата не достаточно сильно.	Нажать кнопку выключения еще раз.
	Внутренняя неисправность источника.	Отсоединить ИБП от электросети. Обратиться за помощью к представителю изготовителя.
Горят все светодиодные индикаторы, и ИБП подает непрерывный звуковой сигнал.	Внутренняя неисправность источника.	Отсоединить ИБП от электросети. Обратиться за помощью к представителю изготовителя.
ИБП время от времени подает звуковой сигнал.	Нормальное состояние ИБП при работе от батареи.	Нет необходимости в принятии каких – либо мер непосредственно в источнике. Неполадки в сети электроснабжения. Источник предупреждает о переходе на работу от батареи.

3.3.13 Возможные неисправности аппаратуры АСУ стойки управления приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Неисправность	Возможная причина	Методы устранения
Ускоритель не управляется.	Не подается питание на крейт.	Проверить питание на крейте.
	Плохо установлена плата контроллера.	Проверить установку плат в крейте.
	Не подключены интерфейсные кабели.	Проверить подключение интерфейсных кабелей.
	Нет управляющих команд с АРМ оператора.	Проверить подключение кабеля к панельному компьютеру.
	Не подается питание на исполнительные устройства.	Проверить подачу питания на системы ускорителя.
Отсутствует связь.	Обрыв линии связи.	Проверить правильность подключения интерфейсных кабелей.
		Проверить правильность подключения модулей преобразователей интерфейса.
Отсутствует ввод аналоговых сигналов.	Вышла из строя плата аналогового ввода AI16-5A	Заменить плату ввода AI16-5A.
Отсутствует вывод аналоговых сигналов.	Вышла из строя плата аналогового вывода AO16-V16	Заменить плату аналогового вывода AO16-V16.
Отсутствует ввод дискретных сигналов.	Вышла из строя плата дискретного ввода DI32.	Заменить плату дискретного ввода DI32.
	Вышла из строя кросс-плата дискретного ввода TBI-24/0	Заменить кросс-плату дискретного ввода TBI-24/0.
Отсутствует вывод дискретных сигналов.	Вышла из строя универсальная плата ввода/вывода UNIO96-1.	Заменить плату ввода/вывода UNIO96-1.
	Вышла из строя кросс-плата дискретного вывода TBI-0/24	Заменить кросс-плату дискретного вывода TBI-0/24.

4 ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА АСУ

4.1 БЛОК АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ

4.1.1 Блок автоматической подстройки частоты (АПЧ) предназначен для выведения частоты магнетрона на резонансную частоту ускоряющей секции. Блок состоит из:

- устройства выборки и хранения,
- источников питания,
- устройств нормализации и гальванической развязки сигналов,
- платы АЦП,
- промышленного контроллера.

4.1.2 Устройство выборки и хранения (УВХ) (рис.4.1) предназначено для преобразования импульсных входных сигналов с детекторной головки (мощности падающей и отраженной волн) в квазипостоянные сигналы.

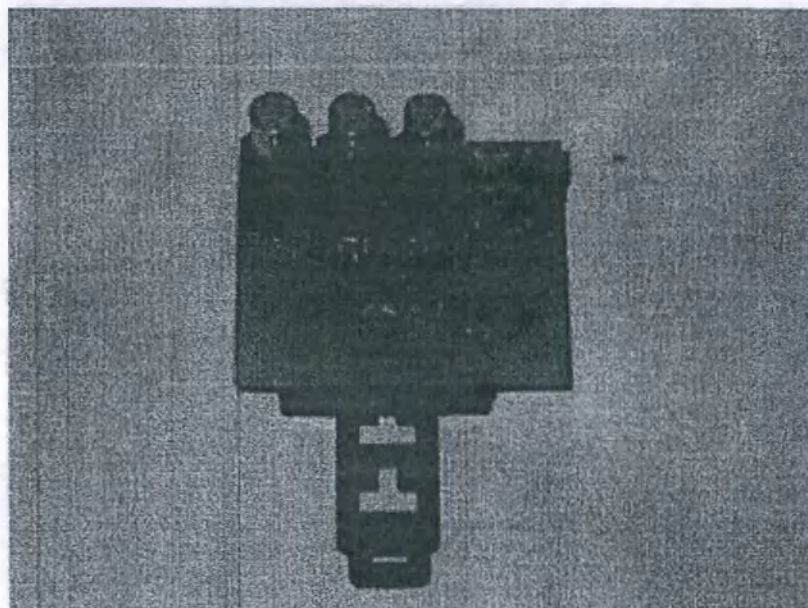


Рис.4.1 - Устройство выборки и хранения

На входной части УВХ (см. рис.4.2) расположены три разъема типа СР-50 на которые подаются сигналы о мощности дозы падающей и отраженной волн, а также стробирующий импульс с синхронизатора. При настройке АПЧ стробирующий импульс устанавливается на плоской части импульса отраженной волны между двух горбов. На клеммник входной части подается напряжение питания УВХ $\pm 12В$.

В выходной части УВХ расположен клеммник с которого снимаются выходные квазипостоянные сигналы.

Модуль УВХ имеет специальное крепление для установки на DIN-рейку.

В качестве источника для УВХ используется DC/DC преобразователь ВХАЗ-24D12-F фирмы ARTESYN (Ирландия), на вход которого подается постоянное напряжение $+24В$.

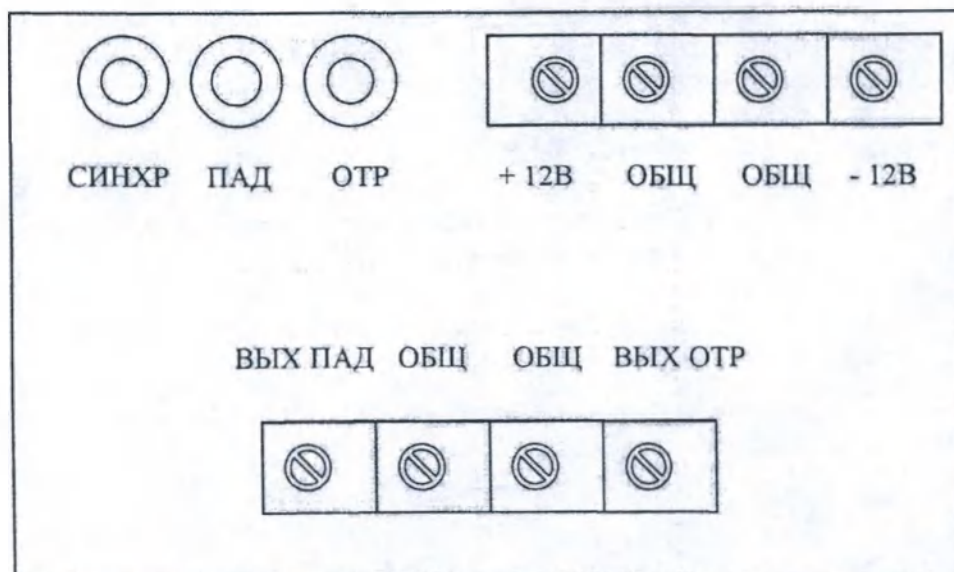


Рис.4.2 - Схема подключения УВХ

4.1.3 Для гальванической развязки сигналов с УВХ от интеллектуальной части АПЧ установлены модули нормализаторы ADAM 3014 фирмы ADVANTECH (Тайвань). Ввод сигнала о температуре секции с терморезистора 50 Ом осуществляется посредством модуля ADAM 3013 фирмы ADVANTECH (Тайвань), который имеет гальваническую развязку по цепям питания и предназначен для работы с Pt или NiRTD терморезисторами. Описание модулей можно найти на сайте фирмы производителя www.advantech.com.

4.1.4 Ввод квазипостоянных сигналов с УВХ в промышленный контроллер осуществляется через плату АЦП AI16-5A фирмы Fastwel (Россия). Эта плата представляет собой 14- разрядный АЦП и 12- разрядный ЦАП для ввода/вывода аналоговых сигналов. Она имеет групповую гальваническую развязку по шине. Подробное описание этой платы находится на сайте фирмы производителя www.fastwel.ru.

4.1.5 Интеллектуальным ядром АПЧ является промышленный IBM –PC контроллер фирмы Octagon Systems (США) серии 6020, реализованный на базе процессора 386SX с тактовой частотой 25 МГц. Сетевое ядро контроллера позволяет создавать сети передачи данных на основе интерфейса RS-485. Описание промышленного контроллера находится на сайте фирмы производителя www.octagonsystems.com.

4.1.6 Работа АПЧ

Функциональная схема блока АПЧ представлена на рис.4.3. Подстройка частоты магнетрона производится под резонансную частоту ускоряющей секции, которая меняется под воздействием температуры. Поэтому на этапе наладки ускорителя в энергонезависимую память контроллера заносится табличная функция зависимости частоты магнетрона от температуры секции. По этой функции осуществляется грубая настройка частоты (попадание в диапазон). Она существенно уменьшает время выхода на режим ускорителя при его включении.

Точная подстройка частоты магнетрона осуществляется по минимальному значению отраженной волны. Однако колебания значений отраженной волны могут быть связаны с изменением значений входного сигнала, т.е. падающей волны. В связи с чем возникает необходимость в измерении обоих сигналов и брать их отношение. Учитывая импульсный характер этих сигналов, а также сложную двугорбую форму импульса отраженной волны, на входе АПЧ стоит двухканальное УВХ, стробируемые импульсами с синхронизатора. При настройке АПЧ стробирующий импульс устанавливается на плоской части импульса отраженной волны между двух горбов.

Зафиксированные в УВХ значения сигналов, а также значение температуры секции через модули развязки подаются на АЦП, который находится на одной шине с контроллером. В результате анализа полученных данных контроллер выдает целеуказания на привод подстройки частоты магнетрона для выбора оптимального значения частоты. Существует определенный допуск на уход частоты и соответственно на изменение значений отраженной волны. В пределах этого допуска АПЧ не осуществляет подстройку частоты. Он по сети сообщает об этом в центральный контроллер и тот дает разрешение (при условии, что энергия излучения в пределах допуска) на работу блока устранения неравномерности поля. Это связано с тем, что неравномерность поля может быть вызвана именно уходом энергии или частоты и выравнивание поля должно производиться только тогда, когда эти два параметра в норме.

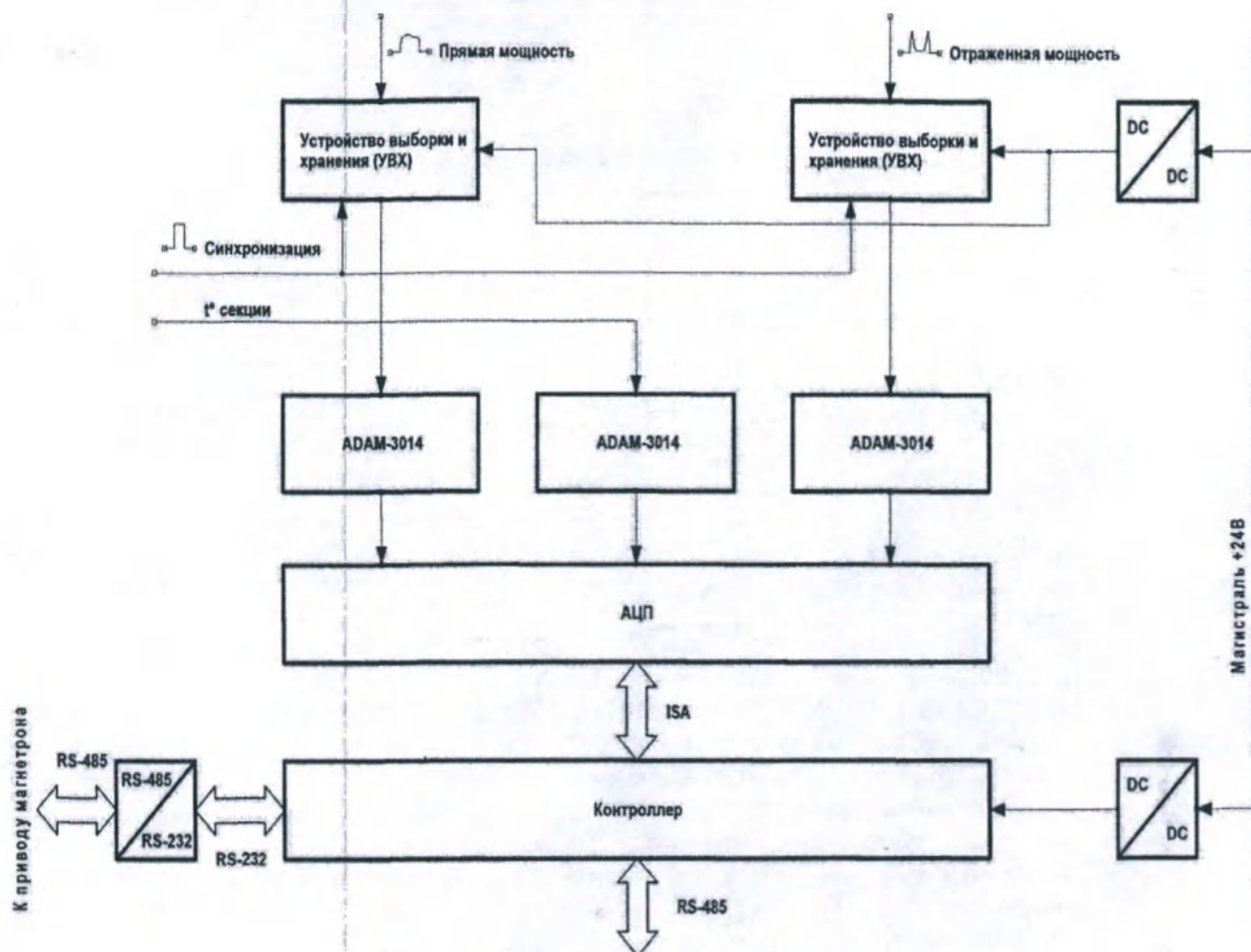


Рис. 4.3 - Функциональная схема блока АПЧ

4.1.7 Для подключения АПЧ необходимо произвести следующие операции.

- Подключить питание +24В к DC/DC преобразователю УВХ.
- Подключить питание +5В к крейту промышленного контроллера.
- Подключить к разъемам PC-50 коаксиальные кабели от детекторных головок и от синхронизатора.
- Подключить сигнал от терморезистора к модулю ADAM 3013.
- Подключить интерфейсные кабели от привода магнетрона и от центрального контроллера.

ВНИМАНИЕ: БЛОК АПЧ РАБОТАЕТ В АВТОНОМНОМ РЕЖИМЕ И НЕ ТРЕБУЕТ УЧАСТИЯ ОПЕРАТОРА.

4.1.8 Возможные неисправности блока АПЧ представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Неисправность	Возможная причина	Методы устранения
1	2	3
Ускоритель не выходит на режим.	Не подается питание на АПЧ.	Проверить питание АПЧ.
	Перепутаны кабели с сигналами о падающей и отраженной мощности.	Проверить подключение кабелей к УВХ.

1	2	3
	Оборвана связь с приводом магнетрона.	Проверить подключение интерфейсных кабелей.
	Неправильно установлены платы в крейе промышленного контроллера.	Проверить установку плат в крейге.
Ускоритель долго выходит на режим.	Отсутствует сигнал с терморезистора.	Проверить подключение сигнала к модулю ADAM 3013
Выходная мощность ускорителя ниже номинала.	Отсутствует точная подстройка АПЧ	Проверить все внешние подключения к УВХ
		Проверить наличие синхроимпульса на входе УВХ.
Мощность ускорителя прыгает.	Высокий уровень помех на входных сигналах АПЧ	Проверить отсутствие обрыва в заземлении.
Нет связи с котроллером АПЧ	Оборван интерфейсный кабель.	Проверить подключение интерфейсного кабеля от центрального контроллера.

4.2 БЛОК УСИЛЕНИЯ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ИОНИЗАЦИОННОЙ КАМЕРЫ (БУИК)

4.2.1 Блок усилителей ионизационной камеры (БУИК) предназначен для преобразования заряда, накопленного на электродах ионизационной камеры под действием пучка электронов в частоту следования импульсов в каналах измерения положения пучка и в числоимпульсный код в каналах измерения дозы и мощности облучения.

Внешний вид БУИК представлен на рис.4.4.

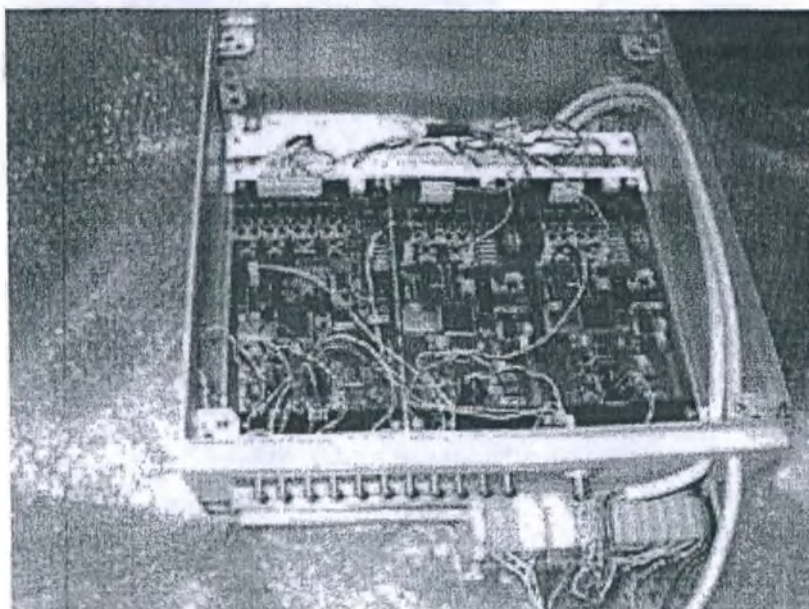


Рис.4.4 - Блок усиления и предварительной обработки сигналов ионизационной камеры (БУИК)

4.2.2 Блок располагается в специализированном металлическом боксе, обладающим высокой электромагнитной защищенностью. Все входные и выходные сигналы БУИКа выведены на переднюю панель бокса. Сигналы с ионизационной камеры и синхронизирующие импульсы подаются на коаксиальные разъемы, а выходные сигналы БУИКа поступают на клеммник. Блок содержит три платы, одна из которых предназначена для работы системы выравнивания поля и контроля энергии, а две другие (полностью идентичные) – для измерения дозы.

4.2.3 БУИК состоит из 3 плат :

- Плата 1 – плата измерения положения пучка (8 каналов);
- Плата 2 - плата измерения дозы и мощности излучения;
- Плата 3 - плата измерения дозы и мощности излучения.

Платы 2 и 3 полностью идентичны за исключением возможной разницы в установке джамперного переключателя SW2, поэтому при демонтаже маркировка Плат 2 и 3 обязательна. Платы закреплены на стальной раме и установлены в корпус фирмы Rittal, выполненный по ЭМС технологии из листовой стали с алюминиево-цинковым покрытием. Наружное порошковое покрытие корпуса - RAL 7035.

На лицевую панель корпуса выведены 10 разъемов типа SMA, разъем BNCL-BJ и установленные на рейку клемники.

4.2.4 Технические характеристики БУИК

Параметры импульсов синхронизации:

Полярность	положительная
Амплитуда, В	3..6
Длительность, мкс	2-10
Входное сопротивление, Ом	50
Частота следования, Гц	50-300

Параметры выходных импульсов:

Полярность	положительная
Амплитуда на нагрузке 50 Ом, В, не менее	5
Длительность, мкс	1,5
Напряжение питания, В	20-24
Потребляемая мощность, ВА, не более	15
Габаритные размеры, мм	340×300×120

4.2.5 Установка БУИК и пуско-наладочные работы выполняются изготовителем либо аттестованными изготовителем специалистами других предприятий.

Подготовка БУИК к работе включает в себя операции подключения кабельных и разъемных соединений.

4.2.6 Описание подключений кабельных и разъемных соединений.

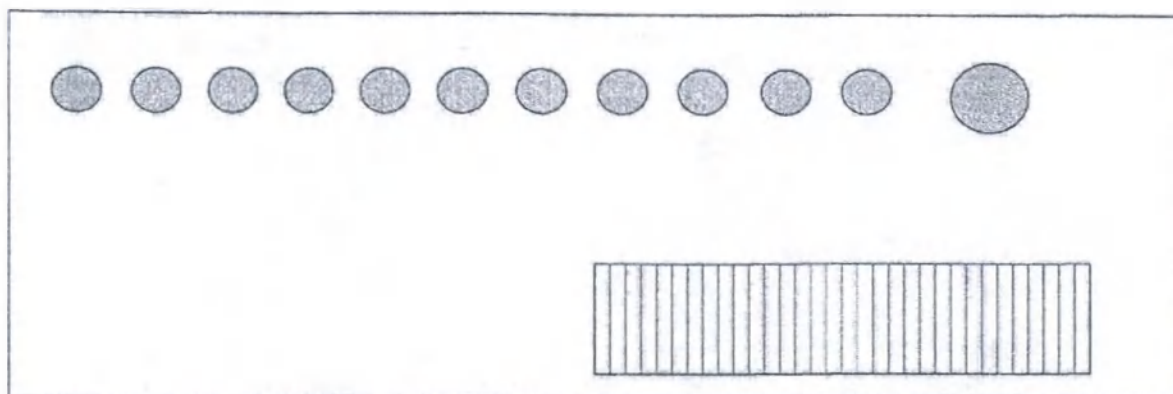
Разъемы Кан. 1-4 соединены с выводами K1,K3; K6,K4; K7,K8; K10,K9 Платы 1 соответственно. Разъемы Кан. 5-8 соединены с выводами K18, K 20; K24, K23; K25, K27; K31, K29 Платы 1 соответственно. Разъемы Доз. 1 и Доз. 2 соединены с выводами K3,K4 Плат 2 и 3 соответственно.

Питание на платы подается через разъемы типа WF-4R имеющие следующую маркировку: X8 – на Платах 2 и 3, X6 – на Плате 1.

Сигнал синхронизации соединен с выводами K14,K13 Платы 1 и с выводами K10,K7 Плат 2 и 3.

Сигнальные соединения выполнены многожильным медным проводом в изоляции с диаметром жилы 0,14 мм.

Выходные сигналы соединены с выводами плат через разъемы типа WF-8 и выведены на клемник на лицевой панели корпуса. Соответствие сигналов с номерами клемников приведено на рис 4.5.



Кан.1 Кан.2

Клеммник:

1 - 24 V

2 - +24V

Рис.4.5 - Лицевая панель БУИКа с таблицей внешних подключений.

4.2.7 Порядок включения и выключения

Включение и выключение БУИК производится совместно с включением и выключением всей аппаратуры АСУ путем подачи напряжения питания (+24В). БУИК работает в автономном режиме и не требует каких-либо действий со стороны обслуживающего персонала, за исключением внешних подключений и вкл/выкл питания. Крышка БУИКа должна быть закрыта.

- 3 – Канал 1 +
- 4 – Канал 1 -
- 5 – Канал 2 +
- 6 – Канал 2 -
- 7 – Канал 3 +
- 8 – Канал 3 -
- 9 – Канал 4 +
- 10 – Канал 4 -
- 11 – Канал 5 +
- 12 – Канал 5 -
- 13 – Канал 6 +

4.3 ЧАСТОТНЫЙ КАНАЛ

4.3.1 Частотный канал предназначен для работы системы выравнивания поля и контроля энергии. Плата преобразования сигналов ионизационной камеры в частоту следования импульсов представлена на рис.4.6 и рис.4.7.

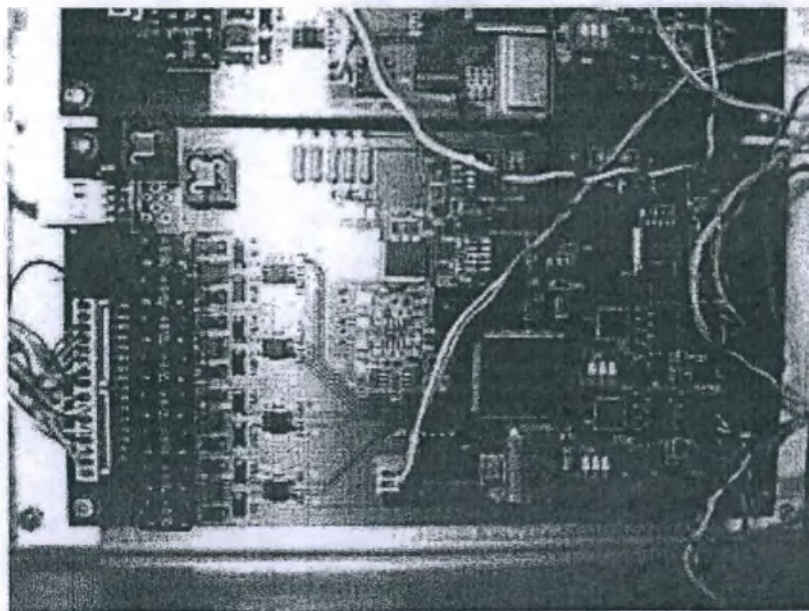
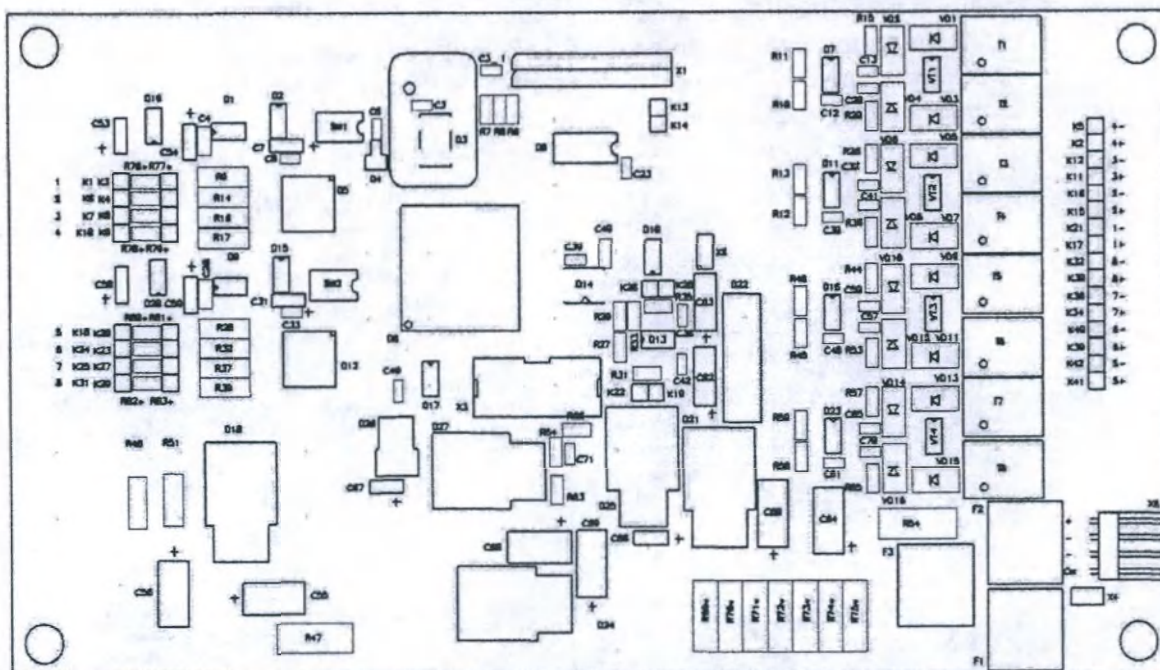


Рис.4.6 - Плата усиления и преобразования сигналов с ламелей ионизационной камеры для устранения неравномерности поля и контроля энергии



- диапазон 1	150
- диапазон 2	300
- диапазон 3	450
- диапазон 4	600
- диапазон 5	750
- диапазон 6	900
- диапазон 7	1050

Диапазон выбирается посредством установки джамперных переключателей SW1 (канал 1-4) и SW2 (канал 5-8) на Плате 1.

Полярность входного тока – положительная

Частота следования выходных импульсов, Гц 100-25000

4.3.3 Работа частотного канала

Измеряемый заряд электрода ионизационной камеры через входной коммутатор поступает на вход преобразователя заряд/код, который вырабатывает на выходе параллельный 16 разрядный код, пропорциональный заряду на ламели. Преобразователь код/частота преобразует полученный код в частоту следований импульсов. Выходные импульсы преобразователя усиливаются выходным трансформаторным каскадом и поступают на выход блока. Частотный канал имеет восемь идентичных трактов, шесть из которых подключены к ламелям ионизационной камеры, а два находятся в резерве.

БУИК имеет возможность работы в тестовом режиме, без подачи синхронизирующих импульсов. Для этих целей в нем задействован генератор импульсов и счетчик. Частота импульсов генератора и разрядность счетчика подобраны так, что период работы счетчика до переполнения на 20% превышает период следования импульсов. До поступления синхроимпульсов счетчик своим импульсом переполнения подключает коммутатор входа к общей шине. При этом плата переходит в тестовый режим и выдает выходной сигнал частотой 100Гц. Каждый импульс внешней синхронизации переводит плату в рабочий режим и подключает входной коммутатор к соответствующей ламели ионизационной камеры. Функциональная схема частотного канала БУИКа представлена на рис.4.8.

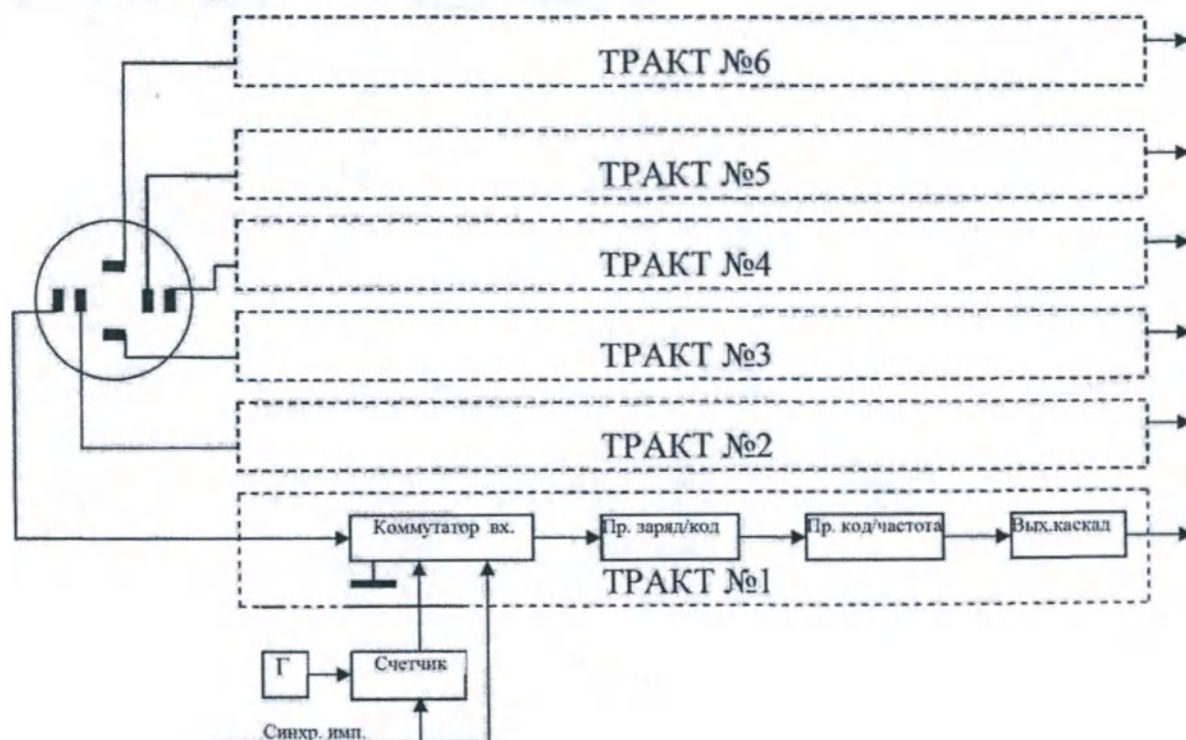


Рис.4.8 - Функциональная схема частотного канала БУИК

4.4 ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЙ КАНАЛ

4.4.1 В БУИК входят две платы для измерения дозы. Наличие двух идентичных плат обусловлено требованиями МЭК о необходимости контроля полученной пациентом дозы по двум независимым каналам. Платы первичных преобразователей для каналов дозы показаны на рис.4.9. и рис.4.10.

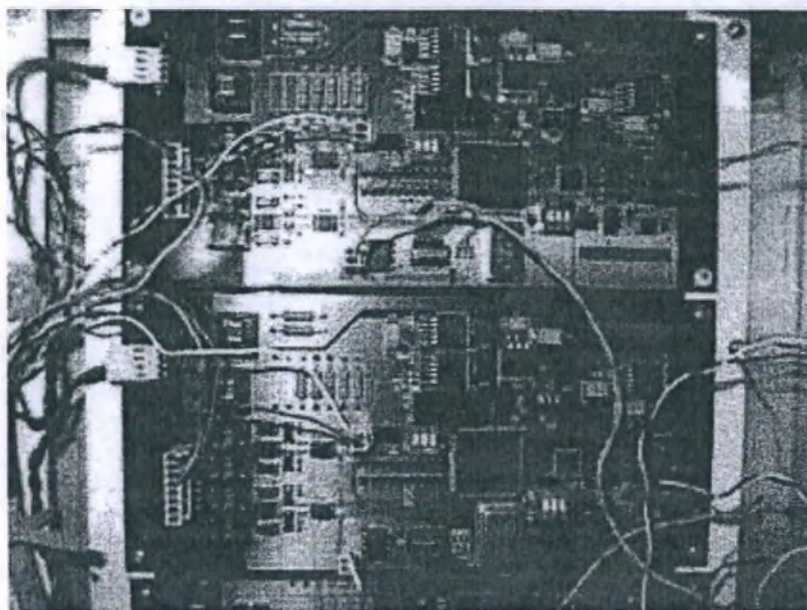


Рис.4.9 - Платы первичных преобразователей для двух каналов дозы

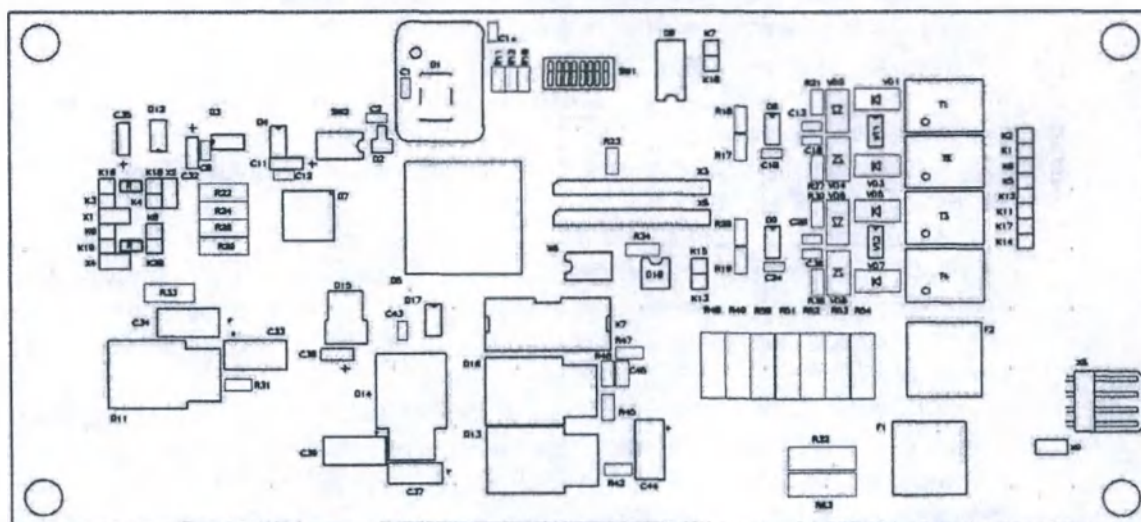


Рис.4.10 - Вид платы первичных преобразователей для дозиметрического канала со стороны установки элементов

4.4.2 Технические характеристики канала измерения дозы и мощности облучения:

Число каналов	2
Максимальная величина входных зарядов, pC	
- диапазон 0	360
- диапазон 1	1500
- диапазон 2	3000

- диапазон 3	4500
- диапазон 4	6000
- диапазон 5	7500
- диапазон 6	9000
- диапазон 7	10500

Диапазон выбирается посредством установки джамперного переключателя SW2 на Платах 2 и 3.

Полярность входного тока положительная

Разрядность выходного числоимпульсного кода, дв. разр 14

Числоимпульсный код передается по двум каналам:

канал 1 – разряды 13-7,

канал 2 – разряды 6-0.

Частота следования выходных импульсов, КГц 40

Уровень компарирования входного заряда задается джамперным переключателем SW1 на Платах 2 и 3.

Диапазон уровня компарирования разряды 13-6

Сигнал превышения уровня компарирования вырабатывается замыканием транзисторного ключа с током нагрузки не более 5мА.

4.4.3 Работа дозиметрического канала

Два дозиметрических канала полностью идентичны поэтому рассмотрим работу одного из них. Входной сигнал с ионизационной камеры поступает на вход преобразователя заряд/код, который вырабатывает параллельный 20-ти разрядный код. В схеме дозиметрического канала используются 14 старших разрядов из 20. 7 старших разрядов кода переписываются импульсом окончания преобразования в вычитающий счетчик старших разрядов, а семь младших разрядов тем же импульсом переписываются в вычитающий счетчик младших разрядов. Преобразователь заряд/код запускается синхроимпульсом ускорителя. Поэтому на каждый импульс ускорителя преобразователь выдает код соответствующий заряду, полученному ионизационной камерой за импульс. Постоянная времени разряда ионизационной камеры подобрана так, что камера полностью разряжается к приходу следующего импульса синхронизатора при максимальной частоте посылок.

На счетный вход вычитающих счетчиков поступают импульсы генератора с частотой 40 кГц. Эти же импульсы через схему «И» проходят на выходной трансформаторный каскад, где усиливаются и поступают на выход блока. Импульсы поступают на выход до того момента, пока счетчик не досчитает до нуля. При достижении счетчиком нулевого значения, дешифратор нуля выдает запрещающий сигнал на схему «И» и процесс передачи импульсов прекращается до прихода следующего импульса синхронизации.

Двухканальная передача импульсов позволит при необходимости повысить метрологическую точность без существенного усложнения аппаратной части. Так при переходе от 14 разрядной точности к 20 разрядной необходимо увеличить частоту генератора в 8 раз, что легко достижимо. При использовании одного канала для 20 разрядной точности частота генератора должна превышать 300МГц, а разрядность счетчика в дозаторе быть не меньше 64. При использовании двух каналов передачи кода в дозатор аппаратные сложности переносятся в вычислительную плоскость контроллера, который полученное значение счетчика старших разрядов умножает на 128 и складывает со значением счетчика младших разрядов.

В каналы измерения дозы облучения помимо основного тракта включен компаратор кодов, который при превышении «мгновенного значения дозы» кода уставки Нуст через оптронный выходной формирователь вырабатывает сигнал прерывания процесса облучения. Функциональная схема дозиметрического канала БУИКа представлена на рис.4.11.

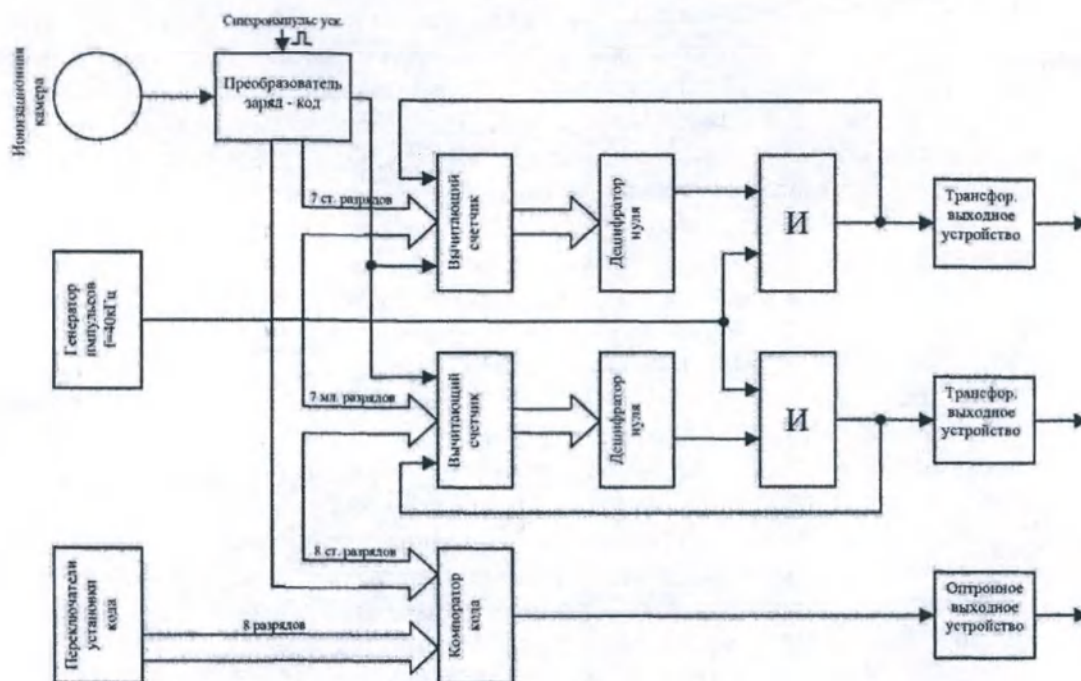


Рис.4.11 - Функциональная схема дозиметрического канала БУИК

4.5 БЛОК УПРАВЛЕНИЯ НЕРАВНОМЕРНОСТЬЮ ПОЛЯ И КОНТРОЛЯ ЭНЕРГИИ

4.5.1 Для выравнивания поля облучения используется блок устранения неравномерности поля, функциональная схема которого приведена на рис.4.12. Входными сигналами для этого блока являются токовые импульсы с соответствующих ламелей ионизационной камеры. На входе системы выравнивания поля находится блок усиления и предварительной обработки сигналов ионизационной камеры (БУИК).

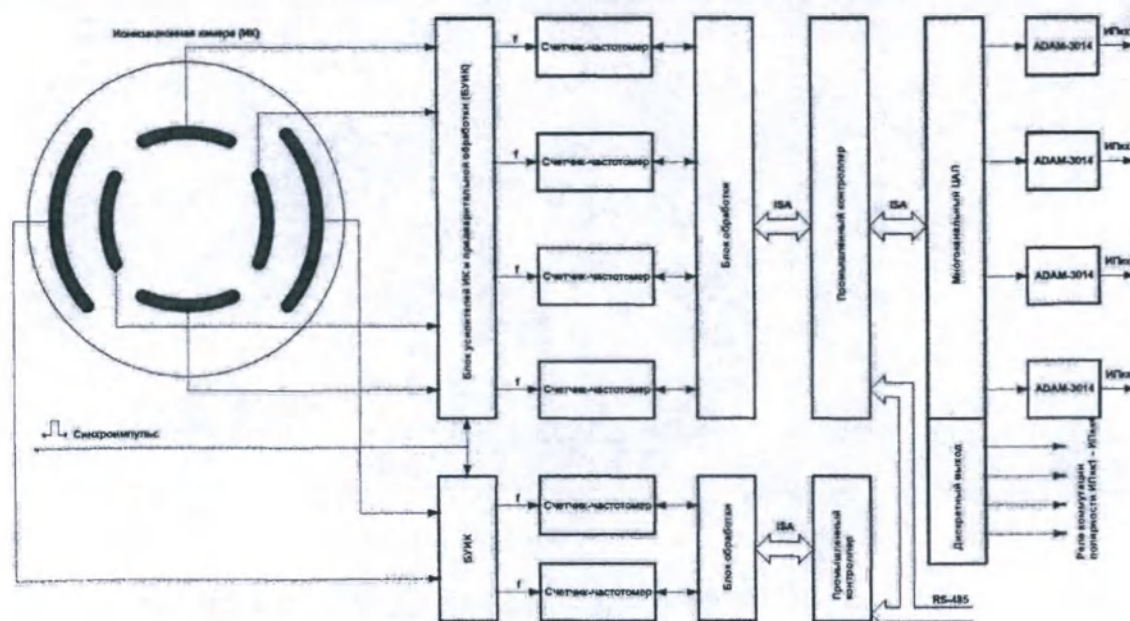


Рис. 4.12 - Функциональная схема блока устранения неравномерности поля и контроля энергии

4.5.2 Выходные частотно-модулированные сигналы с БУИК поступают на вход счетчиков-частотомеров, показания которых пропорциональны токам с соответствующих ламелей. Показания счетчиков-частотомеров обрабатываются контроллером путем сравнения токов с противолежащих ламелей и нормирования полученных результатов суммарным сигналом со всех ламелей. В результате обработки полученных данных контроллер вырабатывает значение токов корректирующих катушек, смещающих пучок на мишени, которые приводят к выравниванию показаний счетчиков-частотомеров, подключенных к противолежащим ламелям.

4.5.3 Источники питания корректирующих катушек являются биполярными, так как смещение пучка может происходить как в одну, так и в другую сторону. Такие маломощные источники питания **EL-RS12-015** (+/- 12В, 1,5А) имеют аналоговое управление. Поэтому требуется многоканальный ЦАП, который цифровые сигналы управления контроллера преобразует в аналоговый вид. Для гальванической развязки интеллектуальной части блока от силовой и согласования уровней ЦАП с входными уровнями управляемых источников используются модули - нормализаторы ADAM 3014. В том случае, когда управляемые источники однополярны (что характерно для импульсных источников), требуются дополнительные реле переключения полярности источников. Контроллер, используя свои дискретные выходы, будет переключать реле при переходе выходного напряжения источников через ноль.

4.5.4 Контроль энергии излучения производится подобно тому, как контролируется положение пучка на мишени (неравномерность поля). Для контроля энергии используются две крайние ламели ИК, расположенные в противоположных сторонах камеры. Процедура обработки сигналов аналогична той, что используется при выравнивании поля. Но, так как выравнивание поля происходит только тогда, когда энергия в норме, то целесообразно объединить обе эти процедуры в одном контроллере, который последовательно будет решать задачи выравнивания поля, либо подстройки энергии. Конструктивно этот контроллер (см. рис.4.13) располагается в излучателе.

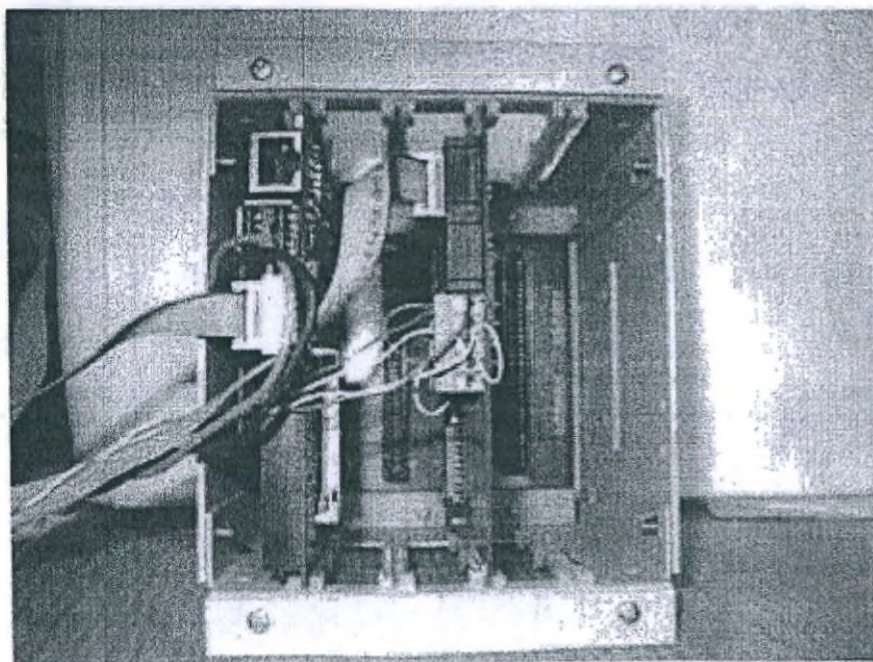


Рис.4.13 - Контроллер для выравнивания поля и контроля энергии

4.6 ДОЗАТОР

4.6.1 Важную роль в медицинском радиационном комплексе играет дозатор. Переход от аналогового выходного сигнала, который был у ранее использовавшихся блоков усилителей сигналов ИК, к импульсному позволяет существенно повысить метрологические характеристики дозатора. Функциональная схема дозатора представлена на рис.4.14.

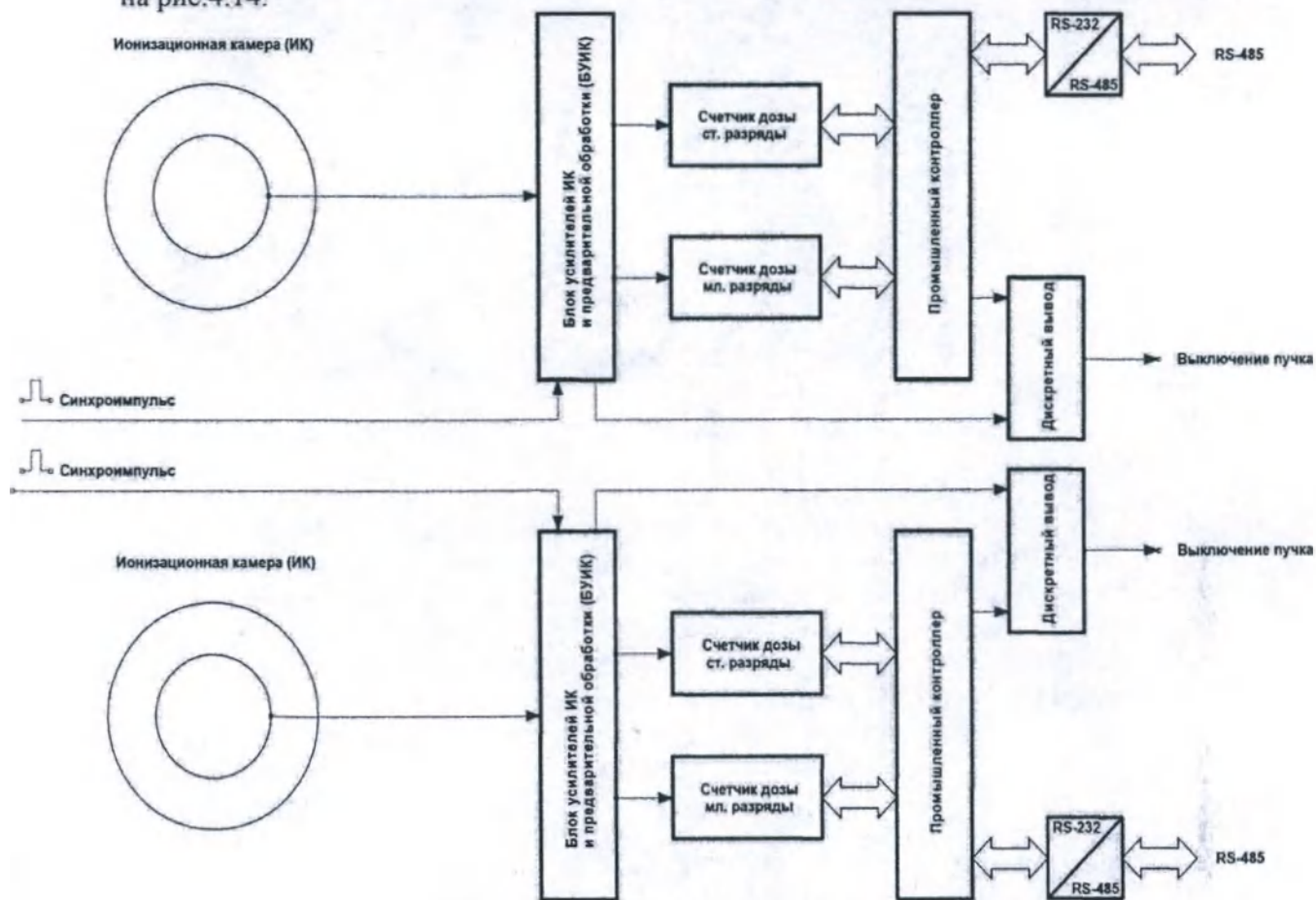


Рис.4.14 - Функциональная схема дозатора

Дозатор содержит два независимых, гальванически развязанных канала. Каналы совершенно идентичны, поэтому приводится описание одного из них.

4.6.2 Условно дозатор можно разделить на две части: входная часть (куда входит ИК и БУИК) и выходная часть (куда входят счетчики и промышленный контроллер). Дозиметрический канал БУИКа был рассмотрен ранее, поэтому рассмотрим работу выходной части дозатора.

4.6.3 Каждая выходная часть дозатора располагается на отдельном этаже стойки управления и имеет свое независимое питание (Рис.4.15). Стойка управления располагается в пультовом помещении, а БУИК располагается в излучателе ускорителя, который находится в бункере. Учитывая высокий уровень помех, проводить аналоговые сигналы от БУИКа к выходной части дозатора не целесообразно. Поэтому все сигналы, поступающие с БУИКа импульсные, с уровнем порядка +12В.

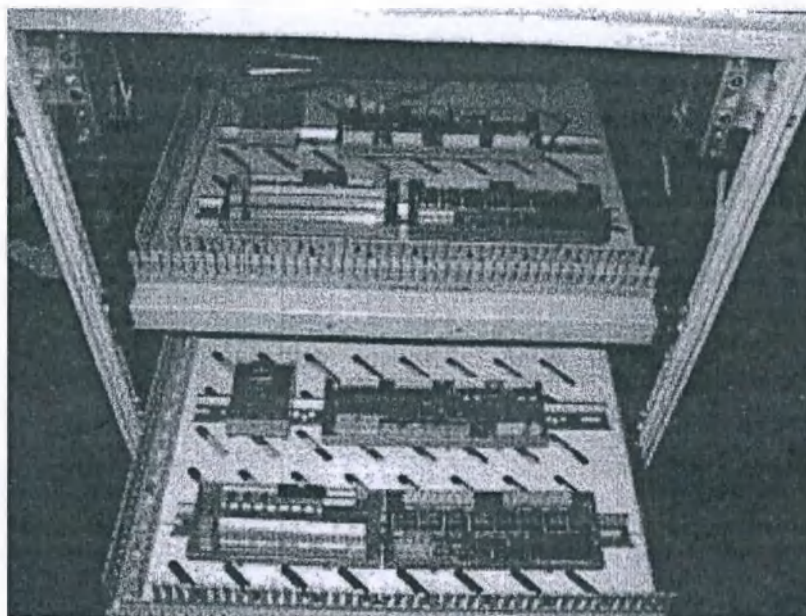


Рис. 4.15 - Два канала выходной части дозиметра в стойке управления

4.6.4 Работа дозатора

С БУИК в выходную часть поступают импульсы частотой 40КГц по двум каналам (см. рис.4.14). По первому каналу приходит пачка импульсов, соответствующая значению 7 старшим разрядам кода, который установил преобразователь заряд/код. По второму каналу приходит пачка импульсов, соответствующая 7 младшим разрядам преобразователя заряд/код. Оба канала подключены на вход счетчиков импульсов, показания которых считываются промышленным контроллером. В промышленном контроллере происходит суммирование показаний счетчика младших разрядов с показаниями счетчика старших разрядов, умноженного на 128 (сдвиг на 7 разрядов). Полученное значение дозы облучения в контроллере сравнивается с требуемой (запланированной) дозой и при достижении требуемой дозы происходит отключение пучка.

Кроме контроля набранной дозы в дозаторе осуществляется контроль мощности дозы. Контролируется как мощность дозы в импульсе, так и усредненная мощность дозы. При выходе хотя бы одного из приведенных выше значений мощности дозы за допустимые пределы, происходит отключение пучка. Причем, такое отключение может произойти как с БУИК, так контроллером выходной части. Разница состоит в том, что БУИК оценивает значение мощности дозы каждого импульса и отключает пучок при превышении импульсного значения мощности дозы, а контроллер выходной части оценивает значение средней мощности дозы. Допуск на среднее значение мощности дозы более жесткий, чем допуск на превышение импульсного значения. Поэтому, даже если импульсное значение мощности дозы окажется в пределах допуска, пучок может быть отключен контроллером по усредненному значению. Это связано с тем, что единичные выбросы (не критичные для пациента) допустимы и не сказываются существенным образом на работу ускорителя. Уход же усредненного значения, говорит о не совсем корректной работе ускорителя, т.е. о невоспроизводимости своих параметров. Отключение пучка контроллер может произвести и по времени, которое устанавливается для заданной дозы при определенной мощности дозы. Время выставляется с некоторым запасом (с учетом допуска на значения мощности дозы), но при достижении отпущенного временного интервала, контроллер выключит пучок.

Оба сигнала на отключения пучка поступают по схеме «ИЛИ» на дискретный выход дозатора, который производит отключение в УБС ускорителя.

Запись уставок в дозатор и считывание значений мощности дозы и набранной дозы производится посредством интерфейса RS-485 через центральный контроллер АРМом оператора. Вся информация с дозатора воспроизводится на экране монитора оператора в течение всего цикла облучения. По окончании сеанса облучения его параметры заносятся в архив АРМа оператора и по сети Ethernet поступают на сервер медицинского учреждения.

4.7 КОНТРОЛЛЕР СЕТОЧНОГО МОДУЛЯТОРА ИЭ

4.7.1 Контроллер сеточного модулятора ИЭ обеспечивает синхронизацию работы сеточного модулятора с устройствами ускорителя, а также управление и контроль работы элементов ИЭ.

4.7.2 Контроллер сеточного модулятора построен на базе микроконтроллера PIC18F6520 и включает в себя функциональные элементы, представленные на структурной схеме (см. рис. 4.16):

- собственно микроконтроллер PIC18F6520;
- источник питания;
- кварцевый генератор;
- приемник и передатчик ВОЛС для обеспечения приема/передачи команд и данных;
- приемник и передатчик по ВОЛС импульсных сигналов;
- буферные усилители аналоговых выходов на модулятор;
- усилители-нормализаторы аналоговых входов от модулятора ИЭ;
- логические входы от модулятора ИЭ;
- логические выходы на модулятор ИЭ.

4.7.3 Управление работой ИЭ осуществляет синхронизатор по каналу обмена командами и данными через приемопередатчик ВОЛС и импульсному каналу синхронизации через приемник ВОЛС.

По последнему каналу передается импульсный сигнал соответствующей длительности, частоты повторения и месту расположения на временной диаграмме работы ускорителя. Выходной сигнал формируется на выходе 4 ключевого каскада.

4.7.4 Аналоговые выходы служат для управления работой источников питания модулятора ИЭ и регулировки амплитуды импульса ИЭ.

Усилители-нормализаторы аналоговых входов обеспечивают измерение необходимых контролируемых аналоговых величин токов и напряжений.

4.7.5 Управление работой контроллера сеточного модулятора ИЭ может осуществляться как с помощью клавиатуры и индикатора синхронизатора, так и с центральной ЭВМ.

Конструктивно синхронизатор оформлен в виде блока, устанавливаемого на DIN-рейку.

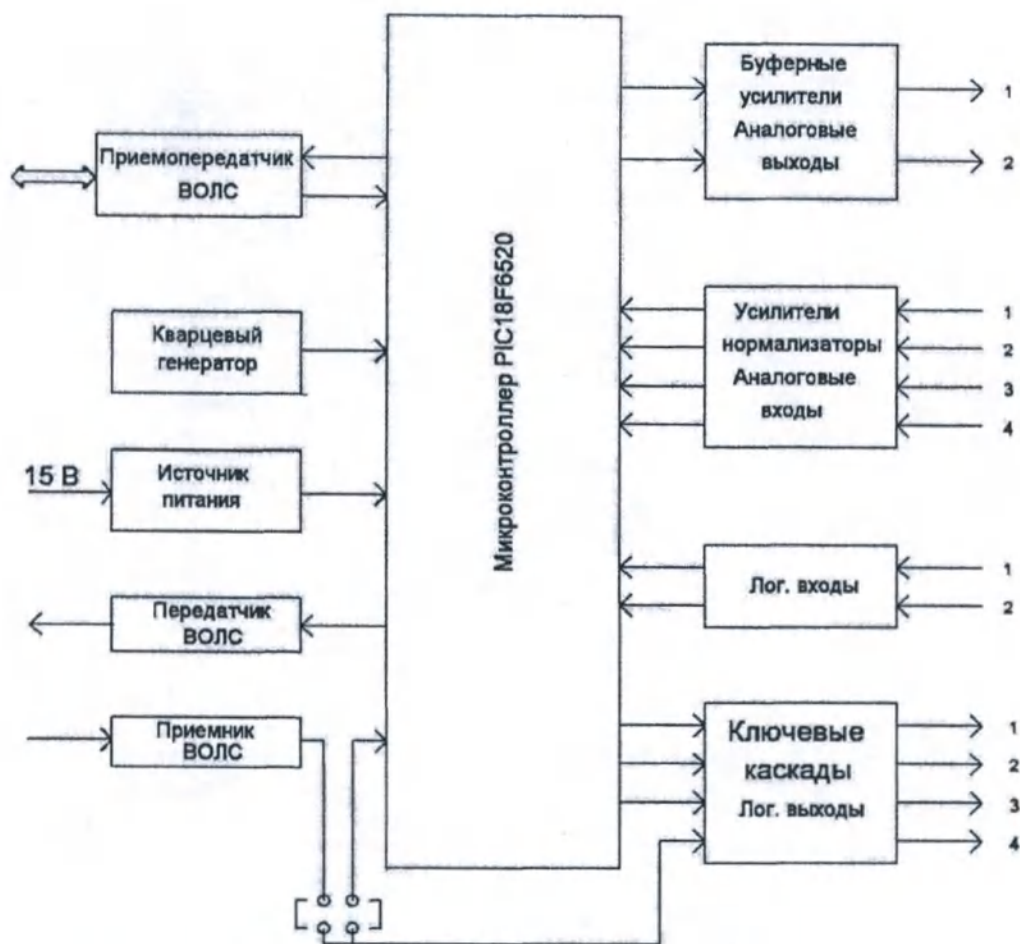


Рис. 4.16 - Структурная схема контроллера сеточного модулятора

4.8 КОНТРОЛЛЕР РАДИАЦИОННОЙ ГОЛОВКИ И СТОЛА ДЛЯ ПАЦИЕНТА

4.8.1 Контроллер РГ и стола для пациента является коммуникационным контроллером, обеспечивающим связь центральной ЭВМ и пульта ручного управления с драйверами сервомоторов фирмы Махон.

4.8.2 Структурная схема контроллера представлена на рис 4.17. Контроллер РГ и стола пациента включает в себя два микроконтроллера – PIC18F6520 и PIC18F2520, источники питания, кварцевые резонаторы, схемы интерфейсов RS-485 (2 шт.) и RS-232, схемы гальванической развязки интерфейсов.

4.8.3 Два микропроцессора – PIC18F6520 и PIC18F2520 соединены последовательным интерфейсом SPI и вместе образуют контроллер с тремя портами UART. Порт с интерфейсом RS-232 подключен к одному из драйверов Махон (доступ к остальным драйверам обеспечивается встроенным в драйвер мостом RS-232 - CAN). Два порта с интерфейсом RS-485 используются для связи с ручным пультом управления и с центральной ЭВМ.

4.8.4 Контроллер РГ и стола производит циклические опросы всех драйверов сервоприводов, группирует собранные данные, что обеспечивает ускорение передачи информации о состоянии приводов в компьютер и в ручной пульт. Управляющие команды от компьютера и от пульта передаются в драйвер сервопривода в соответствии с его интерфейсным адресом. Возможен запрет или разрешение прохождения команд если указан приоритет источника управления (ручное/от ЭВМ).

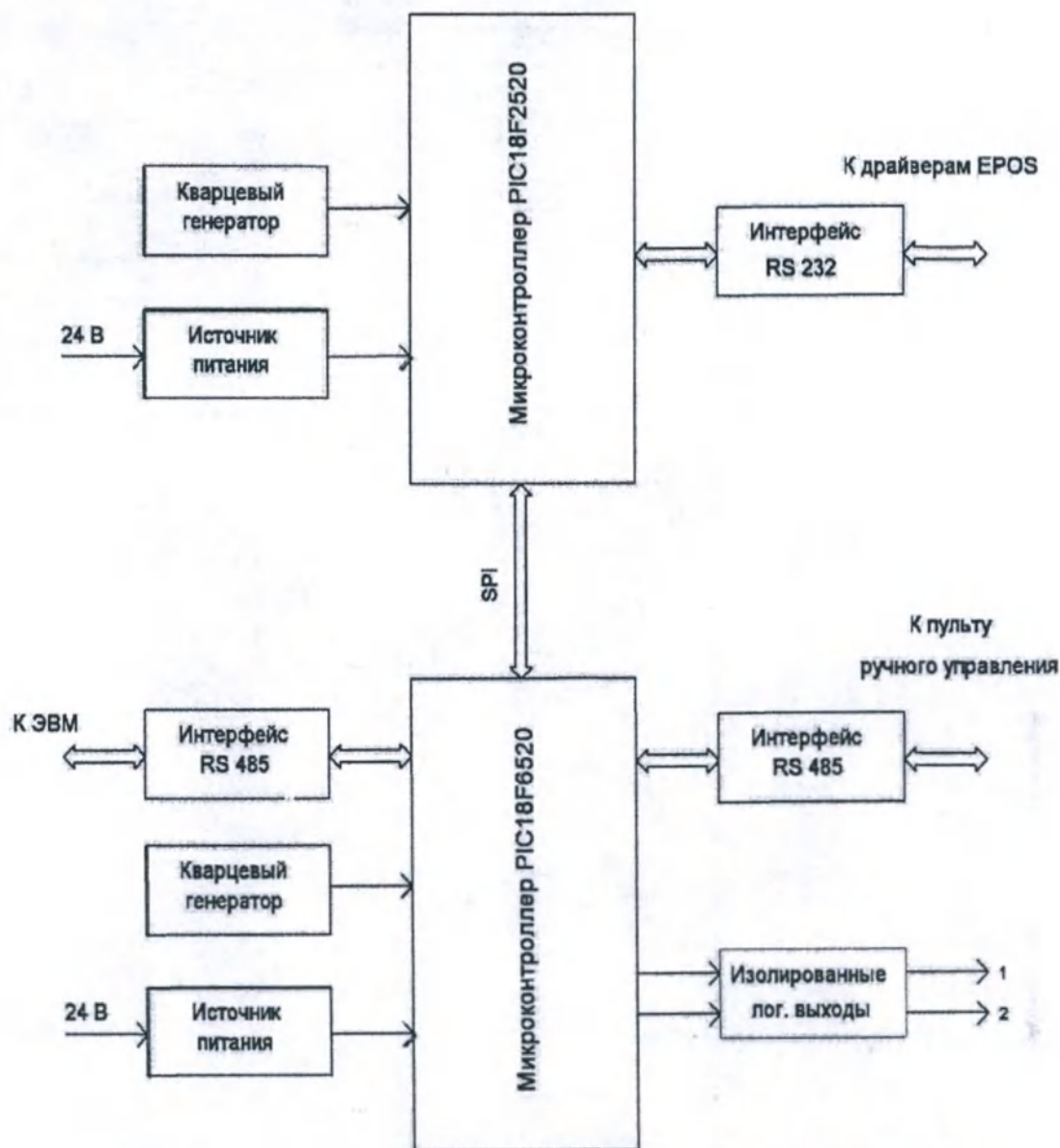


Рис. 4.17 - Структурная схема контроллера РГ и стола для пациента

4.8.5 При выключенном питании контроллер хранит в энергонезависимой памяти информацию о положении всех приводов и после включения питания восстанавливает показания энкодеров. Благодаря этому, нет необходимости проводить процедуру калибровки нулевого положения приводов после каждого включения питания.

4.8.6 Конструктивно контроллер РГ и стола оформлен в виде блока, устанавливаемого на DIN-рейку.

4.9 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ СТОЛА ДЛЯ ПАЦИЕНТА

4.9.1 Система предназначена для управления положением стола пациента от центральной ЭВМ и от пульта ручного управления. Обеспечивается продольное, поперечное перемещение стола, перемещение по вертикали и поворот стола по азимуту. Структурная схема системы управления представлена на рис. 4.18.

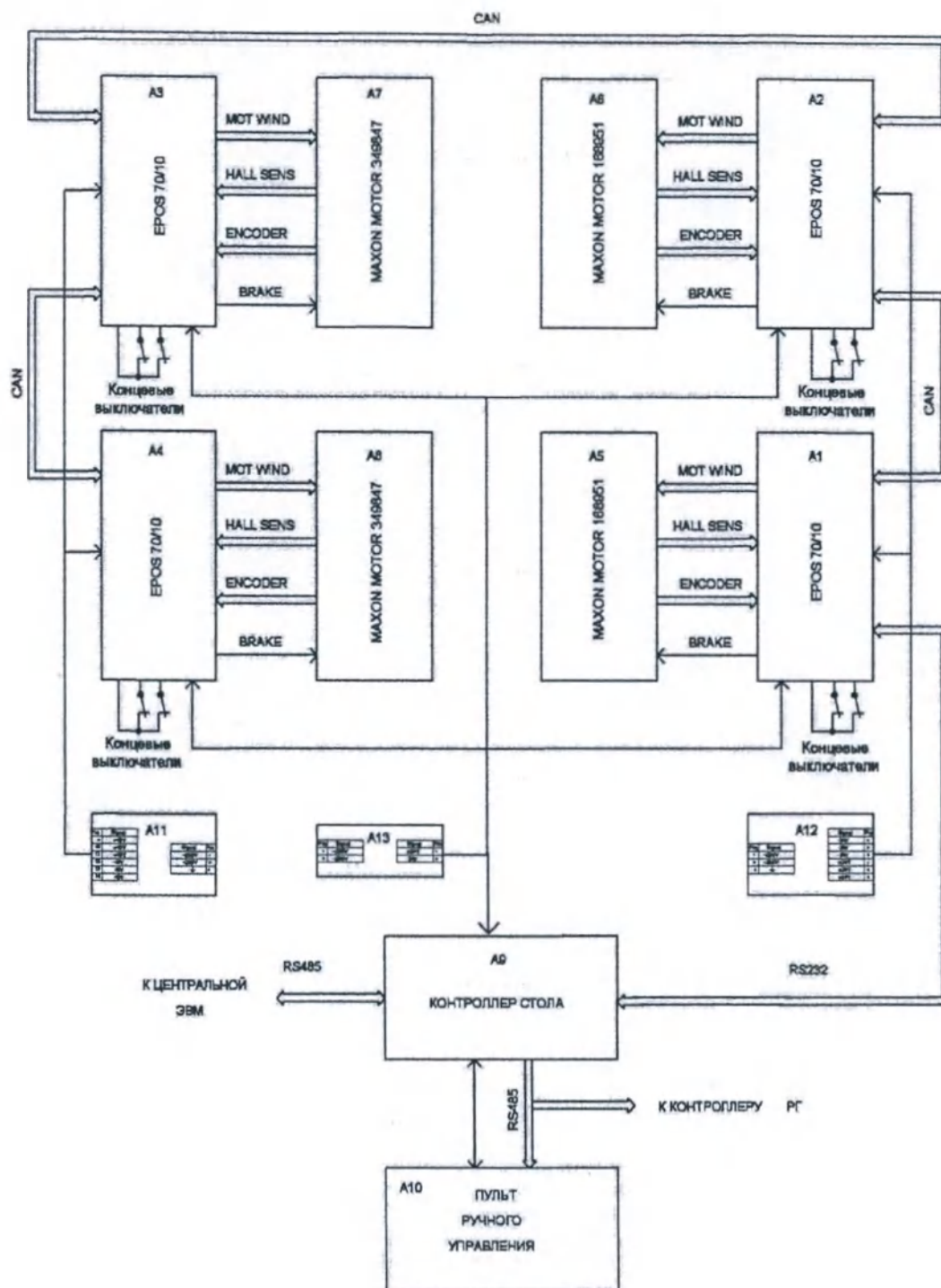


Рис. 4.18 - Структурная схема система управления электроприводами стола для пациента

Используются серводвигатели с драйверами фирмы Махон. Для продольного и поперечного перемещения используются серводвигатели Maxon motor 168951 (A1,A2), а для перемещения по вертикали и поворота стола - Махон motor 349847 (A3,A4).

4.9.2 Все двигатели подключаются к одному типу драйвера - EPOS70/10 (A5...A8). Серводвигатели фирмы Махон снабжены энкодерами для точного определения положения и тормозами для фиксации в выключенном состоянии.

Драйверы фирмы Махон EPOS70/10 – обеспечивают работу двигателей во всех режимах (разгон, торможение, стабилизация скорости, вывод привода в заданное положение) и обработку аварийных ситуаций (перегрузки, наезд на концевой выключатель).

4.9.3 Контроллер стола (A9) командами интерфейса RS-232 задаёт режимы работы драйверов сервоприводов и считывают информацию об их состоянии, получает команды по двум интерфейсам RS-485 – от компьютера системы управления ускорителем и от ручного пульта управления.

4.9.4 Ручной пульт управления (A10) предназначен для ручного управления механизмами стола (подготовительные операции перед процедурой облучения). Пульт ручного управления позволяет управлять и приводами радиационной головки.

Система блоков питания (A11...A14) обеспечивает силовое питание моторов и питание контроллера, драйверов и пульта.

4.9.5 Контроллер стола связан с драйвером A1 интерфейсом RS-232, остальные драйверы соединены между собой интерфейсом CAN последовательно. Ручной пульт управления связан с контроллером стола интерфейсом RS-485.

4.9.6 Управление от компьютера. Управление приводами от компьютера осуществляется командами интерфейса RS-485. Описание протокола передачи данных и системы команд будет приведено после согласования с разработчиками системы управления ускорителем.

4.9.7 Управление с ручного пульта. Пульт управления имеет LCD экран и кнопки управления. На экране отображается символ выбранного привода и информация о его состоянии (положение, скорость, концевые выключатели). Ниже экрана расположены две кнопки, реагирующие на давление. Эти кнопки позволяют задавать скорость выбранного привода в зависимости от силы нажатия.

4.9.8 В нижней части пульта находятся следующие кнопки.

- Кнопка выбора группы приводов – приводы стола или приводы головки
- Кнопка выбора привода в группе. (Назначение кнопок меняется в зависимости от режимов работы)
- Кнопка входа в сервисное меню

4.9.9 Для управления желаемым механизмом оператор должен выбрать группу приводов, выбрать привод и включить движение одной из кнопок давления, в зависимости от требуемого направления. Скорость движения зависит от силы нажатия на кнопку. Данные о положении привода выводятся на экран.

Удерживая кнопку управления движением, оператор добивается установки привода в требуемое положение. Если во время движения кратковременно нажать кнопку выбора группы приводов, то текущая скорость фиксируется (на экране появляется символ замочка), после этого удерживать кнопку движения не нужно, движение продолжается с постоянной скоростью до достижения предельного положения привода.

Нажатие любой кнопки на пульте приводит к снятию режима фиксации скорости и остановке привода. Привод остается выбранным до тех пор, пока оператор не выберет другой привод в группе или другую группу приводов.

4.10 КОНТРОЛЛЕР РАСХОДА ВОДЫ

4.10.1 Контроллер расхода воды обслуживает систему водоохлаждения и контролирует проводимость системы. В качестве контроллера расхода воды использован универсальный контроллер MCX53-6 на базе микропроцессора PIC18F6520 и источник питания с выходным напряжением 24 В (см. рис.4.19).

4.10.2 Контакты герконов, встроенных в счетчики воды, запитывают диоды оптопар на входах универсального контроллера от источника питания 24 В. Частота импульсов от водяных счетчиков пропорциональна расходу воды.

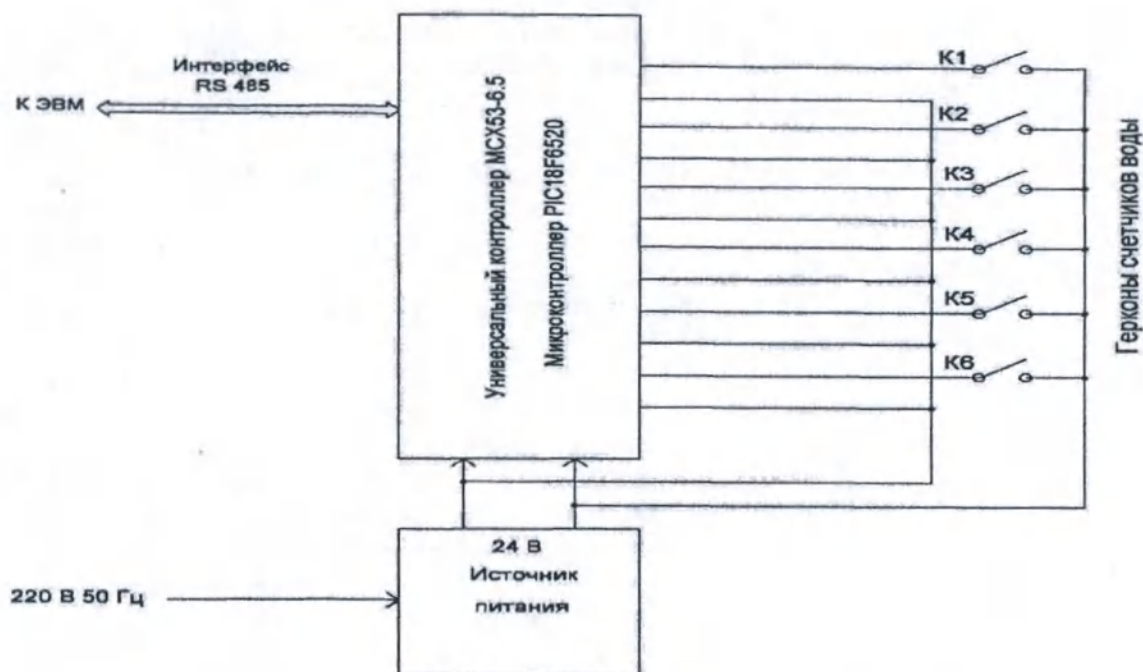


Рис.4.19 - Структурная схема контроллера расхода воды

4.10.3 Контроллер подсчитывает частоту импульсов и вычисляет расход воды в литрах в минуту. Расход воды сравнивается с установленным порогом, при снижении протока возможна выдача аварийного сигнала в УБС через релейные выходы. Данные о протоке воды передаются в ЭВМ по изолированному интерфейсу RS-485.

4.10.4 К контроллеру возможно подключение до 12 водяных счетчиков. Конструктивно контроллер оформлен в виде блока, устанавливаемого на DIN-рейку.

4.11 НИЗКОВОЛЬТНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ

4.11.1 В системе автоматизированного управления используются низковольтные источники питания с ручной и программной регулировкой выходных параметров. В качестве мощных (до 800 Вт) источников питания используются финские импульсные блоки фирмы POWERNET. Для питания пушки, накала магнетрона и поворотного магнита применяются блоки ADC4370/12 AI, а для питания фокусирующих катушек – блоки ADC4370/96 AI. Внешний вид этих блоков приведен на рис.4.20.

4.11.2 Параметры блоков питания POWERNET ADC4370/.. AI представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Тип	Вх. напр	Вых. напр. номинал	Вых. напр. диапазон	Вых. ток максимум	Вых. ток диапазон	Мощность максимум	Габариты, мм
ADC 4370/12 AI	~ 220 В	= 12 В	0 – 18 В	50 А	0 – 50 А	800 Вт	220*112*73
ADC 4370/96 AI	~ 220 В	= 96 В	0 – 144 В	7,5 А	0 – 7,5 А	800 Вт	220*112*73



Рис.4.20 - Блок питания POWERNET ADC4370/.. AI

Данные блоки характеризуются следующими основными особенностями:

- Высокая удельная мощность
- Малая масса - 1,5 кг
- Встроенный активный корректор мощности
- Последовательное / параллельное соединение
- Опция: Внешнее управление аналоговым напряжением 0...5 В (индекс А)
- Опция: соединение Master / slave
- Опция: датчик температурной компенсации
- Опция: релейный сигнал "авария" (индекс Н)
- EMC EN55022B
- Установка - стена / стол / DIN-рейка
- Алгоритм циклической подзарядки
- 16 различных режимов зарядки
- Доступно более 1000 алгоритмов зарядки для стандартных типов батарей
- Возможность создания уникальных алгоритмов

4.11.3 Выходные характеристики соответствующих блоков представлены на рис.4.21 и рис.4.22.

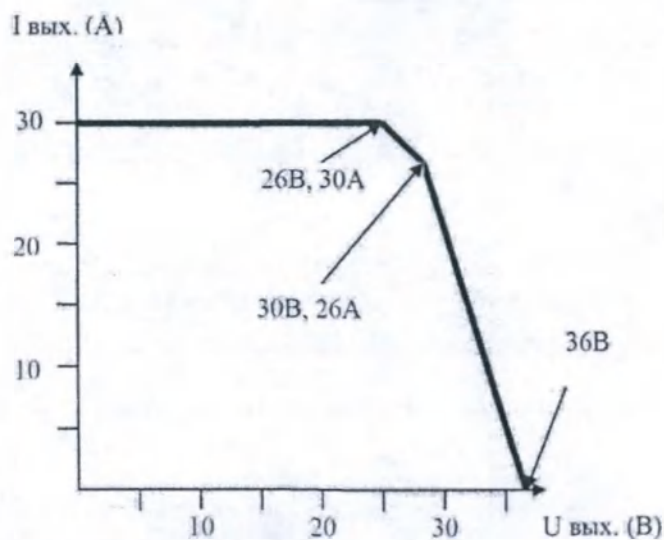


Рис.4.21 - Нагрузочная характеристика источника питания POWERNET ADC4370/12 AI

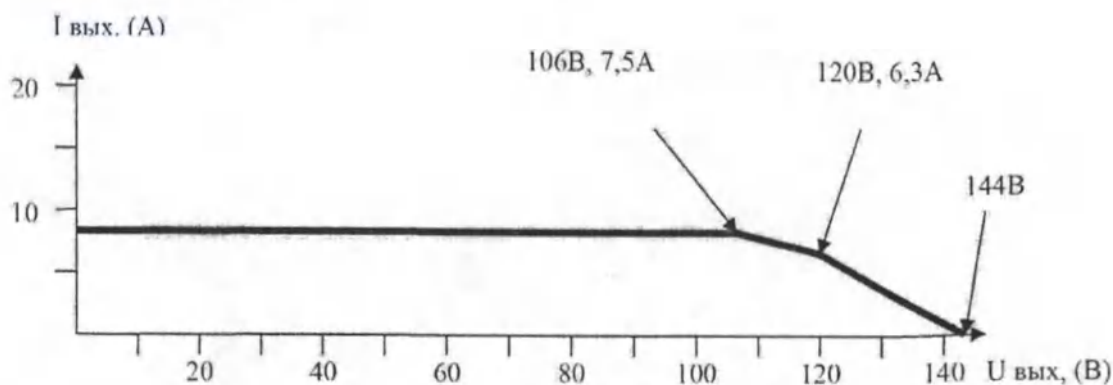


Рис.4.22 - Нагрузочная характеристика источника питания POWERNET ADC4370/96 AI.

Подробную информацию о источниках питания POWERNET ADC4370/.. AI можно получить на сайте фирмы производителя www.powernet.fi.

4.11.4 В качестве источников питания всех корректирующих катушек используются линейные блоки питания отечественного производства EL-RS12-015 (см. рис.4.23).

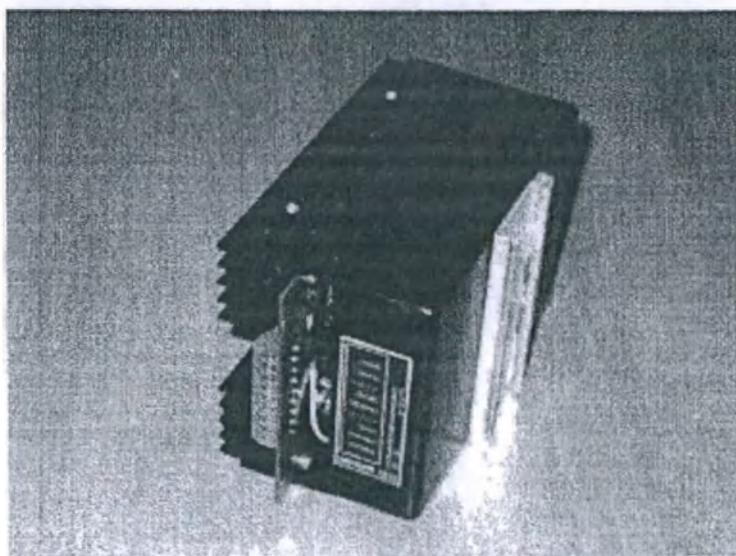


Рис.4.23 - Блок питания EL-RS12-015

Источник питания постоянного тока управляемый серии EL-RS12-015 (далее ИПУ) предназначен для преобразования входного напряжения в напряжение постоянного тока с возможностью регулировки выходного тока в диапазоне от 0А до номинального значения при изменении управляющего входного напряжения от 0 до 5В.

4.11.5 ИПУ выполняет следующие функции:

- регулировка выходного тока внешним аналоговым потенциальным сигналом 0...+5В;
- стабилизация выходного тока;
- регулировка выходного тока встроенным потенциометром;
- полная гальваническая развязка вход/выход;
- защита от короткого замыкания, перегрузки, перегрева.

4.11.6 ИПУ построен на основе линейного стабилизатора тока с трансформаторным преобразователем со средней точкой.

Характеристики:

- входное напряжение питания $\sim 220\text{В}$;
- управляющее напряжение $0 - +5\text{В}$;
- выходной ток $0 - 1,5\text{А}$.
- выходное напряжение $\pm 12\text{В}$

ИПУ выполнен в виде блока, который должен быть закреплён на DIN-рейке.

Элементы управления: **R6** – потенциометр регулировки выходного тока

Подключение блока к первичной сети и к нагрузке осуществляется через съёмный клеммник.

4.11.7 Указание мер безопасности. В схеме ИПУ имеется высокое напряжение, поэтому обслуживающий персонал обязан выполнять правила техники безопасности, относящиеся к установкам до 1000В . Все работы по подключению проводить при обесточенной сети с соблюдением соответствующих правил ПУЭ и безопасности. При подключении и обслуживании необходим персонал в количестве не менее 2-х человек.

4.11.8 Подготовка к эксплуатации.

- Установить ИПУ в пожаробезопасном месте, исключающем попадание влаги и пыли внутрь корпуса. ИПУ устанавливается вертикально на DIN-рейку на вертикальной поверхности (стена). Над верхней и под нижней поверхностями необходимо оставить свободное пространство не менее 20 мм .
- Обесточить силовую сеть.
- Произвести подключение входных, выходных и управляющих проводов согласно схеме подключения, приведённой на рис.4.24.

24A
24B

Потенциометр R6

1A1
1B1

1A2
1B2

Рис.4.24 - Подключение с регулировкой внешними сигналами

4.11.9 Для управления ИПУ с помощью внешнего сигнала, подключить по схеме на рис.1. Для регулировки выходного тока внешним аналоговым потенциальным сигналом используется вход “**+5В упр.**”, диапазон входных напряжений $0...+5\text{В}$. Возможна регулировка (подстройка) выходного тока с помощью встроенного многооборотного потенциометра **R6**.

При изменении полярности входного управляющего напряжения происходит смена полярности выходного напряжения.

ВНИМАНИЕ: ОБЩИЙ ВЫВОД РАЗЪЕМА (КОНТ. GND) НЕ ДОПУСКАЕТСЯ СОЕДИНЯТЬ СО ВХОДАМИ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ “220В ВХОД” И С ВЫХОДАМИ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ “+ВЫХОД” ИЛИ “-ВЫХОД”.

4.11.10 При подготовке ИПУ к работе следует:

- Установить необходимое значение на управляющих входах (не более +5В).
- Включить первичную силовую сеть.
- Скорректировать значения выходного напряжения и тока до необходимых значений

Режим работы источника питания - долговременный.

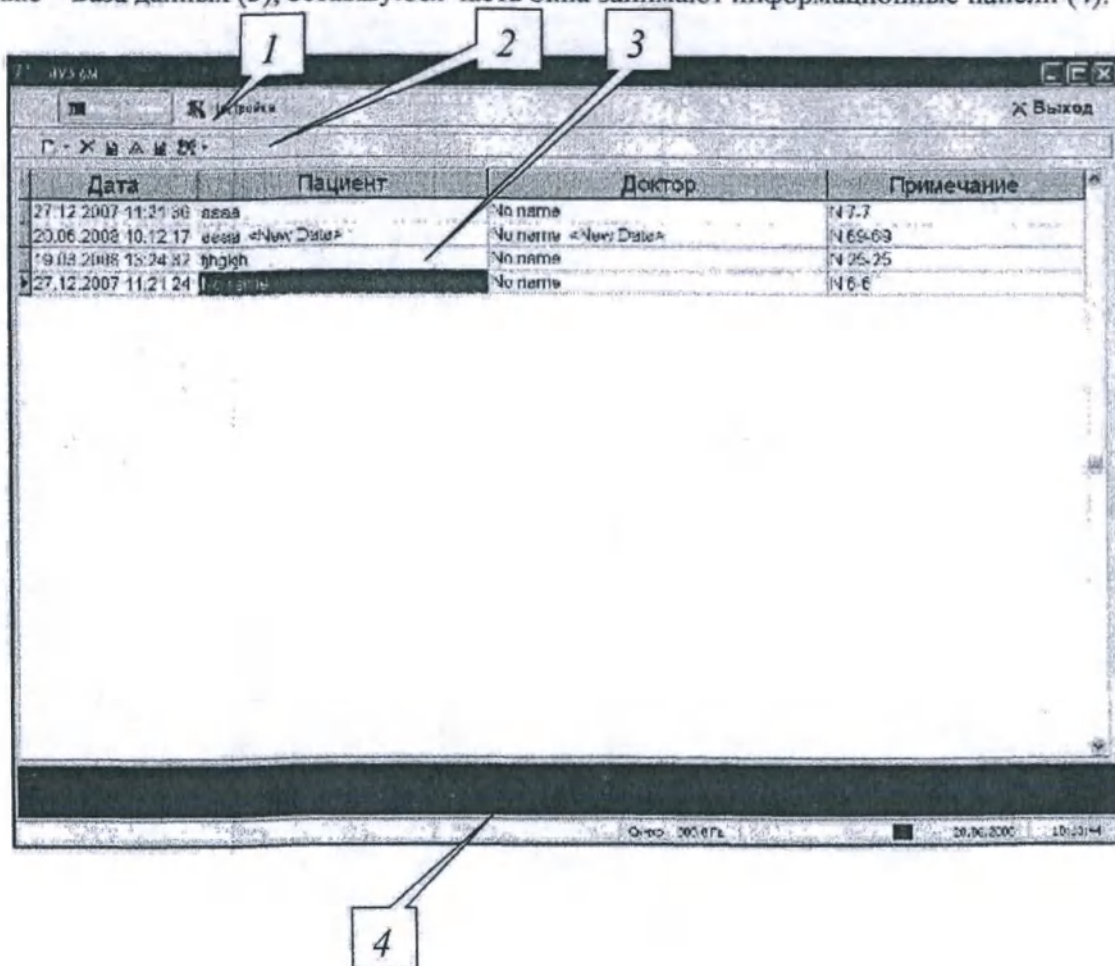
ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

1. Вскрывать источник питания, находящийся под напряжением питающей сети.
2. Устанавливать на выходе источника питания напряжение или ток более указанного на этикетке
3. Подавать на управляющие входы блока питания напряжение более 5В.
4. Закрывать нижние или верхние вентиляционные отверстия.

5 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСУ УСКОРИТЕЛЯ «Элус - 6М»

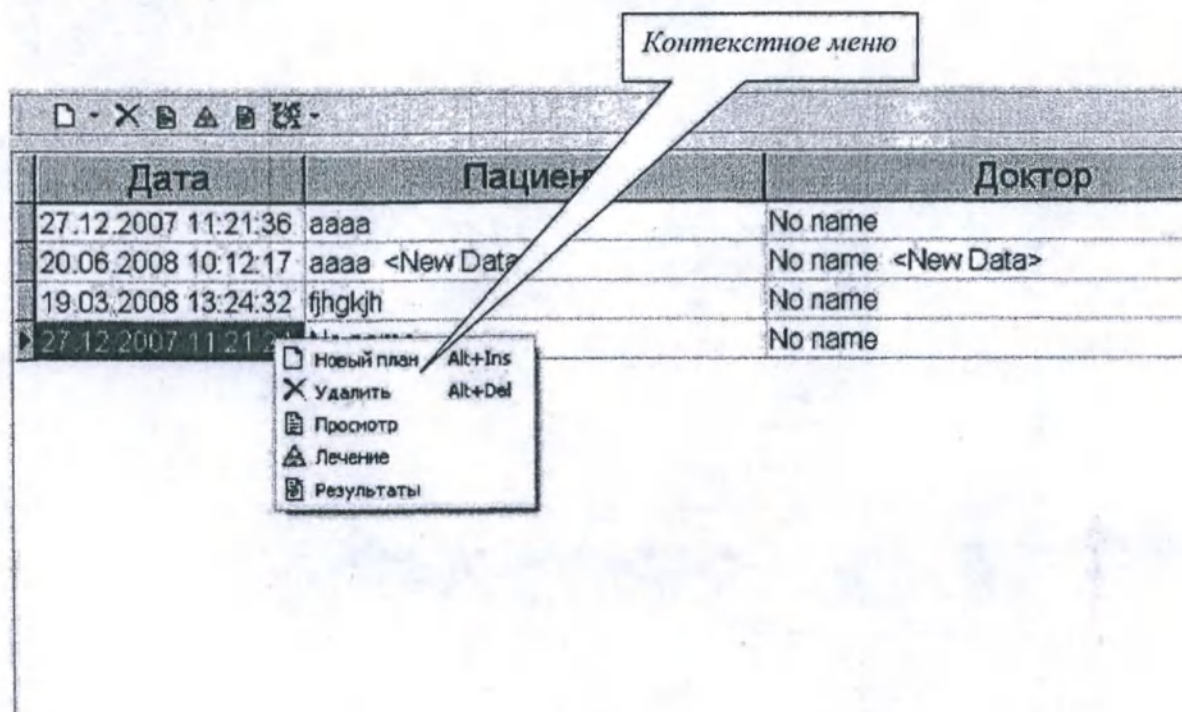
5.1 Программа АСУ ускорителя функционирует под управлением MS Windows. После загрузки программы на экране монитора появляется главное окно программы, показанное ниже.

5.2 Главное окно программы состоит из четырех секций. В верхней части окна находится панель с кнопками выбора режима работы программы (<Мед. Режим> <Настройка> <Выход>) (1), под ним расположена панель “быстрых кнопок” (2), еще ниже – База данных (3), оставшуюся часть окна занимают информационные панели (4).



5.3 “Быстрые кнопки” заменяют главное меню и вызывают все функции программы. Все “Быстрые кнопки” имеют всплывающие подсказки (т. е. для уточнения функции кнопки достаточно навести на нее курсор мыши).

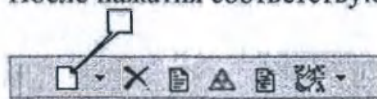
5.4 Другой способ вызова функций заключается в вызове “Контекстного меню”. Для этого нужно навести курсор мыши на нужную строку таблицы базы данных и нажать правую кнопку мыши.



6 ФУНКЦИИ ПРОГРАММЫ В РЕЖИМЕ ЛЕЧЕНИЯ

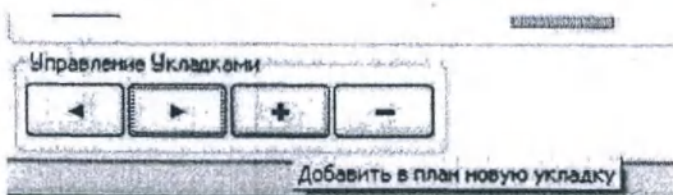
6.1 ВВОД НОВОГО ПЛАНА ЛЕЧЕНИЯ

После нажатия соответствующей кнопки



на экране появится новое окно “Ввод плана лечения”. В нем необходимо заполнить все поля.

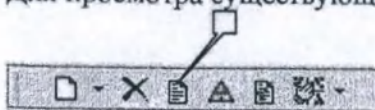
Для добавления новых укладок, удаления ошибочно введенных необходимо использовать блок кнопок "Управление Укладками" (эти кнопки также имеют всплывающие подсказки)



Для сохранения нового плана в базе данных нажимается кнопка <Ок>

6.2 ПРОСМОТР ПЛАНА ЛЕЧЕНИЯ

Для просмотра существующего плана нажимается соответствующая кнопка

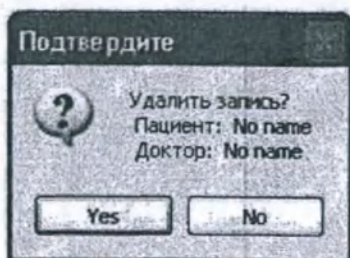
A screenshot of a software window titled 'Просмотр плана лечения' (View Treatment Plan). The window has a menu bar with 'Файл', 'Печать', 'Выход' and a toolbar with icons for window management. On the left is a table with columns 'Дата' and 'Время'. The main area contains form fields for 'Пациент' (Patient), 'Доктор' (Doctor), and 'Примечание' (Note). Below these is a section 'Укладка 1 (1)' (Layout 1 (1)) with sub-sections 'Положение больного' (Patient Position) and 'Режим лечения' (Treatment Mode). It includes input fields for 'Полое (см):' (Height (cm)), 'Угол рен. головы (град):' (X-ray head angle (deg)), 'Угол излучателя (град):' (Source angle (deg)), 'Клин' (Wedge), and 'Доза:' (Dose). At the bottom are 'ОК' and 'Отмена' buttons. The status bar at the bottom shows 'Сред. 2003.1 Гц', '20.06.2008', and '11:37:39'.

В окне "Просмотр плана лечения" редактирование не допускается

6.3 УДАЛЕНИЕ ПЛАНА ЛЕЧЕНИЯ



Для удаления существующего плана нажимается соответствующая кнопка
В появившемся окне надо подтвердить или отменить удаление.

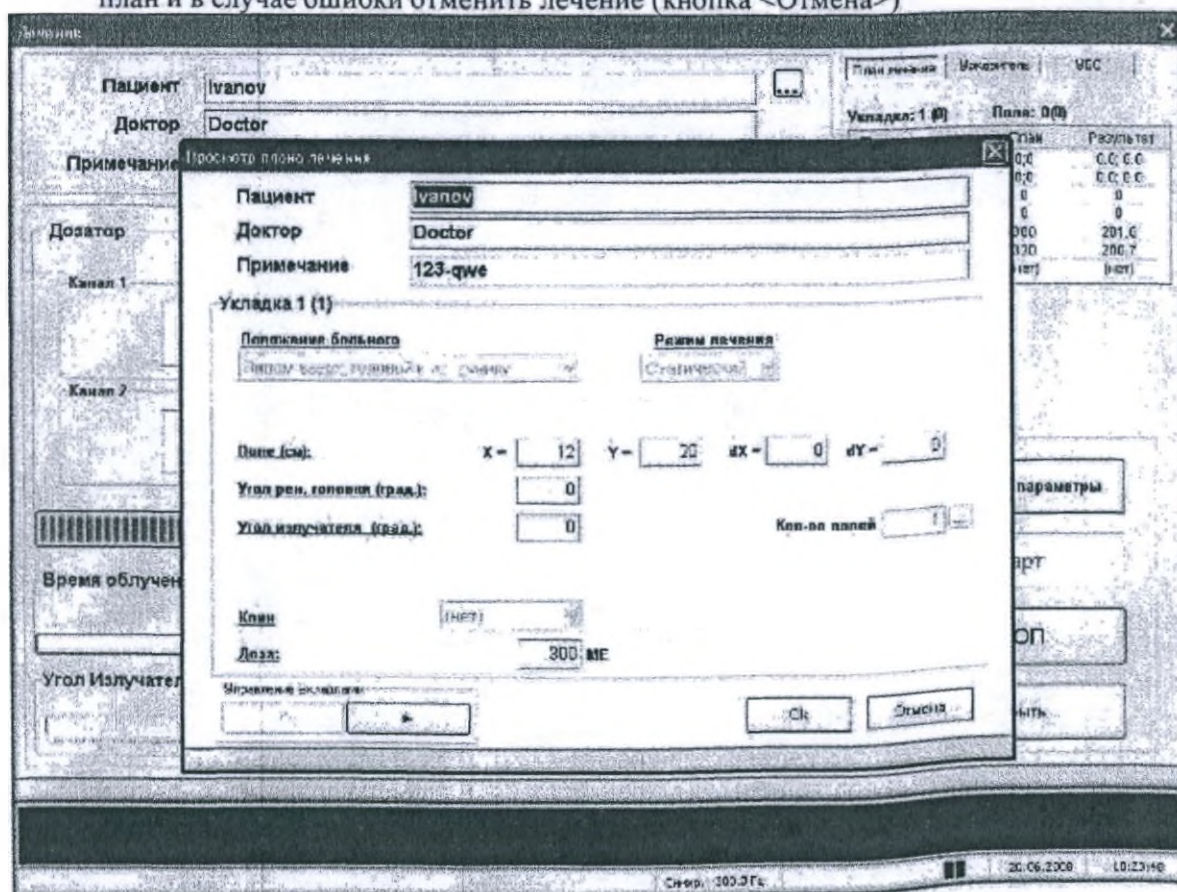


6.4 ЛЕЧЕНИЕ



Для перехода в режим лечения нажимается соответствующая кнопка
Ниже подробно описан процесс лечения.

- В окне "Просмотр плана лечения" оператор должен еще раз проверить выбранный план и в случае ошибки отменить лечение (кнопка <Отмена>)



В случае правильного выбора нажимается кнопка <Ок>.
После этого на экране отображается окно <Лечение>. В нем показаны параметры плана лечения и кнопки управления.

- Установить радиационные параметры (кнопка <Установить параметры>)

Лечение (Статус)

Пациент: Ivanov
 Доктор: Doctor
 Примечание: 123-qwe

Дозатор

Канал	Уставка	Получено	Мощн. Дозы
Канал 1	300	0.0	0
Канал 2	320	0.0	0

Время облучения: 00:00
 00:00

Угол Излучателя, град. (0)
 0

Установить параметры
 Старт
 Стоп
 Закрыть

Параметры	План	Результат
Полн. Доза (Гр)	120.000	0.0; 0.0
Полн. Доза (Гр/с)	0.0; 0.0	0.0; 0.0
Угол Изл. (град)	0	0
Угол Изл. (град)	0	0
Доза 1 (Гр)	300	0.0
Доза 2 (Гр)	320	0.0
Канал	Beam1	Beam2

Сигнал: 300.0 Hz 28.06.2008 10:25:30

Процесс установки параметров отображается в таблице
 После завершения установки параметров кнопка <Установить Параметры> станет недоступной, а <Старт> - разрешена.

- Лечение
 Нажать кнопку <Старт>

Лечение (Статика)

Пациент: Ivanov
 Доктор: Doctor
 Примечание: 123-qwe

Установка: 1 (1) Пана: 1 (1)

Параметр	План	Результат
Пана X Y Z (см)	12.0 20.0	12.0 20.0
Пана Gx Gy Gz (сГр)	0.0 0.0	0.0 0.0
Угол P1 (град)	0	0
Угол P2 (град)	0	0
Доза 1 (Гр)	300	0.0
Доза 2 (Гр)	320	0.0
Время	0:00	0:00

Дозатор

Установка	Получено	Мощн. Дозы
Канал 1: 300	0.0	0
Канал 2: 320	0.0	0

Время облучения: 00:00
 00:00

Угол Излучателя, град. (0)
 0

Установить параметры

Старт

Стоп

Закреть

Свер. 202.3 Гц 20.06.2008 10:29:04

Процесс лечения (набор дозы, время облучения) отображается на экране.
 Во время облучения разрешенной остается только кнопка <Стоп>.

Кнопка <Стоп> служит для санкционированной остановки лечения.

Подтвердите

? Лечение остановлено. Продолжить?

Yes No

При нажатии кнопки <Нет> (<No>) возможности продолжить лечение не будет.
 После принятия решения "Продолжить" необходимо повторить п.3.

Просмотр плана лечения

Пациент: Ivanov

Доктор: Doctor

Примечание: 123-qwe

Укладка: 1 (1) Поле: 1 (1)

Параметр	План	Результат
Полож. X, Y (см)	12.0; 20.0	12.0; 20.0
Полож. Фас. ЗУ (см)	0.0; 0.0	0.0; 0.0
Угол КТ (град)	0	0
Угол Изл. (град)	0	0
Доза 1 (мГ)	300	301.0
Доза 2 (мГ)	320	300.1
Клип	Зелёный	Зелёный

Дозатор

Канал	Уставка	Получено	Мощн. Дозы
Канал 1	300	301.0	301
Канал 2	320	300.1	300

Время облучения: 01:00
01:00

Угол Излучателя, град. (0)
0

Установить параметры

Старт

Стоп

Закреть

Статус: 300.0 Гц 20.06.2006 11:05:55

Кнопка <Просмотр плана лечения> служит для выбора укладки (если их несколько). Лечение всех упаковок одинаково (п.п. 1 - 3).

• Завершение лечения

После нажатия кнопки <Закреть> будут показаны результаты прошедшего сеанса лечения.

6.5 ПРОСМОТР РЕЗУЛЬТАТОВ

Данное окно отображает обобщенные результаты лечения всех сеансов.

(Для подробного рассмотрения результатов надо выбрать нужную строку и нажать кнопку <Подробно> или произвести двойной щелчок левой кнопки мыши по нужной строке).

Пациент: Иванов
Доктор: Доктор
Примечание: 123-фра

Дозатор: Канал 1
Канал 2

Результаты лечения

20.06.2008 11:12:44

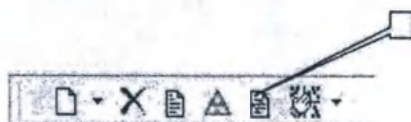
Пациент : Иванов
Доктор : Доктор
Примечание : 123-фра

Укладка : 2

Ред. Доза (сМ) X- 10.0 Y- 20.0 GX- 0.1 GY- 0.0
Угол IP (град) 0
Угол Нап. (град) 0
Доза (сГр) 320.0

Время облучен
Угол Излучател

Сохранить Закрыть



История

Дата	Время	Доктор	Примечание
27.12.2007	11:21:36	аваа	
20.05.2008	12:12:17	аваа	
19.03.2008	13:24:32	аваа	
20.05.2008	12:22:29	аваа	

№	Дата	Время	Доза, МЭ	Закончено, %
1	20.05.2008	13:22:54	100.7	25.6
2	20.05.2008	13:24:46	100.4	25.6
3	20.05.2008	13:26:42	100.7	25.6
4	20.05.2008	13:28:16	100.6	25.6
5	20.05.2008	13:34:54	100.7	25.6
6	20.05.2008	13:34:46	100.0	25.7
7	20.05.2008	13:37:18	100.8	25.6
8	20.05.2008	13:38:44	100.9	25.6
9	20.05.2008	11:05:09	100.7	25.6
10	20.05.2008	11:08:12	100.0	25.3
11	20.05.2008	11:08:27	100.6	100.2
12	20.05.2008	11:11:18	100.6	100.2
13	20.05.2008	11:12:44	100.2	100.1
14	20.05.2008	11:34:00	100.2	100.1

Всего, МЭ 2208.0

Выход

7 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

7.1 ДЕЙСТВИЯ ПЕРЕД ВКЛЮЧЕНИЕМ УСКОРИТЕЛЯ

7.1.1 Произведите наружный осмотр оборудования ускорителя, обратив особое внимание на состояние высоковольтных силовых кабелей, трубопроводов и шлангов водяного охлаждения и убедитесь в их исправности. Убедитесь в отсутствии потёков и оголённых проводов, наличия посторонних элементов.

7.1.2 Проверьте состояние заземления в пультовой и модуляторной.

7.1.3 Проверьте все защитные экраны на блоках, предварительно убедившись в отсутствии заземляющих шин на токоведущих элементах, и предупредите обслуживающий и ремонтный персонал о предстоящей подаче напряжения.

7.1.4 Включите вентиляцию и снимите все имеющиеся внешние блокировки, например: блокировка проходов и вход в служебные помещения. Если вентиляция не работает, то работать с излучением на ускорителе ЗАПРЕЩЕНО.

7.1.5 Проверьте автоматы на панели питания излучателя (расположены в задней части шкафа излучателя) (см. рис.7.1):

- Q1 (общее питание),
- Q2 (питание высоковольтного выпрямителя),
- Q3 (питание привода излучателя и привода стола для пациента),
- Q4 (питание накалов модулятора магнетрона и источника электронов).

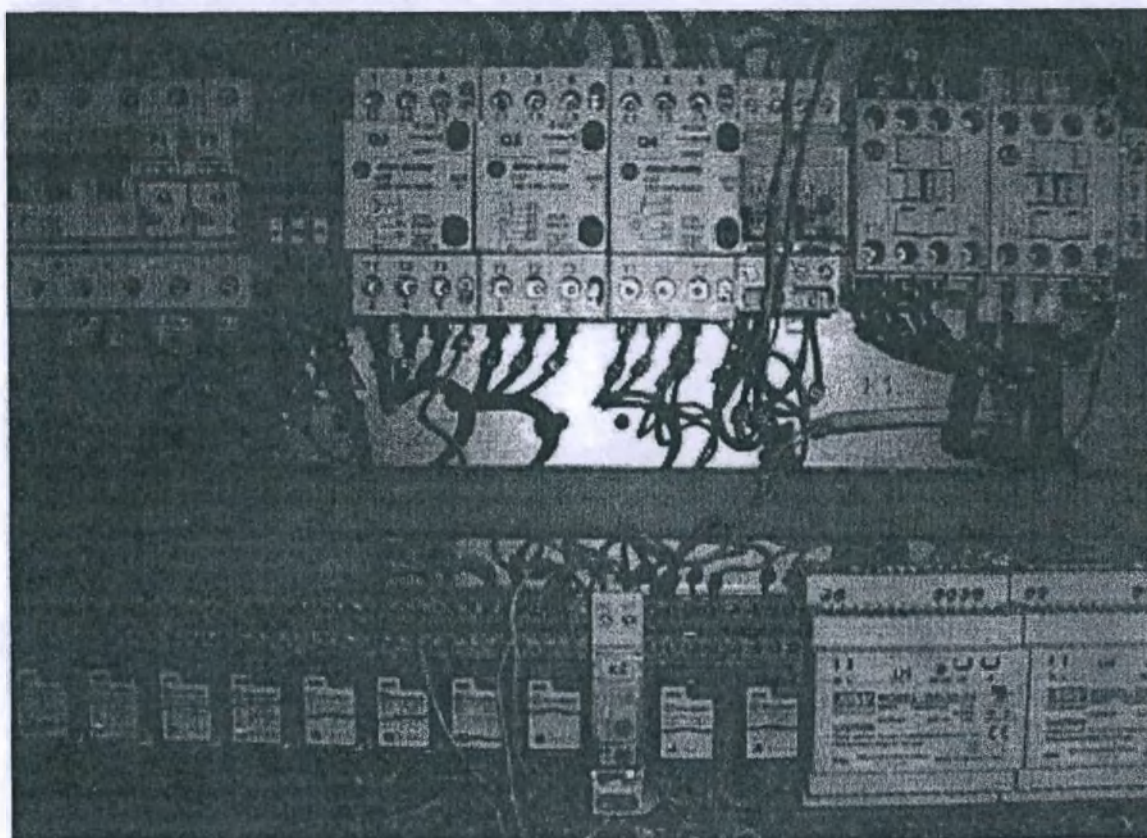


Рис.7.1 - Панель питания излучателя

7.1.6 Включите систему радиационного контроля.

7.1.7 Убедитесь, что ко всем щитам и кнопкам аварийного отключения имеется доступ, что проходы находятся в надлежащем состоянии и не захламлены.

7.1.8 Проверьте установку деки терапевтического стола в нулевое положение и её фиксацию.

7.2 ВКЛЮЧЕНИЕ УСКОРИТЕЛЯ

7.2.1 Включите пускатель ЩС1-2 380 Вольт (см. рис.7.2), расположенный в пульту ускорителя, кнопкой чёрного цвета «Пуск»; этим действием подаётся питание на щит ЩС-2, который расположен в помещении модулятора.



Рис.7.2- Пускатель ЩС1-2 380 Вольт

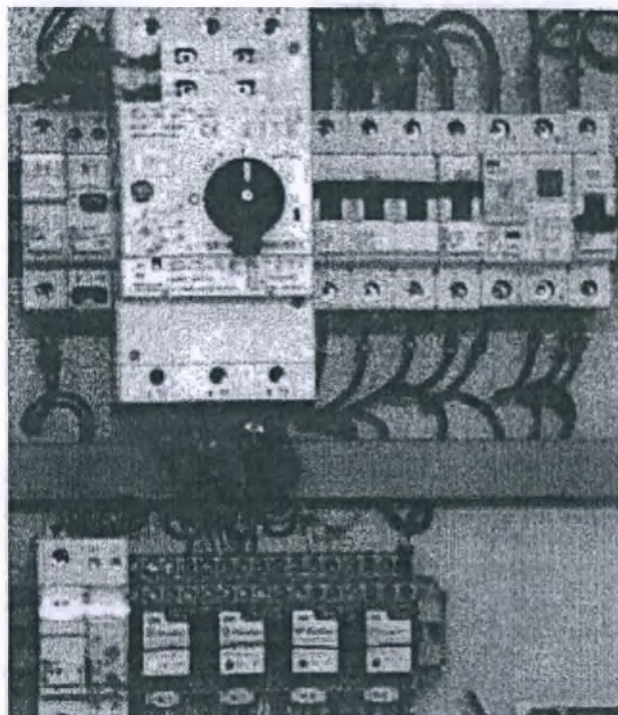


Рис.7.3- Автоматы в щите «Щит питания»

7.2.2 После этого необходимо открыть расположенный на стене в помещении модулятора щит «Щит питания» (см. рис.7.4) и взвести автомат Q1(питание излучателя) (см. рис.7.3), предварительно нажав кнопку S1, при этом на реле K1, расположенного ниже автомата, должен загореться зелёный светодиод.

7.2.3 Проверить включённость там же расположенных автоматов Q2(питание теплообменника), Q3(питание АРМ оператора).

7.2.4 Включите теплообменник с помощью рубильника, расположенного на его лицевой панели (см. рис.7.4), должна загореться лампа белого цвета «Power-on». При этом манометр на лицевой панели должен показывать давление 5 Барр (см. рис.7.5).

7.2.5 Включить сетевой фильтр «Пилот» и разветвитель на задней стороне фальшстенке (см. рис.7.6), перегораживающей процедурное помещение. При этом должен включаться питание мониторов на фальшстенке и загружается компьютер (см. рис.7.7), расположенный на задней стороне фальшстенке: на компьютере загорается синяя лампа.

7.2.6 Операционная система и рабочая программа загружаются самостоятельно. На мониторах в процедурном помещении (см. рис.7.8) появляется окно программы с изображением механических координат ускорителя (см. рис.7.9).

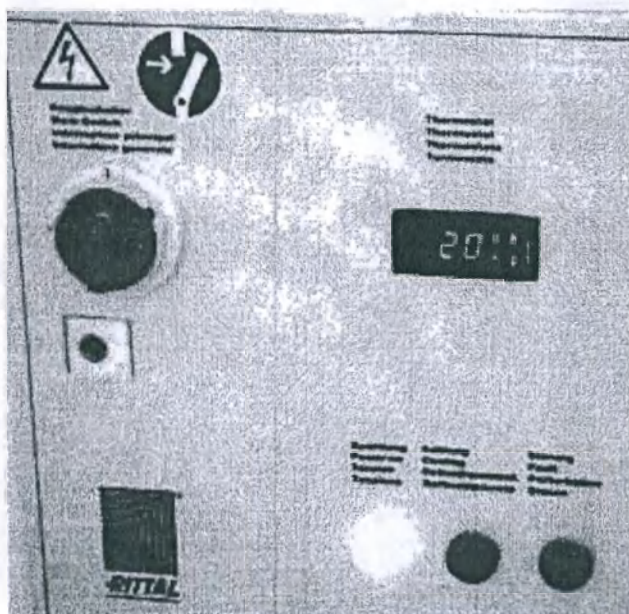


Рис.7.4 - Лицевая панель теплообменника



Рис.7.5 -Манометр теплообменника

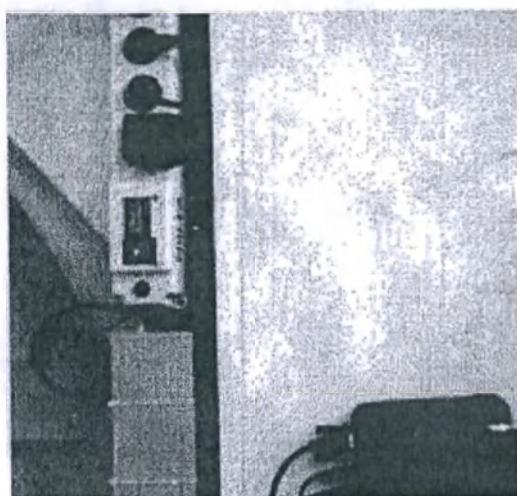


Рис.7.6 -Сетевой фильтр «Пилот» и разветвитель

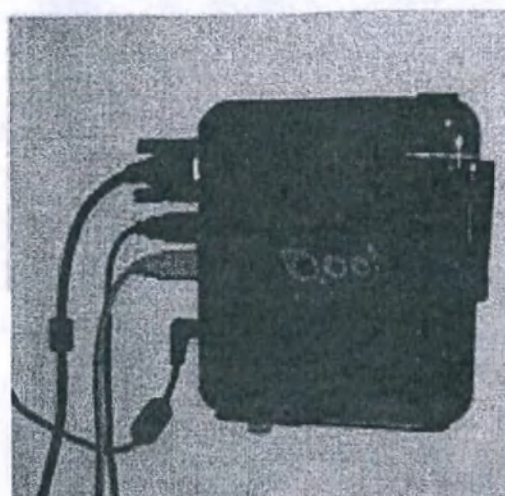


Рис.7.7 -Компьютер на фальшстенке

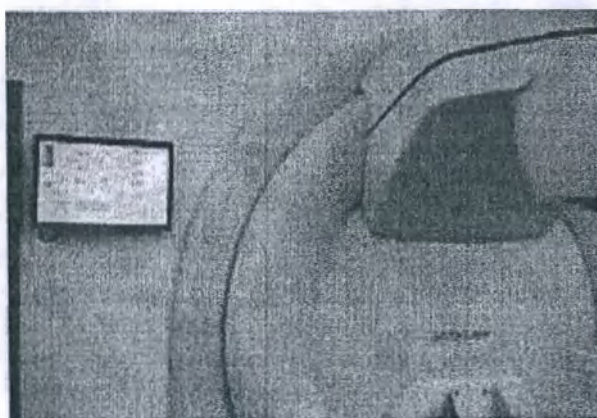


Рис.7.8 - Мониторы на фальшстенке

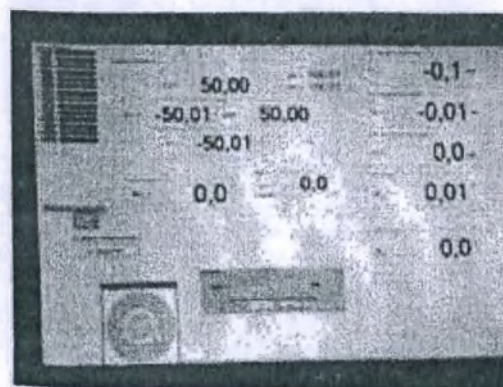


Рис.7.9 - Окно программы настенных мониторов

7.2.7 В стойке АСУ (см. рис.7.10) нажмите на кнопку «I Test», для включения питания АРМ оператора.

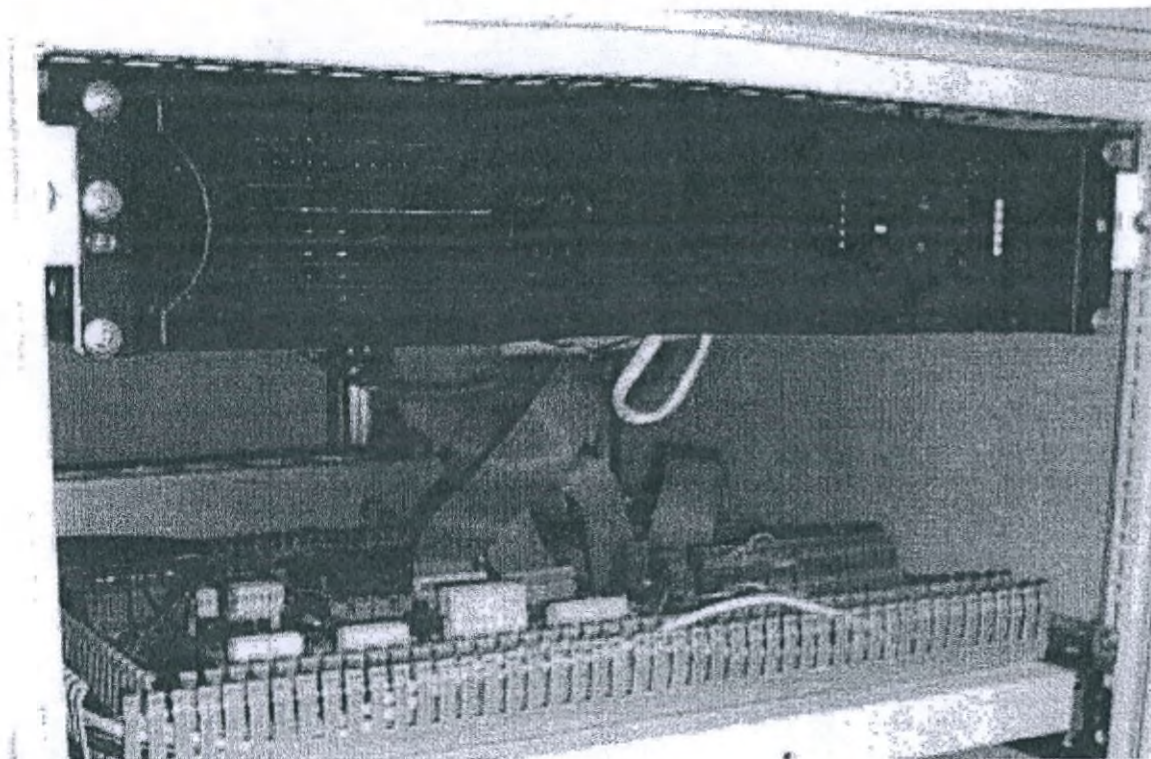


Рис.7.10 - Стойка АСУ

7.2.8 Включите компьютер АРМ кнопкой, расположенной справа нижней стороны у кабеля питания. После чего компьютер заработает и начнёт загружаться операционная система.

7.2.9 После появления на мониторе компьютера Панели управления (см. рис.7.11) запустите программу «ЭЛЛУС-6» (см. рис.7.12) щёлкнув по её значку.

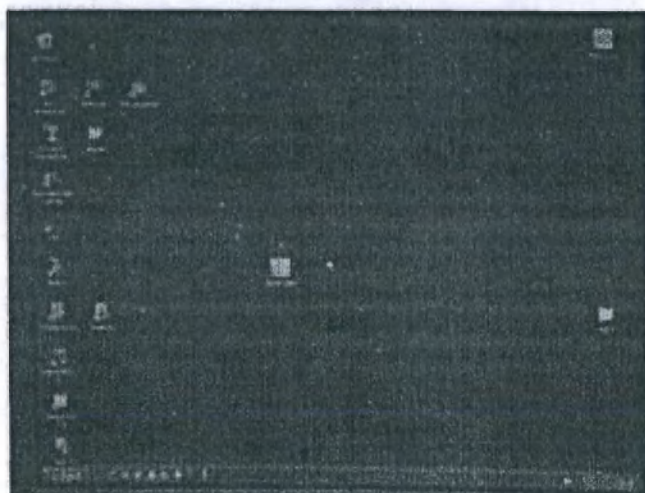


Рис.7.11 - Панель управления

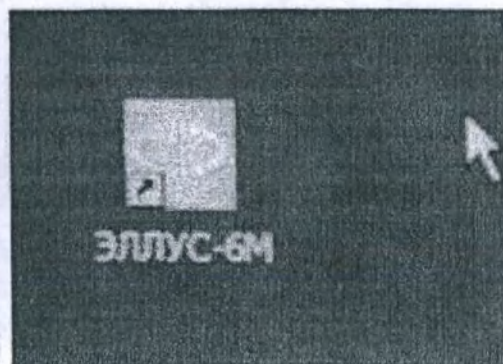


Рис.7.12 - Значок программы «ЭЛЛУС-6»

7.2.10 После запуска программы «ЭЛЛУС-6» на мониторе появится окно «Блокировки» - лицевая панель блока УБС (управления блокировками и сигнализацией) (рис. 7.13).

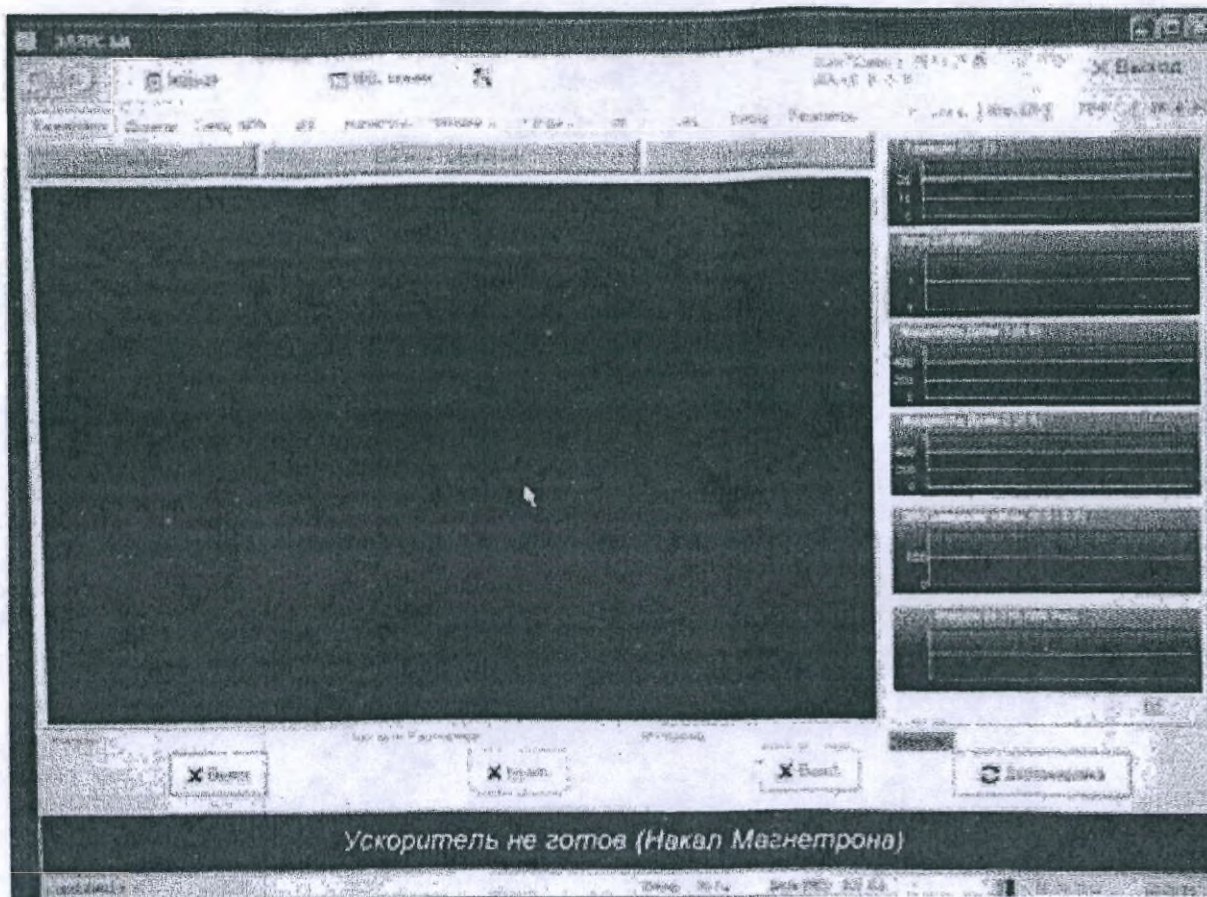


Рис.7.13 - Окно «Блокировки»

Блокировки в ней объединены в три группы:

- накалы,
- высокое напряжение,
- излучение.

7.2.11 В нижней части монитора отображаются под каждой группой кнопки включения и выключения ("ВКЛ" и "ВЫКЛ"). В правой стороне монитора отображаются измеряемые параметры.

7.2.12 При нормальном состоянии ускорителя надписи блокировок приобретают зелёный цвет, что позволяет в каждой группе блокировок использовать кнопки «Вкл» (см. рис.7.14). При отклонении от нормы надпись блокировки становится красной и это вызывает отключение того параметра, в чьей группе находится данная блокировка (например, «Накал» при отсутствии водяного охлаждения); кнопка включения при этом не активируется.

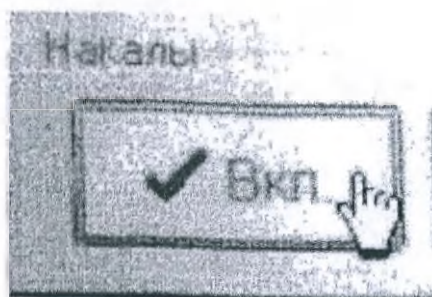


Рис.7.14 - Кнопка включения

7.2.13 Если сработала блокировка по элегазу (табличка красного цвета), то надо подать элегаз в волноводный тракт из баллона (см. рис.7.15), расположенного в задней части шкафа излучателя.

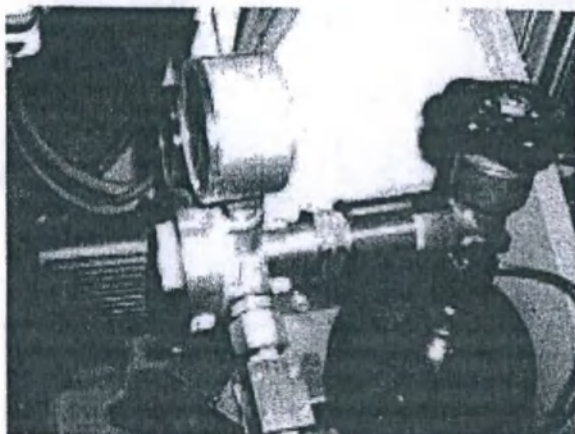


Рис.7.15 - Баллон с элегазом и редуктор

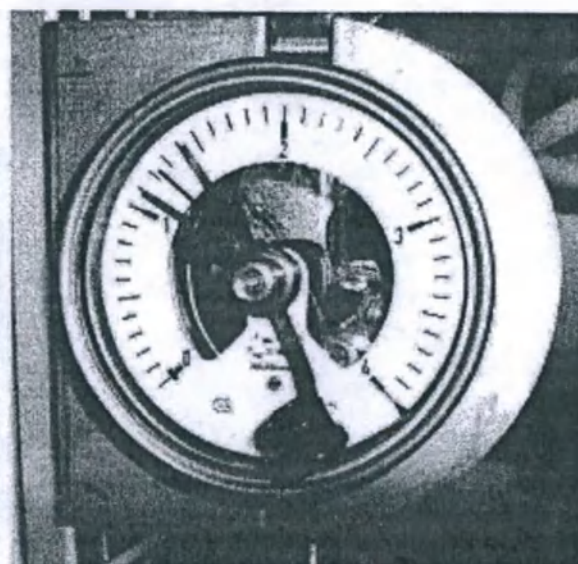


Рис.7.16 - Манометр, показывающий давление в волноводном тракте

Для этого открывается вентиль баллона элегаза до упора и открывается вентиль редуктора почасовой стрелки до конца. Стрелка на манометре (см. рис.16), показывающим давление в волноводном тракте, будет подниматься до красной стрелки, показывающей максимальную границу давления элегаза; при совпадении стрелок электромагнитный клапан закрывается и гаснет находящийся на нём жёлтый светодиод. После чего надо закрыть вентиль редуктора и вентиль баллона. Табличка в окне «Блокировки» должна стать зелёного цвета (см. рис.17).

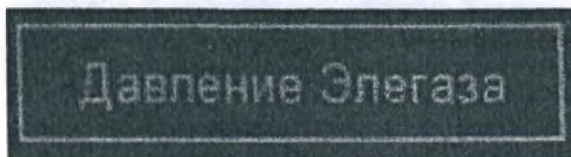


Рис. 7.17 - Табличка по элегазу

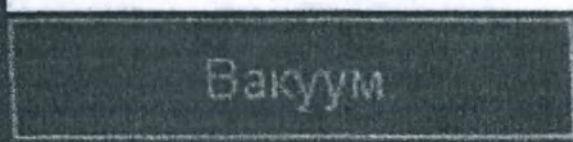


Рис. 7.18 - Табличка по вакууму

7.2.14 Если сработала блокировка по вакууму (табличка красного цвета), то надо проверить включение блока питания вакуумного насоса (см. рис.7.19).

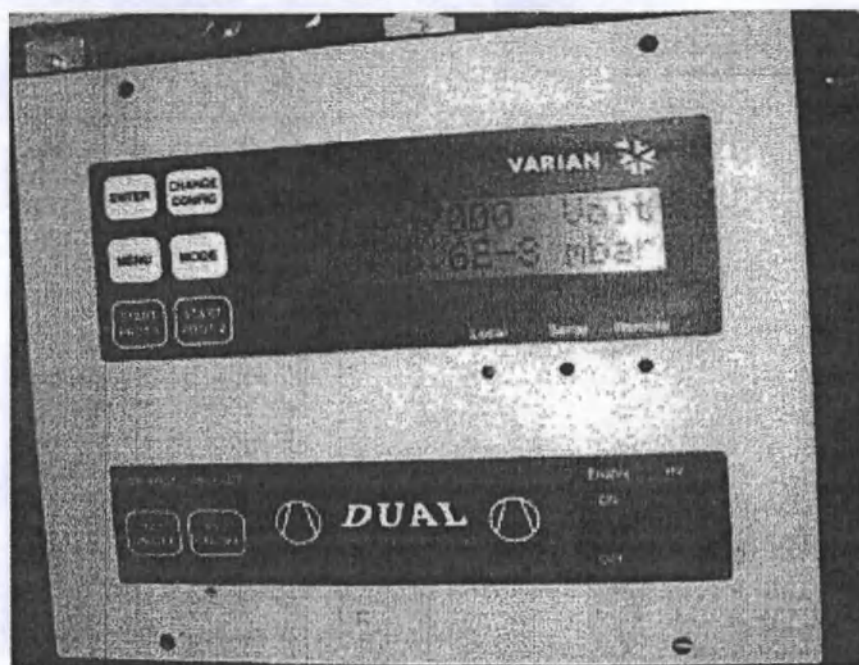


Рис.7.19 - Блока питания вакуумного насоса

Данный блок питания расположен в шкафу излучателя за лицевой панелью питания, и чтобы проверить его состояние, необходимо повернуть ускоритель на 90° влево: на его лицевой панели будет гореть индикаторная лампочка. Табличка в окне «Блокировки» должна стать зелёного цвета (см. рис.7.18).

7.2.15 Если вы всё сделали правильно и сняли все блокировки, то в появившемся окне должны остаться красными только следующие блокировки: «Прогрев ИЭ», «Прогрев Магн.», «Прогрев Тиратрона», «ВН Магнетрона» и «Безопасность».

Над названиями групп блокировок есть строка с названиями окон (подпрограмм) (см. рис. 7.20):

- источник электронов (ИЭ),
- магнетрон,
- катушки,
- синхронизатор и
- АПЧ (автоподстройка частоты магнетрона).



Рис.7.20 - Строка с названиями окон программы «ЭЛЛУС-6»

7.2.16 Включите накалы, нажав на кнопку «ВКЛ» внизу окна блокировок, контур таблички при этом становится жирным, а в кнопке появляется зелёная галочка (см. рис.7.14).

7.2.17 С помощью курсора компьютера двойным щелчком левой кнопки мыши откройте окна «ИЭ» (источник электронов) (см. рис.7.21) и «Магнетрон» (см. рис.7.22) и проверьте требуемые значения по накалам в соответствии с таблицей 7.1.

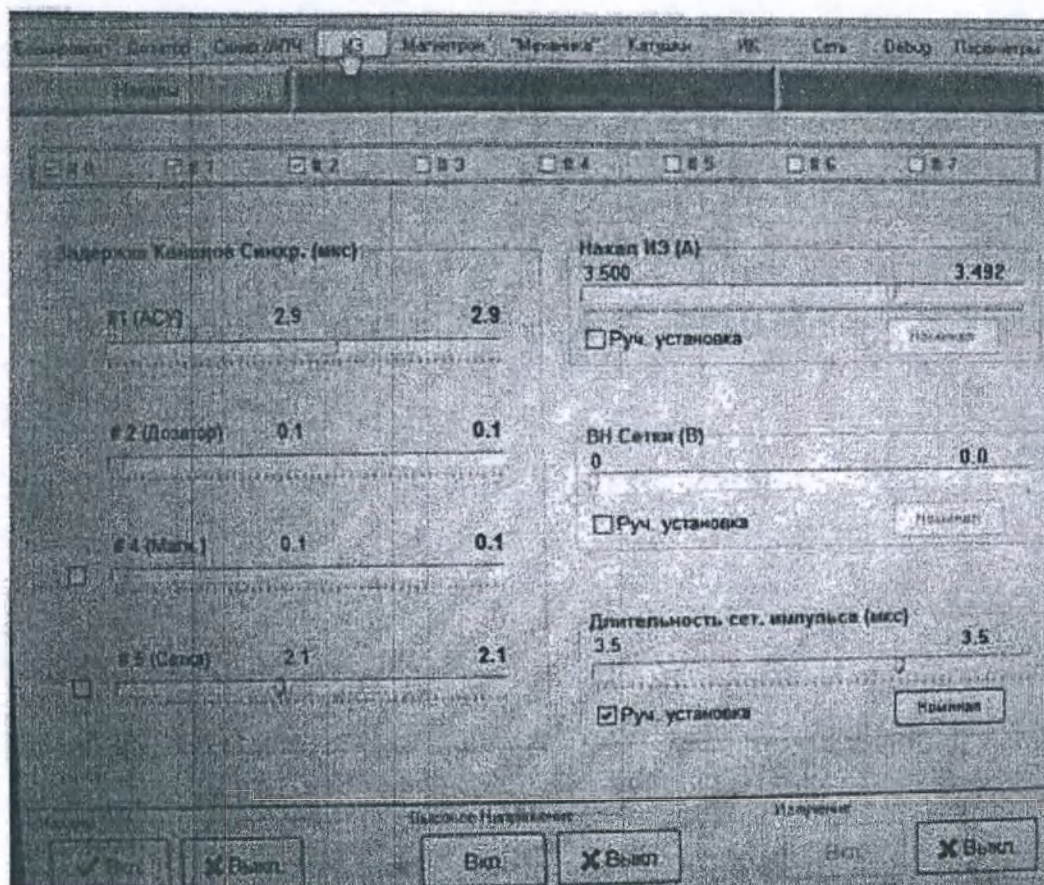


Рис.7.21 - Окно «ИЭ»

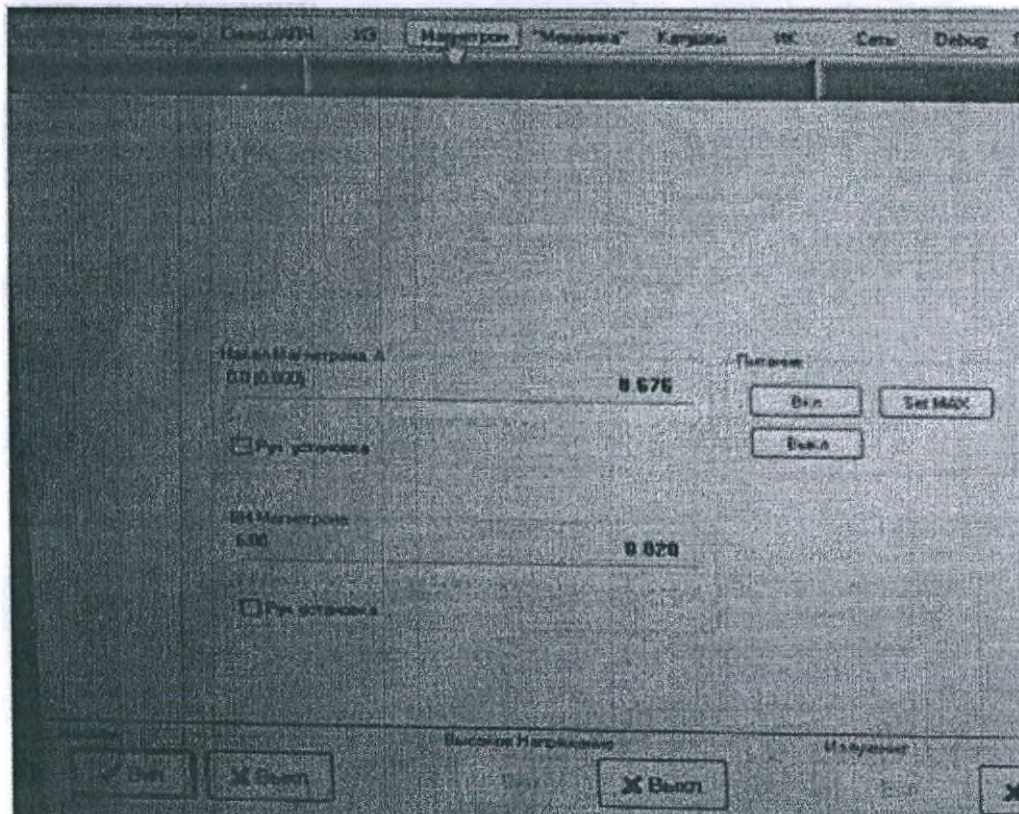


Рис.7.22 - Окно «Магнетрон»

7.2.18 При включении накалов запускаются таймеры К3, К4 и К5 (см. рис. 7.1) на панели питания излучателя и начинается отсчет времени прогрева накала магнетрона, накала источника электронов (ИЭ) и накала тиратрона модулятора магнетрона.

7.2.19 Время прогрева, заданное таймером -5 минут. Через 5 минут блокировки прогрева ИЭ и магнетрона и прогрева тиратрона на мониторе компьютера изменяют красный цвет на зелёный, и в строке индикации (см. рис.7.23) табличка «Нагрев» станет жёлтой, что свидетельствует о готовности к включению высокого напряжения на магнетроне и катоде источника электронов.



Рис.7.23 - Строка индикации программы «ЭЛЛУС-6»

Красными должны остаться только таблички «ВН Магнетрона» (см. рис.7.24) и «Безопасность» (см. рис.7.25).



Рис.7.24 -Табличка «ВН Магнетрона»



Рис.7.25 - Табличка «Безопасность»

Таблица 7.1

Название окна	Название параметра	Уставка	Измеренный параметр
Источник электронов И.Э.	Ток накала И.Э. $I_{\text{нак, и.э.}}, \text{А}$	3,5	3,5
	Амплитуда сеточного импульса $U_{\text{с}}, \text{В}$	715	715
	Амплитуда напряжения смещения на сетке, В	260	260
	Время задержки переднего фронта сеточного импульса $T_{\text{зад}}, \text{мкс}$	2,1	2,1
	Длительность сеточного импульса $T_{\text{с}}, \text{мкс}$	3,5	3,5
Магнетрон	Ток накала магнетрона $I_{\text{н.м.}}, \text{А}$	8,7	8,7
Катушки	Ток поворотного магнита $I_{\text{п.м.}}, \text{А}$	2,59	2,59
	Ток дополнительной обмотки П.М $кк1_{\text{пм}}, \text{А}$	-0,550	-0,550
	Ток дополнительной обмотки ПМ $кк2_{\text{пм}}, \text{А}$	-0,560	-0,560
	Ток поперечного корректора секции $КК4 \text{ X(руч)}, \text{А}$	+0,7	+0,7
	Ток продольного корректора секции $КК3 \text{ Y(руч)}, \text{А}$	0,0	0,0

7.2.20 Откройте окно «ИЭ» (см. рис.7.21). Проверьте требуемые значения: амплитуды сеточного импульса, времени задержки переднего фронта сеточного импульса и длительности сеточного импульса в соответствии с таблицей 7.1.

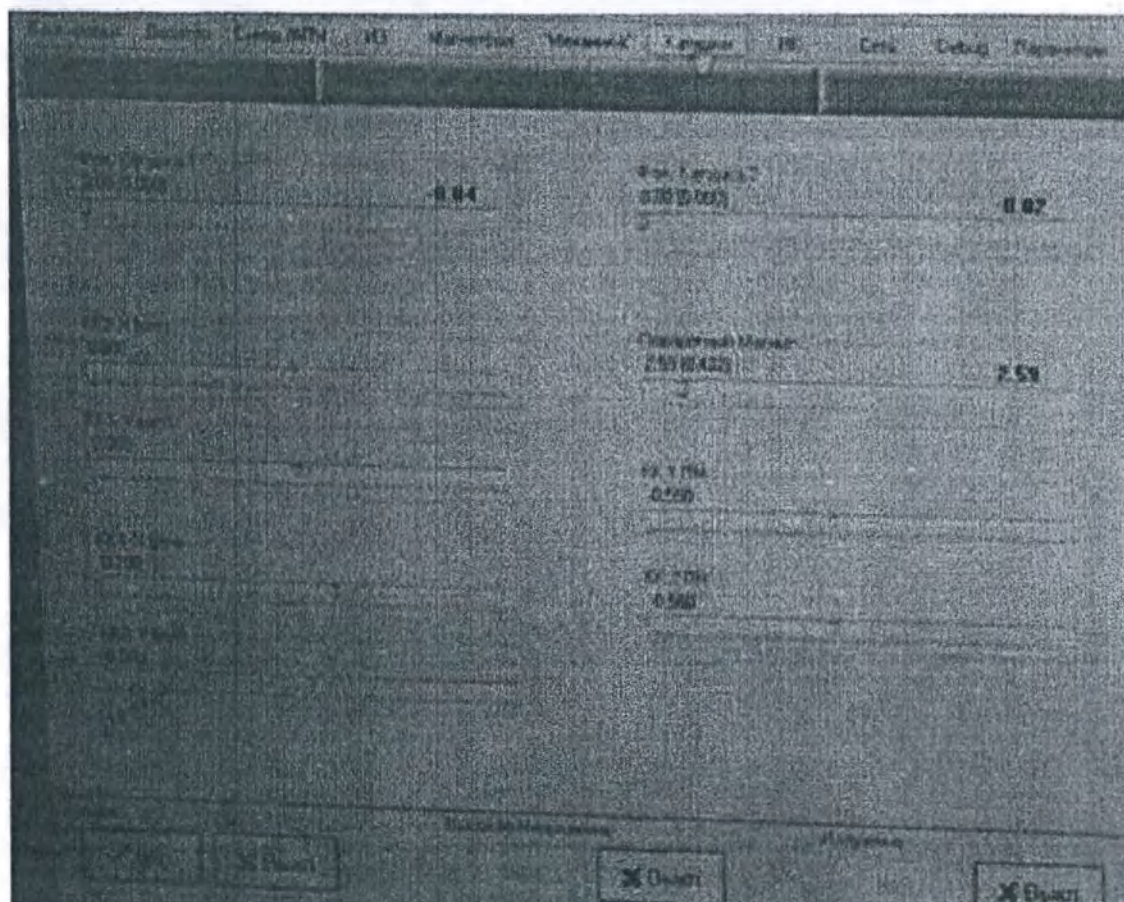


Рис.7.26 - Окно «Катушки»

7.2.21 Откройте окно «Катушки» (см. рис.7.26). Проверьте требуемые значения по токам: поворотного магнита, дополнительных обмоток магнита и корректирующих катушек секции в соответствии с таблицей 7.1. Проконтролируйте исполнение этих уставок по монитору компьютера.

7.2.22 Включите систему громкой связи (см. рис.7.27) и видеонаблюдения (см. рис.7.28). Для этого вставьте вилки от блоков питания чёрного цвета (см. рис.7.29), расположенных на стене в пультовой напротив стола АРМ, в настенные розетки. Проверьте их работу, если хотя одно из них не работает, то работать на ускорителе **ЗАПРЕЩЕНО**.

7.2.23 Включите систему контроля радиационного фона (см. рис.7.30).

Если система контроля радиационного фона не работает, то работать на ускорителе с включением ионизационного излучения **ЗАПРЕЩЕНО**.

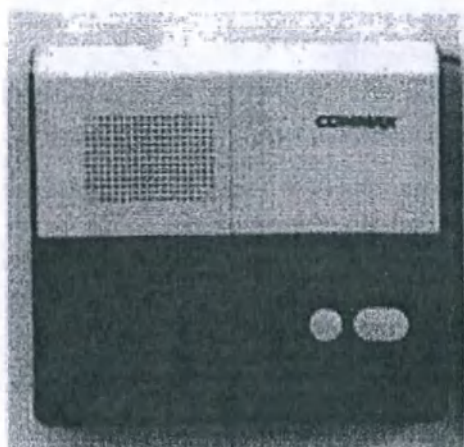


Рис.7.27 - Переговорное устройство

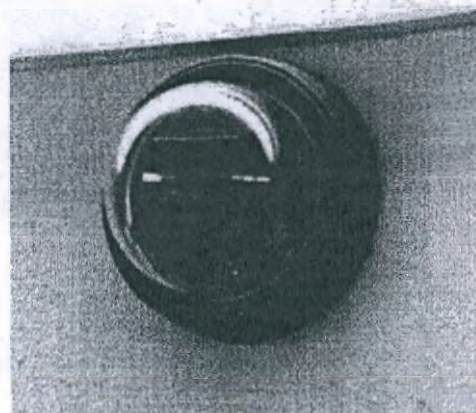


Рис.7.28 - Телекамера

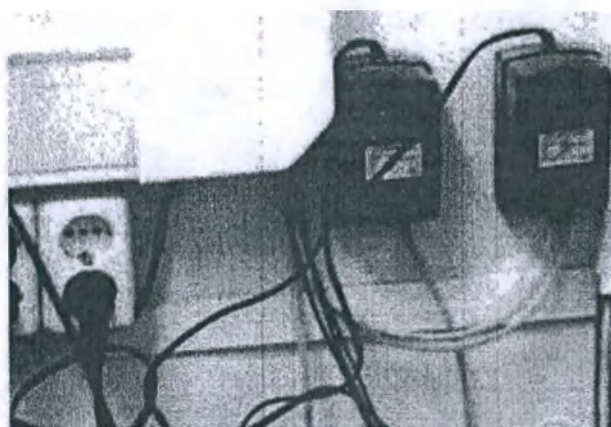


Рис.7.29 - Блоки питания системы громкой связи и видеонаблюдения

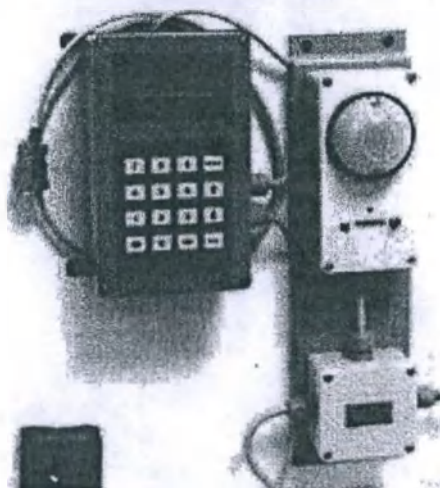


Рис.7.30 - Система контроля радиационного фона

7.3 ИНЖЕНЕРНЫЙ РЕЖИМ

7.3.1 Убедитесь в отсутствии людей в процедурном помещении. Нажмите кнопку осмотра (см. рис.7.31), которая расположена в дальнем углу помещения излучателя; после чего раздаётся звуковой сигнал и загорается в процедурном помещении табличка «Покинуть процедурную» (см. рис.7.32), предупреждающие о необходимости покинуть помещение за установленное время.



Рис.7.31 - Кнопка осмотра

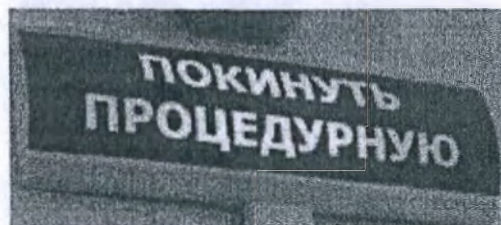


Рис.7.32 - Табличка «Покинуть процедурную»

7.3.2 После закрытия двери в лечебное помещение, звук выключается и загораются рядом с входной дверью в процедурную таблички «Включение разрешено» и «Вход запрещён» (см. рис.7.32).



Рис.7.33 - Таблички «Включение разрешено» и «Вход запрещён».



Рис.7.34 - Электромагнитный замок

7.3.3 При этом срабатывает электромагнитный замок (см. рис.7.34), блокирующий открывание входной двери в лечебное помещение. Если вы не покинете лечебное помещение за установленное время, то вам придётся повторить выше озвученную процедуру.

7.3.4 Чтобы впоследствии выключить электромагнитный замок и попасть в лечебное помещение, необходимо нажать на кнопку у входной двери; кнопки выключения замка расположены по обе стороны двери (см. рис.7.35), при этом загорится находящееся над дверью табло «Вход разрешен» (см. рис.7.36).



Рис.7.35 - Кнопки выключения электромагнитного замка



Рис.7.36 - Табличка «Вход разрешен»

7.3.5 Откройте окно «Синхр/АПЧ» синхронизатора и системы АПЧ (см. рис.7.38). Убедитесь, что частота синхронизатора установлена «50», а значение потенциометра провода АПЧ установлено «4800» и установлена галочка в квадрате «Включить». Нажмите кнопку включения высокого напряжения «Вкл» внизу окна; табличка «Высокое напряжение» в строке индикации окрашивается в жёлтый цвет (см. рис.7.23). При включении высокого напряжения должно так же загореться находящиеся рядом с дверью табло «Излучение включено» (см. рис.7.37).

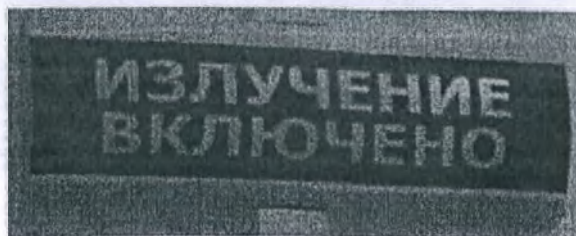


Рис.7.37 -Табличка «Излучение включено»

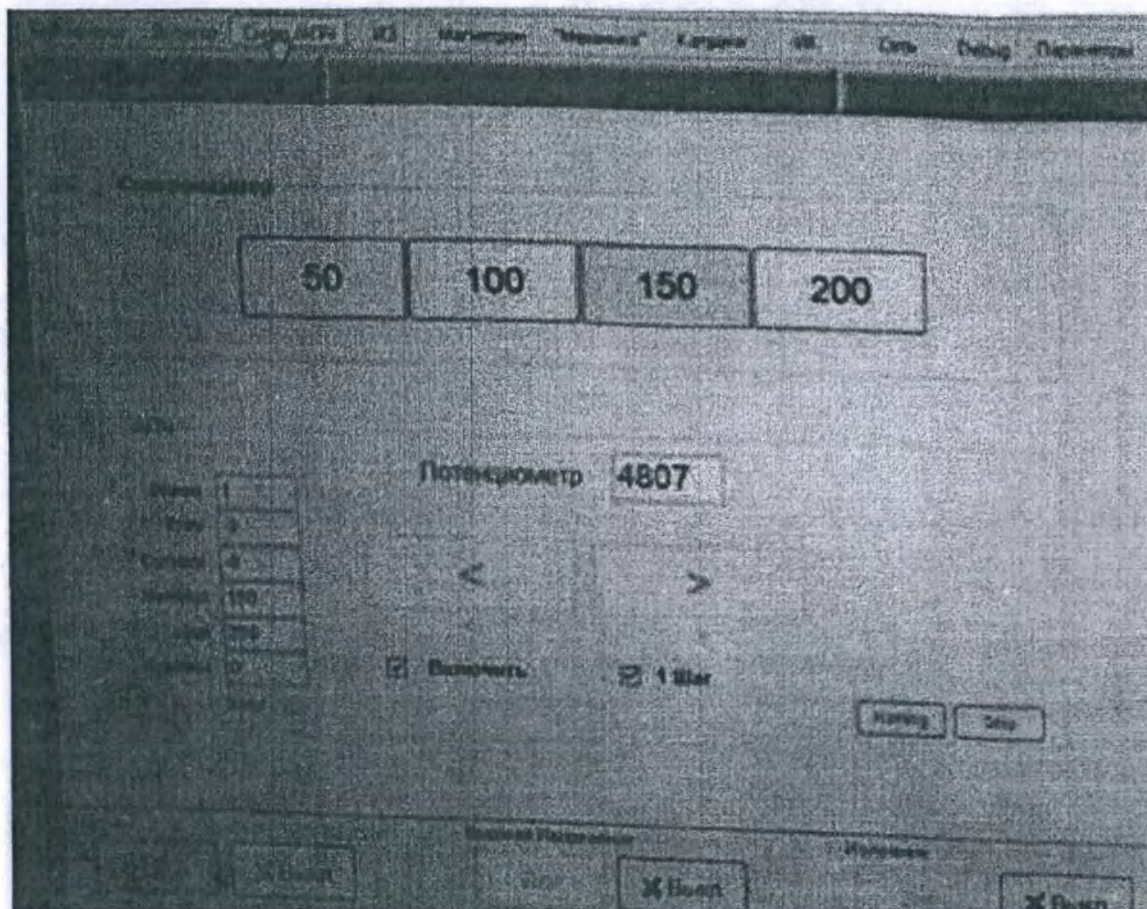


Рис.7.38 - Окно «Синхр/АПЧ»

7.3.6 Перейти в окно «ИЭ» (см. рис.7.21) и убедиться, что амплитуда сеточного импульса и амплитуда напряжения смещения на сетке в соответствии с таблицей 7.1.

7.3.7 Проконтролируйте по осциллографу амплитуду импульса тока тиратрона – 10 В (см. рис.7.39) и форму импульса отражённой мощности (см. рис.7.41).

7.3.8 Проверьте состояние вакуума по правому информационному окну (см. рис.7.40).

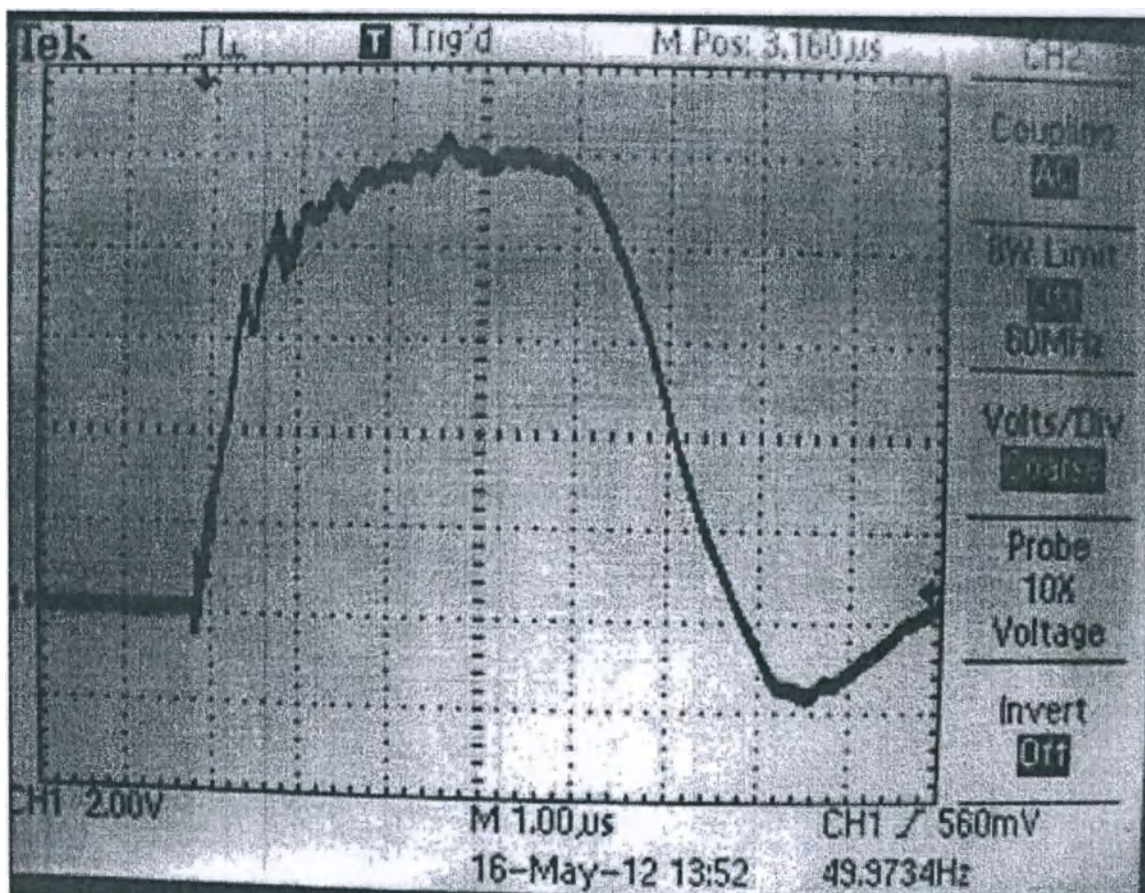


Рис.7.39 - Осциллограмма импульса тока тиратрона

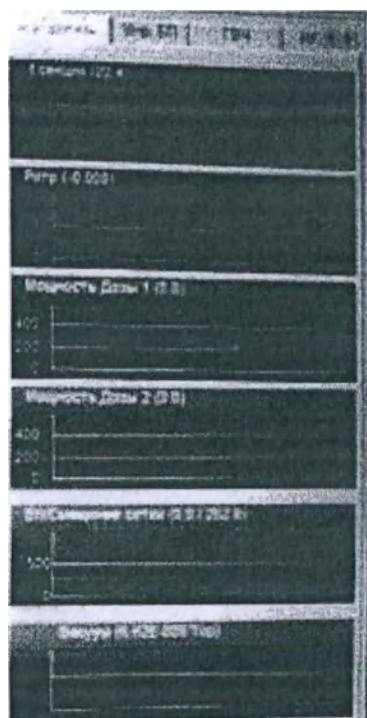


Рис.7.40 - Информационное окно программы «ЭЛЛУС-6»

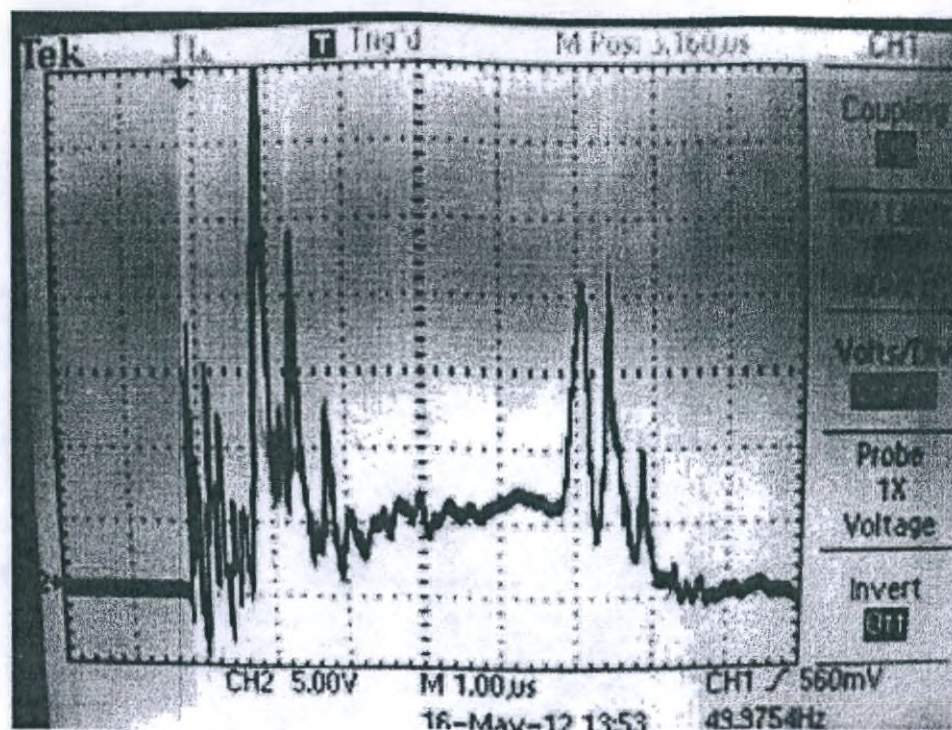


Рис.7.41 - Осциллограмма импульса отражённой мощности

7.3.9 Откройте окно «Дозатор» (см. рис.7.43) и уберите по обоим каналам в квадратах «Контроль» и «Счёт» галочки, нажмите кнопку «Сброс». Включите излучение кнопкой «Вкл.» внизу окна.

Убедитесь, что отражённый сигнал на осциллографе имеет представленную форму (см. рис.7.42), а вакуум находится в допустимых пределах.

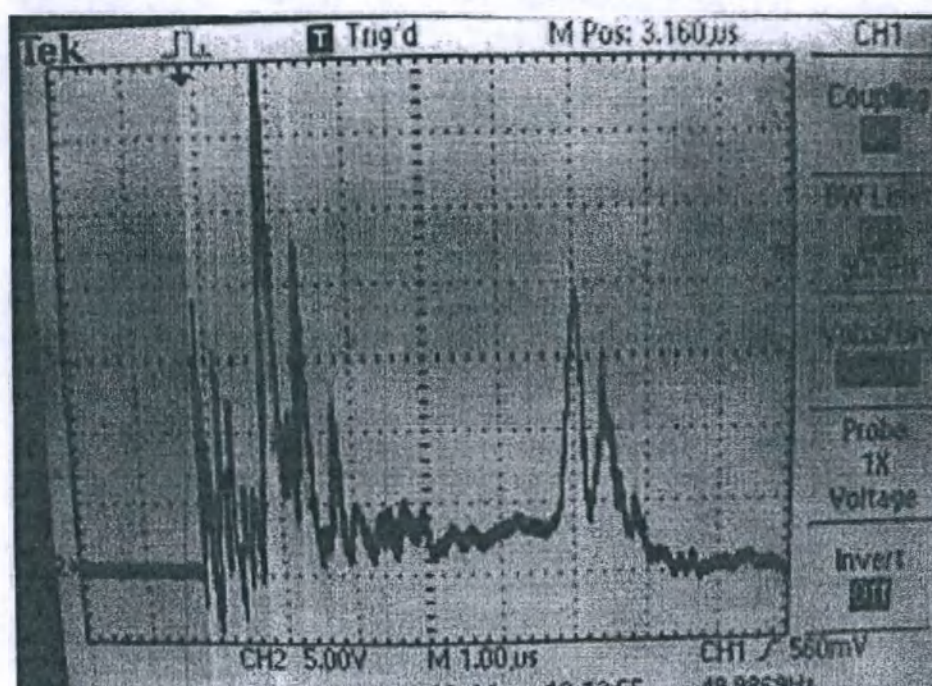


Рис.7.42 - Осциллограмма импульса отражённой мощности после включения излучения

7.3.10 Вызвав окно «Синхр/АПЧ» (см. рис.7.38) по прошествии 3 минут после включения излучения, перейти на 200 посылок и в окне «Дозатор» (см. рис.7.43) проверить стабильность мощности дозы по обоим каналам, мощность дозы должна быть около 300 сГр/мин.

По прошествии 10 минут после включения излучения, выключить излучение.

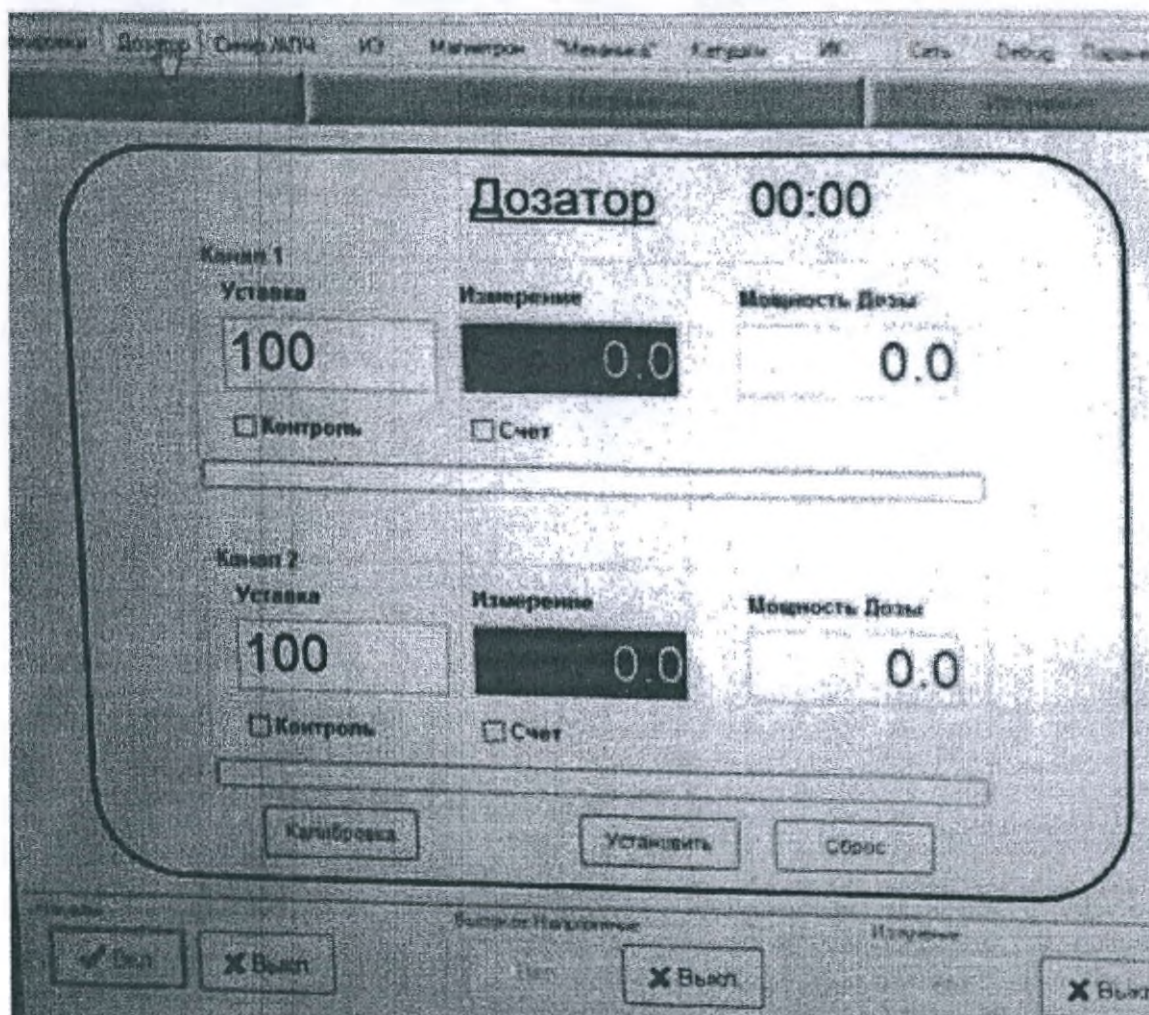


Рис.7.43 - Окно «Дозатор»

7.3.11 В окне «Дозатор» (см. рис.7.43) установить галочку в квадратах «Контроль» и необходимую дозу по каждому независимому каналу, нажать кнопку «Установить».

Проконтролируйте мощность дозы и набор дозы. Убедитесь, что после набора заданной дозы происходит автоматическое выключение излучения для каждого канала и это происходит по каналу, на котором установлена меньшая доза. После изменения величины отпускаемой дозы необходимо нажимать кнопку «Установить».

7.3.12 Отключите высокое напряжение нажатием кнопки «Выкл.» в группе блокировок «Высокое напряжение» на мониторе компьютера АРМ.

7.3.13 Установите независимый клинический дозиметр согласно установленной методики калибровки ускорителя, включите излучение и проконтролируйте соответствие отпущенной дозы её установленным значениям на дозаторе по каждому каналу.

7.3.14 Откройте окно «Механика» (см. рис.7.44). Проверьте, как отрабатывает команды система дистанционного управления механическими параметрами ускорителя.

Проверьте работоспособность ручных пультов управления, находящихся в лечебном зале.

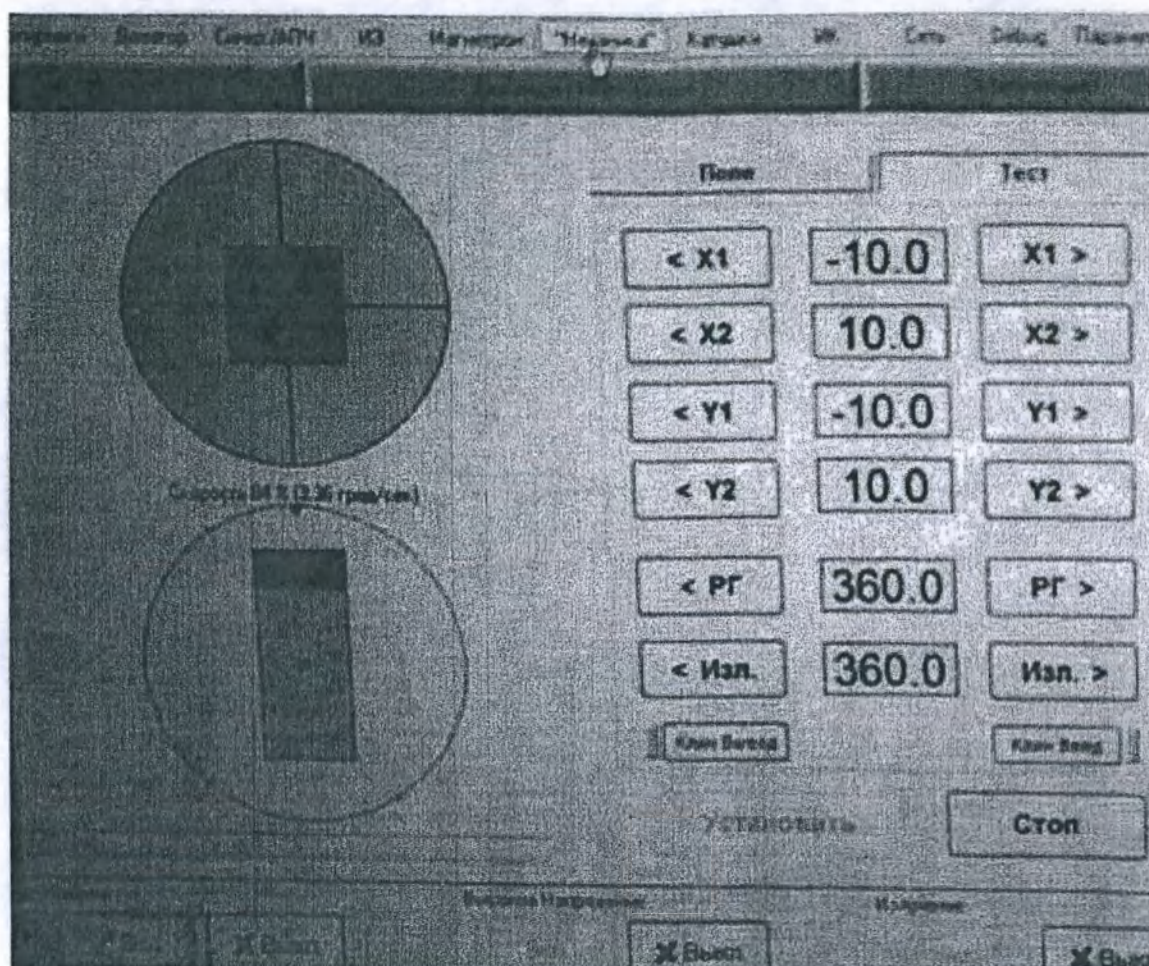


Рис.7.44 - Окно «Механика»

7.3.15 Для перевода ускорителя в медицинский режим выберите соответствующую закладку программы «ЭЛЛУС-6» (см. рис.7.45).

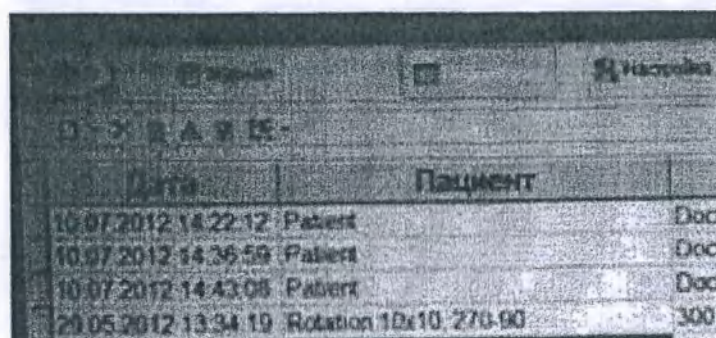


Рис.7.45 - Медицинский режим программы «ЭЛЛУС-6»

7.3.16 В закладке «Журнал» (см. рис.7.46) можно посмотреть все действия, которые проводились с использованием программы «ЭЛЛУС-6».

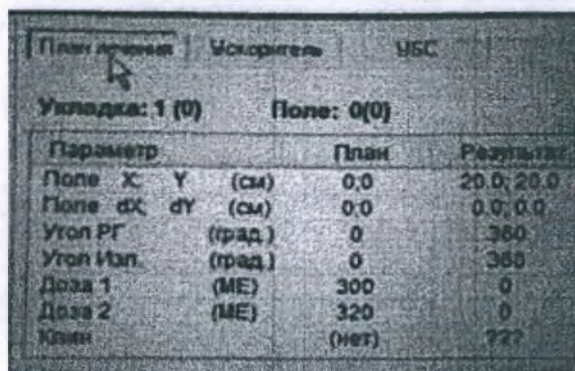


Рис.7.47 - Информационная закладка «План лечения»

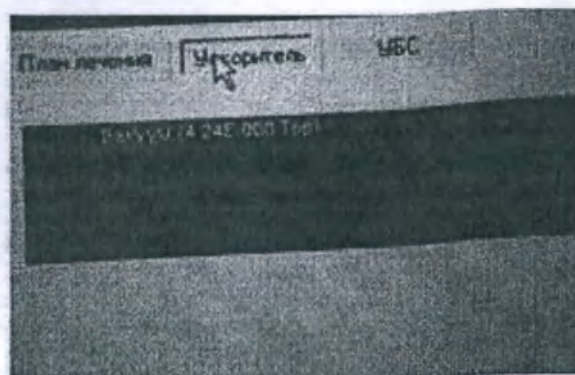


Рис.7.48 - Информационная закладка «Ускоритель»

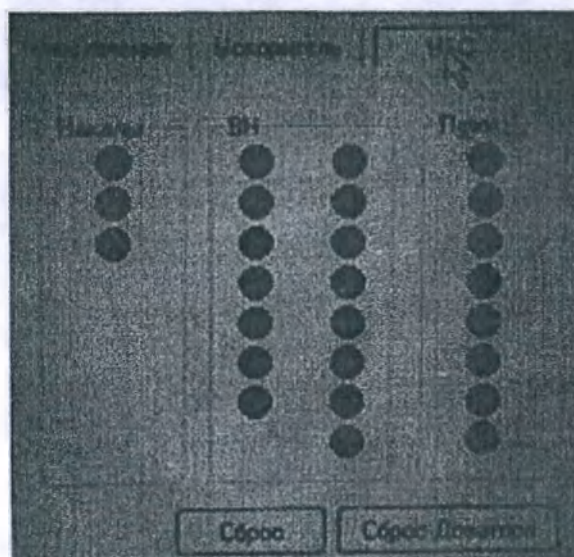


Рис.7.49 - Информационная закладка «УБС»

7.4.6 При проведении укладки пациента оператор может изменять параметры ускорителя (размер поля, угол поворота штатива, угол поворота головки) и терапевтического стола (высоту и угол поворота основания), для этого ему необходимо воспользоваться одним из ручных пультов. Их описание и принцип действия изложены в п.7 и 8.

7.4.7 Информация обо всех механических параметрах ускорителя и стола пациента отображается на настенных мониторах, которые размещены в лечебном зале с двух сторон от ускорителя на декоративной стенке (см. п.9).

7.4.8 Для точной укладки пациента имеется 3 лазерных центратора (см. рис.7.50), которые включаются одновременно со световым имитатором радиационного поля облучения. Все лазеры сходятся в изоцентре. Перекрестие светового имитатора поля показывает центр радиационного поля и направление главных его осей.

7.4.9 После проведения укладки пациента согласно рассчитанному плану облучения и установленной методике лечения, персонал покидает лечебное помещение. При этом необходимо ответственному за проведение укладки убедиться в отсутствии людей в процедурном помещении и нажать кнопку осмотра, которая расположена в дальнем углу помещения излучателя.

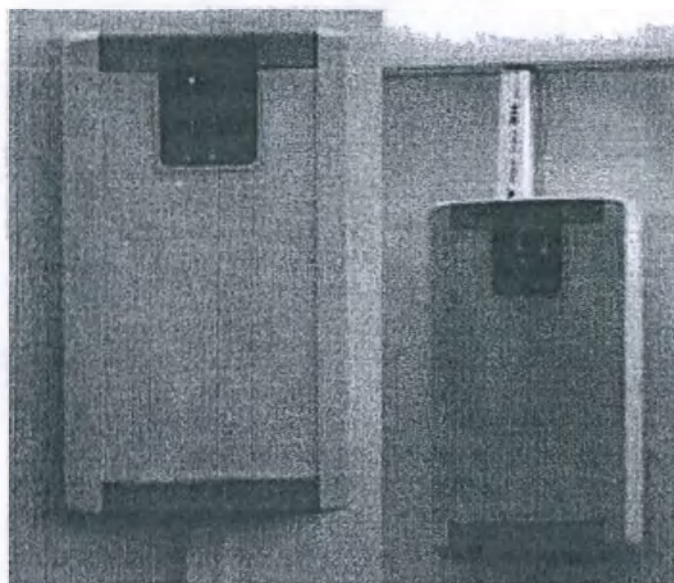


Рис.7.50 - Лазерные центраторы

7.4.10 После закрытия двери в лечебное помещение, в окне «Лечение» компьютера АРМ устанавливается, если это надо, количество отпускаемой за сеанс радиационной дозы по обоим каналам. Для включения облучения в этом окне нажимается кнопка «Старт», и после поднятия высокого напряжения, то есть через 5 секунд, включается излучение и загорается находящиеся рядом с дверью табло «Излучение включено».

7.4.11 Во время лечения кнопка «Старт» становится недоступной, а разрешенной остается только кнопка «Стоп», которой можно остановить лечение или на время, или на совсем.

7.4.12 После набора заданной дозы облучения ускоритель отключит излучение. После этого необходимо закрыть окно «Лечение» кнопкой «Заккрыть».

7.4.13 После нажатия кнопки «Заккрыть» будут показаны результаты прошедшего сеанса лечения, которые можно сохранить и распечатать на принтере.

7.5 ВЫКЛЮЧЕНИЕ УСТАНОВКИ

7.5.1 В программе «ЭЛЛУС-6» отключите «Накалы» кнопкой «Выкл» в группе «Накалы»; закройте окно программы «ЭЛЛУС-6».

7.5.2 Выключите компьютер АРМ стандартной процедурой выключения операционной системы.

7.5.3 В стойке АСУ выключите питание, нажав на кнопку «О» (см. рис.7.10). Выключите систему слежения, переговорное устройств и систему контроля радиационного фона. Выключите компьютер, расположенный на задней стороне фальшстенки, перегораживающей процедурное помещение.

7.5.4 Через 10 минут выключите систему охлаждения рубильником на лицевой панели теплообменника (см. рис.7.4).

7.5.5 Выключите питание ускорителя в щите «Щит питания» автоматом Q1 (см. рис.7.3).

7.5.6 Выключите вентиляцию.

7.5.7 Выключите пускатель ЩС1-2 380 Вольт, расположенный в пультной ускорителя, кнопкой красного цвета «СТОП» (см. рис.7.2).

7.5.8 Произведите осмотр установки на наличие потёков и возникших дефектов. Сделайте запись в оперативном журнале установки об окончании работы и замечаниях, возникших в процессе её эксплуатации.

7.5.9 При аварийных ситуациях снятие напряжения с ускорителя производится нажатием кнопки аварийного отключения (см. рис.7.51), которые расположены как в процедурном помещении, так и в пультовой ускорителя.



Рис.7.51 - Аварийные кнопки

7.6 РУЧНОЙ ПУЛЬТ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДАМИ

7.6.1 Ручной пульт управления позволяет управлять всеми электроприводами ускорителя.

Все координаты приводов, состояние драйверов и другая информация отображается на настенных мониторах процедурной.

7.6.2 Пульт имеет на лицевой поверхности 18 кнопок, назначение которых меняется в зависимости от выбранного режима работы, и кнопку разрешения движения на боковой поверхности. Три светодиода индицируют режим работы.

Клавиатура пульта изображена на рис. 7.52.:



Рис. 7.52 – Ручной пульт управления

7.6.3 Все моторы разделены на три группы.

В первую группу входят: продольное, поперечное, вертикальное перемещение деки стола, поворот стола и поворот штатива ускорителя.

Вторая группа: перемещение диафрагм X1, X2, Y1, Y2 и поворот радиационной головки.

Третья группа: управление размером поля облучения (парное перемещение диафрагм X1, X2, Y1, Y2) и поворот радиационной головки.

Для переключения групп служат три верхние кнопки.

7.6.4 Управление приводами стола и поворотом штатива

Для управления перемещением стола или поворотом штатива ускорителя нажмите кнопку «стол и штатив», желтый светодиод будет мигать (индикация выбранного режима). Нажмите и удерживайте боковую кнопку разрешения движения, нажмите кнопку требуемого направления (актуальны желтые надписи на кнопках). Движение начинается с малой скорости, через несколько секунд скорость увеличивается.

7.6.5 Управление диафрагмами и поворотом головки

Для управления перемещением отдельных диафрагм или поворотом головки нажмите кнопку «диафр. и головка», зеленый светодиод будет мигать. Актуальны светло-зеленые надписи на кнопках.

7.6.6 Управление размером поля и поворотом головки

Для парного перемещения диафрагм или поворота головки нажмите кнопку «поле и головка», режим индицируется двойным миганием зеленого светодиода. Актуальны светло-зеленые и темно-зеленые надписи на кнопках. Управление диафрагмами X1 или Y1 вызывает синхронное перемещение диафрагм X2 и Y2 – размер поля облучения не меняется. Нажатие на кнопки FX или FY приводит к движению диафрагм в противоположных направлениях – изменение размера поля.

7.6.7 Управление подсветкой поля

Во всех режимах работы пульта при нажатии на кнопку (5) происходит включение подсветки поля облучения, лазерных центраторов и лазерного дальномера, верхний свет в процедурной выключается. Для выключения подсветки на

7.7 КОМПЬЮТЕР С НАСТЕННЫМИ МОНИТОРАМИ В ПРОЦЕДУРНОЙ

7.7.1 Информация обо всех механических параметрах ускорителя и стола для пациента отображается на настенных мониторах в процедурной (см. рис. 7.53).

7.8 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

7.8.1 Непосредственно к работе на ускорителе приказом дирекции учреждения допускается только персонал группы А. Эти лица проходят инструктаж с регистрацией в специальном журнале (два раза в год) по правилам безопасной работы на ускорителе в процедурном помещении.

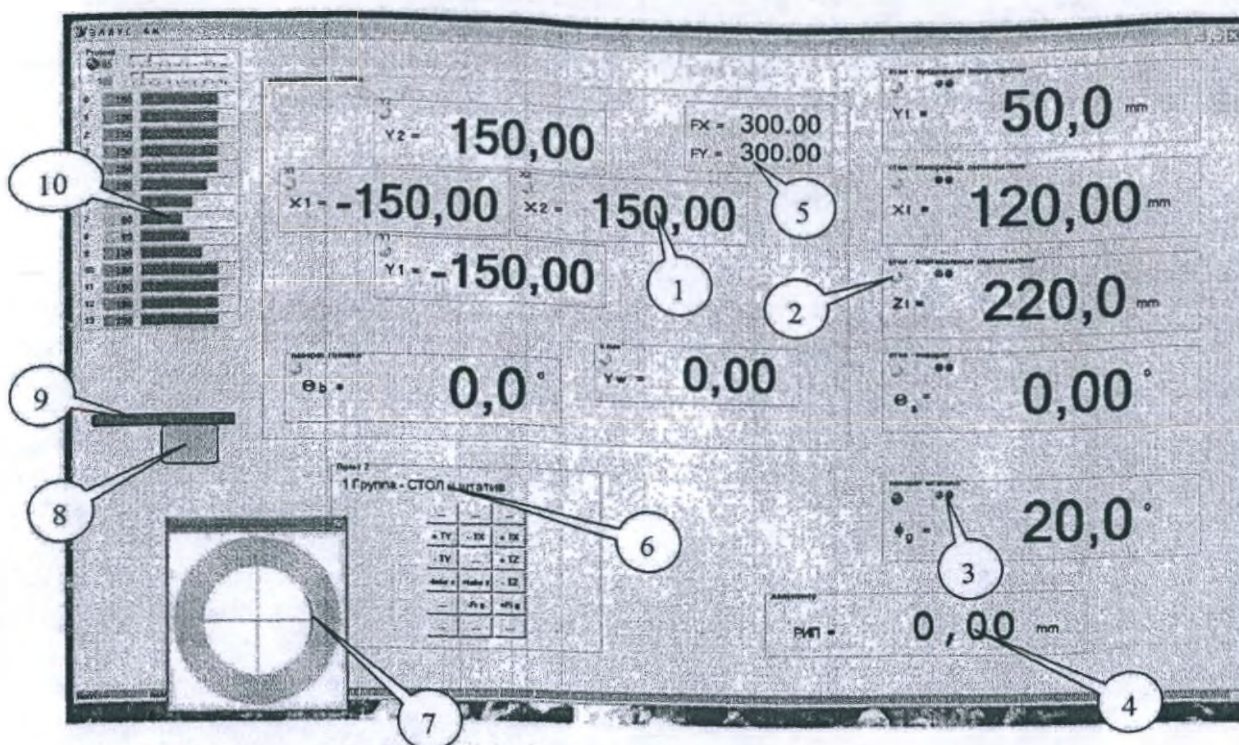
7.8.2 Отдельно составляются инструкции по противопожарной безопасности, предупреждению радиационных аварий и ликвидации их последствий. Эти инструкции утверждаются администрацией учреждения и согласовываются с ЦГСЭН и Госпожнадзором. Допущенный к эксплуатации персонал инструктируется по проведению аварийных работ и работ по пожаротушению (не реже двух раз в год).

7.8.3 Система мероприятий радиационного контроля при эксплуатации ускорителя должна включать:

- Периодический контроль за уровнями ионизирующих излучений в радиационно-опасной зоне, на наружной поверхности защиты, на рабочих местах персонала, в смежных помещениях. Периодичность контроля согласовывается с органами Госсанэпиднадзора.
- Индивидуальный дозиметрический контроль при эксплуатации и ремонтно-профилактических работах - проводится постоянно.

Лица, ответственные за радиационную безопасность и контроль за радиационной безопасностью на установке, назначаются приказом дирекции учреждения.

7.8.4 Эксплуатация ускорителя должна производиться в соответствии с настоящим Руководством по эксплуатации ускорителя «ЭЛЛУС-6М» и конструкторской документацией.



- 1 – координата привода;
- 2 – состояние драйвера привода (желтый – выключен, зеленый – включен, серый – не отвечает (неисправность));
- 3 – сигналы программы предсказания столкновений – показывают, в каком направлении безопасно двигаться и куда движение запрещено;
- 4 – показания лазерного дальномера РИП;
- 5 – размер поля облучения;
- 6 – информация о текущем режиме работы ручного пульта №2;
- 7 – визуализация программы предсказания столкновений – схематично изображен кожух головки в осях XY. При приближении головки к ложу стола или тумбе стола опасные места отмечаются последовательно изменяющимся - желтым, оранжевым и красным цветом. На критическом расстоянии движение автоматически запрещается, разрешенное направление движения показано сигналами (3);
- 8 – сигналы программы предсказания столкновений – цветом показывается приближение головки к тумбе стола;
- 9 – сигналы программы предсказания столкновений – цветом показывается приближение головки к ложу стола;
- 10 – информация от контроллера емкостных датчиков приближения. Емкостные датчики на кожухе головки чувствуют приближение к нему тела пациента. В опасной близости движение запрещается.

Рис. 7.53 – Настенный монитор в процедурной

7.8.5 Обслуживающий персонал при эксплуатации ускорителя должен вести по крайней мере два журнала:

- оперативный журнал, в котором должны быть отмечены: дата работы, начало и окончание работы, Ф.И.О. обслуживающего персонала, программа работы, замечания по работе оборудования установки;

- журнал ремонта и профилактики, в котором должно быть отмечено: начало и окончание работы, Ф.И.О. персонала, проводившего профилактику или ремонт, системы, блоки, узлы и т.п., подвергнутые профилактике или ремонту. При выполнении ремонта должны быть указаны причины выхода из строя ремонтируемого оборудования.

7.8.6 При эксплуатации механизмы для поворота движущейся части ускорителя (штатива) и терапевтического стола должны быть закрыты стационарными конструктивными элементами, снятие и удаление которых возможно только с помощью инструмента.

7.8.7 Перемещения (поворот) штатива и стола для пациента при проведении укладки пациента возможны только при одновременном воздействии оператора на два независимых органа управления. В случае выхода из строя выше озвученной системы работать на ускорителе **ЗАПРЕЩЕНО**.

7.8.8 Ускоритель оснащен системой, предотвращающей столкновение движущейся части ускорителя (штатива) с неподвижными частями ускорителя (стол для пациента) или телом пациента. В случае выхода из строя выше озвученной системы работать на ускорителе **ЗАПРЕЩЕНО**.

7.8.9 Размещение пациента допускается только на зафиксированной деке стола.

7.8.10 В случае выхода из строя хотя бы одной из ниже перечисленных блокировок работать на ускорителе **ЗАПРЕЩЕНО**:

- блокировка вакуумной системы, которая обеспечивает запрещение включения высокого напряжения при вакууме давлением более чем $2 \cdot 10^{-4}$ мм рт. ст.;
- блокировка таймера, которая обеспечивает запрещение включения высокого напряжения в течение 5 мин. после включения питания ускорителя;
- блокировки процедурного помещения, которая обеспечивает запрещение включения высокого напряжения при разомкнутой цепи дверной блокировки процедурного помещения;
- аварийная кнопка остановки облучения, которая при нажатии должна выключить излучение и прекратить сеанс облучения;
- блокировка детектора неисправности питания, обеспечивающая остановку облучения при отсутствии питания ионизационной камеры ускорителя;
- блокировка по неравномерности поля, обеспечивающая остановку облучения при нарушении равномерности радиационного поля;

7.8.11 В случае выхода из строя блокировок, обеспечивающих завершение сеанса облучения и защиты пациента от ошибки в величине отпущенной дозы по сравнению с заданной, работать на ускорителе **ЗАПРЕЩЕНО**:

- 1 каналом системы мониторингирования дозы в нормальном режиме,
- 2 каналом системы мониторингирования дозы в случае выхода из строя 1-го канала,
- встроенным таймером в случае выхода из строя 1-го и 2-го каналов,
- в случае разницы показаний каналов, превышающей 5% от выданной дозы + 2 мониторной единицы,
- в случае одновременной неисправности обоих каналов системы мониторингирования дозы.

7.8.12 Без работающей системы вытяжной вентиляции, обеспечивающей воздухообмен в помещении процедурной, работать на ускорителе **ЗАПРЕЩЕНО**.

7.8.13 Во время укладки пациента в области действия рабочего пучка ускорителя должны находиться только руки проводящего укладку.

8 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ

8.1 ГЕНЕРАТОР СВЧ И ТРАКТ ВОЛНОВОДНЫЙ

8.1.1 Ежедневное обслуживание

- Проверьте шланги и их соединения в системе водяного охлаждения на предмет повреждения или утечки.

- Убедитесь, что давление элегаза во внутреннем объеме волноводного тракта составляет $1,2 \dots 1,5 \text{ кгс/см}^2$.

8.1.2 Обслуживание раз в месяц

- Проверьте шланги и их соединение в системе водяного охлаждения на предмет повреждения или утечки.

- Убедитесь, что давление элегаза во внутреннем объеме волноводного тракта соответствует норме.

- Проверьте надежность всех коаксиальных соединений.

8.1.3 Обслуживание раз в три месяца

- Проверьте шланги и их соединение в системе водяного охлаждения на предмет повреждения или утечки.

- Проверьте работоспособность датчика давления воды.

- Убедитесь, что давление элегаза во внутреннем объеме волноводного тракта соответствует норме.

- Проверьте работоспособность датчика давления элегаза и электроконтактного манометра.

8.1.4 Обслуживание раз в год

- Проверьте работоспособность датчика давления воды.

- Проверьте работоспособность датчика давления элегаза и электроконтактного манометра.

- Замените элегаз в волноводном тракте.

- Осмотрите ферритовые вкладыши в Y-циркуляторе; удалите немагнитным инструментом посторонние частицы (стальные опилки и т.п.), "прилипшие" к ферритам; протрите спиртом ферритовые вкладыши.

- Проверьте в метрологической службе работоспособность частотомера, осциллографа, манометра, редуктора.

- Проверьте напряжение питания на схемах усилителей всех детекторных головок.

- При необходимости замените в детекторных головках детекторы Д 603.

- Убедитесь, что величина магнитного поля между полюсами магнита (в отсутствии магнетрона) составляет $1550 \pm 25 \text{ Гаусс}$ ($155 \pm 2,5 \text{ мТ}$).

8.2 УСКОРЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

8.2.1 Техническое обслуживание ускоряющего устройства проводится с соблюдением правил вакуумной гигиены совместно с обслуживанием волноводного тракта (см. руководство по эксплуатации волноводного тракта).

8.3 ИСТОЧНИК ЭЛЕКТРОНОВ

8.3.1 Запасные катодные блоки поставляются в откачанных металлических контейнерах в вакуумном состоянии. При хранении на воздухе эмиссионные свойства катода падают из-за взаимодействия окиси бария с парами воды и двуокисью углерода.

8.3.2 Замена катода должна производиться с соблюдением требований вакуумной гигиены:

- использовать чистые нейлоновые перчатки при работе с компонентами ИЭ;
- не допускать контакта компонентов ИЭ с маслом, грязью и т.п.;

- перед работой необходимо обезжирить инструменты спиртом, используя ткань без ворса;
- замену катода производить в чистой сухой атмосфере и стараться не дышать на компоненты;
- при разборке ИЭ размещать компоненты на чистой поверхности, чтобы избежать загрязнения.
- все отпечатки на вакуумных поверхностях должны быть удалены растворителем (чистым бензином или этиловым спиртом высокой очистки).

8.3.3 Для кратковременной (несколько минут) защиты вскрытого вакуумного объема ускорителя от водяных паров и пыли можно использовать непрерывное протекание азота через систему, но при уменьшенном давлении (0,15 атмосферы).

8.4 БЛОК ПИТАНИЯ ИСТОЧНИКА ЭЛЕКТРОНОВ

8.4.1 Блок питания ТИЭ не требует специального технического обслуживания. В период эксплуатации не реже одного раза в год необходимо производить очистку изолятора, на котором закреплён блок, и его элементов от пыли и проверку винтовых соединений электрических цепей. Техническое обслуживание следует производить при отключенном электропитании.

8.4.2 При эксплуатации блока питания ТИЭ необходимо соблюдать требования правил ПОТРМ-016-2001 и ПЭЭП для установок свыше 1000В.

8.4.3 Подготовка измерительной аппаратуры производится согласно инструкции по эксплуатации на неё.

8.4.4 При подготовке рабочего места и проверке электрических параметров необходимо выполнять следующие требования:

- контрольно-измерительные приборы и проверяемые изделия должны иметь надёжное заземление,
- применять инструмент с изолированными ручками,
- запрещается производить перепайки в блоке при включённом питании, а также использовать неисправные соединительные кабели.

**ВНИМАНИЕ: ВО ВКЛЮЧЁННОМ СОСТОЯНИИ БЛОКА ПИТАНИЯ ТИЭ
НАПРЯЖЕНИЕ НА НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ВНУТРИ БЛОКА МОЖЕТ
ДОСТИГАТЬ ЗНАЧЕНИЯ 1500 В, А ПРИ ВКЛЮЧЁННОМ МОДУЛЯТОРЕ
МАГНЕТРОНА ВЕСЬ БЛОК НАХОДИТСЯ ПОД ИМПУЛЬСНЫМ
НАПРЯЖЕНИЕМ 50КВ.**

8.5 МОДУЛЯТОР МАГНЕТРОНА

8.5.1 Специального технического обслуживания модулятор магнетрона не требует. В период эксплуатации не реже одного раза в год необходимо производить очистку изоляторов тиратрона и магнетрона от пыли и проверку винтовых соединений электрических цепей. Техническое обслуживание следует производить при отключенном электропитании.

8.5.2 Указание мер безопасности.

- При эксплуатации модулятора магнетрона необходимо соблюдать требования правил ПОТРМ-016-2001 и ПЭЭП для установок свыше 1000В.

- Подготовка измерительной аппаратуры производится согласно инструкции по эксплуатации на неё. При подготовке рабочего места и проверке электрических параметров необходимо выполнять следующие требования:

- контрольно-измерительные приборы проверяемого изделия должны иметь надёжное заземление;
- применять инструмент с изолированными ручками;

- запрещается производить перепайки в модуляторе при включённом питании, а также использовать неисправные соединительные кабели.

ВНИМАНИЕ: ВО ВКЛЮЧЁННОМ СОСТОЯНИИ МОДУЛЯТОРА МАГНЕТРОНА НАПРЯЖЕНИЕ НА НЕКОТОРЫХ ЭЛЕМЕНТАХ МОЖЕТ ДОСТИГАТЬ ЗНАЧЕНИЯ 20 КВ, А НА ИМПУЛЬСНОМ ТРАНСФОРМАТОРЕ И МАГНЕТРОНЕ - 50КВ. КОЖУХА МОДУЛЯТОРА МАГНЕТРОНА И БЛОКА В/В 380-10,5КВ МОЖНО СНИМАТЬ НЕ РАНЕЕ ЧЕМ ЧЕРЕЗ 5МИН ПОСЛЕ ОТКЛЮЧЕНИЯ СИЛОВОГО ПИТАНИЯ ДЛЯ СТЕКАНИЯ ЗАРЯДОВ С ЁМКОСТНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ.

8.6 СИСТЕМА КОЛЛИМАЦИИ ПУЧКА

8.6.1 Для защиты ходовых винтов, зубчатых колес и оптических приборов от пыли по окончании работы радиотерапевтической установки, блок радиационной головки должен накрываться пыленепроницаемым чехлом.

8.6.2 Не реже, чем раз в месяц следует производить профилактический осмотр тубусов и проверку систем их крепления, блокировок и идентификации.

8.6.3 Не реже, чем раз в шесть месяцев следует производить профилактический осмотр механизмов и узлов блока радиационной головки.

8.7 РАДИАЦИОННАЯ ГОЛОВКА

8.7.1 Для регулировки перекрестия светового поля необходимо проверить проецируемое изображение перекрестия следующим образом.

- Установить стол для пациента в изоцентр. Закрепить лист миллиметровки на поверхности стола.

- Отметить центр перекрестия на миллиметровке. Повернуть радиационную головку на 90° и снова отметить центр перекрестия. Повторите эту процедуру, повернув головку на 90° в другую сторону.

- Соединить полученные точки. Если полученная фигура не вписывается в круг Ø1 мм, проецируемое перекрестие нуждается в корректировке.

8.7.2 Корректировать проектируемое изображение перекрестия следующим образом:

- Снять кожух блока радиационной головки.
- Отрегулировать положение оптического осветителя.
- Повернуть блок радиационной головки на 180° и проверить, что центр проецируемого перекрестия останется внутри круга диаметром 1 мм. Если нет, повторить процедуру корректировки.

- Установить кожух блока радиационной головки.

8.7.3 Установку размеров радиационного поля продолжите следующим образом:

- Установить штатив излучателя и блок головки излучателя в $0^\circ \pm 0,5^\circ$. Выставить диафрагмами поле в центре 30 см x 30 см по монитору в процедурном помещении. Включить световое поле.

- Поместить рентгеновскую пленку в светонепроницаемой оболочке горизонтально в изоцентр; проколоть отметки на пленке: центр перекрестия, оси и границы светового поля.

- Закрыть пленку эквивалентным материалом толщиной 10 мм. Экспонировать дозой 70 рад (для Kodak X-OMAT). Проявить пленку, а затем с помощью денситометра проанализировать ее. Отметить точки с 50% плотностью.

- Измерить расстояние (в см) на пленке между точками с 50% плотностью по осям G-T и A-B осям. Проверить, что размер поля на мониторе совпадает с измеренным. Если нет, то следует откорректировать показания монитора.

- Открыть диафрагмы, закрыть их, затем снова выставить поле 30 см x 30 см. Прозекспонировать вторую пленку, соответственно отмеченную, и проверить, что размер радиационного поля совпадает данными на мониторе в пределах 2 мм. Если нет, повторить этап (4), пока не будет достигнуто требуемое совпадение.

- Повторить те же операции для размеров поля 15 см x 15 см и 3 см x 3 см.

- Проверить, что световое поле совпадает с радиационным в пределах 2 мм. В случае необходимости регулировкой триммеров и прожектора светового поля добиться совпадения.

- Световое поле будет совпадать с радиационным для всех положений диафрагм. Все регулировки выполнены еще при наладке ускорителя в заводских условиях, и заказчику настоятельно советуют не прикасаться к ним.

8.8 ИОНИЗАЦИОННАЯ КАМЕРА

8.8.1 Пластины ионизационной камеры сделаны из очень тонкой лавсановой пленки, натянутой на кольца, с напыленными на нее токопроводящими электродами, и расположенной на пути радиационного пучка. Промежутки между пластинами заполнены воздухом. Для эксплуатации камеры дозиметрических каналов 1 и 2 должны быть изолированы от окружающей среды. Однако, поскольку пластины изолированных камер не могут противостоять изменениям атмосферного давления при авиационных перевозках, ионизационные камеры поставляются негерметичными.

8.8.2 Из-за очень малой толщины пластин их очень легко повредить острыми предметами, после чего дальнейшая эксплуатация представляется невозможной. Защитные крышки устанавливаются с каждой стороны ионизационной камеры. Крышки должны остаться на камере и после установки ее на ускоритель. Если камеру необходимо снимать с ускорителя, ее необходимо хранить в специальном боксе.

8.8.3 Перед установкой новой ионизационной камеры ее необходимо загерметизировать:

- Распаковать новую ионизационную камеру. Снять защитные крышки и проверить, что верхняя и нижняя пленка неповреждены.

- Осторожно распаковать два изоляционные заглушки ионизационной камеры (они очень маленькие).

- Приготовить небольшое количество эпоксидного клея типа "Devcon" (двухкомпонентный тюбик).

- Тщательно нанести тонкий слой клея на нижнюю часть головки заглушки. Не наносить клей на основной стержень заглушки или непосредственно на ионизационную камеру.

- Установить изоляционные заглушки: по одной с каждой стороны ионизационной камеры. Немного развернуть каждую заглушку до равномерного распределения клея вокруг ее края.

- Установить защитные крышки на ионизационную камеру, используя M2.5 x 6.90° винты с потайной головкой. Обратите внимание, что фиксирующие отверстия в крышках обеспечивают совпадение крышек и камеры.

8.8.4 Для замены ионизационной камеры необходимо:

- Установить штатив излучателя в положение 180°. С помощью грузоподъемного устройства снять головку излучателя. При этом откроется доступ к ионизационной камере, расположенной на коллиматоре.

- Удалить 2 винта (M4 x 10), осуществляющих крепление проводного жгута ионизационной камеры к опорным стойкам, после чего отключить все коаксиальные разъемы вокруг камеры.

- Удалить 2 винта (M5 x 10), чтобы снять ионизационную камеру вместе с креплением. Установить данные крепления на новую ионизационную камеру.

ПРИМЕЧАНИЕ: Новая ионизационная камера должна быть загерметизирована, как описано выше.

- Установку камеры произвести в обратном порядке.

9 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

9.1 Транспортирование упакованного «Эллуса-6М» может производиться любым видом транспорта в крытых транспортных средствах при условии выполнения требований ГОСТ Р 50444 и с соблюдением правил перевозки грузов, действующих на каждом виде транспорта. Условия транспортирования оборудования – по условиям хранения 5 по ГОСТ 15150.

9.2 Упакованное оборудование должно храниться в условиях хранения 1, распакованное оборудование – в условиях хранения 1 согласно ГОСТ 15150.

10 СВЕДЕНИЯ ОБ УТИЛИЗАЦИИ

10.1 Меры безопасности:

Ускоритель электронов линейный медицинский «Эллус-6М» с максимальной энергией ускоренных электронов 6 МэВ относится к ускорителям 1-ой группы и наведенная активность окружающей среды практически не представляет опасности для здоровья людей. По потенциальной радиационной опасности объект с ускорителем 1-ой группы относится к IV категории (СанПиН 2.6.1.2573-10, п. 2.3).

10.2 Сведения и проводимые мероприятия по подготовке и отправке изделия на утилизацию:

Ускоритель электронов «Эллус-6М» выводится из эксплуатации по окончании срока эксплуатации, отведенного Техническими условиями ТУ 9444-111-08626377-2011 или при принятии такого решения эксплуатирующей медицинской организацией.

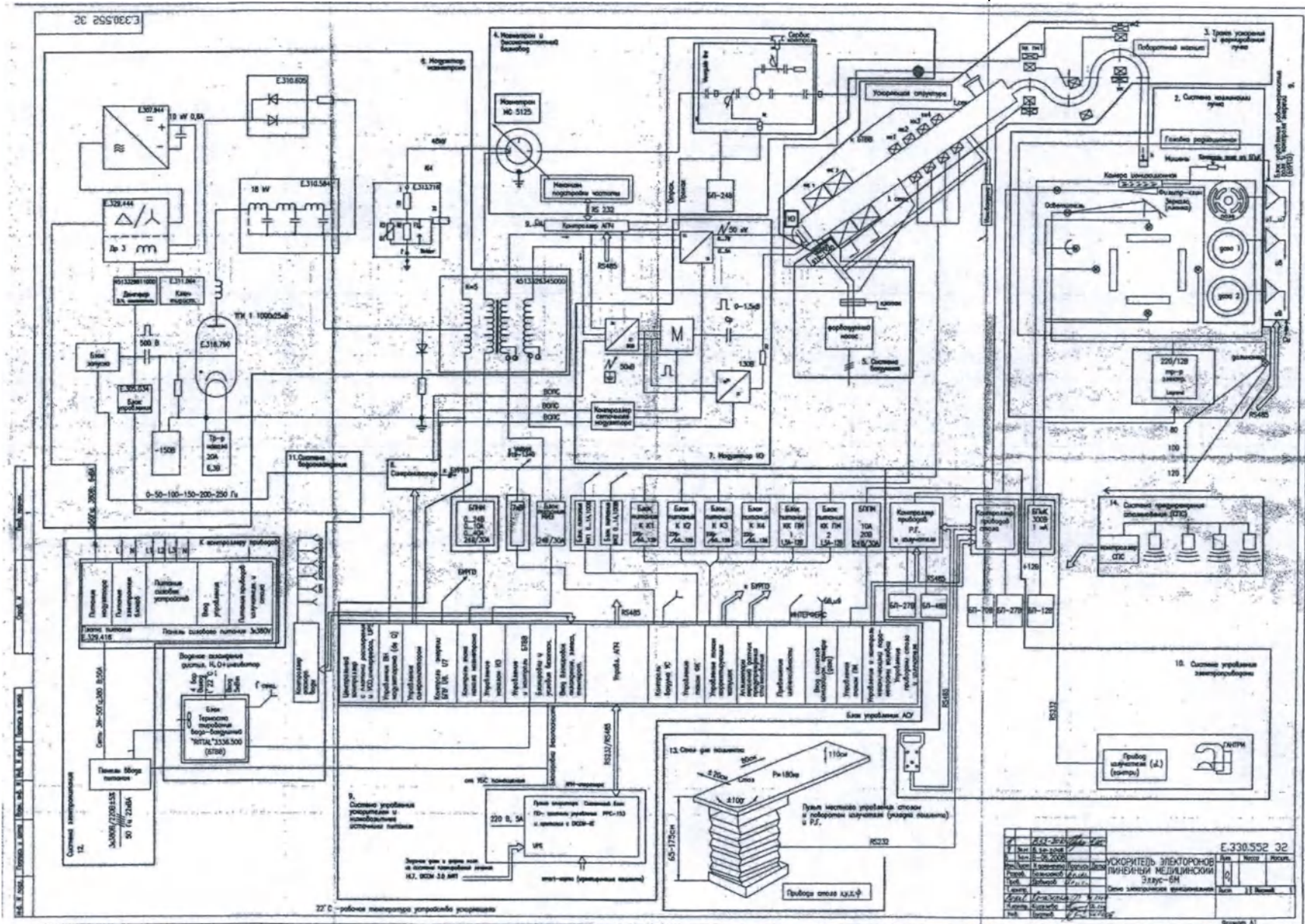
После вывода из эксплуатации изделие приводится в состояние, исключающее возможность его использования в качестве источника ионизирующего излучения путем отдельной от изделия утилизации магнетрона MG5125.

Остальные узлы ускорителя утилизируются как производственные отходы (СанПиН 2.6.1.2891-11, п. 5.4).

10.3 Показатели к выводу из эксплуатации:

- несоответствие выдаваемых параметров Техническим условиям ТУ 9444-111-08626377-2011;
- моральное устаревание.

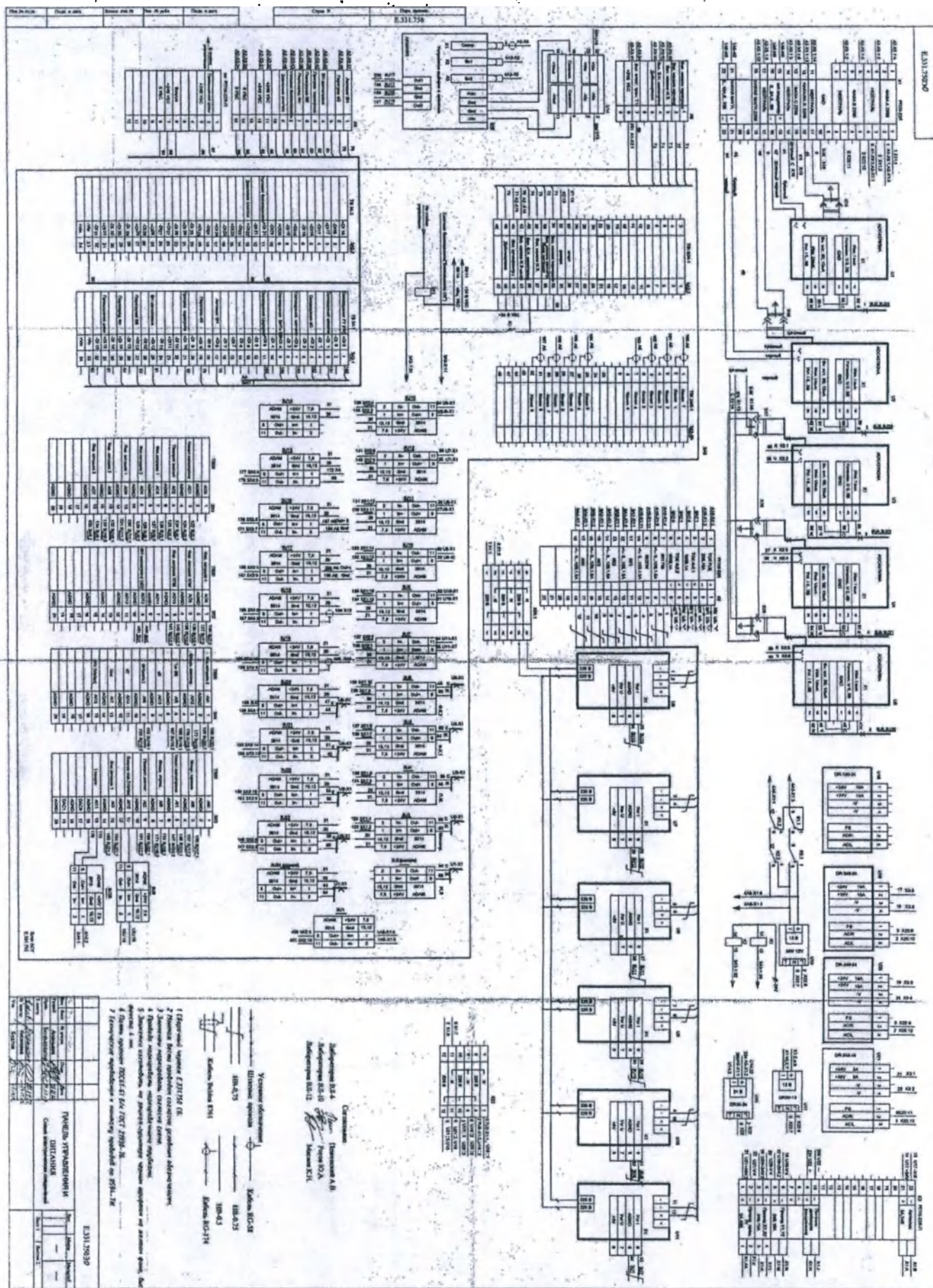
ПРИЛОЖЕНИЕ А

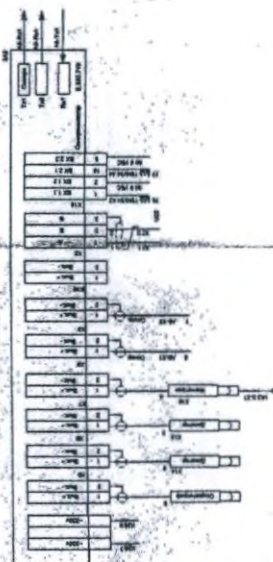




		ПОЗ. ОБОЗНАЧЕ НИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ.	ПРИМЕЧАНИЕ
Перв. примен		U1	Преобразователь интерфейса RS485-USB Arc-485 Арх Энергосервис	1	
		X1,X2	Гнездо DB-9F Платан	2	
			Разъем DB-9M Симметрон	2	ответная часть
		A1	Излучатель Эллус-6М Е.331.051	1	
		1A1	Модулятор ЛУЭ-6М Е.332.032	1	
Справ №		1A2	Панель питания Е.332.330	1	
		1A3	Панель управления и питания Е.331.750	1	
		A2	Теплообменник 3336.500	1	
		A3	Щит питания Е.332.601	1	
		A4	Стойка АСУ ускорителя Е.332.935	1	
		A5	Многолепестковый коллиматор Е.332.648	1	
		A6	Арм-оператор Е.332.374	1	
		A7	Компьютер РС-САПР 19"	1	
		A8	Система блокировки сигнализации и управления Е.339.489	1	
		A9	Стол для пациента Е.330.114	1	
Подп. и дата		A10	Пульт ручного управления Эллус-6М Е.338.200	1	
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Взам. Инв. №					
Подп. и дата					
		</			

P.331.750

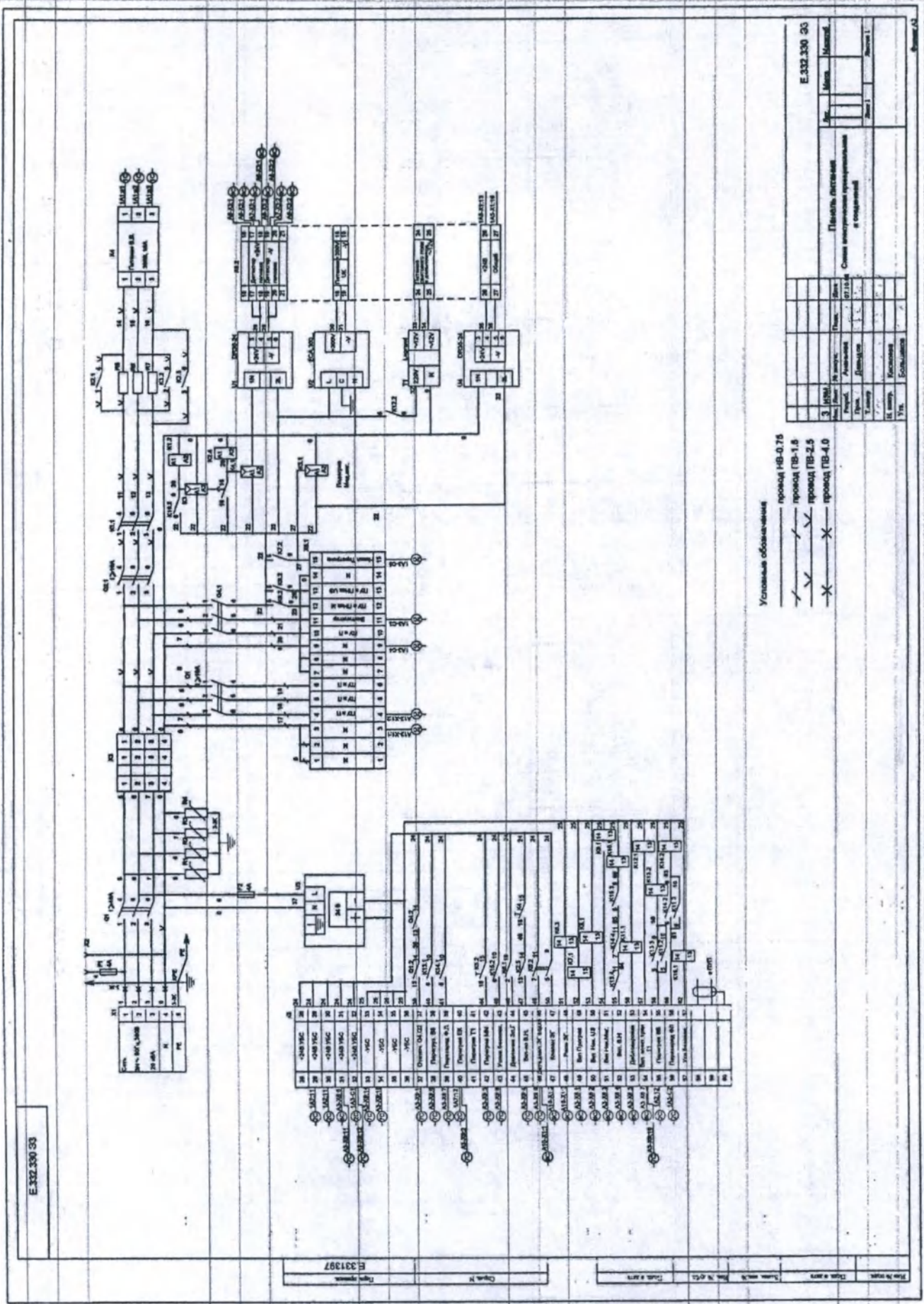




	ПОЗ. ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ.	ПРИМЕЧАНИЕ
Перв. примен				
	K1,K2	Реле FINDER 55349024.00.70	2	
	U1-U3	Блок питания ADC4370/24 24V Powernet	3	
	U4,U5	Блок питания ADC4370/96 96V Powernet	2	
	U6-U11	Блок питания 1.5A, 12В ЭЛИМ	6	
	U12	Блок питания DR30-5 Мера-эл	1	
	U13-U15	Блок питания DR30-24 Мера-эл	3	
	U16	Источник питания DRH-120-24 РВН ф.Авитон	1	
Справ №	U17	Блок питания DR30-12 на DIN рейку 12В, 2А Мера-эл	1	
	U18	Блок питания 12В, 3.5А NDR-4512 Meanwell Элтех	1	
	U19,U20	Источник питания DRH-240-24 РВН ф.Авитон	2	
	U21	Источник питания DRH-240-48 РВН ф.Авитон	1	
	X1,X2	Розетка РП10-22Л ГЕО.364.004ТУ	2	
	X3,X4	Розетка РП10-22Л-П ГЕО.364.004ТУ	2	
	X5-X8	Гнездо DB-9F Платан	4	
	X9	Гнездо DB-15F Платан	1	
	X10,X11	Гнездо DB-9F Платан	2	
	X12-X14	BNC ADAPTOR изолированный прямой 50 Ом RS 394-7661	3	
	X15-X19	Розетка евро	5	
	X20,X21	Блок розеток 250В, 16А, 3 розетки, без выключателя RITTAL DK 7240.110	2	
	X22	Клемма		
		Клемма серая 1.5мм ² 18А WAGO 279-681	62	
		Клемма оранжевая 1.5мм ² 18А WAGO 279-682	59	
		Клемма синяя 1.5мм ² 18А WAGO 279-684	62	
		Клемма черная 1.5мм ² 18А WAGO 279-685	58	
		Клемма желто-зеленая 1.5мм ² 18А WAGO 279-687	1	
		Разъем DB-9M Симметрон	6	ответная часть
		Разъем DB-15M Симметрон	1	ответная часть
		Вилка кабельная прямая 50 Ом RS 295-7661	3	ответная часть
Подп. и дата	3A1	Контроллер стола и радиционной головки E.332.028	1	
	3A2	Синхронизатор E.332.719	1	
	3A3	Блок АСУ E.331.753	1	
	3A3-1,3A3-2	Клеммная плата ТВ-, на 34 контакта FASTWELL TIB96601	2	
	3A3-3	Плата дискретного вывода гальванической развязки каналов DIB91301 FASTWELL TBI 0/24C	1	
	3A3-4	Плата дискретного ввода гальванической развязки каналов DIB91201 FASTWELL TBI 24/0C-1	1	
	3K1	Реле электромагнитное WAGO 859-304	1	
	3U1-3U24	Модуль гальванической развязки ADAM 3014 ADVANTECH	24	
Взаим. Инв. №				
Подп. и дата				
Инв. № подл.				

Архив. Разработчик Д. 21.12.12

114

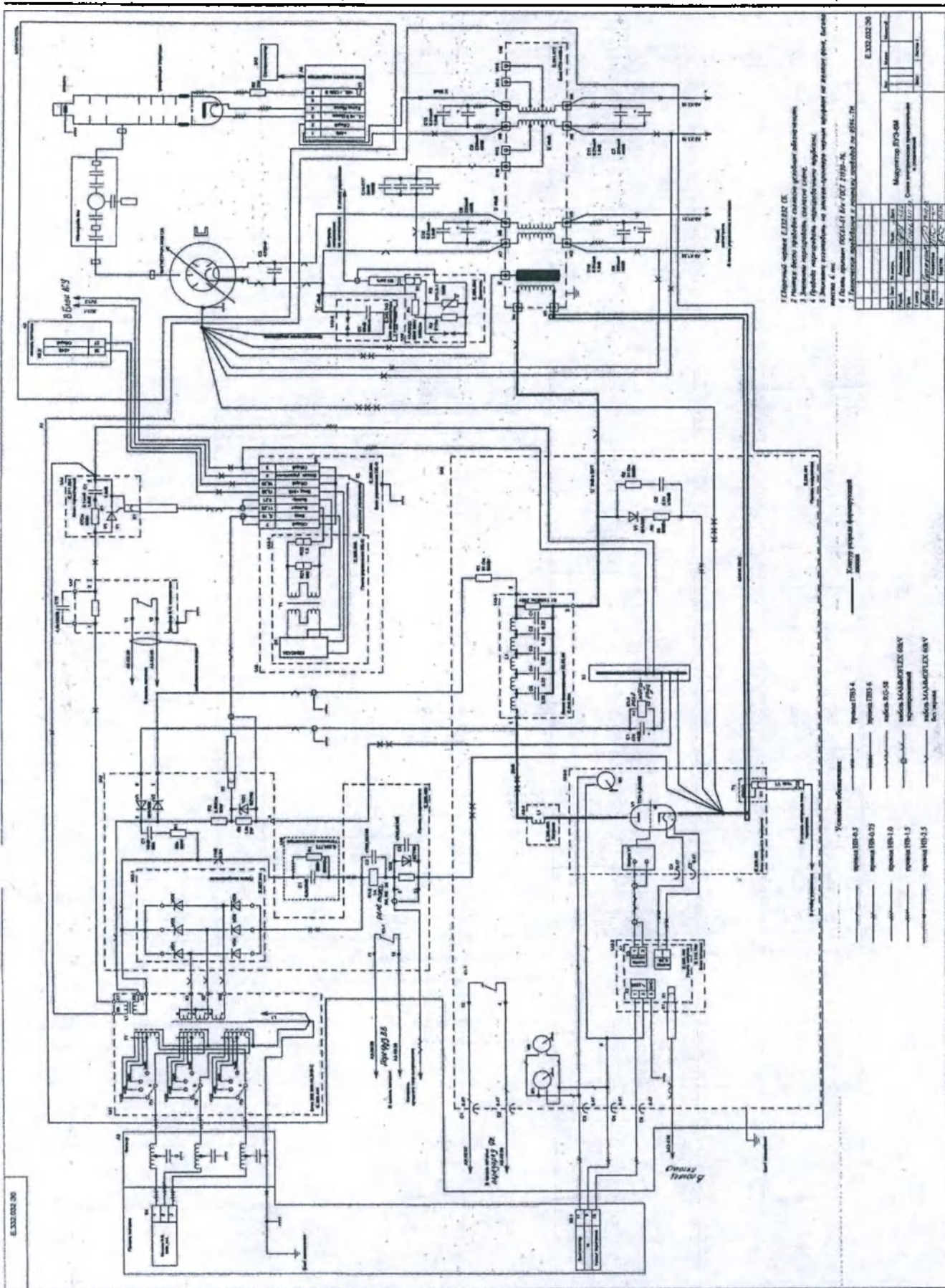


ПОЗ. ОБОЗН.	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ.	ПРИМ.
F1,F2	ПРЕДОХРАНИТЕЛЬ 4А,10х38 LEGRAND 130 04	4	
K1,K2	КОНТАКТОР 100-C12 KF10 230V 50/60HZ ALLEN-BRADLEY	2	
K3,K4,K5	РЕЛЕ ВРЕМЕНИ 0,1с-10час, LEGRAND 047 40	3	
K6...K15	РЕЛЕ -24В FINDER 5534 9024 2070	10	
R1...R4	ОГРАНИЧИТЕЛЬ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ ОПС1-В/4 ИНТЕРЭЛЕКТРОКОМПЛЕКТ	4	
R5...R7	РЕЗИСТОР С5-35-50Вт-27ом ОЖО.467.541ТУ	3	
Q1.1	ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ТРЕХПОЛЮСНЫЙ 25-40А ALLEN-BRADLEY 140-CMN-4000	1	
Q1.2	РАСЦЕПИТЕЛЬ МИНИМАЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ 220...230В, 50Гц/240...260В, 60Гц ALLEN-BRADLEY 140-CUV-A	1	
Q2	ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ТРЕХПОЛЮСНЫЙ 10-16А ALLEN-BRADLEY 140MN-1600	1	
Q3	ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ТРЕХПОЛЮСНЫЙ 6,3-10А ALLEN-BRADLEY 140-MN-1000	1	
Q4.1	ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ТРЕХПОЛЮСНЫЙ 2,5-4А ALLEN-BRADLEY 140MN-0400	1	
Q4.2	БЛОК ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ КОНТАКТОВ однополюсный ALLEN- BRADLEY 140-A10	1	
T1	ТРАНСФОРМАТОР 35-105 Вт, 12-230в LEGRAND 42057	1	
U1,U4	БЛОК ПИТАНИЯ 24V 2,5А ES60-24 DEUTRONIC	1	
U2	БЛОК ПИТАНИЯ 220В, 24В,30Вт КОНТИНЕНТ ЕСА300.10240	1	
U3	БЛОК ПИТАНИЯ 24V 2,5А ES60-24 DEUTRONIC	1	
X1	КЛЕММА СИНЯЯ, 6мм2, 41А WAGO 282-684	1	
X1	КЛЕММА ЖЕЛТО-ЗЕЛЕНАЯ, 6мм2, 41А WAGO 282-687	1	
X2	КЛЕММА серая; 1,5мм2; 18А WAGO 279-831	11	
X2	КЛЕММА оранжевая; 1,5мм2; 18А WAGO 279-832	6	
X2	КЛЕММА синяя; 1,5мм2;18А WAGO 279-834	5	
X2	КЛЕММА желто-зелен. WAGO 280-837	1	
X2	КЛЕММА оранж.; 2,5мм2; 24А WAGO 280-835	10	
X2	КЛЕММА голуб.; 2,5мм2; 24А WAGO 280-834	1	
X2	КЛЕММА серая; 2,5мм2; 24А WAGO 280-833	9	
X2	КЛЕММА черная; 2,5мм2; 24А WAGO 280-831	9	
X2	КЛЕММА СЕРАЯ, 6мм2, 41А WAGO 282-681	9	
Z1	ФИЛЬТР СЕТЕВОЙ DL-25EB3	1	

					Е.332.330ПЭЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ПАНЕЛЬ ПИТАНИЯ ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ		
Разраб.		КИРЦЕВ	<i>[подпись]</i>	12.12.12			
Пров.		БОЛЬШАКОВ	<i>[подпись]</i>	20.12.12			
Т. контр.		МАСЛОВ	<i>[подпись]</i>				
Н. контр.		КИСЕЛЕВА	<i>[подпись]</i>	20.12.12			
Утв.		БОЛЬШАКОВ	<i>[подпись]</i>	20.12.12			

Лит	Лист	Листов
Т	1	1

Архив Росатомэнерго 24.12.12



1. Схематический чертеж
 2. Назначение: блок питания системы управления
 3. Назначение: преобразование, стабилизация
 4. Назначение: преобразование, стабилизация
 5. Назначение: преобразование, стабилизация
 6. Назначение: преобразование, стабилизация
 7. Назначение: преобразование, стабилизация

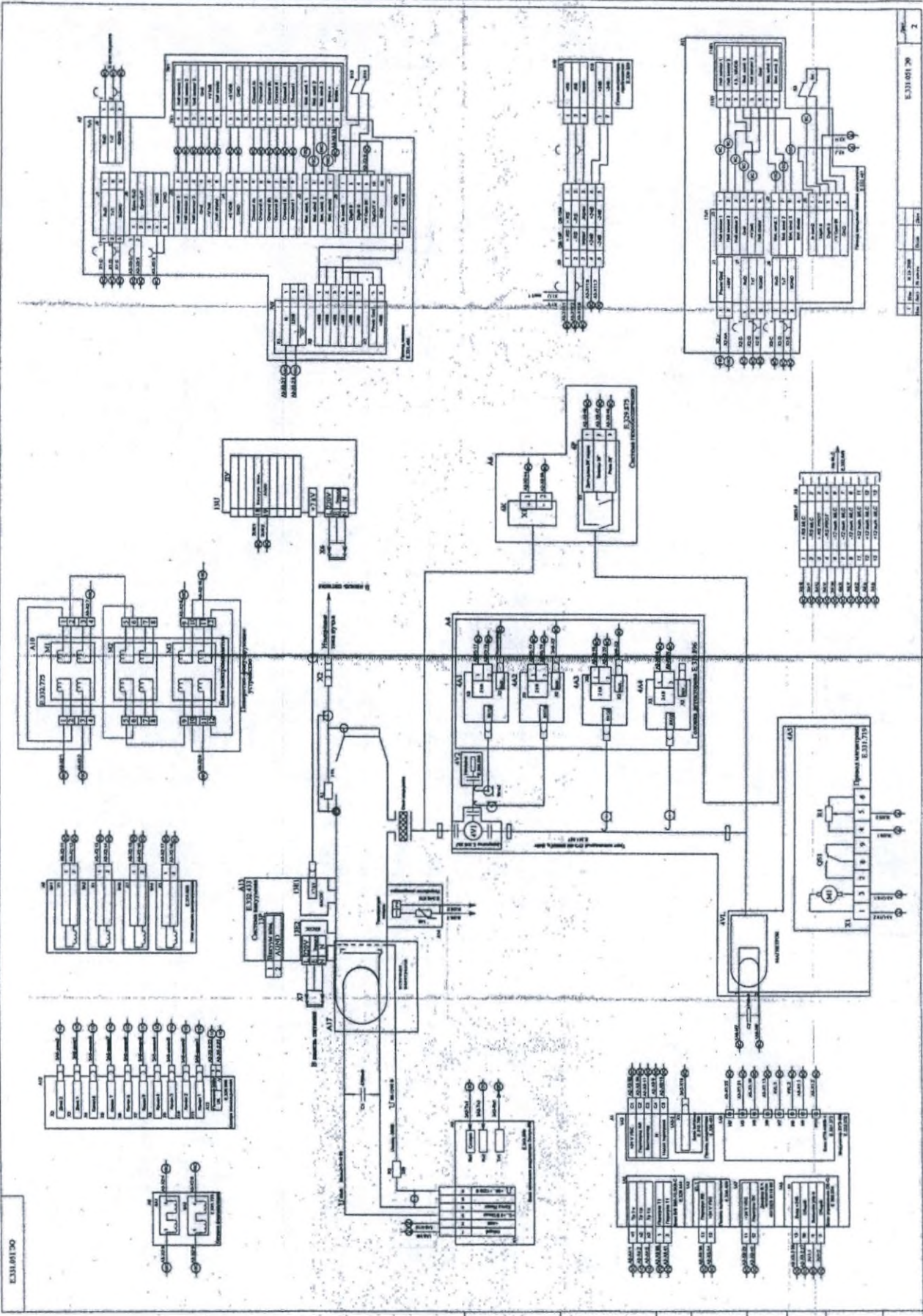
№	Имя	Дата	Стр.	Всего
1	Иванов	10.10.10	1	1
2	Петров	15.10.10	2	2
3	Сидоров	20.10.10	3	3
4	Кузнецов	25.10.10	4	4
5	Лебедев	30.10.10	5	5
6	Зинин	05.11.10	6	6
7	Васильев	10.11.10	7	7
8	Попов	15.11.10	8	8
9	Морозов	20.11.10	9	9
10	Исупов	25.11.10	10	10
11	Сухов	30.11.10	11	11
12	Борисов	05.12.10	12	12
13	Воробьев	10.12.10	13	13
14	Павлов	15.12.10	14	14
15	Семин	20.12.10	15	15
16	Михайлов	25.12.10	16	16
17	Иванов	30.12.10	17	17
18	Петров	05.01.11	18	18
19	Сидоров	10.01.11	19	19
20	Кузнецов	15.01.11	20	20
21	Лебедев	20.01.11	21	21
22	Зинин	25.01.11	22	22
23	Васильев	30.01.11	23	23
24	Попов	05.02.11	24	24
25	Морозов	10.02.11	25	25
26	Исупов	15.02.11	26	26
27	Сухов	20.02.11	27	27
28	Борисов	25.02.11	28	28
29	Воробьев	30.02.11	29	29
30	Павлов	05.03.11	30	30
31	Семин	10.03.11	31	31
32	Михайлов	15.03.11	32	32
33	Иванов	20.03.11	33	33
34	Петров	25.03.11	34	34
35	Сидоров	30.03.11	35	35
36	Кузнецов	05.04.11	36	36
37	Лебедев	10.04.11	37	37
38	Зинин	15.04.11	38	38
39	Васильев	20.04.11	39	39
40	Попов	25.04.11	40	40
41	Морозов	30.04.11	41	41
42	Исупов	05.05.11	42	42
43	Сухов	10.05.11	43	43
44	Борисов	15.05.11	44	44
45	Воробьев	20.05.11	45	45
46	Павлов	25.05.11	46	46
47	Семин	30.05.11	47	47
48	Михайлов	05.06.11	48	48
49	Иванов	10.06.11	49	49
50	Петров	15.06.11	50	50
51	Сидоров	20.06.11	51	51
52	Кузнецов	25.06.11	52	52
53	Лебедев	30.06.11	53	53
54	Зинин	05.07.11	54	54
55	Васильев	10.07.11	55	55
56	Попов	15.07.11	56	56
57	Морозов	20.07.11	57	57
58	Исупов	25.07.11	58	58
59	Сухов	30.07.11	59	59
60	Борисов	05.08.11	60	60
61	Воробьев	10.08.11	61	61
62	Павлов	15.08.11	62	62
63	Семин	20.08.11	63	63
64	Михайлов	25.08.11	64	64
65	Иванов	30.08.11	65	65
66	Петров	05.09.11	66	66
67	Сидоров	10.09.11	67	67
68	Кузнецов	15.09.11	68	68
69	Лебедев	20.09.11	69	69
70	Зинин	25.09.11	70	70
71	Васильев	30.09.11	71	71
72	Попов	05.10.11	72	72
73	Морозов	10.10.11	73	73
74	Исупов	15.10.11	74	74
75	Сухов	20.10.11	75	75
76	Борисов	25.10.11	76	76
77	Воробьев	30.10.11	77	77
78	Павлов	05.11.11	78	78
79	Семин	10.11.11	79	79
80	Михайлов	15.11.11	80	80
81	Иванов	20.11.11	81	81
82	Петров	25.11.11	82	82
83	Сидоров	30.11.11	83	83
84	Кузнецов	05.12.11	84	84
85	Лебедев	10.12.11	85	85
86	Зинин	15.12.11	86	86
87	Васильев	20.12.11	87	87
88	Попов	25.12.11	88	88
89	Морозов	30.12.11	89	89
90	Исупов	05.01.12	90	90
91	Сухов	10.01.12	91	91
92	Борисов	15.01.12	92	92
93	Воробьев	20.01.12	93	93
94	Павлов	25.01.12	94	94
95	Семин	30.01.12	95	95
96	Михайлов	05.02.12	96	96
97	Иванов	10.02.12	97	97
98	Петров	15.02.12	98	98
99	Сидоров	20.02.12	99	99
100	Кузнецов	25.02.12	100	100

Перв. примен	ПОЗ. ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ.	ПРИМЕЧАНИЕ			
Перв. примен	C1-C5	Конденсатор К73-56-250/127-25А-0.47пФ±20% Элкод РАЯЦ.673633.008ТУ	5				
	C6-C9	Конденсатор К50-35-400В-220мкФ ОЖО.464.214ТУ	4				
	C10-C13	Конденсатор К15-5-1.6кВ-0.01мкФ ОЖО.460.147ТУ	4				
	C14-C17	Конденсатор К75-816-1600В-2мкФ±10% Элкод	4				
	C18	Конденсатор К75-816-1000В-4мкФ±10% ОЖО.464.154ТУ	1				
Справ №	1A1	Блок В/В 380-10.5кВ-С Е.329.444	1				
	T1	Трансформатор ТЗ-380-4800С Е.329.633	1				
	L1	Дроссель зарядный Е.304.979	1				
	1A2	Панель выпрямителя Е.336.400	1				
	C1	Конденсатор К75-81-16кВ-800пФ±10% ОЖО.464.154ТУ	1				
	C2,C3	Конденсатор К50-35-16В-4700мкФ ОЖО.464.214ТУ	2				
	K1	Реле токовое Iном=1.0А 60.124.102.0040 Finder	1				
	R1	Резистор HVR-50D-92кОм Мес	1				
	R2	Резистор HVR-50D-3.3МОм±5% Мес	1				
	R3	Резистор МЛТ-2-1,8кОм ОЖО.467.180ТУ					
	R4,R5	Резистор HS25 24 Ом 5% Elfa	2				
	V1,V2	Сборка диодная 6HV30K HV Component Associates	2				
	VD1,VD2	Стабилитрон BZY93 (Устаб=13В) RS856-320	2				
	X1	Гнездо BNC-118 для RG-58 обжим на кабель Чип и Дип	1				
Подп. и дата		Терминатор BNC-120 Платан	1	ответная часть			
	1A2-1	Плата выпрямителя Е.307.944	1				
Взам. Инв. №	VD1-VD6	Столб FP200F VOLTAGE MULTIPLIERS Inc.	6				
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Е.332.032 ПЭО						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Инв. № подл.	Разраб.	АНАНЬЕВА	13.02.12				
	Пров.	БОЛЬШАКОВ	13.02.12				
	Т. контр.						
	Н. контр.	КИСЕЛЕВА	13.02.12				
	Утв.	БОЛЬШАКОВ	13.02.12				
Модулятор ЛУЭ-6М Перечень элементов					Лит.	Лист	Листов
						1	3

Архив Разработки Д 14.12.12

ПОЗ. ОБОЗНАЧЕ НИЕ		НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ.	ПРИМЕЧАНИЕ
1A3		Панель модулятора E.336.401	1	
C1		Конденсатор K50-35-450В-470мкФ(тип1) Платан	1	
C2		Конденсатор K75-54-16кВ-0.01мкФ±5% Элкод	1	
K1		Реле 60.12.4.062 Finder	1	
M1,M2		Вентилятор -AC 230/50, 19Вт, 160М^3/час Rittal RP3686.644	2	
R1,R2		Резистор C5-40-500Вт-51Ом±5% ОЖО.467.528ТУ	2	
R3		Резистор C5-40-500Вт-33Ом±10% ОЖО.467.572ТУ	1	
V1		Сборка диодная 6HV30K HV Component Associates	1	
X1		Шина заземления горизонтальная Rittal 7113.000	1	
1A3-1		Линия формирующая 02.03.000 E.310.584	1	
C1-C5		Конденсатор K75-74-40кВ-0.22мкФ±10% Элкод	5	
L1		Катушка 02.03.001 E.310.734	1	
R1		Резистор HVR30D 20МОм DACPOL	1	
1A3-2		Блок питания E.310.789	1	
A1		Плата запуска E.305.462	1	
X1		Розетка угловая RS447-392	1	
X2		Блок зажимов 2.5мм² 16А, 275V WAGO 236-507	1	
X3		Блок зажимов 2.5мм² 16А, 420V WAGO 236-602	1	
1A3-3		Блок разрядного тиратрона E.336.402	1	
C1,C2		Конденсатор K73-56-250/127-25А-0.47нФ±20% Элкод РАЯЦ.673633.008ТУ	2	
M1		Вентилятор -AC 230/50, 19Вт, 160М^3/час Rittal RP3686.644	1	
V1		Тиратрон ТГИ1-1000/25 ТС3.340.009ТУ	1	
1A3-4		Катушка E.336.403	1	
1A3-5		Блок конденсатора с разрядником E.343.743	1	
C1		Конденсатор K75-74-50кВ-600нФ±10% Элкод	1	
1A4		Ключ тиристорный E.311.064	1	
C1		Конденсатор K78-12-1600В-0.1мкФ±10% Элкод	1	
				</

E.331.011.90



№	Наименование	Материал	Количество	Примечание
1	А18	Э.331.011.90	1	
2	А17	Э.331.011.90	1	
3	А16	Э.331.011.90	1	
4	А15	Э.331.011.90	1	
5	А14	Э.331.011.90	1	
6	А13	Э.331.011.90	1	
7	А12	Э.331.011.90	1	
8	А11	Э.331.011.90	1	
9	А10	Э.331.011.90	1	
10	А9	Э.331.011.90	1	
11	А8	Э.331.011.90	1	
12	А7	Э.331.011.90	1	
13	А6	Э.331.011.90	1	
14	А5	Э.331.011.90	1	
15	А4	Э.331.011.90	1	
16	А3	Э.331.011.90	1	
17	А2	Э.331.011.90	1	
18	А1	Э.331.011.90	1	
19	А19	Э.331.011.90	1	
20	А20	Э.331.011.90	1	
21	А21	Э.331.011.90	1	
22	А22	Э.331.011.90	1	
23	А23	Э.331.011.90	1	
24	А24	Э.331.011.90	1	
25	А25	Э.331.011.90	1	
26	А26	Э.331.011.90	1	
27	А27	Э.331.011.90	1	
28	А28	Э.331.011.90	1	
29	А29	Э.331.011.90	1	
30	А30	Э.331.011.90	1	
31	А31	Э.331.011.90	1	
32	А32	Э.331.011.90	1	
33	А33	Э.331.011.90	1	
34	А34	Э.331.011.90	1	
35	А35	Э.331.011.90	1	
36	А36	Э.331.011.90	1	
37	А37	Э.331.011.90	1	
38	А38	Э.331.011.90	1	
39	А39	Э.331.011.90	1	
40	А40	Э.331.011.90	1	
41	А41	Э.331.011.90	1	
42	А42	Э.331.011.90	1	
43	А43	Э.331.011.90	1	
44	А44	Э.331.011.90	1	
45	А45	Э.331.011.90	1	
46	А46	Э.331.011.90	1	
47	А47	Э.331.011.90	1	
48	А48	Э.331.011.90	1	
49	А49	Э.331.011.90	1	
50	А50	Э.331.011.90	1	
51	А51	Э.331.011.90	1	
52	А52	Э.331.011.90	1	
53	А53	Э.331.011.90	1	
54	А54	Э.331.011.90	1	
55	А55	Э.331.011.90	1	
56	А56	Э.331.011.90	1	
57	А57	Э.331.011.90	1	
58	А58	Э.331.011.90	1	
59	А59	Э.331.011.90	1	
60	А60	Э.331.011.90	1	
61	А61	Э.331.011.90	1	
62	А62	Э.331.011.90	1	
63	А63	Э.331.011.90	1	
64	А64	Э.331.011.90	1	
65	А65	Э.331.011.90	1	
66	А66	Э.331.011.90	1	
67	А67	Э.331.011.90	1	
68	А68	Э.331.011.90	1	
69	А69	Э.331.011.90	1	
70	А70	Э.331.011.90	1	
71	А71	Э.331.011.90	1	
72	А72	Э.331.011.90	1	
73	А73	Э.331.011.90	1	
74	А74	Э.331.011.90	1	
75	А75	Э.331.011.90	1	
76	А76	Э.331.011.90	1	
77	А77	Э.331.011.90	1	
78	А78	Э.331.011.90	1	
79	А79	Э.331.011.90	1	
80	А80	Э.331.011.90	1	
81	А81	Э.331.011.90	1	
82	А82	Э.331.011.90	1	
83	А83	Э.331.011.90	1	
84	А84	Э.331.011.90	1	
85	А85	Э.331.011.90	1	
86	А86	Э.331.011.90	1	
87	А87	Э.331.011.90	1	
88	А88	Э.331.011.90	1	
89	А89	Э.331.011.90	1	
90	А90	Э.331.011.90	1	
91	А91	Э.331.011.90	1	
92	А92	Э.331.011.90	1	
93	А93	Э.331.011.90	1	
94	А94	Э.331.011.90	1	
95	А95	Э.331.011.90	1	
96	А96	Э.331.011.90	1	
97	А97	Э.331.011.90	1	
98	А98	Э.331.011.90	1	
99	А99	Э.331.011.90	1	
100	А100	Э.331.011.90	1	

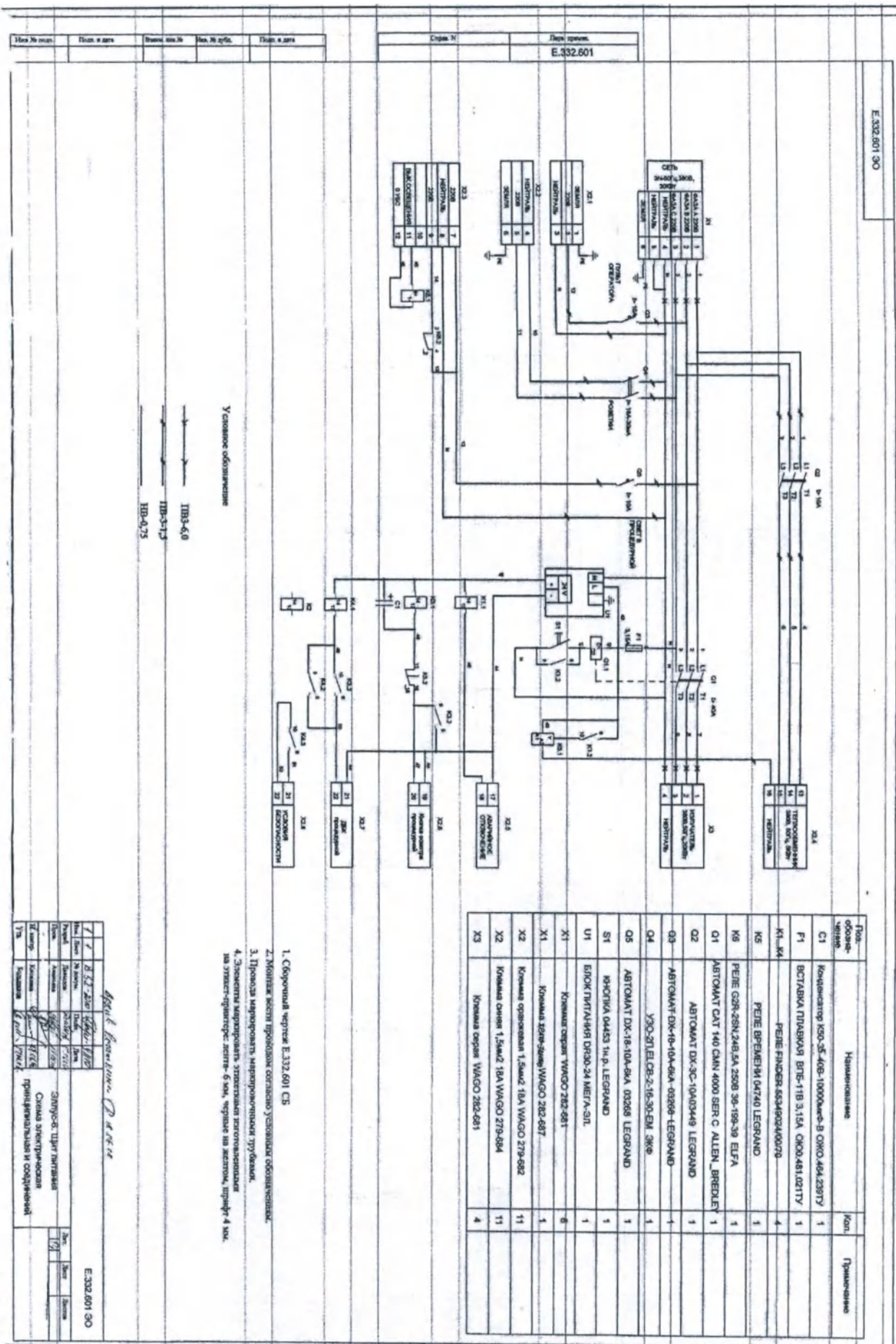
		ПОЗ. ОБОЗНАЧЕ НИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ.	ПРИМЕЧАНИЕ
Перв. примен		C1,C2	Кондесатор К15-5-Н70-4700пФ-1.6кВ Платан	2	
		R1	Резистор МЛТ-0.5-10кОм ОЖО.467.180ТУ	1	
		R2	Резистор ТВО-20-220 Ом ОЖО.467.121ТУ	1	
	Справ №	R3	Резистор МЛТ-0.5-250 Ом ОЖО.467.180ТУ	1	
		R4	Резистор МЛТ-0.5-120 Ом ОЖО.467.180ТУ	1	
VD1		Светодиод белый ARPL-STAR-3W, 120°, 180Lm, 3 Вт Чип и Дип	1		
U1		Блок управления 02008-B-1000, wire lids Чип и Дип	1		
U2		Дальномер лазерный DT50 DC10V...30V; Qвыхmax=100mA "Sick"	1		
S1-S16		Выключатель концевой type V3 cherry 16A short roller RS 159 4455	2		
X1-X4		Разъем 200277-2 AMT	4		
X5		Розетка DB-25F Платан	1		
X6,X7		Евро вилка	2		
Подп. и дата		X8	Розетка DB-15F Платан	1	
	X9	Вилка BNC-108 Платан	1		
		Вилка DB-25M Платан	1	ответная часть	
		Вилка DB-15M Платан	1	ответная часть	
	Взам. Инв. №	A1	Модулятор ЛУЭ-6М Е.332.032	1	
1A1		Блок В/В 380-10.5кВ-С Е.329.444	1		
Подп. и дата					
Инв. № подл.					
Изм. Лист					
Разраб.					
Пров.					
Т. контр.					
Н. контр.					
Утв.					
Е.331.051ПЭ0 Изм. Лист № докум. Подп. Дата Разраб. АНАНЬЕВА Пров. БОЛЬШАКОВ Т. контр. Н. контр. КИСЕЛЕВА Утв. БУДТОВ Излучатель Перечень элементов Лит. Лист Листов 1 5					

Архив 04.12.12

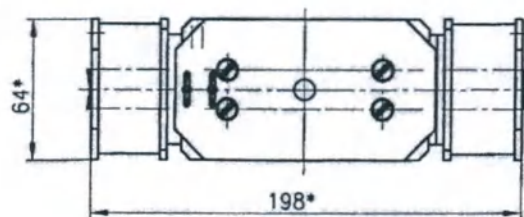
ПОЗ. ОБОЗНАЧЕ НИЕ		НАИМЕНОВАНИЕ	КОЛ.	ПРИМЕЧАНИЕ
A6		Система газообеспечения E.329.875	1	
6K		Клапан 2-х ходовой, прямого действия, тип 6011, d=2.4 мм, 24 V DC Burkert, №134099P	1	
6P		Манометр тип 212.20.100, диапазон 0-2.5 бар, G 1/2, присоед. радиальное, с электроконтакт. Тип 812.22 WIKA	1	
A7		Привод консоли E.331.404	1	Привод излучателя
7M1		Мотор EC60 MAXON №167131	1	
7U1		Блок управления EPOS 70/10 MAXON №300583	1	
7U2		Блок питания PSD600 Mean Well	1	
7X1		Комплект разъемов для EPOS 70/10 MAXON №276248	1	
A8		Катушка фокусирующая E.331.723	1	
8A1,8A2		Катушка фокусирующая E.331.633	2	
A9		Узел катушек центрирующих E.331.625	1	
9A1-9A4		Катушка центрирующая E.316.806	4	
A10		Блок электромагнитов E.332.775	1	
A11		Привод вращения головки излучателя E.332.481	1	Привод РГ
11M1		Мотор EC90 FLAT MAXON №244879	1	
11U1		Блок управления EPOS 70/10 MAXON №300583	1	
11X1		Комплект разъемов для EPOS 70/10 MAXON №276248	1	
A12		Камера ионизационная ЛУЭ-6М E.330.966	1	
A13		Система вакуумная E.332.433	1	
13E1		Насос магнетозарядный с ферритовой магнитной системой VALCON PLUS 55, STARCELL, 7000 Vdc, flange 4 1/2" CFF(NF 63), VARIAN 919-1340	1	
13E2		Форвакуумный насос 969-9172 VARIAN	1	
13P		Датчик вакуумный EYESYS Convec Torr: Pressure Units-mbar, digital display, RS232, Fittings NW16, Calibration CALEYEST-1 VARIAN L97362201221	1	
13U		Блок питания насоса Dual controller 929-7012 Varian	1	
A14		Устройство ускоряющее 2998 МГц, 6 МэВ, 180МА, 1.7МВт, 50кэВ E.340.873	1	

126

[illegible]



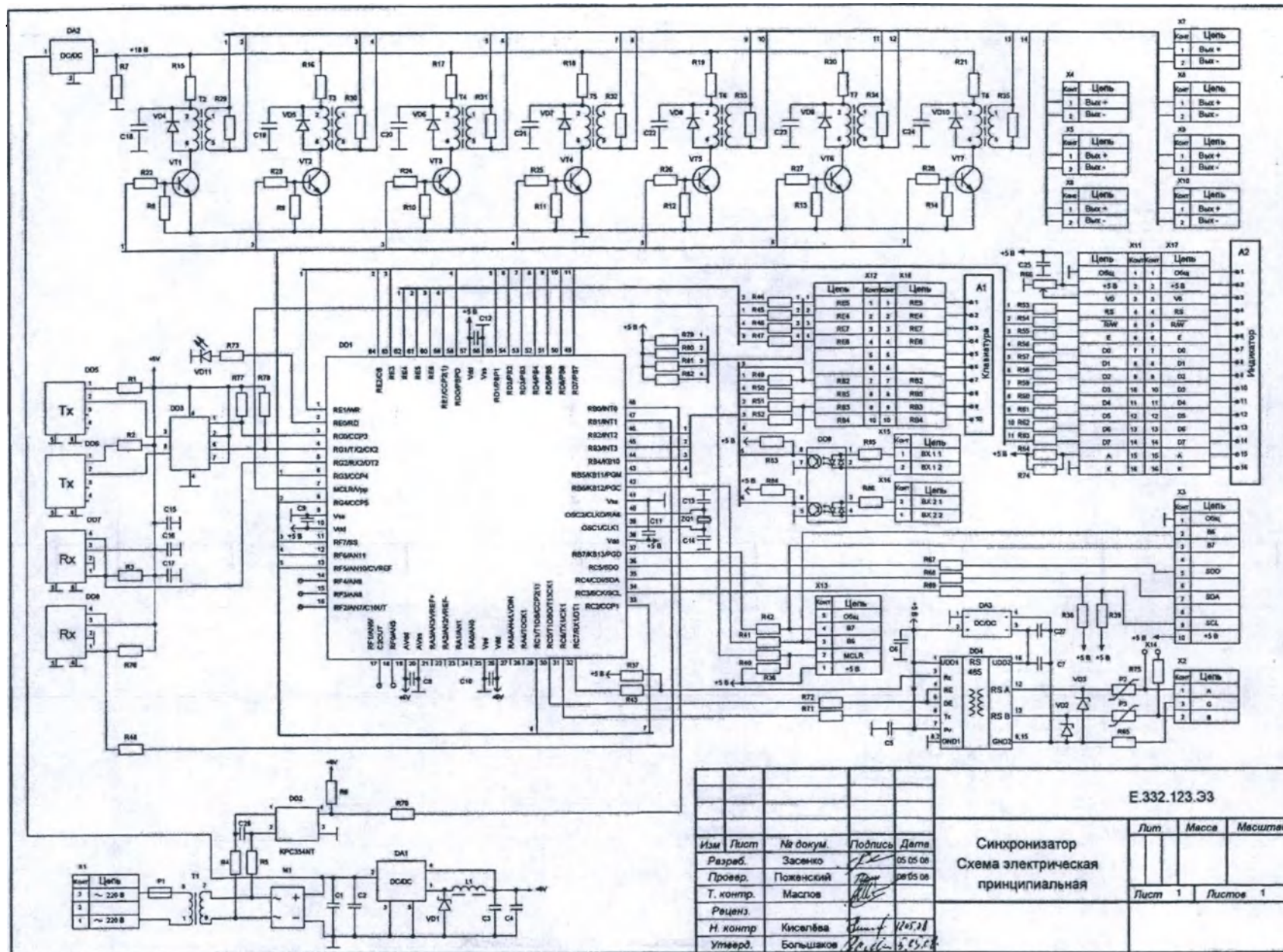




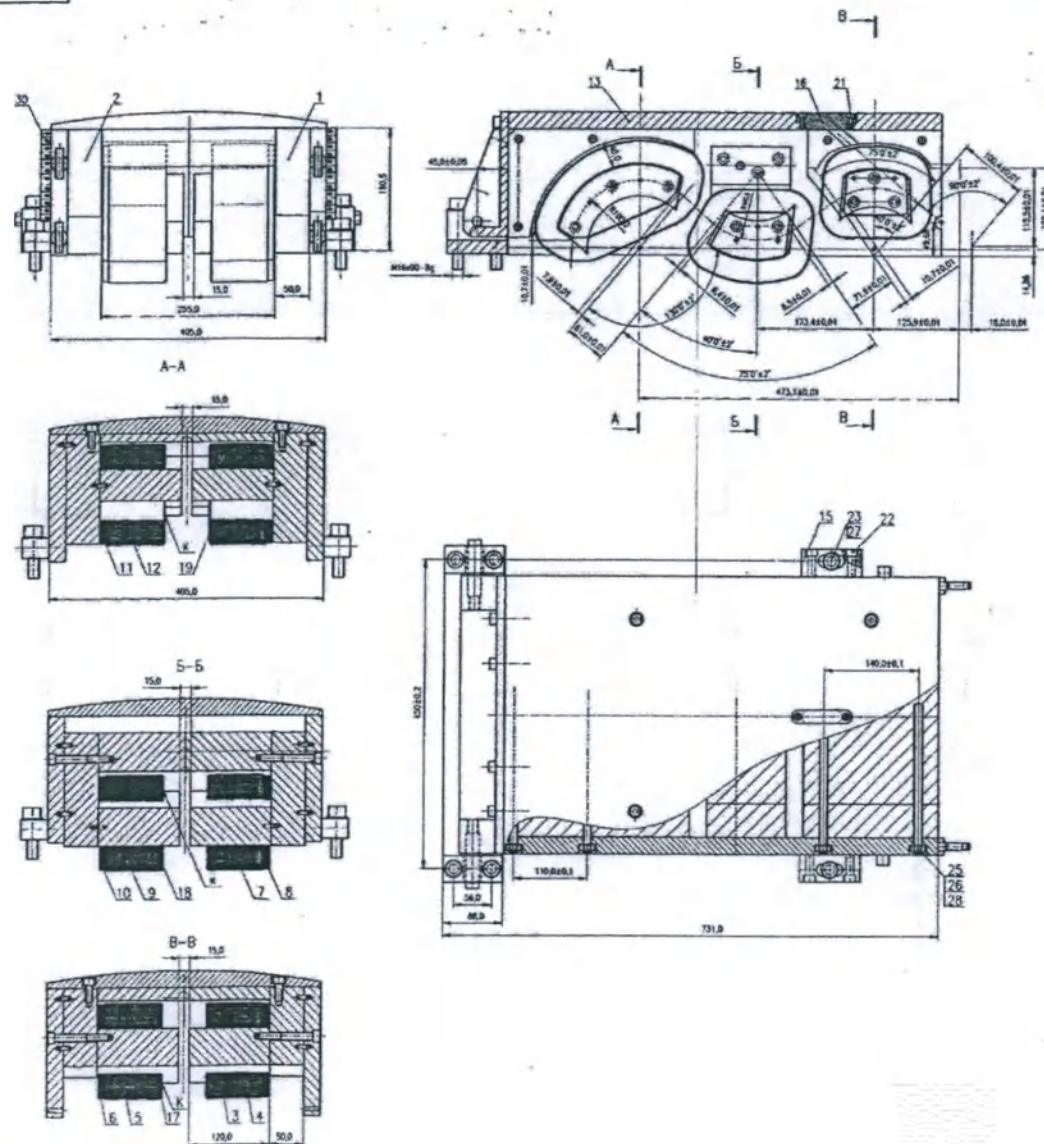
- 1.*Размеры для справок.
- 2.Неуказанные предельные отклонения размеров:
отверстий—Н14.
- 3.Клеить эпоксидным компаундом ЭПК-5, СТЗ.71-79
(Склейки=230см²), поз.6.

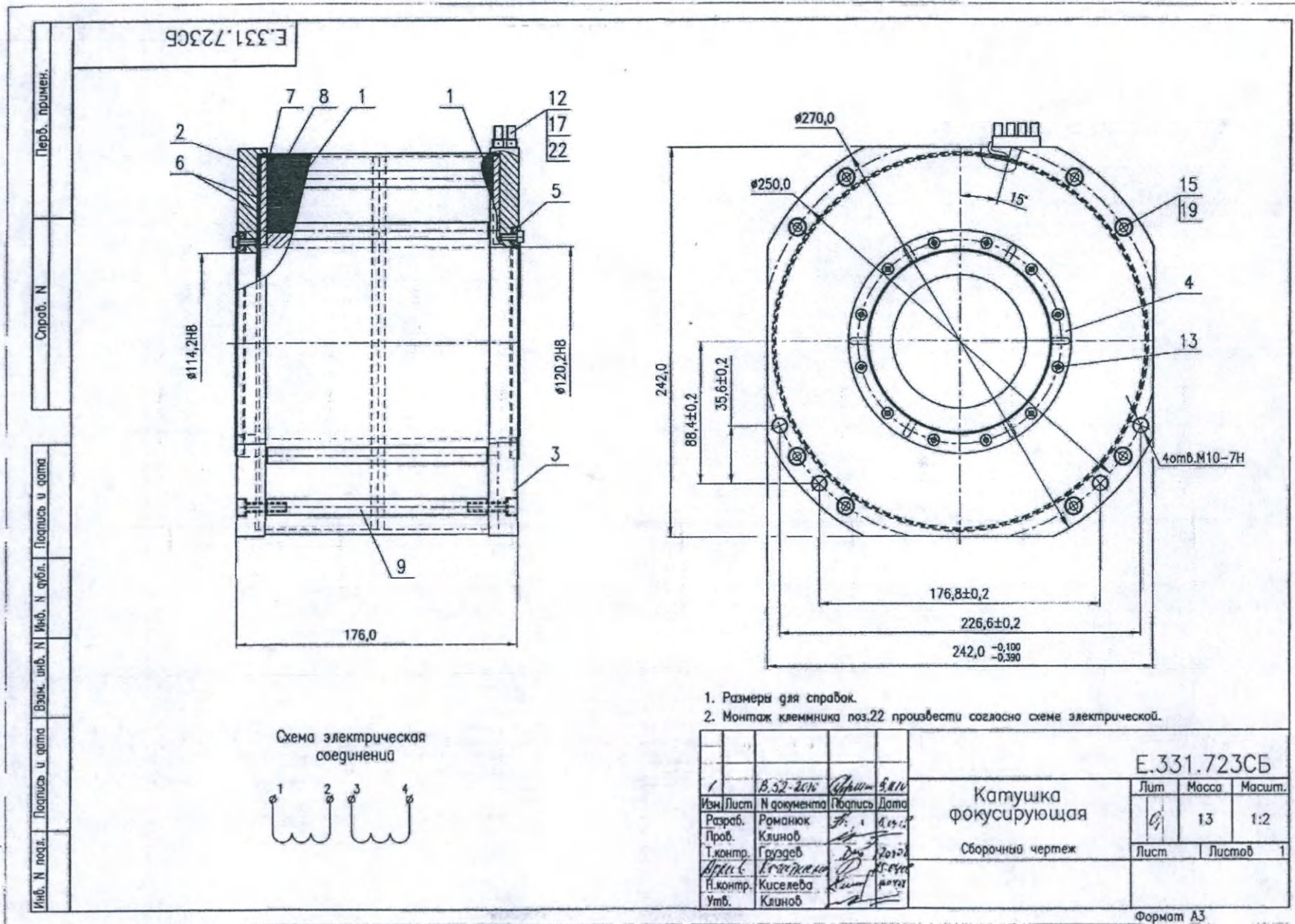
				E.331.625CB			
1	B.52-dov	Рубр.	9.11.82				
Изм/Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Разроб.	СМИРНОВ	<i>Смирнов</i>	12.01.83				
Пров.	СИДОРОВ	<i>Сидоров</i>	2.02.83				
Г. контр.	ЯКОВЛЕВА	<i>Яковлева</i>	12.02.83				
Изд.	КИСЕЛЕВА	<i>Киселева</i>	04.03.83				
Ч. контр.	КИСЕЛЕВА	<i>Киселева</i>	17.02.83				
Умб.	БОЛЬШАКОВ	<i>Большаков</i>	17.02.83				
Узел катушек центрирующих Сборочный чертёж				Лист	Масса	Масштаб	
				1	2,013	1:2	
				Лист	Листов	1	
				ВПК-1			

Формат А3

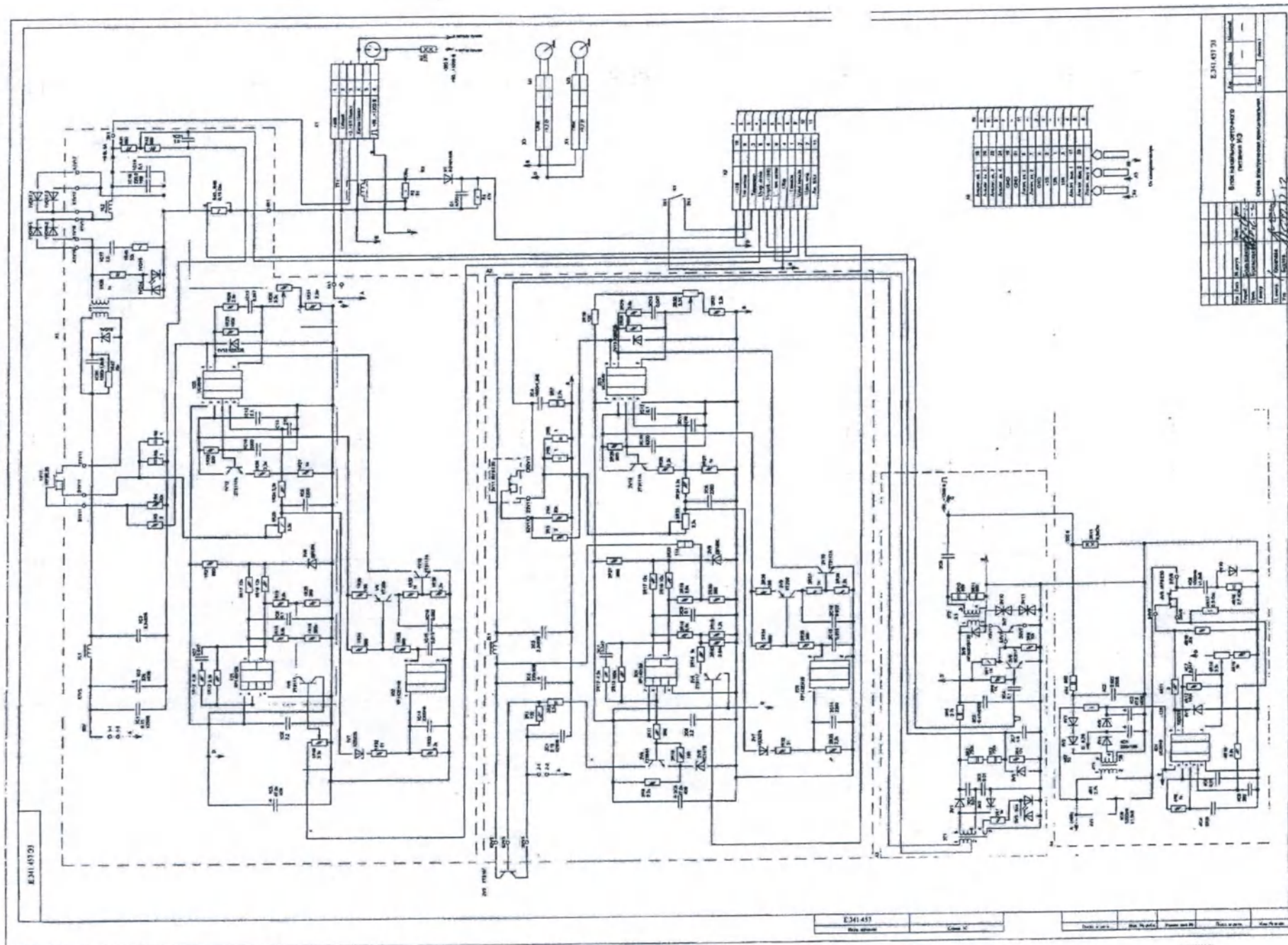


1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

[illegible]







ПРИЛОЖЕНИЕ Б

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФГУП "НИИЭФА им. Д. В. Ефремова",
директор НПК "ЛУЦ"

 А. П. Строкач

" 13 " 12 2010 г.

**СИСТЕМА ВЕРИФИКАЦИИ
ДОЗОВОГО ПОЛЯ**

Руководство по эксплуатации

Е.332.624 РЭ

Санкт-Петербург
2010 г.

Содержание.

	Вводная часть	3
1	Описание и работа изделия	3
1.1	Назначение изделия	3
1.2	Технические характеристики	4
1.3	Состав изделия	6
1.4	Устройство и работа изделия	7
1.5	Маркировка и пломбирование	8
1.6	Упаковка	8
2	Описание и работа составных частей изделия	9
2.1	Манипулятор системы верификации	9
2.2	Детектор портальных изображений	11
2.3	АРМ-системы верификации	15
2.4	Программное обеспечение системы верификации	17
2.5	Комплект для наладки системы верификации	17
3	Использование по назначению	18
3.1	Эксплуатационные ограничения	18
3.2	Подготовка изделия к использованию	19
3.2.1	Меры безопасности	19
3.2.2	Порядок осмотра и проверки готовности изделия	20
3.3	Использование изделия	20
3.3.1	Этапы работы СВДП	20
3.3.2	Укладка пациента	20
3.3.3	Получение портального изображения	21
3.3.4	Завершение работы	21
3.4	Действие в экстремальных ситуациях	21
4	Техническое обслуживание	22
4.1	Общие указания	22
4.2	Операции по периодическому обслуживанию изделия	22
4.3	Очистка оборудования и дезинфекция	24
4.4	Монтаж	24
5	Текущий ремонт	25
5.1	Ремонт во время гарантийного срока	25
5.2	Ремонт после гарантийного срока	26
6	Транспортирование и хранение	27

					Е.332.624 РЭ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Система верификации дозового поля Руководство по эксплуатации	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Матвеев	<i>Матвеев</i>	10.12.10				
Провер.		Шишов	<i>Шишов</i>	13.12.10			2	28
Реценз.						ФГУП «НИИЭФА»		
Н. Контр.		Прокопьева	<i>Прокопьева</i>	13.12.10				
Вед. инж.		Будтов	<i>Будтов</i>	13.12.10				

Руководство по эксплуатации (далее - РЭ) предназначено для организации правильной эксплуатации системы верификации дозового поля, ознакомления с составом оборудования и его устройством, изучения правил использования по назначению, технического обслуживания и ремонта.

РЭ содержит сведения о системе верификации дозового поля (далее – СВДП), принципе её действия, технических параметрах и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации.

Операторы должны быть знакомы с содержанием данного РЭ прежде, чем приступать к выполнению действий, которые в нем описываются. Операторы должны использовать оборудование только так, как это описано в РЭ, принимая во внимание содержание всех предупреждений.

СВДП должна обслуживаться только операторами, которые прошли обучение правилам и инструкциям, относящимся к использованию ионизирующего излучения, правилам безопасности при эксплуатации электроустановок и ознакомлены с особенностями применения данного оборудования.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

СВДП представляет собой детектор портальных изображений на терапевтических пучках линейного медицинского ускорителя (далее – детектор системы) (см. рис.1). Детектором системы является специализированное устройство для детектирования пучка фотонов с мегавольтовыми энергиями, прошедшего сквозь тело пациента и стол. Устройство монтируется на ротационной консоли линейного ускорителя. Детектирующая линейка датчиков типа «сцинтиллятор-фотодиод» оснащена механизмом продольного перемещения. Она обеспечивает получение проекционных изображений тела пациента при проведении дистанционной лучевой терапии на линейных ускорителях.

СВДП предназначена для верификации укладки пациента и контроля конфигурации дозового поля при конвенциональном и конформном облучении на линейных медицинских ускорителях. Она применяется в онкологических клиниках для обеспечения гарантии качества радиационной терапии онкологических больных.

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

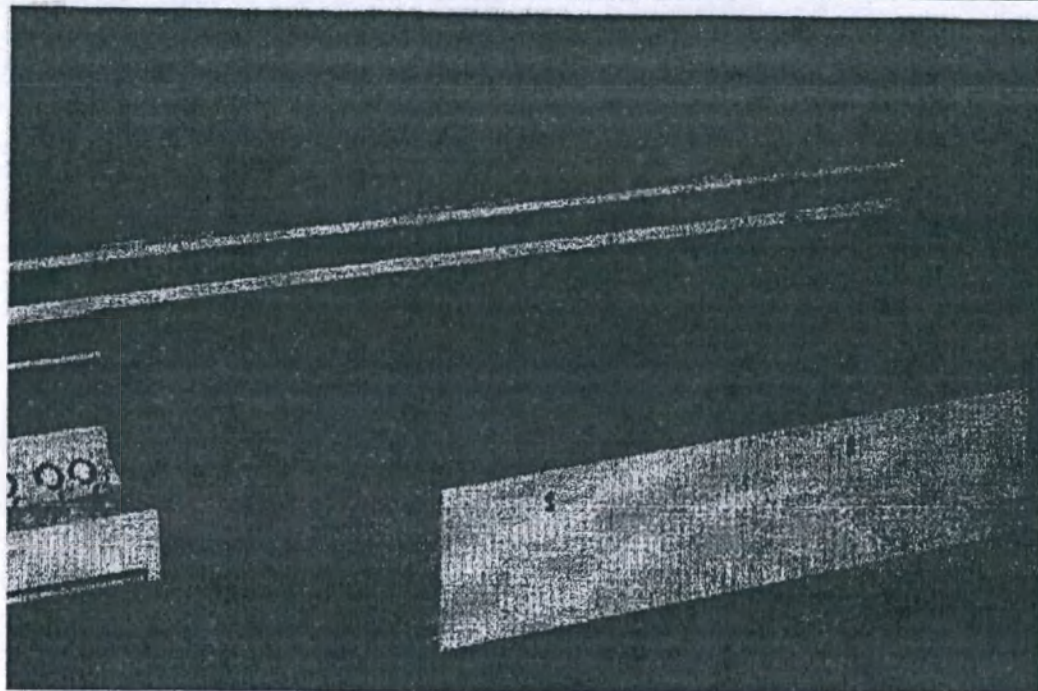


Рис.1 – Общий вид системы верификации дозового поля.

1.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Система верификации дозового поля соответствует требованиям комплекта конструкторско-технологической документации Е.332.624.

Основные параметры СВДП приведены в таблице 1.

СВДП обеспечивает пространственное разрешение изображения, полученного на тестовом объекте с высококонтрастными включениями:

- для минимального визуально различимого объекта не менее 1,5 мм,
- для минимальных объектов, визуализируемых как периодическая структура, не менее 2 мм.

СВДП обеспечивает равномерность изображения, полученного на тестовом объекте: среднеквадратичное отклонение яркости изображения не более 3,5 %. Разрешающая способность по контрасту для объекта диаметром 10 мм составляет не менее 5 %.

Время установления рабочего режима после включения электропитания не более 15 мин.

Электропитание СВДП осуществляется от однофазной сети переменного тока с напряжением (220 ± 22) В и частотой $(50 \pm 0,25)$ Гц. Наибольшая потребляемая мощность 1 кВт. Уровень звуковой мощности, создаваемой устройством, не превышает 55 дБ.

Е.332.624 РЭ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	4

Таблица 1- Основные параметры СВДП.

Параметры	Значения
Энергия регистрируемого терапевтического тормозного излучения	6 МэВ
Рабочий диапазон мощности поглощенной дозы терапевтического тормозного излучения на расстоянии 1м от мишени	от 0,1 до 5,0 Гр/мин
Частота следования импульсов ускорителя в секунду	50–300 имп/с
Размеры контролируемого поля облучения при формировании тормозного пучка фигурными блоками на расстоянии 1м от мишени	от 2х2 до 22х22 см
Размеры контролируемого поля облучения, формируемого многолепестковым коллиматором на расстоянии 1м от мишени	от 0,5х0,5 до 20х20 см
Количество строк изображения в зависимости от частоты следования задающих импульсов ускорителя: при 200 имп/с при 100 имп/с при 50 имп/с	не менее 400 строк не менее 200 строк не менее 100 строк
Количество пикселей в строке	Не менее 224
Положение детекторов при вертикальном положении консоли линейного медицинского ускорителя	65 см ниже изоцентра
Время сбора данных	Не более 4 с
Непрерывная эксплуатация устройства	12 часов

Управление процессом сбора данных осуществляется с базового компьютера, программное обеспечение которого работает на базе операционной системы Windows XP или её современных аналогов. В программном обеспечении системы предусмотрены средства визуализации изображений, их обработки и сравнения с изображениями, использованными для планирования.

Система рассчитана на эксплуатацию в закрытых помещениях при температуре от +15 °С до +35 °С, относительной влажности воздуха 80% при температуре +25 °С и атмосферном давлении (1000+/- 40) гПа ((760+/-30) мм рт. ст.).

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

По устойчивости к климатическим воздействиям СВДП изготовлена в исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69. По устойчивости к механическим воздействиям относится к группе 1 по ГОСТ Р 50444-92, а по электробезопасности - к изделиям класса защиты 1 типа В по ГОСТ Р 50267.0-92 и ГОСТ Р МЭК 60601-1-1-2007. По режиму применения СВДП относится к изделиям многократного циклического использования.

СВДП должна использоваться в помещениях, которые удовлетворяют соответствующим требованиям и правилам, касающимся электробезопасности данного типа оборудования. В помещении не должны применяться воспламеняющиеся или потенциально взрывоопасные дезинфицирующие аэрозоли, так как получающиеся в результате пары могут воспламениться и вызвать травмирование персонала или повреждение оборудования.

1.3 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Система верификации дозового поля, Е.332.624 состоит из:

- автоматизированного рабочего места (АРМ-системы верификации);
- детектора порталных изображений (крейта);
- манипулятора;
- программного обеспечения системы;
- комплекта для наладки системы верификации.

Габаритные размеры и масса составных частей системы верификации дозового поля приведены в таблице 2. Производитель допускает отклонение от приведённых значений без изменения основных параметров системы верификации дозового поля.

Таблица 2 - Габаритные размеры и масса составных частей СВДП.

Наименование	Габариты, м			Масса, кг
	длина	ширина	высота	
Манипулятор	1,2	0,6	0,3	12
Детектор порталных изображений	0,45	0,4	0,15	23
АРМ-системы верификации				
- системный блок	0,5	0,2	0,45	8
- дисплей	0,25	0,45	0,45	3
- источник бесперебойного питания	0,23	0,1	0,25	10
Комплект для наладки системы верификации	0,6	0,4	0,5	15

					Е.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

Детектор портальных изображений (крейт) смонтирован на подвижной каретке, перемещающейся по основанию, жёстко прикреплённому к консоли линейного ускорителя электронов. Механизм перемещения крейта закрыт стационарными защитнодекоративными элементами, снятие которых возможно только с использованием инструмента. Система оснащена охранной стоп-рамкой, предотвращающей столкновение элементом СВДП с телом пациента или системой укладки пациента (терапевтическим столом). Стоп-рамка детектора подключена к общей системе блокировок ускорителя.

С помощью механической системы производится изменение угла наклона системы сбора данных в зависимости от положения каретки, для отслеживания оси терапевтического пучка (см. рис.2).

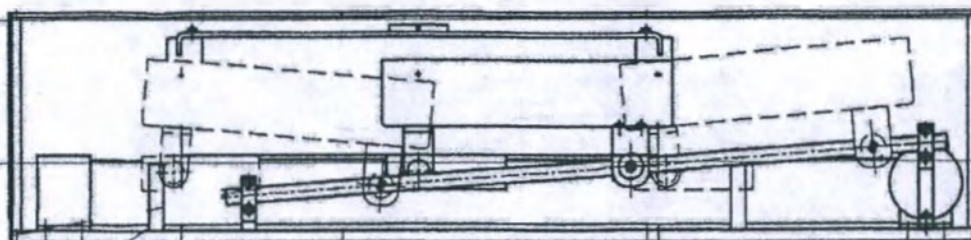


Рис.2 - Перемещение детектора портальных изображений.

Программное обеспечение СВДП установлено на персональном компьютере АРМ-системы верификации, работающем под управлением операционной системы из семейства Microsoft Windows, и позволяет осуществлять визуализацию проекционных изображений, их обработку и сравнение с изображениями, полученными в ходе планирования дистанционной лучевой терапии. Программное обеспечение содержит средства для тестирования детектирующей системы и контроля качества изображения.

Получение контрольного изображения производится путём продольного перемещения линейки детекторов, расположенных в крейте, под телом пациента во время лечебного сеанса (см. рис.2). Рабочее перемещение крейта осуществляется в направлении от штатива ускорителя при нажатии курсором на кнопку «ПУСК» в меню управления. Это можно осуществить, если только до этого крейт был установлен в предрабочее положение нажатием на кнопку «SET» в том же меню. О нахождении крейта в

Е.332.624 РЭ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	7

предрабочем положении сообщает табличка на экране монитора АРМ-системы верификации. Во время сканирования крейта данные контрольного снимка передаются в компьютер АРМ-системы верификации, где по завершения сканирования происходит их обработка и визуализация проекционного изображения. После завершения сканирования, крейт сам устанавливается в предрабочее положение.

1.5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

На лицевой части защитнодекоративных кожухов установлена универсальная идентификационная табличка с логотипом ФГУП "НИИЭФА им. Д. В. Ефремова". На крейте установлена идентификационная табличка с названием изделия, заводским номером и датой изготовления. Пломбирование изделия осуществляется при упаковке. Маркировка СВДП и её составных частей осуществлено по ГОСТ Р 50444-92 с соблюдением правил СанПиН №1858-79. Транспортная маркировка грузовых мест осуществлена по ГОСТ 14192-96.

1.6 УПАКОВКА

СВДП поставляется упакованной в транспортных ящиках. Упаковка осуществлена по ГОСТ Р 50444-92 и упаковочным чертежам. Составные части СВДП упакованы по варианту В3-4 ГОСТ 9.014-78. Консервация составных частей произведена по варианту защиты В3-10 ГОСТ 9.014-78. Эксплуатационная документация упакована в пакеты из пленки полиэтиленовой ГОСТ 10354-82 с последующей заваркой шва. Покупные изделия, поступающие в собственной упаковке, упакованы в полном комплекте собственной упаковки. В каждый ящик вложен упаковочный лист по ГОСТ Р 50444-92.

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ

2.1 МАНИПУЛЯТОР СИСТЕМЫ ВЕРИФИКАЦИИ

Манипулятор системы верификации состоит из:

- устройства перемещения крейта;
- системы питания привода перемещения каретки;
- антиколлизийной системы с декоративными кожухами.

На рис.3 представлена часть устройства перемещения крейта с крейтом, а в таблице 3 идентификация оборудования.

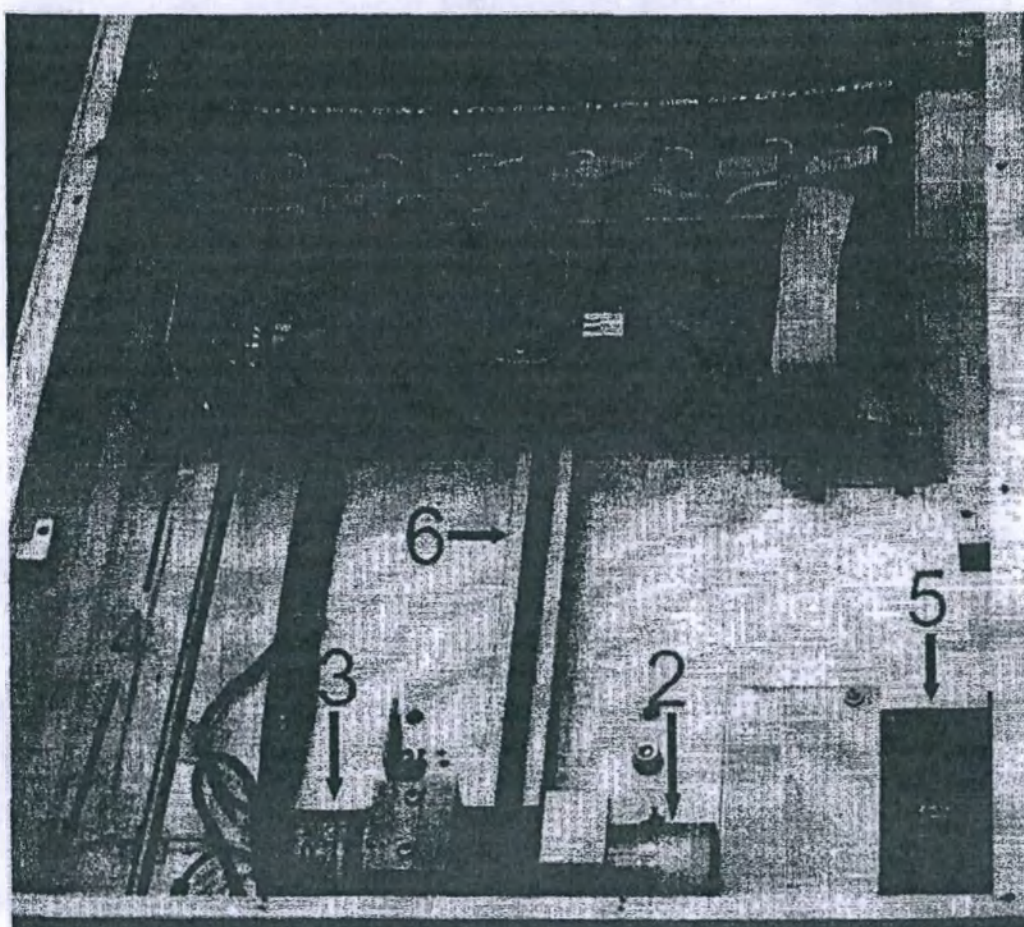


Рис.3 - Часть устройства перемещения крейта с крейтом.

					Е.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Таблица 3 - Идентификация оборудования рис.3.

Позиция на рис.3	Наименование
1	Крейт
2	Шаговый электродвигатель
3	Датчик положения крейта
4	Концевые выключатели
5	Блок питания шагового двигателя
6	Направляющая

Манипулятор системы верификации представляет собой устройство, с помощью которого происходит перемещение детектора портальных изображений (поз.1 рис.3) в радиационном поле. Так же с его помощью можно убрать крейт из зоны воздействия радиации для предохранения электроники и высвобождения зоны под радиационной головкой для установки водного фантома или другого механизма.

Механизм устройства перемещения крейта оснащен шаговым электродвигателем (поз.2 рис.3) с собственной системой контроля. Управление механическими перемещениями крейта осуществляется с АРМ-системы верификации, расположенного в пультовом помещении линейного ускорителя. Задание параметров перемещения и их контроль осуществляется так же с помощью компьютера АРМ-системы верификации.

В устройстве перемещения крейта расположен датчик (поз.3 рис.3), который определяет положение крейта на пути его перемещения, а границы перемещения крейта - концевые выключатели (поз.4 рис.3), которые подают команду в блок управления двигателем на отключение и переключение одного. Перемещение осуществляется по направляющей (поз.6 рис.3), на которой крепится каретка с крейтом.

В систему питания привода перемещения каретки входит основной блок питания и блок питания шагового двигателя (поз.5 рис.3), который формирует напряжение на двигателе из напряжения основного блока питания согласно заданной программе и информации, поступающей из системы контроля электродвигателя.

Антиколлизийная система представляет собой стоп-рамку, подключенную к системе блокировок ускорителя из-за того, что манипулятор крепится на штативе ускорителя и вращается вместе с ним.

Декоративные кожуха защищают персонал и пациента от случайного попадания под движущийся крейт, а сам крейт от рассеянного радиационного излучения. Верхняя крышка кожуха радиационнопрозрачна, чтобы не потерять несущий информацию пучок излучения.

					Е.332.624 РЭ		Лист
							10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

2.2 ДЕТЕКТОР ПОРТАЛЬНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Детектор портальных изображений состоит из:

- линейки детекторов и аналого-цифровых преобразователей для регистрации пучка ускорителя;
- микропроцессорной системы управления процессом сбора данных;
- несущих конструкций крейта;
- модуля передачи цифровых данных в компьютер, осуществляющий реконструкцию и визуализацию изображений;
- системы мониторинговых датчиков.

. На рис.4 представлен детектор портальных изображений, а в таблице 4 идентификация оборудования. Технические данные крейта представлены в таблице 5.

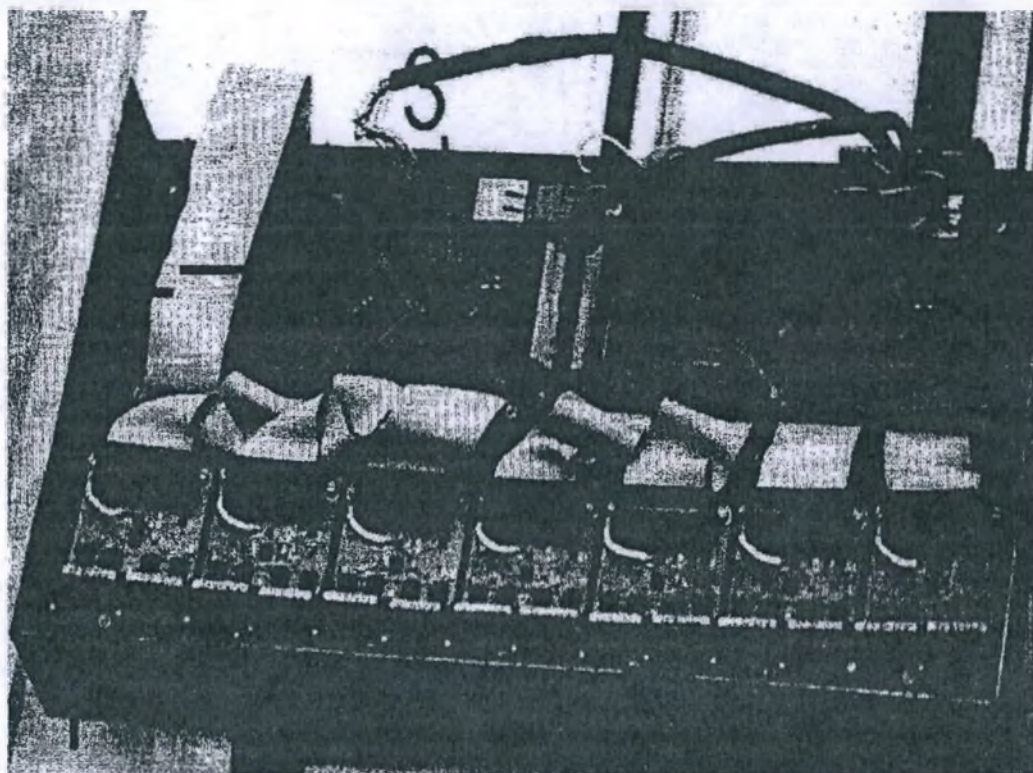


Рис.4 - Детектор портальных изображений.

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

последующей передачей другим платам и выполнение команд из компьютера АРМ-системы верификации.

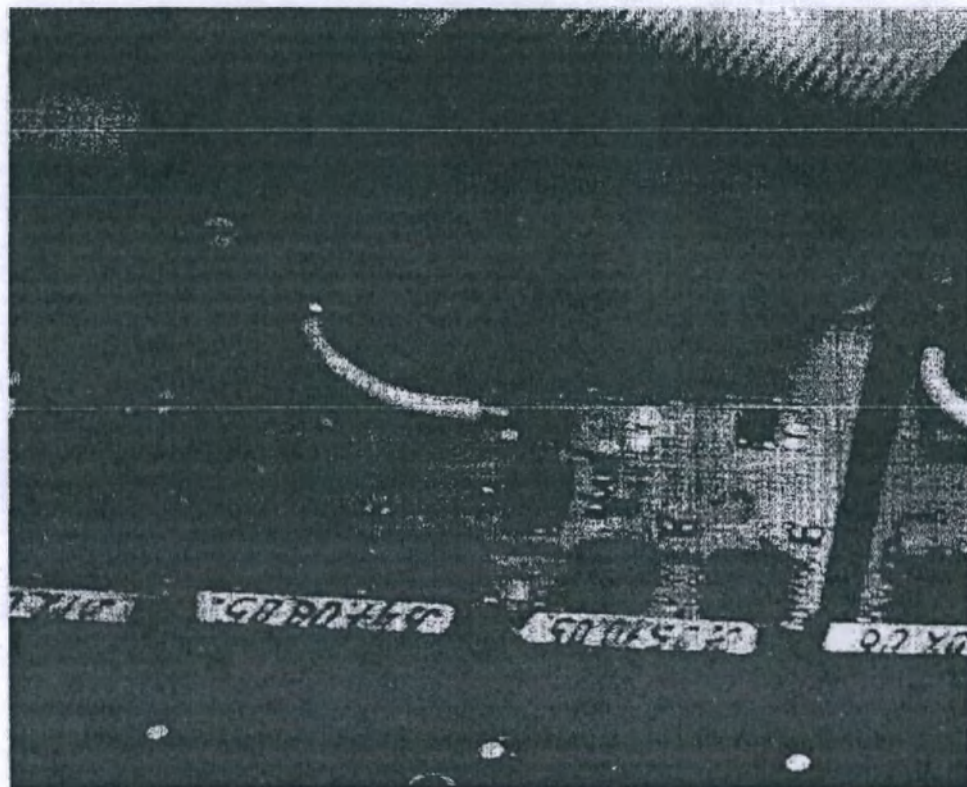


Рис.5 – Плата АЦП.

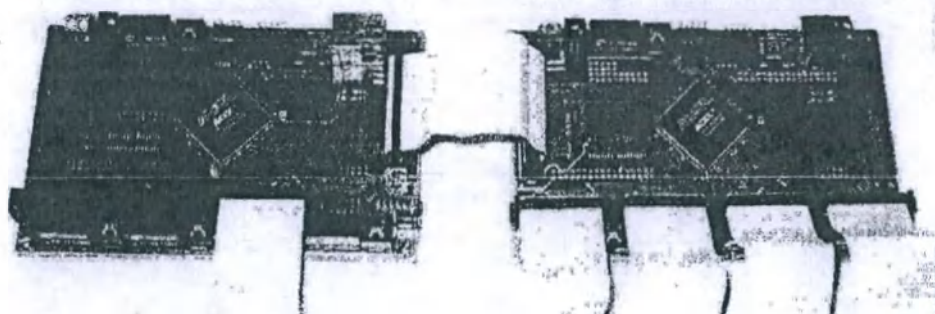


Рис.6 - Платы управления.

Приём команд и передача данных осуществляется по каналу Ethernet под управлением ПЛИС. ПЛИС конфигурируется от Flash-памяти после подачи питания, в которой хранится файл конфигурации. Схема ПЛИС платы управления разрабатывалась в среде Quartus. В структуру ПЛИС входят: схема генератора частот, ФАПЧ сигнала синхронизации 50 Гц,

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

блок приема команд по каналу Ethernet и запись констант в регистры (время интегрирования, тест/работа, код диапазона), блок приема данных и их преобразование в параллельный код, блок памяти для временного хранения данных, блок подготовки пакета данных для передачи по протоколу UDP. В функции ПЛИС так же входят: приём сигнала синхронизации ускорителя и данных от плат АЦП, с последующей передачей их в компьютер АРМ-системы верификации.

Блок питания крейта оснащен фильтрами сетевого напряжения от помех, для уменьшения влияния питания электронного оборудования на его работу. Для синхронизации начала сбора данных с началом излучения используется синхроимпульс запуска, взятый из высокочастотной части ускорителя и поступающий в крейт по коаксиальному кабелю. Хотя система имеет возможность работать от собственной синхронизации, не имеющей привязку к работе ускорителя; эта синхронизация используется во время тестирования системы.

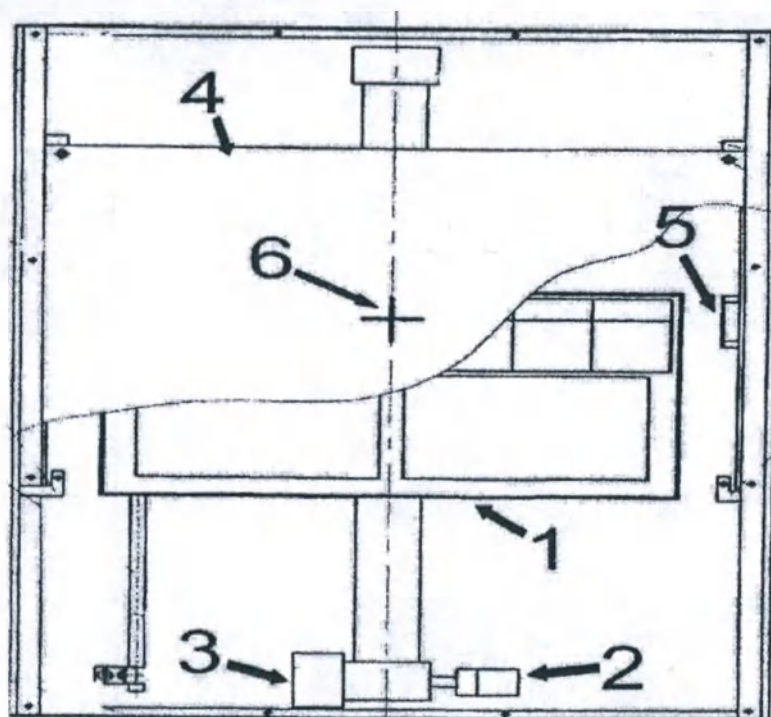


Рис.7- Расположение системы мониторинговых датчиков.

Система мониторинговых датчиков (см. рис.6) состоит из самих датчиков (поз.6 рис.7) и платы АЦП (поз.5 рис.7), расположенных на неподвижной оргстеклянной пластине (поз.4 рис.7). Мониторная плата АЦП аналогична платам АЦП, расположенным в крейте, а данные от неё, как и от расположенных в крейте, так же поступают на плату управления, и

					Е.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

управляется через неё. Мониторные датчики расположены по главным осям радиационного поля в виде центрального креста, находящегося между траекторией движения крейта (поз.1 рис.7) и источником излучения. Это приводит к тому, что на получившемся изображении будет отмечен центр радиационного поля. В таблице 6 представлена идентификация оборудования рис.7.

Таблица 6 - Идентификация оборудования рис.7.

Позиция на рис.6	Наименование
1	Крейт
2	Шаговый электродвигатель
3	Датчик положения крейта
4	Оргстеклянная пластина
5	Мониторная плата АЦП
6	Мониторные датчики

Модуль передачи цифровых данных в компьютер связывает крейт с компьютером АРМ-системы верификации и состоит из многожильного кабеля витой пары, блоков питания реле включения питания крейта и передатчика, расположенного на первой плате управления. Вынос одного из блоков питания реле включения питания крейта в пультовую ускорителя позволяет в случае необходимости производить перезапуск микропроцессорной системы управления с автоматизированного рабочего места, не заходя в бункер ускорителя, путём обесточивания этого блока.

2.3 АРМ- СИСТЕМЫ ВЕРИФИКАЦИИ

АРМ-системы верификации располагается в пультовой ускорителя.

АРМ-системы верификации включает в себя:

- компьютер;
- источник бесперебойного питания;
- соединительные кабели и коммутатор.

На рис.8 представлен общий вид автоматизированного рабочего места, а таблице7 приведена идентификация изображённого оборудования.

Компьютер состоит из системного блока (поз.1 рис.8), монитора (поз.2 рис.8), принтера, клавиатуры (поз.3 рис.8) и манипулятора типа «мышь». Компьютер предназначен для приема, обработки и визуализации данных поступающих с крейта, управления механическими перемещениями крейта, тестирования микропроцессорной системы управления процессом сбора данных.

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Компьютер может быть интегрирован по локальной сети с системой планирования облучения. В этом случае он сможет принимать и визуализировать данные, необходимые для верификации укладки пациента и границ поля облучения, сравнивать лечебный план с данными полученными при укладке пациента. При отсутствии локальной сети можно применять сменные носители информации. Для документирования используется подключённый к компьютеру принтер.

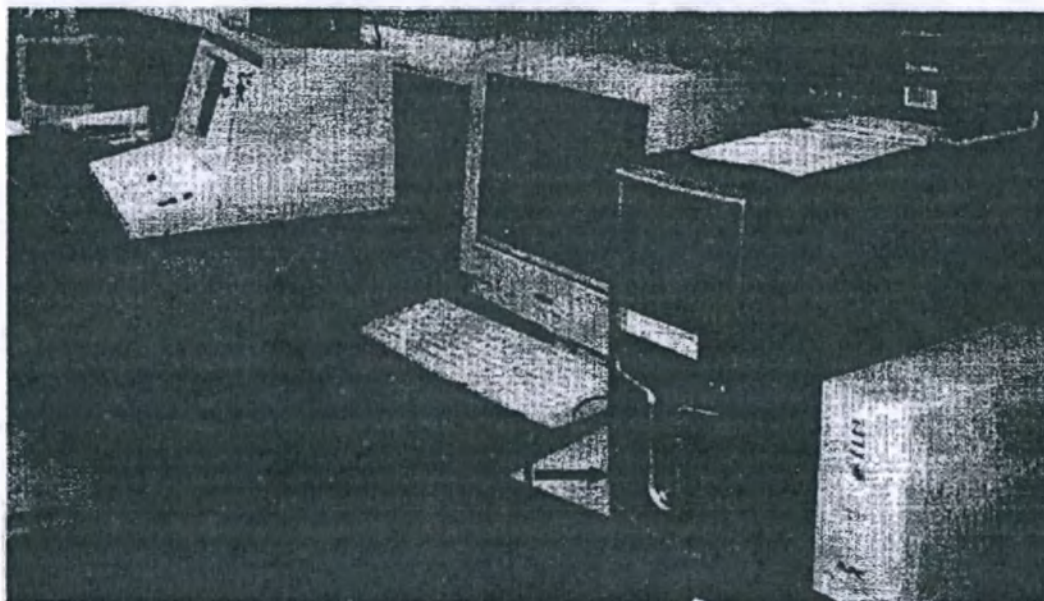


Рис.8 - АРМ-системы верификации в пультовой ускорителя.

Таблица 7 - Идентификация оборудования рис.8.

Позиция на рис.3	Наименование
1	Системный блок
2	Монитор
3	Клавиатура
4	Источник бесперебойного питания
5	Пульт ускорителя
6	Коммутатор

Коммутатор (поз.6 рис.8) – это устройство, связывающее крейт, компьютер и планирующую станцию по локальной сети.

В системе питания АРМ-системы верификации имеется устройство бесперебойного питания (поз.4 рис.8), которое в случае отключения электроснабжения позволяет подать питание на компьютер, что даёт время

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

для завершения работающих программ и правильному выключению компьютера.

2.4 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ВЕРИФИКАЦИИ

В программном обеспечении системы верификации предусмотрены средства визуализации изображений, их обработки и сравнения с изображениями, использованными для планирования.

Программное обеспечение системы верификации содержит средства для тестирования детектирующей системы и контроля качества изображения.

Система визуализации позволяет проводить обработку изображений форматом 512 на 512 пикселей.

Программное обеспечение позволяет документировать получившиеся изображения с вводом параметров, характеризующих условия облучения во время лечебного сеанса.

2.5 КОМПЛЕКТ ДЛЯ НАЛАДКИ СИСТЕМЫ ВЕРИФИКАЦИИ

Комплект для наладки системы верификации включает в себя отладочные средства и тестовые фантомы для контроля состояния системы сбора данных и оценки качества изображения.

На рис.9 представлена фотография тестовых тканезквивалентных фантомов, необходимых для анализа качества системы, а список их в таблице 8. Форма тестовых фантомов может быть различной и отличаться от формы фантомов, приведенных на рис.9.

Таблица 8 – Список необходимых фантомов для анализа качества системы.

Позиция на рис.9	Наименование
1	Гомогенный фантом из тканезквивалентного вещества
2	Фантом из тканезквивалентного вещества, в котором просверлены отверстия
3	Фантом из тканезквивалентного вещества, содержащий низкоконтрастные вставки

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

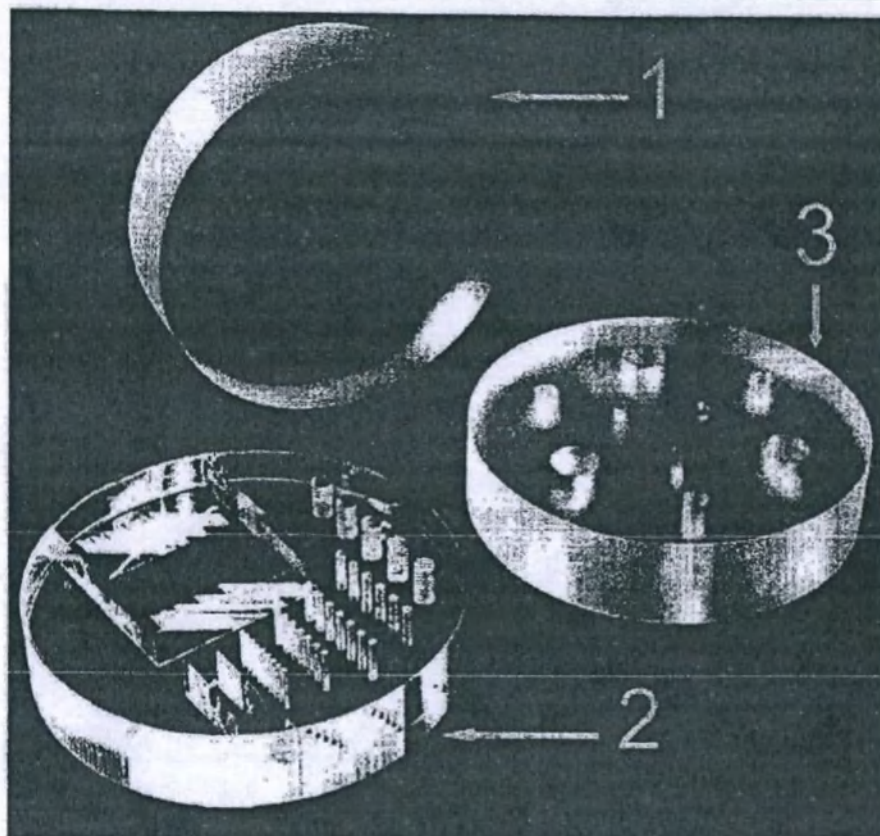


Рис.9 - Тестовые тканеэквивалентные фантомы.

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

3.1 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

Изделие предназначено для эксплуатации в стационарных закрытых отапливаемых помещениях с кондиционированием воздуха в интервале температур от 15 до 32 °С, относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре 20 °С и атмосферном давлении от 690 до 800 мм рт.ст.

В помещении, где установлено изделие, не должно быть паров кислот, щелочей и паров, вызывающих коррозию. Помещение не должно подвергаться вибрациям и сотрясениям. Вблизи помещения не должно быть источника сильных электромагнитных полей.

Питающая сеть должна обеспечивать мощность не менее 1,5 кВт. В помещении должен быть заземляющий контур. Величины напряжения питающей сети должна соответствовать допуску 380 В (+/-10)% для ШПУ и 220 В (+/- 10)% для ПЭВМ.

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

3.2 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

3.2.1 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- эксплуатировать изделие со снятыми защитнодекоративными кожухами, во избежание попадания человека или предметов под движущиеся элементы конструкции;
- проводить ремонтные работы при отсутствии заземления;
- нарушать требования данного РЭ и должностных инструкций;
- проводить дезинфекцию и дезактивацию, влажную санитарную обработку подключенного к сети питания изделия.

Обслуживающий персонал ОБЯЗАН знать и строго выполнять порядок включения и выключения изделия и входящих в него устройств.

НЕ ДОПУСКАЕТСЯ работа изделия в климатических условиях, отличных от указанных в настоящем РЭ не зависимо от времени года.

Обслуживающий персонал при эксплуатации установки должен вести два журнала: оперативный журнал, в котором должны быть отмечены: дата работы, начало и окончание работы, Ф.И.О. обслуживающего персонала, программа работы, замечания по работе оборудования установки; журнал ремонта и профилактики, в котором должно быть отмечено: начало и окончание работы, Ф.И.О. персонала, проводившего профилактику или ремонт, системы, блоки, узлы и т.п., подвергнутые профилактике или ремонту. При выполнении ремонта должны быть указаны причины выхода из строя ремонтируемого оборудования.

Техническое обслуживание изделия должен проводить инженер, обслуживающий аппаратуру радиологического отделения.

В состав персонала, проводящего вместе с врачом лечение пациентов, обязательно должен входить и лаборант, имеющий допуск к работе с ускорителем.

Установка дополнительного программного обеспечения на компьютер АРМ-системы верификации, не относящегося к работе СВДП, не допускается. Корректная работа программного обеспечения установки не гарантируется при установке программного обеспечения от сторонних производителей.

Установка на ускоритель СВДП не отменяет все требования безопасности, которые учитываются при работе на ускорителе.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ работать при наличии повреждённых частей СВДП. Если известно или есть подозрение, что какая-либо часть оборудования или сама система неисправна или разлажена, то использование СВДП запрещено, пока не будет выполнен ремонт. СВДП с неисправными или не налаженными компонентами может представлять опасность для оператора или пациента.

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Настоятельно не рекомендуется снимать охранную стоп-рамку. Пользователь несет ответственность за то, что охранная стоп-рамка правильно установлена и все время находится в рабочем состоянии.

Если в процессе управления перемещениями наблюдается неправильное функционирование (повышенный шум, нетривиальное реагирование на воздействие органов управления) нужно прекратить использование СВДП.

3.2.2 ПОРЯДОК ОСМОТРА И ПРОВЕРКИ ГОТОВНОСТИ ИЗДЕЛИЯ

Перед началом работы необходимо проверить наличие и целостность заземления СВДП, целостность кабелей и других частей системы.

Проверить на правильность подключения СВДП к ускорителю и, если имеется, к локальной системе.

Проверить, что ускоритель исправен и готов к работе в лечебном режиме.

Проверить наличие в системе питания АРМ-системы устройства бесперебойного питания, которое в случае отключения электроснабжения позволяет подать питание на компьютер, что даёт время для завершения работающих программ и правильному выключению компьютера.

3.3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

3.3.1 ЭТАПЫ РАБОТЫ СВДП

Работа с СВДП делится на этапы:

- Укладка пациента;
- Получение портального изображения;
- Завершение работы.

3.3.2 УКЛАДКА ПАЦИЕНТА

Включите компьютер СВДП и другие его части в сеть. После загрузки операционной системы Windows XP, щёлкните по иконке СВДП на рабочем столе компьютера для активизации программного обеспечения. В появившемся меню управления выберите способ ввода лечебных параметров с переносного носителя или по локальной сети.

Перед укладкой необходимо ввести в ускоритель его параметры при проведении сеанса облучения. Ввод в компьютер ускорителя лечебных параметров, полученных при расчете планов лечения, осуществляется с переносных носителей или через локальную сеть. После ввода производится укладка пациента по существующим методикам и правилам лечения. Во время укладки пациента проверяется, чтобы не было

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

столкновений подвижных частей ускорителя с терапевтическим столом и окружающими предметами.

По окончании укладки проверяется, что крейт находится в предрабочем положении; об этом будет сообщать табличка меню управления. При её отсутствия нажатием на клавишу «SET» в том же меню крейт устанавливается в предрабочее положение. О выполнении данной команды сообщает компьютер, выводом таблички с клавишей «ПУСК».

3.3.3 ПОЛУЧЕНИЕ ПОРТАЛЬНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Для получения портального изображения необходимо после включения тормозного излучения в статическом режиме ускорителя нажать на клавишу «ПУСК» в выпавшей табличке на мониторе компьютера. На экране монитора должна появиться табличка с бегущей строкой, сообщающая о выполнении команды.

После завершения сканирования, о чем сообщит появившаяся табличка, нажать кнопку «ОК» в информационном окне, сообщающем об окончании обработки полученных данных; на экране монитора появится реконструированное проекционное изображение и панель инструментов, используемых для обработки изображения.

3.3.4 ЗАВЕРШЕНИЕ РАБОТЫ

После вывода портального изображение на экран компьютера осуществляется его анализ и сохранение.

Для анализа проводимого лечения, вам необходимо вызвать рассчитанный план лечения и наложить его на полученное изображение, совместив центральные лучи лечебных полей с крестом на изображении, который дают мониторные датчики.

Для осуществления процедуры электронного сохранения полученного изображения нажмите на клавишу «ЗАПИСЬ» из выпадающего меню. Так же можно распечатать на принтере полученное изображение, воспользовавшись командами из выпадающего меню.

По завершению работы закройте меню управления, правильно выключите компьютер СВДП и другие его части из сети.

3.4. ДЕЙСТВИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

В экстремальных ситуациях необходимо руководствоваться наставлениями и рекомендациями, изложенными в должностных инструкциях по техники безопасности при работе на ускорителе.

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

4.1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Персонал медицинского учреждения, который контролирует использование оборудования, должен предусмотреть регулярное профилактическое обслуживание оборудования, как указано в настоящем РЭ. При использовании оборудования персонал должен быть уверен в том, что выполнены все регулярные профилактические проверки, описанные в данном РЭ.

В данном разделе описываются действия по техническому обслуживанию оборудования, целью которого является:

- гарантировать, что оборудование продолжает функционировать в соответствии со своими техническими характеристиками;
- гарантировать, что его работа продолжает удовлетворять пользователя;
- гарантировать, что оно по-прежнему отвечает всем требованиям безопасности.

Изготовитель рекомендует, чтобы техническое обслуживание проводилось специалистами изготовителя или лицами, обученными изготовителем для выполнения этих работ.

Ежедневное и еженедельное техническое обслуживание должно проводиться пользователем, однако 3-месячное, 6-месячное и 12-месячное обслуживание рекомендуется проводить специалистами изготовителя или сервисной службы.

Для выполнения большинства операций достаточно одного человека, но по требованиям безопасности необходимо привлекать к работе двух человек.

Основной инструмент и материалы для чистки:

- мягкая ткань,
- пылесос,
- чистящее средство на основе этилового спирта.
- фантом,
- смазочный пистолет,
- отвёртка,
- многоцелевая смазка Molub Alloy или легкое машинное масло.

4.2 ОПЕРАЦИИ ПО ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ИЗДЕЛИЯ

Ежедневно должно осуществляться: внешний осмотр, проверка стыковки кабелей, удаление пыли и грязи с наружных поверхностей изделия., проверка работы стоп-рамки.

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Еженедельное обслуживание включает: проверку работы механизма на плавность хода во всем диапазоне перемещений между концевыми выключателями.

Ежемесячное обслуживание состоит из проверки креплений в манипуляторе системы верификации.

3-месячное обслуживание: проверка программного обеспечения на наличие вирусов; проверка состояния гибких кабелей на признаки износа или повреждения. При обнаружении признаков существенных повреждений кабеля необходимо заменить.

6-месячное обслуживание: приведение в порядок базы данных, перенос данных на носители для хранения (архивация) с последующим удалением их из компьютера; дефрагментация жесткого диска компьютера; проверка крепления электроприводов. После трех лет эксплуатации необходимо проверять состояние электрических соединений.

12-месячное обслуживание: удаление пыли из системного блока компьютера; смазка реек и шестерней механизма перемещений смазкой Molub Alloy 0.

Перечень минимального набора для ремонта изделия и технического обслуживания приведен в таблице 9.

Таблица 9 - Перечень КИП, инструментов, принадлежностей и материалов.

Наименование	Номер документа
Прибор комбинированный Ц 4315	ТУ 25-04-426-73
Осциллограф универсальный С1-65	ТУ 22.044.042
Вольтметр цифровой В7-22	ХВ 2.735.001 ТУ
Марля бытовая хлопчатобумажная	ГОСТ 11109-90
Вата медицинская гигроскопическая	ГОСТ 5556-81
Спирт этиловый ректифицированный технический высшей очистки	ГОСТ 17299-78
Бязь хлопчатобумажная	
Пылесос бытовой	
Пакет сервисных программ	
Пакет антивирусных программ	
Фантом однородный	

Допускается замена контрольно-измерительных приборов имеющих погрешность не хуже, чем указана в НТД. Контрольно-измерительные приборы, используемые при измерениях, должны иметь документы о государственной или ведомственной поверке, проведенной в установленном порядке.

					E.332.624 PЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

4.3 ОЧИСТКА ОБОРУДОВАНИЯ И ДЕЗИНФЕКЦИЯ

При проведении дезинфекции СВДП следует руководствоваться "Методическим указанием МУ-287-113 по дезинфекции, предстерилизационной очистке и стерилизации изделий медицинского назначения".

Эмалированные части и алюминиевые поверхности должны протираться влажной тряпкой с мягким чистящим средством, а затем вытираться сухой шерстяной тканью. Никогда **НЕ ПРИМЕНЯЙТЕ** коррозионные чистящие средства, растворы или абразивные чистящие средства или полироли. Если не можете определить природу чистящего средства, то **НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ** его.

Все части оборудования, включая принадлежности и соединительные кабели, могут дезинфицироваться с помощью тканевого тампона, смоченного дезинфицирующим средством. Если вы сомневаетесь в природе дезинфицирующего средства, **НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ** его.

Не рекомендуется дезинфекция помещения, в котором установлено оборудование, при помощи аэрозолей, поскольку пары могут проникнуть внутрь оборудования и вызвать короткие замыкания и коррозию. Если все же для дезинфекции помещения используются невоспламеняющиеся, невзрывоопасные аэрозоли, то оборудование должно быть выключено и ему необходимо дать время для охлаждения. Это предотвратит затягивание распыленного дезинфицирующего средства внутрь оборудования конвекционными потоками. После использования аэрозолей перед включением оборудования оператор должен убедиться, что все следы паров рассеялись.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ использование воспламеняющихся или потенциально взрывоопасных аэрозолей, так как получающиеся в результате пары могут воспламениться и вызвать травмирование персонала или повреждение оборудования.

НЕ ДОПУСКАЙТЕ проникновения воды или других жидкостей внутрь оборудования, поскольку они могут вызвать короткие замыкания или коррозию металлических деталей

4.4 МОНТАЖ

Монтаж, установку программного обеспечения и наладку изделия осуществляют представители изготовителя или сервисной службы, прошедшие соответствующее обучение. Монтаж изделия силами заказчика приводит к потере гарантийных обязательств изготовителя. Заказчик же предоставляет минимальный набор расходных материалов, необходимых для выполнения пуско-наладочных работ, список которых приведен в таблице 10.

					E.332.624 РЭ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 10 - Перечень материалов, необходимый для выполнения пуско-наладочных работ.

Наименование	Количество
Лента полиэтиленовая с липким слоем (скоч)	1 рулон
Бязь отбеленная	0,25 м ²
Батист	0,25 м ²
Кисть художественная	1 шт.
Бумага для печатающего устройства формата А4 высшего качества	0,5 кг
Спирт этиловый ректифицированный технический высшего качества	0,2 л

Манипулятор системы верификации дозового поля устанавливается на штативе ускорителя. АРМ-системы верификации размещается в пультовой ускорителя. Прокладка кабелей между АРМ-системы верификации и манипулятором осуществляется по кабельным каналам, а в случае их отсутствия, в желобах.

Манипулятор СВДП должен быть надежно закреплен, потому что штатив ускорителя вращается с довольно большой скоростью.

При монтаже необходимо проявлять аккуратность. Следить, чтобы проложенные кабели не попали под движущиеся части конструкций СВДП и ускорителя, не образовывали узлы и петли.

5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

5.1 РЕМОНТ ВО ВРЕМЯ ГАРАНТИЙНОГО СРОКА

Ремонт изделия во время гарантийного срока осуществляют представители изготовителя или сервисной службы, прошедшие соответствующее обучение. Ремонт изделия силами заказчика приводит к потере гарантийных обязательств изготовителя.

Для подтверждения даты ввода установки в эксплуатацию необходимо сохранять акты приёма-передачи оборудования, ввода в эксплуатацию, паспорт установки.

Ремонт осуществляется при условии, что неполадки в изделии не возникли в результате нарушения покупателем правил пользования, транспортировки, хранения, действий третьих лиц, непреодолимой силы (пожары, природные катастрофы и т.п.), попадания бытовых насекомых и грызунов, воздействия иных посторонних факторов.

Гарантия не распространяется на приборы с неисправностями, возникшими вследствие существенных нарушения в процессе эксплуатации технических требований оговоренных в руководстве по

Е.332.624 РЭ					Лист
					25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

эксплуатации, в том числе нестабильности параметров электросети, оговоренных в ГОСТ 13109-97.

Использование установки в целях, отличных от предусмотренных техническими условиями, является нарушением правил эксплуатации и является основанием для прекращения гарантии.

Гарантийный ремонт не производится в случаях, если:

- Установка имеет следы ремонта или вмешательства, произведённые сторонними фирмами или лицами.
- Имеются механические повреждения изделия в результате удара или падения, или применения чрезмерной силы к элементам конструкции.
- Имеются несанкционированные изменения конструкции или неприемлемые комплектующие.
- Имеются следы воздействия химически агрессивных веществ и высоких температур.
- Утери эксплуатационной технической документации.
- Отсутствия оперативного журнала и графиков планово-профилактических и ремонтных работ.
- Несанкционированного изменения программного обеспечения, установку программного обеспечения сторонних производителей, нарушение лицензионных соглашений.

Гарантия не распространяется на:

- Расходные материалы и аксессуары (бумага, картриджи для принтеров и т.п.).
- Детали с коротким сроком использования, например: электролампы, щётки электродвигателей, смазка, резиновые уплотнители.
- Износ деталей отделки и декоративных покрытий.
- Профилактическое обслуживание (чистка, промывка, смазка).

5.2 РЕМОНТ ПОСЛЕ ГАРАНТИЙНОГО СРОКА

Ремонт изделия после гарантийного срока должны осуществлять представители изготовителя, сервисной службы или заказчика, прошедшие соответствующее обучение.

					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Изделие транспортируют всеми видами транспортных средств, кроме неотапливаемых и негерметизированных отсеков самолетов, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50444-92 и правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта. Условия транспортирования изделия - по условиям хранения 5 ГОСТ 15150-69.

Изделие в упаковке изготовителя следует хранить на складах. Условия хранения изделия - 1, по ГОСТ 15150-69.

После транспортирования или хранения в холодном помещении, особенно в зимнее время, вскрывать упаковку изделия следует после выдержки при температуре $(25 \pm 5) ^\circ\text{C}$ - не менее 48 часов.

Распаковка и сборка СВДП на месте установки должны выполняться обученным персоналом изготовителя. Неправильная последовательность распаковки составных частей стола может привести к их повреждению.

При приемке груза получатель в соответствии с действующими на транспорте правилами перевозок обязан проверить сохранность груза, в части:

- целостность пломб;
- исправность тары;
- соответствие наименования груза, маркировки на нем и количества мест данным, приведенным в транспортных документах.

В случае повреждения тары, нарушения пломб необходимо составить коммерческий акт.

Допускается производить распаковку изделия представителям заказчика при наличии письменного разрешения завода изготовителя или пуско-наладочной организации.

При вскрытии проверяется:

- комплектность поставляемого оборудования сопоставлением фактического наличия с приведенным в паспорте на изделие,
- соответствие поставляемой продукции упаковочным местам и описям на каждое место,
- внешний вид изделия на отсутствие повреждений после транспортировки.

В случае обнаружения не комплектной поставки или повреждения покрытий представитель пуско-наладочной организации извещает завод изготовитель для решения вопроса о возможности использования оборудования.

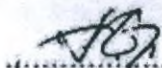
					E.332.624 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ В

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФГУП "НИИЭФА им. Д. В. Ефремова",
директор НПК "ЛУЦ"

 А. П. Строкач
" 29 " 12 2010 г.

**СИСТЕМА МНОГОЛЕПЕСТКОВОГО
КОЛЛИМАТОРА**

Руководство по эксплуатации
Е.332.648 РЭ

Санкт-Петербург
2010 г.

Содержание

	Вводная часть	3
1	Описание и работа изделия	3
1.1	Назначение изделия	3
1.2	Технические характеристики	5
1.3	Состав изделия	6
1.4	Устройство и работа изделия	7
1.5	Маркировка и пломбирование	10
1.6	Упаковка	10
2	Описание и работа составных частей изделия	10
2.1	Механизм МЛК	10
2.2	Устройство перемещения	15
2.3	АРМ-системы МЛК	15
2.4	Программное обеспечение системы верификации	16
3	Использование по назначению	16
3.1	Эксплуатационные ограничения	16
3.2	Подготовка изделия к использованию	17
3.2.1	Меры безопасности	17
3.2.2	Порядок осмотра и проверки готовности изделия	18
3.3	Использование изделия	18
3.3.1	Этапы работы СМЛК	18
3.3.2	Установка механизма МЛК	18
3.3.3	Укладка пациента	19
3.3.4	Снятие механизма МЛК	20
3.4	Действие в экстремальных ситуациях	20
4	Техническое обслуживание	20
4.1	Общие указания	20
4.2	Операции по периодическому обслуживанию изделия	21
4.3	Очистка оборудования и дезинфекция	22
4.4	Монтаж	23
5	Текущий ремонт	24
5.1	Ремонт во время гарантийного срока	24
5.2	Ремонт после гарантийного срока	25
6	Транспортирование и хранение	25

					Е.332.648 РЭ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Система многодепесткового коллиматора Руководство по эксплуатации	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Матвеев	<i>Матвеев</i>	28.12.10				
Провер.		Шинзов	<i>Шинзов</i>	29.12.10			2	27
Реконст.						ФГУП «НИИЭФА»		
Н. Контр.		Прокопьева	<i>Прокопьева</i>	28.12.10				
Вед. инж.		Будтов	<i>Будтов</i>	28.12.10				

Руководство по эксплуатации (далее - РЭ) предназначено для организации правильной эксплуатации системы верификации дозового поля, ознакомления с составом оборудования и его устройством, изучения правил использования по назначению, технического обслуживания и ремонта.

РЭ содержит сведения о системе многолепесткового коллиматора (далее – СМЛК), принципе её действия, технических параметрах и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации.

Операторы должны быть знакомы с содержанием данного РЭ прежде, чем приступать к выполнению действий, которые в нем описываются. Операторы должны использовать оборудование только так, как это описано в РЭ, принимая во внимание содержание всех предупреждений.

СМЛК должна обслуживаться только операторами, которые прошли обучение правилам и инструкциям, относящимся к использованию ионизирующего излучения, правилам безопасности при эксплуатации электроустановок и ознакомлены с особенностями применения данного оборудования.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Система многолепесткового коллиматора предназначена для формирования терапевтических пучков тормозного излучения медицинских ускорителей. СМЛК обеспечивает возможность получения фигурных полей облучения, максимально соответствующих по профилю форме опухолевого объёма.

Механизм многолепесткового коллиматора (далее - МЛК) (см. рис.1) является специализированным устройством для формирования полей облучения сложной формы, которое используется совместно с диафрагмами радиационной головки линейного ускорителя электронов, предназначенными для формирования прямоугольных полей облучения.

СМЛК может быть использована в специализированных онкологических учреждениях здравоохранения для конформного облучения пациентов на медицинских ускорителях.

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

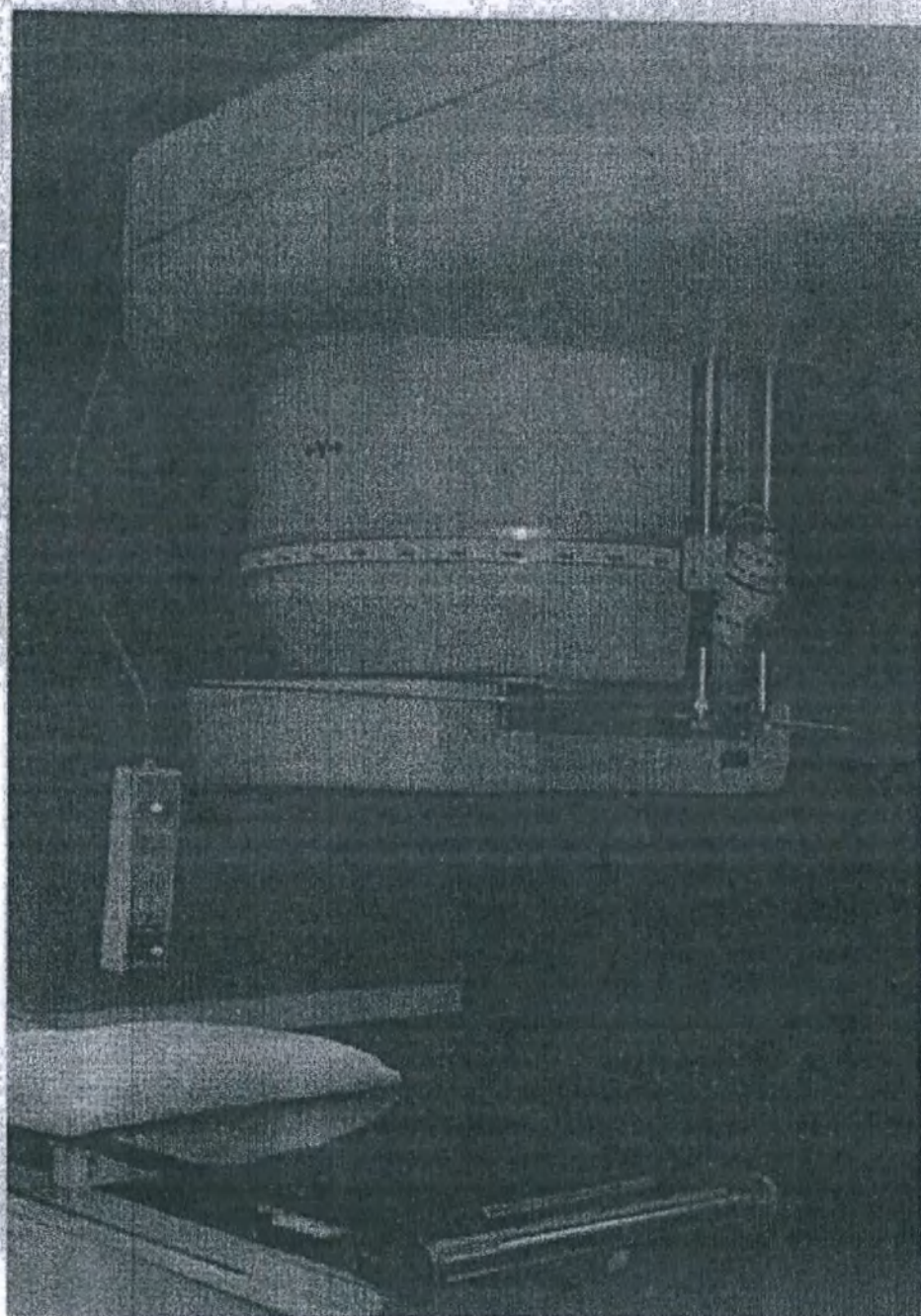


Рис.1 – Общий вид МЛК, установленного на радиационную головку ускорителя.

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

МЛК выполнен съемным и устанавливается на радиационную головку линейного ускорителя с сохранением возможности вращения головки относительно оси пучка. МЛК снабжен компьютерной системой управления, обеспечивающей независимое перемещение лепестков и средствами измерения их положения.

Программно-аппаратный комплекс системы управления МЛК имеет возможность регистрации и документирования всех параметров, характеризующих условия облучения во время лечебного сеанса.

Электропитание СМЛК осуществляется от однофазной сети переменного тока с напряжением (220 ± 22) В и частотой $(50 \pm 0,25)$ Гц. Наибольшая потребляемая мощность 1 кВт. Уровень звуковой мощности, создаваемой устройством, не превышает 55 дБ.

Система рассчитана на эксплуатацию в закрытых помещениях при температуре от $+15^{\circ}\text{C}$ до $+35^{\circ}\text{C}$, относительной влажности воздуха 80% при температуре $+25^{\circ}\text{C}$ и атмосферном давлении (1000 ± 40) гПа $((760 \pm 30)$ мм рт. ст.).

По устойчивости к климатическим воздействиям СМЛК изготовлена в исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69. По устойчивости к механическим воздействиям относится к группе 1 по ГОСТ Р 50444-92, а по электробезопасности - к изделиям класса защиты 1 типа В по ГОСТ Р 50267.0-92 и ГОСТ Р МЭК 60601-1-1-2007. По режиму применения СМЛК относится к изделиям многократного циклического использования.

Ресурс механизма СМЛК: количество перемещения лепестка - не менее 100 000 циклов. Непрерывная эксплуатация устройства - 12 часов.

СМЛК должна использоваться в помещениях, которые удовлетворяют соответствующим требованиям и правилам, касающимся электробезопасности данного типа оборудования.

Габаритные размеры МЛК: $0,73 \times 0,36 \times 0,12$ м. Масса МЛК не более 65 кг.

1.3 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Система многолепесткового коллиматора состоит из:

- механизма МЛК,
- АРМ-системы МЛК,
- устройства перемещения,
- программного обеспечения системы МЛК.

					E.332.648 РЭ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

Управление приводами перемещения лепестков МЛК осуществляется от компьютера, с помощью которого лепестки устанавливаются в положения, заданные планом лечения. Компьютер оснащен сетевым контроллером для связи с системой планирования лечения.

Результатом планирования конфигурации дозового поля, сформированного СМЛК, является матрица состояний лепестков для каждой угловой позиции ротационной консоли. Координаты положений лепестков характеризуют геометрическую границу радиационного поля и его световой имитации на уровне изоцентрической оси ускорителя.

На рис.2 показана система координат, в которой описывается положение точек пересечения аппроксимирующего и планового контуров. В результате планирования облучения задаются координаты границ аппроксимирующего поля, на основе чего составляется предписание для системы управления позиционированием лепестков.

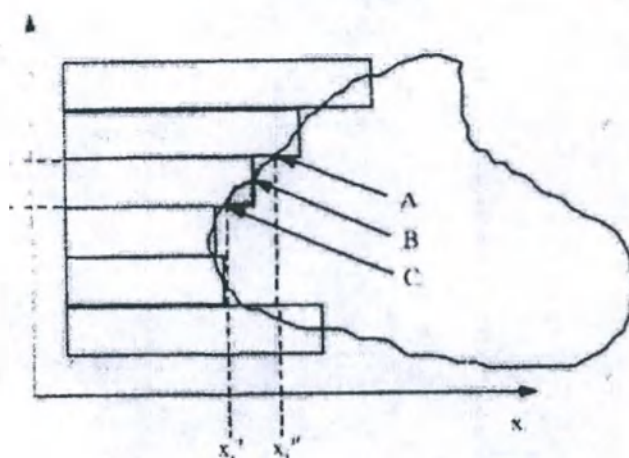


Рис. 2 - Задание координат точек пересечения аппроксимирующего и планового контуров.

В разработанном многолепестковом коллиматоре общее количество лепестков составляет 80 штук – по 40 лепестков с каждой стороны. Соответственно, матрица состояний содержит 40 координат лепестков $x_1, \dots, x_{40}$ для группы с одной стороны и 40 координат $x_{41}, \dots, x_{80}$ для группы с другой стороны. Таким образом, файл формируемых фигурных полей, передаваемый из системы планирования, содержит указания насчет общего количества полей облучения, углов поворота консоли и матрицу состояний лепестков для каждого из полей.

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

На рис.3 представлен вариант расположения границ фигурного поля, сформированного с помощью СМЛК, рассчитанный в системе планирования облучения на основе рентгеновского изображения тела пациента, полученного с помощью симулятора. Программа расчёта при планировании позволяет задать плавный контур поля облучения вокруг очага патологии, после чего автоматически рассчитывается конкретное положение лепестков.

Система управления лепестками содержит файлы калибровочных коэффициентов, устанавливающих соответствие между реальным положением лепестка и его проекцией на плоскость изоцентрической оси, что позволяет ей правильно отождествить вводимые в неё рассчитанные данные.

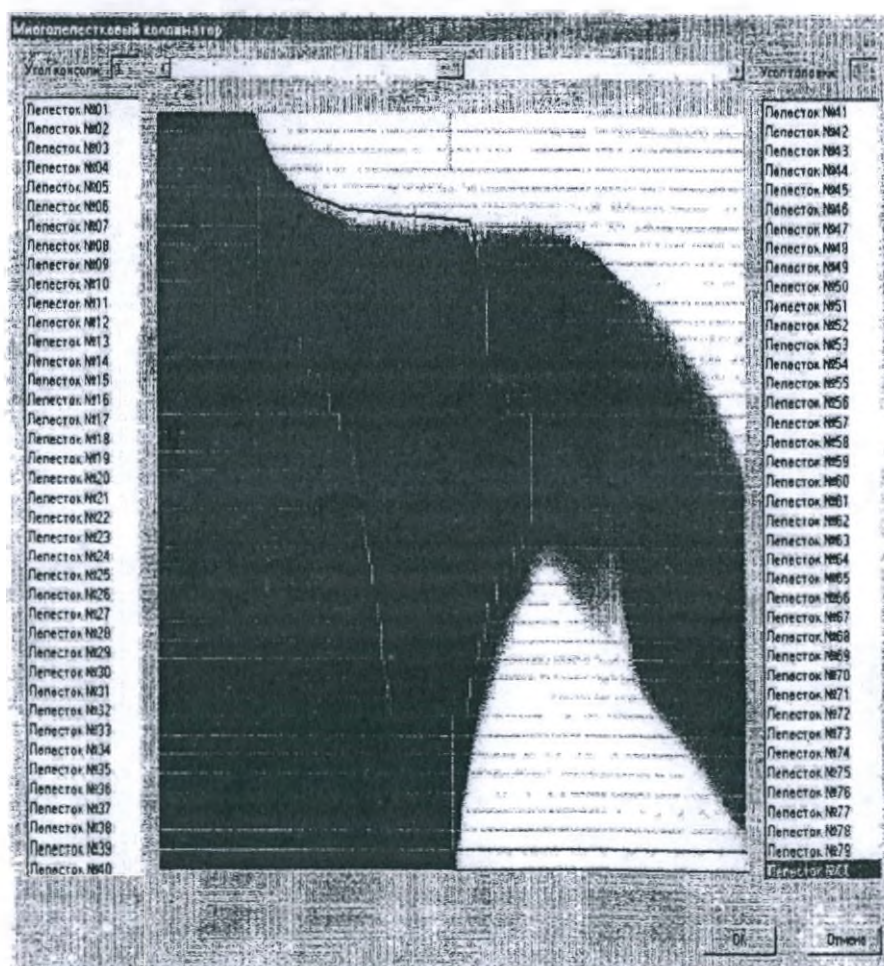


Рис.3 - Вариант расположения границ фигурного поля, рассчитанный в системе планирования облучения и сформированный с помощью МЛК.

					Е.332.648 РЭ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			8

Врач-радиолог, оценивая полученный результат, имеет возможность интерактивно откорректировать положения лепестков. После завершения процесса создания виртуального поля программа формирует файл данных координат лепестков, на основе которого система управления микромоторами перемещает лепестки в выбранное положение. Структура файла представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Структура файла координат лепестков МЛК.

Угол поворота консоли: 0	Лепесток №26: -24	Лепесток №54: 48
Угол поворота головки: 0	Лепесток №27: -16	Лепесток №55: 49
Лепесток №0: 0	Лепесток №28: -7	Лепесток №56: 49
Лепесток №1: 0	Лепесток №29: 0	Лепесток №57: 46
Лепесток №2: 0	Лепесток №30: 0	Лепесток №58: 42
Лепесток №3: 0	Лепесток №31: 0	Лепесток №59: 37
Лепесток №4: 0	Лепесток №32: 0	Лепесток №60: 7
Лепесток №5: 12	Лепесток №33: 0	Лепесток №61: 6
Лепесток №6: -12	Лепесток №34: 0	Лепесток №62: 6
Лепесток №7: -17	Лепесток №35: 0	Лепесток №63: 6
Лепесток №8: -23	Лепесток №36: 0	Лепесток №64: 33
Лепесток №9: -34	Лепесток №37: 0	Лепесток №65: 36
Лепесток №10: -43	Лепесток №38: 0	Лепесток №66: 35
Лепесток №11: -50	Лепесток №39: 0	Лепесток №67: 22
Лепесток №12: -52	Лепесток №40: 0	Лепесток №68: 4
Лепесток №13: -54	Лепесток №41: 0	Лепесток №69: 0
Лепесток №14: -55	Лепесток №42: 0	Лепесток №70: 0
Лепесток №15: -56	Лепесток №43: 0	Лепесток №71: 0
Лепесток №16: -55	Лепесток №44: 0	Лепесток №72: 0
Лепесток №17: -53	Лепесток №45: 16	Лепесток №73: 0
Лепесток №18: -47	Лепесток №46: 16	Лепесток №74: 0
Лепесток №19: -40	Лепесток №47: 17	Лепесток №75: 0
Лепесток №20: -37	Лепесток №48: 18	Лепесток №76: 0
Лепесток №21: -35	Лепесток №49: 27	Лепесток №77: 0
Лепесток №22: -35	Лепесток №50: 34	Лепесток №78: 0
Лепесток №23: -34	Лепесток №51: 40	Лепесток №79: 0
Лепесток №24: -34	Лепесток №52: 45	
Лепесток №25: -32	Лепесток №53: 46	

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

1.5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

На лицевой части защитнодекоративных кожухов установлена универсальная идентификационная табличка с логотипом ФГУП "НИИЭФА им. Д. В. Ефремова". На МЛК установлена идентификационная табличка с названием изделия, заводским номером и датой изготовления. Пломбирование изделия осуществляется при упаковке. Маркировка СМЛК и её составных частей осуществлено по ГОСТ Р 50444-92 с соблюдением правил СанПиН №1858-79.

Транспортная маркировка грузовых мест осуществлена по ГОСТ 14192-96.

1.6 УПАКОВКА

СМЛК поставляется упакованной в транспортных ящиках. Упаковка осуществлена по ГОСТ Р 50444-92 и упаковочным чертежам. Составные части СМЛК упакованы по варианту В3-4 ГОСТ 9.014-78. Консервация составных частей произведена по варианту защиты В3-10 ГОСТ 9.014-78. Эксплуатационная документация упакована в пакеты из пленки полиэтиленовой ГОСТ 10354-82 с последующей заваркой шва.

Покупные изделия, поступающие в собственной упаковке, упакованы в полном комплекте собственной упаковки. В каждый ящик вложен упаковочный лист по ГОСТ Р 50444-92.

2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ

2.1 МЕХАНИЗМ МЛК

Механизм МЛК (см. рис.4) состоит из:

- несущей металлоконструкции (поз.1 рис.4), включающей в себя: привода (поз.2 рис.4); рамки; плиты; два набора пластин (поз.5 рис.4);
- системы управления перемещением лепестков (поз.3 рис.4);
- системы крепления (поз.4 рис.4) несущей металлоконструкции к радиационной головке (поз.6 рис.4).

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

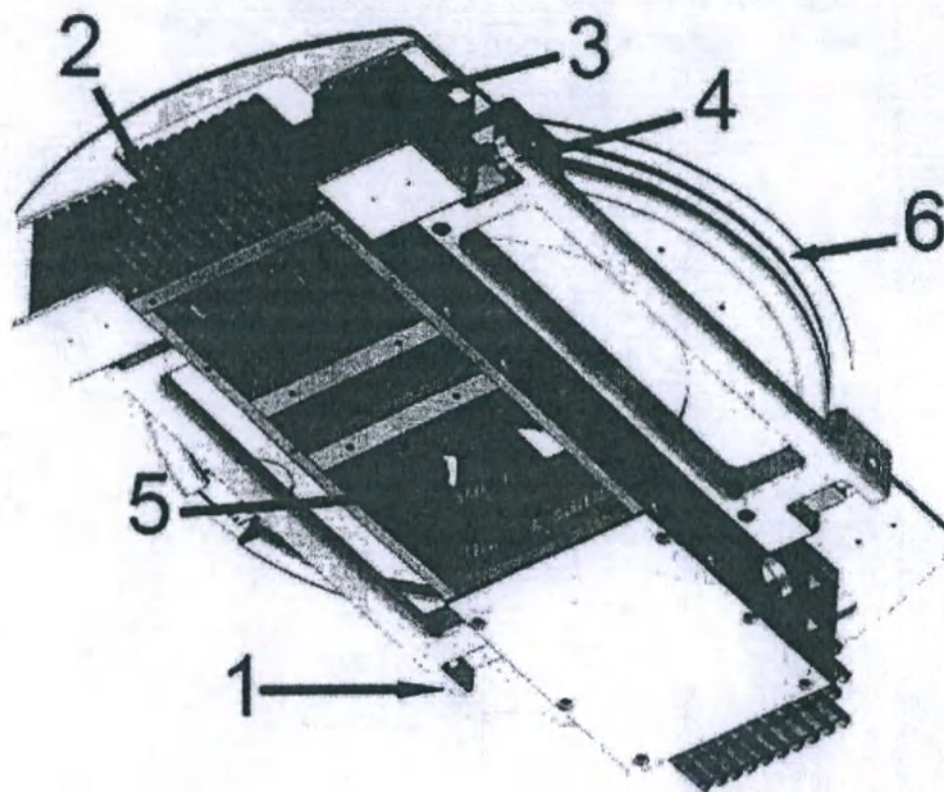


Рис.4 - Механизм МЛК, установленный на радиационную головку ускорителя.

Механизмы перемещения лепестков закрыты стационарными конструктивными элементами, снятие и удаление которых возможно только с помощью инструмента.

Для обеспечения требований безопасности при эксплуатации МЛК используется штатная охранная стоп-рамка линейного ускорителя электронов, предотвращающая столкновение устройства с пациентом, столом для пациента или устройствами иммобилизации пациента. В случае невозможности использования штатной стоп-рамки из-за её демонтажа при установке МЛК, механизм МЛК оснащается своей собственной стоп-рамкой, которая подключается к системе блокировок ускорителя.

Система управления перемещением лепестков построена на контроллере многолепесткового коллиматора. Контроллер многолепесткового коллиматора обеспечивает управление микроэлектродвигателями приводов лепестков коллиматора от центральной ЭВМ с целью отработки заданной, заранее рассчитанной апертуры пучка.

					E.332.648 PЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

В соответствии с конструктивным исполнением механической части приводов лепестков и расположением микродвигателей, контроллер расположен на четырех функциональных платах. Структурная схема контроллера показана на рис.5.

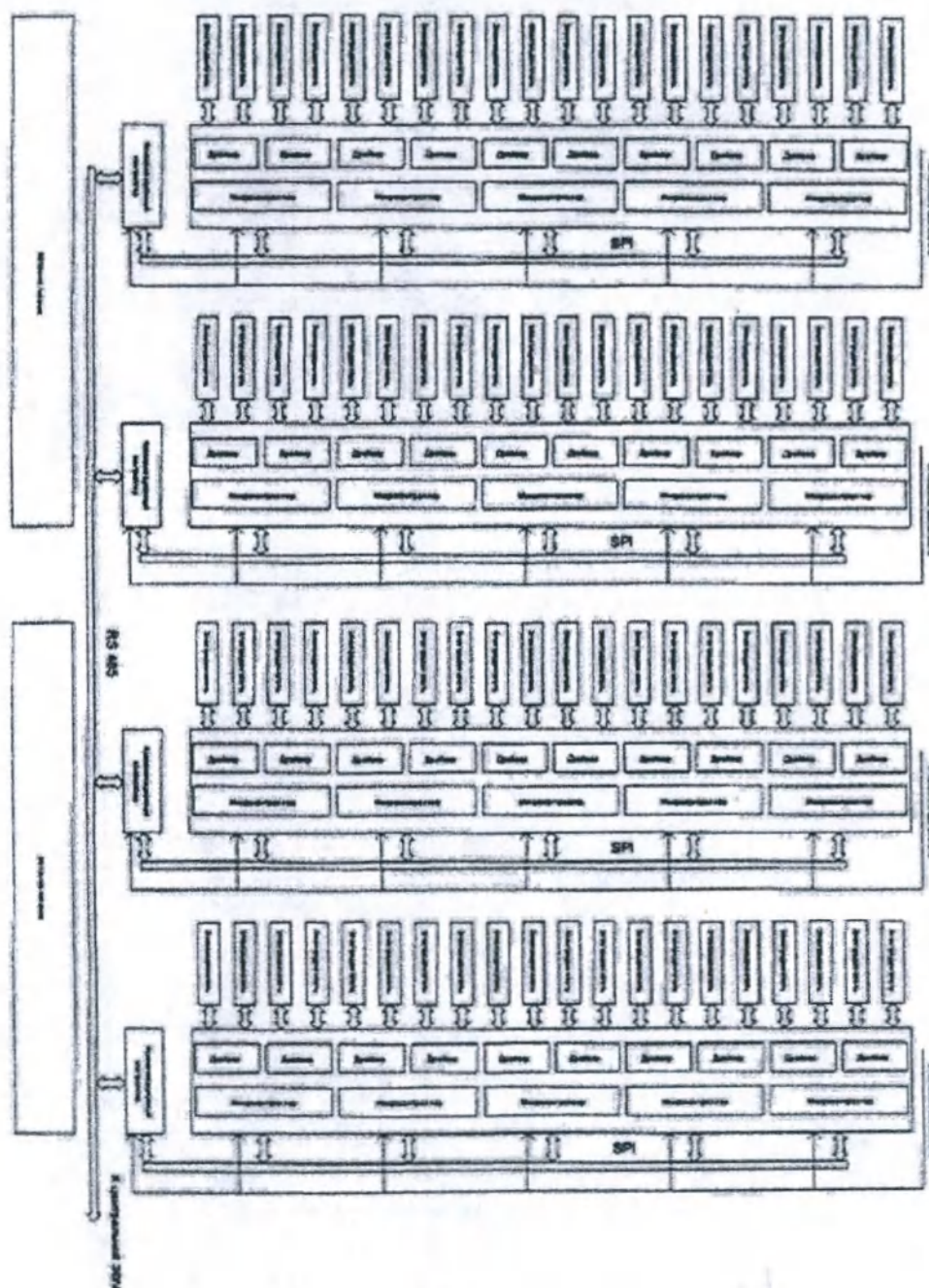


Рис.5 - Структурная схема контроллера коллиматора.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Е.332.648 РЭ	Лист
						12

Каждая плата обслуживает двадцать микродвигателей. Микродвигатели имеют встроенный редуктор и энкодер, сигналы с которого используются для определения координат лепестков с требуемой точностью.

Каждая плата состоит из пяти ячеек. Каждая ячейка обеспечивает работу четырех микродвигателей и через SPI интерфейс связана с коммуникационным процессором, который имеет интерфейс RS-485 для связи с центральным компьютером. Структура ячейки представлена на рис.6, а сама ячейка на рис.7.

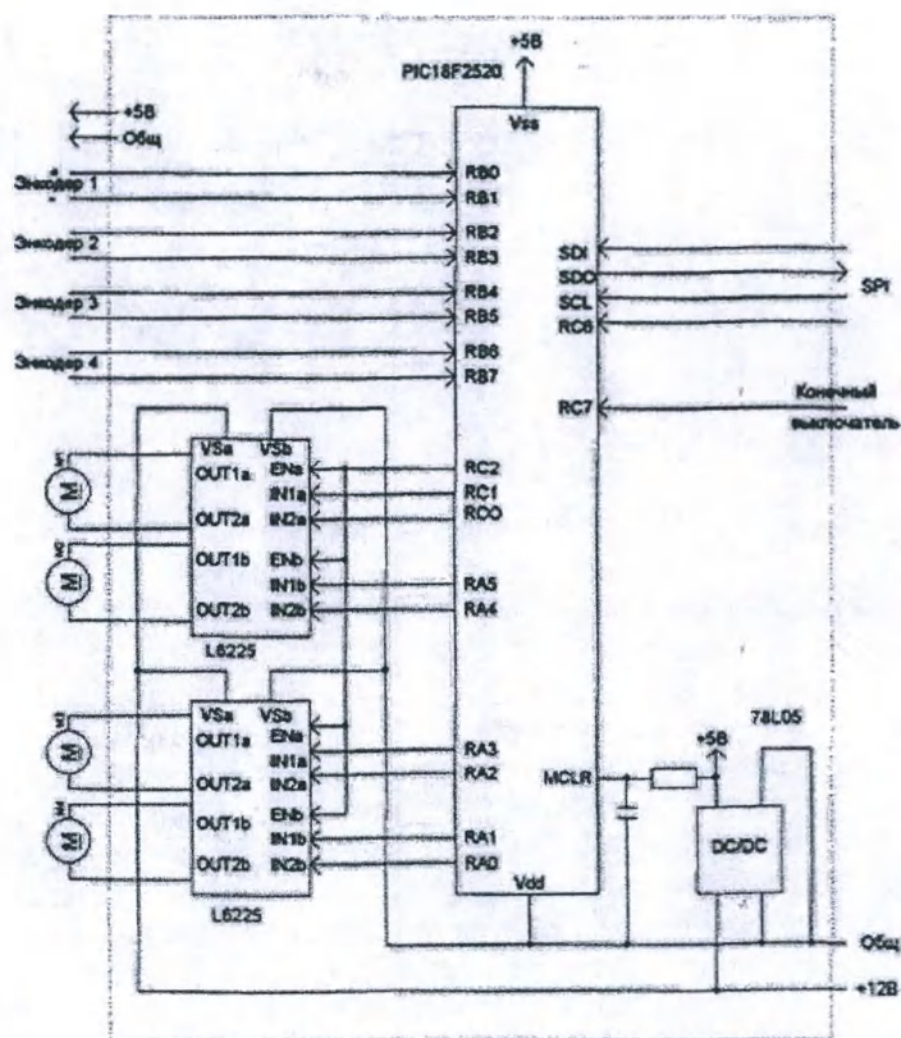


Рис.6 - Структурная схема ячейки контроллера коллиматора.

Е.332.648 РЭ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	13

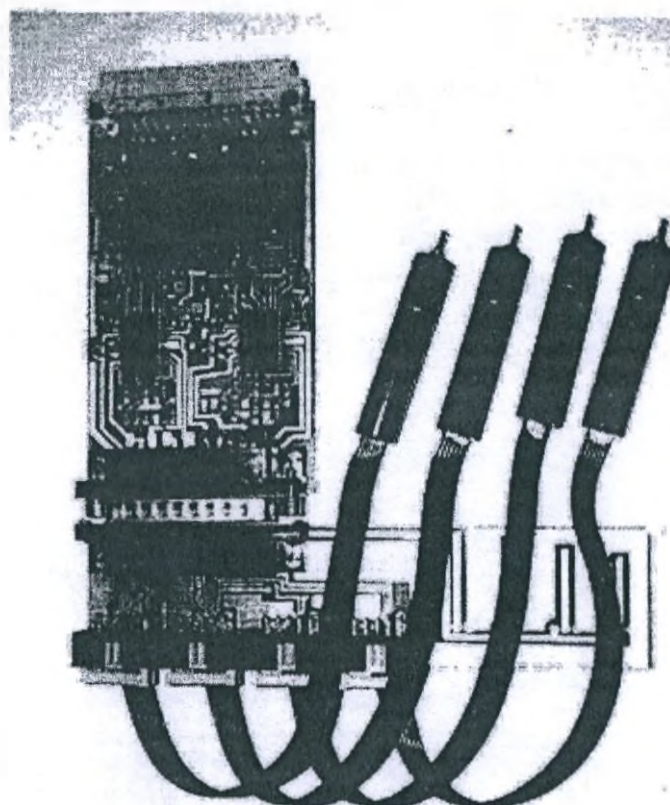


Рис. 6 - Функциональная ячейка контроллера многолепесткового коллиматора.

Для управления четырьмя микродвигателями использованы две микросхемы драйверов L6225. Драйверы позволяют коммутировать токи в обмотках двигателей, а также обеспечивают защиту от перегрева и перегрузки по току. Сигналы четырех энкодеров подаются на входы процессора PIC18F2520. Коммуникационный процессор получает от ЭВМ требуемые положения двадцати лепестков и распределяет эти значения по четыре штуки в каждую из пяти ячеек. Процессоры ячеек через драйверы включают моторы и следят за данными энкодеров, отрабатывая, таким образом, заданные уставки положения. Энкодеры имеют разрешающую способность, соответствующую 0,003 мм перемещения лепестка. Наличие обратной связи через энкодеры не только обеспечивает требуемую точность позиционирования, но и позволяет реализовывать программный плавный разгон и торможение приводов.

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Внутренняя память процессоров позволяет, при необходимости хранить несколько десятков уставок положения для разных положений источника излучения относительно пациента.

Каждый блок из двадцати микродвигателей имеет концевой выключатель для определения начального положения лепестков, что позволяет проводить калибровку этих лепестков.

2.2 УСТРОЙСТВО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

Устройство перемещения состоит из:

- приспособления для устранения дисбаланса;
- установочной тележки.

Приспособления для устранения дисбаланса предусмотрены для устранения дисбаланса, возникающего при установке механизма МЛК на радиационную головку ускорителя.

Установочная тележка выполнена в виде тележки с механизмом подъёма механизма МЛК, что облегчает процедуру установки на линейный медицинский ускоритель механизма МЛК.

2.3 АРМ-СИСТЕМЫ МКЛ

АРМ-системы МЛК включает в себя:

- Компьютер;
- Источник бесперебойного питания;
- Блоки питания;
- Соединительные кабели.

АРМ-системы МЛК размещается в пультовой ускорителя и подключается к локальной сети, если таковая имеется.

Компьютер состоит из системного блока, монитора, принтера, клавиатуры и манипулятора типа «мышь». Компьютер предназначен для управления приводами перемещения лепестков МЛК согласно загруженному в него плану лечения по локальной сети из планирующей станции. При отсутствии локальной сети можно применять сменные носители информации.

Так же с помощью компьютера можно тестировать механизм МЛК, проводить его калибровку. Для документирования используется подключённый к компьютеру принтер.

					E.332.648 PЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

В системе питания АРМ-системы МЛК имеется устройство бесперебойного питания, которое в случае отключения электроснабжения позволяет подать питание на компьютер, что даёт время для завершения работающих программ и правильному выключению компьютера.

2.4 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ВЕРИФИКАЦИИ

Программное обеспечение СМЛК установленное на персональном компьютере работает под управлением операционной системы из семейства Microsoft Windows.

С помощью программного обеспечения можно регистрировать и документировать параметры, характеризующие условия облучения во время лечебного сеанса.

Программное обеспечение системы МЛК содержит средства для тестирования механизма МЛК.

3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

3.1 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ

Изделие предназначено для эксплуатации в стационарных закрытых отапливаемых помещениях с кондиционированием воздуха в интервале температур от 15 до 32 °С, относительной влажности воздуха не более 80 % при температуре 20 °С и атмосферном давлении от 690 до 800 мм рт.ст.

В помещении, где установлено изделие, не должно быть паров кислот, щелочей и паров, вызывающих коррозию. Помещение не должно подвергаться вибрациям и сотрясениям. Вблизи помещения не должно быть источника сильных электромагнитных полей.

Питающая сеть должна обеспечивать мощность не менее 1,5 кВт. В помещении должен быть заземляющий контур. Величины напряжения питающей сети должна соответствовать допуску 380 В (+/-10)% для ШПУ и 220 В (+/- 10)% для ПЭВМ.

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

3.2 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

3.2.1 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- эксплуатировать изделие со снятыми защитнодекоративными кожухами, во избежание попадания человека или предметов под движущиеся элементы конструкции;
- проводить ремонтные работы при отсутствии заземления;
- нарушать требования данного РЭ и должностных инструкций;
- проводить дезинфекцию и дезактивацию, влажную санитарную обработку подключенного к сети питания изделия.

Обслуживающий персонал ОБЯЗАН знать и строго выполнять порядок включения и выключения изделия и входящих в него устройств.

НЕ ДОПУСКАЕТСЯ работа изделия в климатических условиях, отличных от указанных в настоящем РЭ независимо от времени года.

Обслуживающий персонал при эксплуатации установки должен вести два журнала: оперативный журнал, в котором должны быть отмечены: дата работы, начало и окончание работы, Ф.И.О. обслуживающего персонала, программа работы, замечания по работе оборудования установки; журнал ремонта и профилактики, в котором должно быть отмечено: начало и окончание работы, Ф.И.О. персонала, проводившего профилактику или ремонт, системы, блоки, узлы и т.п., подвергнутые профилактике или ремонту. При выполнении ремонта должны быть указаны причины выхода из строя ремонтируемого оборудования.

Техническое обслуживание изделия должен проводить инженер, обслуживающий аппаратуру радиологического отделения.

В состав персонала, проводящего вместе с врачом лечение пациентов, обязательно должен входить и лаборант, имеющий допуск к работе с ускорителем.

Установка дополнительного программного обеспечения на компьютер АРМ-системы МЛК, не относящегося к работе СМЛК, не допускается. Корректная работа программного обеспечения установки не гарантируется при установке программного обеспечения от сторонних производителей.

Установка на ускоритель СМЛК не отменяет все требования безопасности, которые учитываются при работе на ускорителе.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ работать при наличии повреждённых частей СМЛК. Если известно или есть подозрение, что какая-либо часть оборудования или сама система неисправна или разлажена, то использование СМЛК запрещено, пока не будет выполнен ремонт. СМЛК с неисправными или не налаженными компонентами может представлять опасность для оператора или пациента.

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Настоятельно не рекомендуется снимать охранную стоп-рамку. Пользователь несет ответственность за то, что охранный стоп-рамка правильно установлена и все время находится в рабочем состоянии.

Если в процессе управления перемещениями наблюдается неправильное функционирование (повышенный шум, нетривиальное реагирование на воздействие органов управления) нужно прекратить использование СМЛК.

Механизм МЛК должен быть надежно закреплен при установке на радиационную головку, потому что штатив ускорителя вращается с довольно большой скоростью.

3.2.2 ПОРЯДОК ОСМОТРА И ПРОВЕРКИ ГОТОВНОСТИ ИЗДЕЛИЯ

Перед началом работы необходимо проверить наличие и целостность заземления СМЛК, целостность кабелей и других частей системы.

Проверить на правильность подключения СМЛК к ускорителю и, если имеется, к локальной системе.

Проверить, что ускоритель исправен и готов к работе в лечебном режиме.

Проверить наличие в системе питания АРМ-системы устройства бесперебойного питания, которое в случае отключения электроснабжения позволяет подать питание на компьютер, что даёт время для завершения работающих программ и правильному выключению компьютера.

3.3 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

3.3.1 ЭТАПЫ РАБОТЫ СМЛК

Работа с СМЛК делится на следующие этапы:

- установка механизма МЛК;
- укладка пациента;
- снятие механизма МЛК.

3.3.2 УСТАНОВКА МЕХАНИЗМА МЛК

Если механизм МЛК ещё не установлен на радиационной головке линейного ускорителя, а находится на установочной тележке, то вам надо установить штатив ускорителя вертикально и освободить место под радиационной головкой от деки стола и других предметов. Затем на установочной тележке подвести МЛК под радиационную головку и с помощью её механизма подъёма поднять МЛК к радиационной головке.

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Используя систему крепления МЛК, закрепить его на радиационной головке, после чего опустить платформу установочной тележки и убрать тележку из зоны вращения ускорителя в места её хранения. Подключить МЛК, вставив разъёмы в свои гнезда; разъёмы необходимо закрепить штатными приспособлениями, так как штатив ускорителя вращается с довольно большой скоростью.

Включите блоки питания, компьютер АРМ-системы МЛК и другие его части в сеть. После загрузки операционной системы, щёлкните по иконке СМЛК на рабочем столе компьютера для активизации программного обеспечения. В меню управления выберите способ ввода лечебных параметров: с переносного носителя или по локальной сети.

После включения механизм МЛК начнёт самотестирование: проверку своей работоспособности, нахождение начальных точек отсчёта, установку лепестков в начальное положение. Об окончании самотестирования будет сообщено табличкой, говорящей, что система готова или не готова к работе. В случае не готовности работы системы необходимо проверить правильность подключения МЛК и другого оборудования. Если МЛК подключён правильно, а система не готова к работе, то необходимо вызвать ремонтную бригаду, и снять механизм МЛК, если он будет в дальнейшем мешать лечебному процессу.

3.3.3 УКЛАДКА ПАЦИЕНТА

Введите рассчитанные лечебные параметры в ускоритель и в компьютер АРМ-системы МЛК. Запустите механизм установки лепестков, согласно рассчитанному лечебному плану, воспользовавшись для этого закладками выпадающего меню панели управления. После установки лепестков в нужном положении, о чем сообщит появившаяся табличка, производится укладка пациента по существующим методикам и правилам лечения. Во время укладки пациента проверяется, чтобы не было столкновений подвижных частей ускорителя с терапевтическим столом и окружающими предметами.

С помощью АРМ-системы МЛК врач-радиолог, оценив на месте полученный результат расчёта, имеет возможность интерактивно откорректировать положения лепестков. Для этого необходимо воспользоваться имеющимся набором закладок выпадающего меню панели управления.

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

3.3.4 СНЯТИЕ МЕХАНИЗМА МЛК

После завершения лечебного сеанса, вы можете, используя программное обеспечение СМЛК, зарегистрировать и задокументировать параметры, характеризующие условия облучения во время лечебного сеанса. Для осуществления процедуры электронного сохранения параметров облучения нажмите на клавишу «ЗАПИСЬ» из выпадающего меню панели управления. Для получения бумажной версии необходимо воспользоваться принтером, функциями которого можно управлять, воспользовавшись командами из выпадающего меню.

По завершению работы закройте меню управления, правильно выключите компьютер АРМ-системы МЛК и другие его части из сети. Выключите блоки питания, и в случае необходимости, если не планируете использовать МЛК в дальнейшем или он мешает, отстыкуйте механизм МЛК от радиационной головки ускорителя, используя установочную тележку. Порядок отстыковки противоположен установке МЛК (см. п.3.3.2).

3.4. ДЕЙСТВИЕ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ

В экстремальных ситуациях необходимо руководствоваться наставлениями и рекомендациями, изложенными в должностных инструкциях по технике безопасности при работе на ускорителе.

4 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

4.1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Персонал медицинского учреждения, который контролирует использование оборудования, должен предусмотреть регулярное профилактическое обслуживание оборудования, как указано в настоящем РЭ. При использовании оборудования персонал должен быть уверен в том, что выполнены все регулярные профилактические проверки, описанные в данном РЭ.

В данном разделе описываются действия по техническому обслуживанию оборудования, целью которого является:

- гарантировать, что оборудование продолжает функционировать в соответствии со своими техническими характеристиками;
- гарантировать, что его работа продолжает удовлетворять пользователя;

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

- гарантировать, что оно по-прежнему отвечает всем требованиям безопасности.

Изготовитель рекомендует, чтобы техническое обслуживание проводилось специалистами изготовителя или лицами, обученными изготовителем для выполнения этих работ.

Ежедневное и еженедельное техническое обслуживание должно проводиться пользователем, однако 3-месячное, 6-месячное и 12-месячное обслуживание рекомендуется проводить специалистами изготовителя или сервисной службы.

Для выполнения большинства операций достаточно одного человека, но по требованиям безопасности необходимо привлекать к работе двух человек.

Основной инструмент и материалы для чистки:

- мягкая ткань,
- пылесос,
- чистящее средство на основе этилового спирта.
- смазочный пистолет,
- отвёртка,
- многоцелевая смазка Molub Alloy или легкое машинное масло.

4.2 ОПЕРАЦИИ ПО ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ИЗДЕЛИЯ

Ежедневно должно осуществляться: внешний осмотр, проверка стыковки кабелей, удаление пыли и грязи с наружных поверхностей изделия, проверка работы стоп-рамки. Проверка крепления МЛК к радиационной головке ускорителя, если он установлен на радиационной головке ускорителя.

Еженедельное обслуживание включает: проверку работы механизма МЛК на плавность хода во всем диапазоне перемещений.

Ежемесячное обслуживание состоит из проверки креплений в механизме МЛК. По световому полю проверяется соответствие реальных размеров полей и устанавливаемых.

3-месячное обслуживание: проверка программного обеспечения на наличие вирусов; проверка состояния гибких кабелей на признаки износа или повреждения. При обнаружении признаков существенных повреждений кабель необходимо заменить.

6-месячное обслуживание: приведение в порядок базы данных, перенос данных на носители для хранения (архивация) с последующим удалением их из компьютера; дефрагментация жесткого диска компьютера; проверка крепление электроприводов. После трех лет эксплуатации необходимо проверять состояние электрических соединений.

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

12-месячное обслуживание: удаление пыли из системного блока компьютера; смазка реек и шестерней механизма перемещений смазкой Molub Alloy 0.

Перечень минимального набора для ремонта изделия и технического обслуживания приведён в таблице 9.

Таблица 9 - Перечень КИП, инструментов, принадлежностей и материалов.

Наименование	Номер документа
Прибор комбинированный Ц 4315	ТУ 25-04-426-73
Осциллограф универсальный С1-65	ТУ 22.044.042
Вольтметр цифровой В7-22	ХВ 2.735.001 ТУ
Марля бытовая хлопчатобумажная	ГОСТ 11109-90
Вата медицинская гигроскопическая	ГОСТ 5556-81
Спирт этиловый ректифицированный технический высшей очистки	ГОСТ 17299-78
Бязь хлопчатобумажная	
Пылесос бытовой	
Пакет сервисных программ	
Пакет антивирусных программ	

Допускается замена контрольно-измерительных приборов, имеющих погрешность не хуже, чем указана в НТД. Контрольно-измерительные приборы, используемые при измерениях, должны иметь документы о государственной или ведомственной поверке, проведенной в установленном порядке.

4.3 ОЧИСТКА ОБОРУДОВАНИЯ И ДЕЗИНФЕКЦИЯ

При проведении дезинфекции СМЛК следует руководствоваться "Методическим указаниям МУ-287-113 по дезинфекции, предстерилизационной очистке и стерилизации изделий медицинского назначения".

Эмалированные части и алюминиевые поверхности должны протираться влажной тряпкой с мягким чистящим средством, а затем вытираться сухой тканью. **Никогда НЕ ПРИМЕНЯЙТЕ** коррозионные чистящие средства, растворы или абразивные чистящие средства или полироли. Если не можете определить природу чистящего средства, то **НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ** его.

					E.332.648 PЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Все части оборудования, включая принадлежности и соединительные кабели, могут дезинфицироваться с помощью тканевого тампона, смоченного дезинфицирующим средством. Если вы сомневаетесь в природе дезинфицирующего средства, НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ его.

Не рекомендуется дезинфекция помещения, в котором установлено оборудование, при помощи аэрозолей, поскольку пары могут проникнуть внутрь оборудования и вызвать короткие замыкания и коррозию. Если все же для дезинфекции помещения используются невоспламеняющиеся, невзрывоопасные аэрозоли, то оборудование должно быть выключено и ему необходимо дать время для охлаждения. Это предотвратит затягивание распыленного дезинфицирующего средства внутрь оборудования конвекционными потоками. После использования аэрозолей перед включением оборудования оператор должен убедиться, что все следы паров рассеялись.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ использование воспламеняющихся или потенциально взрывоопасных аэрозолей, так как получающиеся в результате пары могут воспламениться и вызвать травмирование персонала или повреждение оборудования.

НЕ ДОПУСКАЙТЕ проникновения воды или других жидкостей внутрь оборудования, поскольку они могут вызвать короткие замыкания или коррозию металлических деталей

4.4 МОНТАЖ

Монтаж, установку программного обеспечения и наладку изделия осуществляют представители изготовителя или сервисной службы, прошедшие соответствующее обучение. Монтаж изделия силами заказчика приводит к потере гарантийных обязательств изготовителя. Заказчик же предоставляет минимальный набор расходных материалов, необходимых для выполнения пуско-наладочных работ, список которых приведен в таблице 10.

Механизм МЛК устанавливается на радиационной головке ускорителя. АРМ-системы МЛК размещается в пультовой ускорителя. Прокладка кабелей между АРМ-системы МЛК и манипулятором осуществляется по кабельным каналам, а в случае их отсутствия, в желобах.

МЛК должен быть надежно закреплен, потому что штатив ускорителя вращается с довольно большой скоростью.

При монтаже необходимо проявлять аккуратность. Следить, чтобы прокладываемые кабели не попали под движущиеся части конструкций СМЛК и ускорителя, не образовывали узлы и петли.

					E.332.648 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Таблица 10 - Перечень материалов, необходимый для выполнения пуско-наладочных работ.

Наименование	Количество
Лента полиэтиленовая с липким слоем (скоч)	1 рулон
Бязь отбеленная	0,25 м ²
Батист	0,25 м ²
Кисть художественная	1 шт.
Бумага для печатающего устройства формата А4 высшего качества	0,5 кг
Спирт этиловый ректифицированный технический высшего качества	0,2 л

5 ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ

5.1 РЕМОНТ ВО ВРЕМЯ ГАРАНТИЙНОГО СРОКА

Ремонт изделия во время гарантийного срока осуществляют представители изготовителя или сервисной службы, прошедшие соответствующее обучение. Ремонт изделия силами заказчика приводит к потере гарантийных обязательств изготовителя.

Для подтверждения даты ввода установки в эксплуатацию необходимо сохранять акты приёма-передачи оборудования, ввода в эксплуатацию, паспорт установки.

Ремонт осуществляется при условии, что неполадки в изделии не возникли в результате нарушения покупателем правил пользования, транспортировки, хранения, действий третьих лиц, непреодолимой силы (пожары, природные катастрофы и т.п.), попадания бытовых насекомых и грызунов, воздействия иных посторонних факторов.

Гарантия не распространяется на приборы с неисправностями, возникшими вследствие существенных нарушения в процессе эксплуатации технических требований оговоренных в руководстве по эксплуатации, в том числе нестабильности параметров электросети, оговоренных в ГОСТ 13109-97.

Использование установки в целях, отличных от предусмотренных техническими условиями, является нарушением правил эксплуатации и является основанием для прекращения гарантии.

Гарантийный ремонт не производится в случаях, если:

- Установка имеет следы ремонта или вмешательства, произведённые сторонними фирмами или лицами.

					E.332.648 PЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- Имеются механические повреждения изделия в результате удара или падения, или применения чрезмерной силы к элементам конструкции.
- Имеются несанкционированные изменения конструкции или неприемлемые комплектующие.
- Имеются следы воздействия химически агрессивных веществ и высоких температур.
- Утери эксплуатационной технической документации.
- Отсутствия оперативного журнала и графиков планово-профилактических и ремонтных работ.
- Несанкционированного изменения программного обеспечения, установку программного обеспечения сторонних производителей, нарушение лицензионных соглашений.

Гарантия не распространяется на:

- Расходные материалы и аксессуары (бумага, картриджи для принтеров и т.п.).
- Детали с коротким сроком использования, например: электролампы, щётки электромоторов, смазка, резиновые уплотнители.
- Износ деталей отделки и декоративных покрытий.
- Профилактическое обслуживание (чистка, промывка, смазка).

5.2 РЕМОНТ ПОСЛЕ ГАРАНТИЙНОГО СРОКА

Ремонт изделия после гарантийного срока должны осуществлять представители изготовителя, сервисной службы или заказчика, прошедшие соответствующее обучение.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

Изделие транспортируют всеми видами транспортных средств, кроме неотапливаемых и негерметизированных отсеков самолетов, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50444-92 и правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта. Условия транспортирования изделия - по условиям хранения 5 ГОСТ 15150-69.

Изделие в упаковке изготовителя следует хранить на складах. Условия хранения изделия - 1, по ГОСТ 15150-69.

После транспортирования или хранения в холодном помещении, особенно в зимнее время, вскрывать упаковку изделия следует после выдержки при температуре $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ - не менее 48 часов.

					Е.332.648 РЭ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			25

Распаковка и сборка СМЛК на месте установки должны выполняться обученным персоналом изготовителя. Неправильная последовательность распаковки составных частей стола может привести к их повреждению.

При приемке груза получатель в соответствии с действующими на транспорте правилами перевозок обязан проверить сохранность груза, в части:

- целостность пломб;
- исправность тары;
- соответствие наименования груза, маркировки на нем и количества мест данным, приведенным в транспортных документах.

В случае повреждения тары, нарушения пломб необходимо составить коммерческий акт.

Допускается производить распаковку изделия представителям заказчика при наличии письменного разрешения завода изготовителя или пуско-наладочной организации.

При вскрытии проверяется:

- комплектность поставляемого оборудования сопоставлением фактического наличия с приведенным в паспорте на изделие,
- соответствие поставляемой продукции упаковочным местам и описям на каждое место,
- внешний вид изделия на отсутствие повреждений после транспортировки.

В случае обнаружения не комплектной поставки или повреждения покрытий представитель пуско-наладочной организации извещает завод изготовитель для решения вопроса о возможности использования оборудования

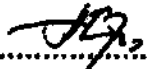
					E.332.648 PЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ[illegible]

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
ФГУП "НИИЭФА им. Д. В. Ефремова",
директор НПК «ЛУЦ»

 А. П. Строган
"20" 10 2010 г.

СТОЛ ДЛЯ ПАЦИЕНТА

Руководство по эксплуатации

Е.330.114 РЭ

Содержание

Введение.....	3
1 Описание и работа изделия.....	3
1.1 Назначение изделия.....	3
1.2 Технические характеристики.....	4
1.3 Состав изделия.....	4
1.4 Устройство и работа изделия.....	5
1.5 Маркировка и пломбирование.....	5
1.6 Упаковка.....	6
2 Описание и работа составных частей изделия.....	6
2.1 Дека стола.....	6
2.2 Каретка.....	7
2.3 Механизм вертикального перемещения.....	8
2.4 Вращающееся основание.....	8
2.5 Система питания и управления.....	9
3 Инструкция по монтажу стола.....	10
4 Подготовка изделия к использованию.....	15
5 Использование изделия.....	16
6 Техническое обслуживание.....	18
7 Транспортирование и хранение.....	23
Приложение А Стол пациента, Е 330.114 СБ.....	24
Приложение Б Столешница, 4513331 1600 00 СБ.....	25
Приложение В Каретка стола, Е 330.047 СБ.....	27
Приложение Г Механизм вертикального перемещения, Е 330.132 СБ.....	29
Приложение Д Стол вращающийся, Е 330.072 СБ.....	30
Приложение Е Схема электрических соединений, Е 330.114 ЭЗ.....	31

1	Зам	Б.40-2010	Подпись	Дата	Е.330.114 РЭ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.		Васильев	<i>[Подпись]</i>	15.10.10				
Провер.		Клинов	<i>[Подпись]</i>					
Реценз.								
Н. Контр.		Прокопьева	<i>[Подпись]</i>	16.10.10				
Вед. инж.		Будтов	<i>[Подпись]</i>	16.10.10				

СТОЛ ДЛЯ ПАЦИЕНТА Руководство по эксплуатации			Лит.	Лист	Листов
			2	32	
ФГУП «НИИЭФА»					

ВВЕДЕНИЕ

Руководство по эксплуатации (далее - РЭ) предназначено для организации правильной эксплуатации стола для пациента, ознакомления с составом оборудования и его устройством, изучения правил использования по назначению, технического обслуживания и ремонта.

РЭ содержит сведения о конструкции стола для пациента, принципе его действия, технических параметрах и указания, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации.

Операторы должны быть знакомы с содержанием данного РЭ прежде, чем приступать к выполнению действий, которые в нем описываются. Операторы должны использовать оборудование только так, как это описано в РЭ, принимая во внимание содержание всех предупреждений.

Стол для пациента должен обслуживаться только операторами, которые прошли обучение правилам и инструкциям, относящимся к использованию ионизирующего излучения, правилам безопасности при эксплуатации электроустановок и ознакомлены с особенностями применения данного оборудования.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.1 НАЗНАЧЕНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Стол для пациента (далее – стол) предназначен для размещения пациента при подготовке и проведении полных курсов лучевого лечения широкого круга онкологических заболеваний на медицинских линейных ускорителях электронов в условиях специализированных клинических учреждений здравоохранения.

Стол обеспечивает линейные перемещения деки (столешницы) по вертикали и по горизонтали, а также вращения относительно оси изоцентра. Управление столом осуществляется от системы управления линейного медицинского ускорителя и органами ручного управления, расположенными по обеим сторонам стола, с выдачей данных в систему управления ускорителем.

По устойчивости к климатическим воздействиям стол изготовлен в исполнении УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69. По устойчивости к механическим воздействиям стол относится к группе 1 по ГОСТ Р 50444-92, а по электробезопасности - к изделиям класса защиты 1 типа В по ГОСТ Р 50267.0-92.

Стол должен использоваться в помещениях, которые удовлетворяют соответствующим требованиям и правилам, касающимся электробезопасности данного типа оборудования. В помещении не должны применяться воспламеняющиеся или потенциально взрывоопасные дезинфицирующие спреи, так как получающиеся в результате пары могут воспламениться и вызвать травмирование персонала или повреждение оборудования.

Обозначение стола при заказе и в документации другого изделия:

«Стол для пациента, ТУ 9444-109-08626377-2008».

Е. 330.114 РЭ					Лист
1	Зам	В. 40-2010	В. 40-2010	20.10.10	3
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

1.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.2.1 Основные технические параметры стола приведены в таблице 1.

Таблица 1

Наименование параметра	Значение
Грузоподъемность, не менее, кг	135
Вертикальное перемещение деки стола от уровня пола, мм	от 650 до 1950
Поперечное перемещение деки стола, мм	± 200
Продольное перемещение деки, мм, не менее	800
Провисание деки стола в поперечной плоскости изоцентра при распределенной нагрузке 135 кг на деке стола, мм, не более	5
Диапазон изоцентрического вращения стола	$\pm 95^\circ$
Диапазон регулирования скорости линейных перемещений, мм/с	от 1 до 50
Диапазон регулирования скорости изоцентрического вращения, $^\circ/\text{с}$	от 1 до 7
Поворот деки стола вокруг оси опоры	$\pm 180^\circ$
Грузоподъемность стола, кг, не менее	135
Максимально допустимая масса пациента, кг	200
Максимальная нагрузка на конец деки стола, кг	100

1.2.2 Стол работает от однофазной сети переменного тока с напряжением 220 В $\pm 10\%$, частотой 50 Гц $\pm 5\%$. Наибольшая потребляемая мощность не превышает 1,0 кВА.

1.2.3 Стол обеспечивает эксплуатацию в режиме многократного использования. Ресурс механизма вертикального перемещения - не менее 100 000 циклов.

1.2.3 Габаритные размеры стола: 2300 x 500 x 1190 мм. Масса 1130 кг.

1.3 СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

1.3.1 Стол (см. приложение А, чертеж Е.330.114 СБ) состоит из следующих основных частей:

- дека стола, предназначенная для размещения пациента;
- каретка, обеспечивающая продольное и поперечное перемещение пациента относительно радиотерапевтической установки;
- механизм вертикального перемещения;
- вращающееся основание стола, обеспечивающее поворот пациента вокруг вертикальной оси, проходящей через изоцентр радиотерапевтической установки.

1	Зам	В.40-2010	22.10.10	Е. 330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	4

1.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ

1.4.1 Конструктивное исполнение

Механизмы вертикального, продольного и поперечного перемещений деки и изоцентрического вращения стола оснащены серво-электродвигателями постоянного тока с напряжением питания +24 и +70 В.

Дека стола установлена на центральной опоре, позволяющей разворачивать ее вокруг оси опоры вручную, и фиксируется механической защелкой в двух положениях: 0° и 180°. Такое крепление деки стола позволяет быстрый выбор окна для облучения пациента снизу.

Дека стола выполнена из ламинированной фанеры и имеет легкоъемные элементы для облучения пациента при любых положениях облучателя. По обеим сторонам деки стола имеются универсальные направляющие для крепления фиксирующих приспособлений. Фиксирующие приспособления в поставку не входят.

Управление столом осуществляется как от системы управления радиотерапевтического комплекса, так и от ручного пульта управления.

По обеим сторонам на столе расположены кнопки аварийного отключения перемещений стола и излучателя радиотерапевтической установки в целом.

1.4.2 Режимы работы

Укладка пациента на стол осуществляется квалифицированным и допущенным оператором в ручном режиме. Пациент размещается на столе в горизонтальном положении на деке стола.

Оператор располагается слева или справа от стола (удобная сторона выбирается оператором). Оператор:

- контролирует состояние пациента;
- управляет столом с помощью ручного пульта управления;
- перемещает пациента в предписанное положение, руководствуясь разметкой, проецируемой лазерными указателями изоцентра, расположенными на стенах процедурного помещения, и оптическими приборами радиотерапевтической установки.

Система управления столом может предусматривать возможности автоматического перемещения пациента в предписанное положение, однако, при этом должны быть предусмотрены необходимые программные и механические блокировки, исключающие вероятность столкновения элементов радиотерапевтической установки с телом пациента.

1.5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

На задней части каретки стола установлена универсальная идентификационная табличка с логотипом ФГУП "НИИЭФА им. Д. В. Ефремова", обозначением и наименованием стола, заводского номера, номера технических условий и даты изготовления.

1	Зам.	В. 40-2010	22.10.10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись

Е. 330.114 РЭ

Лист
5

Универсальные идентификационные таблички также установлены на прослеживаемые части стола (дека стола, вращающееся основание, механизм вертикального перемещения). Таблички на прослеживаемых частях в рабочем положении стола прикрыты декоративными кожухами.

1.6 УПАКОВКА

Стол отгружается упакованным в четыре транспортных ящика (см. таблицу 2).

Таблица 2

№ ящика	Наименование упаковочного оборудования	Габаритные размеры тары, масса брутто
1	Вращающееся основание Демонтированные части стола и отправочный комплект (прижимы, анкерные болты, подкладочные пластины, деревянные бруски, удлиненные рым-болты и т.п.)	123 x 127 x 68 см, 460 кг
2	Механизм вертикального перемещения Каретка	173 x 92 x 74 см, 740 кг
3	Дека стола	264 x 77 x 48 см, 150 кг
4	Напольные доски	160 x 110 x 15 см, 180 кг

Разгрузка упакованного стола на месте установки должна осуществляться вилочным электропогрузчиком и/или при помощи ручной гидравлической тележки для перемещения грузов на поддонах (грузоподъемностью не менее 1 т).

Распаковка и сборка стола на месте установки должны выполняться обученным персоналом изготовителя. Неправильная последовательность распаковки составных частей стола может привести к их повреждению.

2 ОПИСАНИЕ И РАБОТА СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ ИЗДЕЛИЯ

2.1 ДЕКА СТОЛА

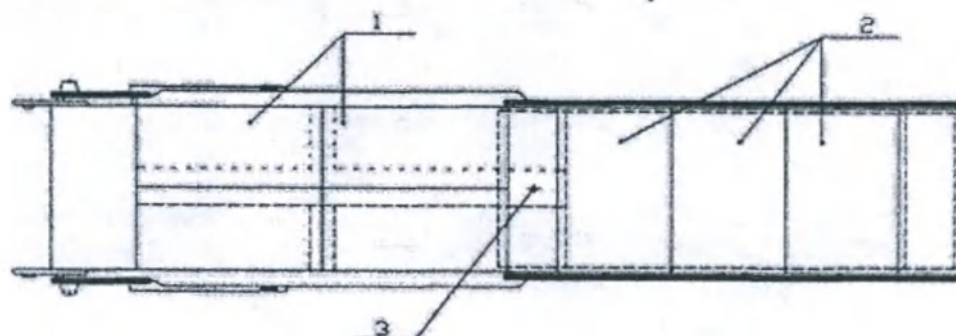
2.1.1 Дека стола («столешница»), рис. 1 (см. приложение Б, чертеж 4513331 1600 00 СБ), состоит из трех больших и четырех малых съемных секций, которые независимо вставляются в стальную раму, давая возможность снимать их при необходимости. Все съемные пластины выполнены из ламинированной фанеры.

2.1.2 По обеим сторонам деки стола имеются направляющие для установки дополнительных приспособлений. Требуемое приспособление устанавливается на деку путем перемещения по боковым направляющим и закреплением в нужном положении с помощью фиксирующего винта.

2.1.3 Сверху дека стола покрыта натянутой лавсановой пленкой. Возможность удаления съемных частей деки и лавсановая пленка позволяют удалить препятствия на пути пучка излучения, направляемого на пациента вертикально снизу или под углом.

1	Зам	В. 40-2010	22.10.10	Е. 330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6

2.1.4 Дека стола устанавливается на каретку стола в одном из двух положений, отличающихся углом поворота на 180°. Дека стола может разворачиваться вокруг центральной оси для того, чтобы установить в зоне облучения конец дека с центральной несущей балкой или с боковыми несущими балками.



1 – малые съемные секции, 2 – большие съемные секции, 3 – ось разворота.

Рис. 1 - Дека стола

2.2 КАРЕТКА

2.2.1 Каретка стола (см. приложение В, чертеж Е.330.047 СБ) состоит из трех составных частей:

- нижнего корпуса, который неподвижно закреплен к верхней площадке механизма вертикального перемещения;
- среднего корпуса, который имеет возможность поперечного перемещения по линейным направляющим, установленным на нижнем корпусе;
- верхнего корпуса, который имеет возможность продольного перемещения по линейным направляющим, установленным на среднем корпусе.

На верхнем корпусе каретки стола смонтированы опорная ось и защелка для установки и фиксации дека стола. Защелка снабжена микропереключателями, которые блокируют механические перемещения стола, если дека стола не зафиксирована защелкой.

2.2.2 Продольное и поперечное перемещения каретки осуществляются посредством линейных направляющих, по которым перемещаются шариковые каретки. На каждом перемещении установлено по две линейные направляющие, на каждой направляющей установлены по две шариковые каретки.

2.2.3 Электроприводы перемещений расположены в задней части средней каретки. Поперечное перемещение осуществляется посредством зубчатой рейки, установленной на нижнем корпусе, по которой перемещается зубчатое колесо, установленное на соответствующем электроприводе. Продольное перемещение осуществляется при помощи малогабаритной цепи, которая приводится в движение звездочкой, установленной на приводе продольного перемещения. Электропитание и управление на электроприводы подается при помощи жгута из проводов и кабелей в гибкой оплетке, уложенной между нижним и средним корпусом каретки.

					Лист	
1	Зам	В.40.2010	Подпись	22.10.11	Е. 330.114 РЭ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	7	

2.2.4 По обим сторонам передней части среднего корпуса каретки расположены органы ручного управления перемещениями стола (кнопки и джойстики) и кнопки аварийной остановки перемещений стола и радиотерапевтической установки.

2.3 МЕХАНИЗМ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

2.3.1 Механизм вертикального перемещения (см. приложение Г, чертеж Е.330.132 СБ) выполнен по схеме полупантографа. В качестве силовых приводов применены подшипниковые редукторы компании «Spinea» (Словакия). Два подшипниковых редуктора с общим электроприводом находятся на среднем «суставе» механизма. С их помощью осуществляется синхронное раскрытие и складывание верхней и нижней частей пантографа. При этом обеспечивается строго вертикальное перемещение верхней площадки, на который устанавливается каретка стола. Для повышения грузоподъемности механизма при минимальных высотах в нем установлены две пары газовых пружин.

2.3.2 В верхнем и нижнем кронштейнах полупантографа установлены роликовые подшипники. Нижний кронштейн с помощью четырех болтов крепится к вращающемуся основанию стола. Внутри нижнего кронштейна предусмотрен канал для прокладки электрических жгутов в механизм вертикального перемещения и каретку.

2.3.3 Механизм вертикального перемещения закрывается гофрированным кожухом, который установлен между верхним и нижним кронштейнами.

2.4 ВРАЩАЮЩЕЕСЯ ОСНОВАНИЕ

2.4.1 Стол вращающийся, (см. приложение Д, чертеж Е.330.072 СБ) состоит из неподвижной платформы, и вращающегося диска, к которому крепится нижним кронштейном механизм вертикального перемещения стола. Диск вращается на центральной оси платформы. Три опорных ролика, установленные на диске со стороны крепления механизма вертикального перемещения, катаются по опорной кольцевой поверхности неподвижной платформы и несут на себе вес стола и пациента.

2.4.2 Вращающееся основание устанавливается в углублении пола процедурного помещения (приямке), верхняя поверхность вращающегося диска должна находиться на одном уровне с чистовым полом в помещении. Неподвижная платформа закрепляется к основанию приямка под изоцентром радиотерапевтической установки. Выравнивание стола относительно радиотерапевтической установки осуществляется при помощи отжимных винтов и анкерных болтов с прижимами.

2.4.3 Звездочка электропривода вращения, установленного на неподвижной платформе, находится в зацеплении с цепью, охватывающей вращающийся диск. Имеются механические упоры и концевые выключатели, ограничивающие диапазон вращения диска.

2.4.4. В неподвижной платформе, под вращающимся диском по спирали уложен электрический жгут, по которому осуществляются электрические коммуникации с электроприводами, блокировками и органами управления механизма вертикального перемещения и каретки стола. Жгут закачивается электрическими соединителями рядом с опорной поверхностью для крепления механизма вертикального перемещения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Е. 330.114 РЭ	Лист
4	394	В. 40-2010	22.10.10			8

2.5 СИСТЕМА ПИТАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ

2.5.1 Управление положением терапевтического стола осуществляется системой управления (см. приложение Е, чертеж Е 330.114 ЭЗ), которая включает в себя следующие элементы:

- Серводвигатели фирмы Махон различной мощности. Все двигатели снабжены энкодерами для точного определения положения ротора двигателя и тормозами для фиксации в выключенном состоянии.
- Драйверы фирмы Махон EPOS25/5 и EPOS70/10 обеспечивают работу двигателей во всех режимах (разгон, торможение, стабилизация скорости, вывод привода в заданное положение) и обработку аварийных ситуаций (перегрузки, наезд на концевой выключатель).
- Микропроцессорные контроллеры посредством команд интерфейса RS-232 задают режимы работы драйверов сервоприводов и считывают информацию об их состоянии. Они также получают команды по двум интерфейсам RS-485 - от компьютера системы управления ускорителем и от ручного пульта управления.
- Ручной пульт управления предназначен для ручного управления механизмами стола при проведении подготовительных операций перед процедурой облучения.
- Система блоков питания - обеспечивает силовое питание двигателей, а также питание контроллеров, драйверов и ручного пульта управления.

2.5.2 Группа приводов (серводвигатели с драйверами) стола включает в себя:

- привод изоцентрического поворота стола,
- привод продольного перемещения,
- привод поперечного перемещения,
- привод вертикального перемещения.

2.5.3 Группа приводов имеет микропроцессорный контроллер, который связан с первым драйвером группы интерфейсом RS-232. Остальные драйверы группы соединены между собой интерфейсом CAN последовательно.

2.5.4 Ручной пульт управления позволяет управлять как группой приводов стола, так и группой приводов радиационной головки радиотерапевтической установки. Он связан с микропроцессорными контроллерами групп приводов интерфейсом RS-485.

2.5.5 Пульт управления имеет LCD экран и кнопки управления. На экране отображается символ выбранного привода (стола или радиационной головки радиотерапевтической установки) и информация о его положении. Ниже экрана расположены две кнопки, реагирующие на давление. Эти кнопки позволяют задавать скорость выбранного привода в зависимости от силы нажатия.

2.5.6 В нижней части пульта находятся кнопки:

- кнопка выбора группы приводов - приводы стола или приводы радиационной головки,
- кнопка выбора привода в группе (назначение кнопок меняется в зависимости от режимов работы),
- кнопка входа в сервисное меню.

2.5.7 Для управления желаемым механизмом оператор должен выбрать группу приводов, выбрать привод и включить движение одной из кнопок давления в зависимости от требуемого направления. Скорость движения зависит от силы нажатия на кнопку. Данные о положении привода выводятся на экран.

1	Зам.	8.40-2010	Е.330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
				9

2.5.8 Удерживая кнопку управления движением, оператор добивается установки привода в требуемое положение. Если во время движения кратковременно нажать кнопку выбора группы приводов, то текущая скорость фиксируется (на экране появляется символ замочка). После этого удерживать кнопку движения не нужно, т.к. движение продолжается с постоянной скоростью до достижения предельного положения привода.

2.5.9 Нажатие любой кнопки на пульте приводит к снятию режима фиксации скорости и остановке привода. Привод остается выбранным до тех пор, пока оператор не выберет другой привод в группе или другую группу приводов.

3 ИНСТРУКЦИЯ ПО МОНТАЖУ СТОЛА

3.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

3.1.1 Вращающееся основание стола устанавливается в монтажный приямок, таким образом, чтобы металлический обод поворотной части находился на уровне финишного пола. В большинстве случаев монтажный приямок выполняется в бетонном полу. Пример расположения приямка представлен на рис.2. Общая длина приямка L^* определяется размерами радиотерапевтической установки, устанавливаемой совместно со столом.

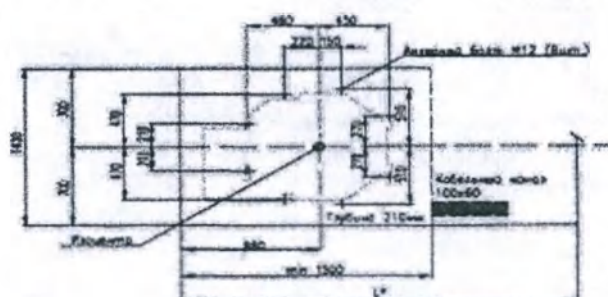


Рис. 2 - Пример расположения приямка для монтажа стола.

3.1.2 Для того, чтобы обеспечить надежное крепление к полу, вращающееся основание стола должно быть закреплено в бетоне при помощи анкерных болтов, входящих в состав поставки. Кроме анкерных болтов поставляются фиксирующие прижимы, регулирующие болты, и подкладочные пластины, чтобы достичь при установке стабильной горизонтальной опоры на правильной высоте.

3.1.3 Размер и форма крышки для приямка зависит от оборудования, с которым терапевтический стол используется совместно, поэтому, она должна быть сделана на месте.

3.1.4 При изготовлении крышки следует обратить внимание на следующее:

- фактические размеры монтажного места,
- наличие вырезов для шкал вращающегося основания стола,
- наличие выреза для привода вращения,
- радиус круглого выреза должен быть равен 464 мм.

1	Зам	В.40-2010	Е.330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
				10

3.1.5 Перед началом монтажа следует убедиться, что приямок осушен. Приямок должен хорошо вентилироваться для предотвращения повышенной влажности.

3.2 РАСПАКОВКА ОБОРУДОВАНИЯ

Оборудование стола упаковано в четырех ящиках. В первом ящике находится вращающееся основание, во втором – механизм вертикального перемещения и каретка, а в третьем – дека стола. В четвертом ящике находятся напольные доски.

3.2.1 Распаковка вращающегося основания

Снимите крышку упаковочного ящика и вскройте упаковочный пластиковый пакет. Вкрутите четыре удлиненные рым-болта в отверстия А, Д, Е и Н и поднимите вращающееся основание.

ВНИМАНИЕ: КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ ПОДНИМАТЬ ВРАЩАЮЩИЙСЯ СТОЛ ЗА ВЕРХНЮЮ ПЛИТУ!

3.2.2 Распаковка механизма вертикального перемещения и каретки

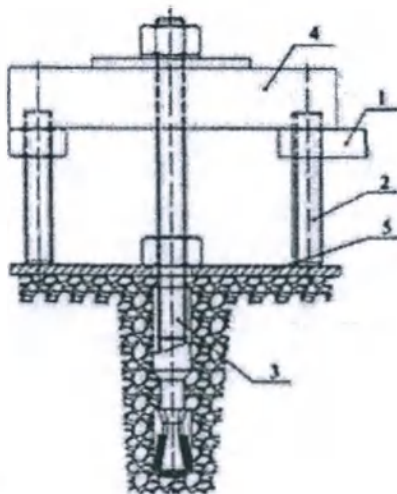
Снимите с упаковочного ящика крышку и боковые панели. Оставьте механизм вертикального перемещения на поддоне для облегчения его транспортировки к месту монтажа.

ВНИМАНИЕ: ПРИ ПОДЪЕМЕ И ОПУСКАНИИ МЕХАНИЗМА ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НЕ ПОВРЕДИТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ РАЗЪЕМЫ, ВЫХОДЯЩИЕ ИЗ ОСНОВАНИЯ МЕХАНИЗМА.

3.2.3 Установка анкерных болтов

Для установки анкерного болта необходимо просверлить в бетоне отверстие диаметром 16 мм и глубиной 80 мм.

Для определения мест, где должны быть просверлены отверстия, пользуйтесь чертежами расположения приямка под оборудование, с которым используется терапевтический стол.



1 – нижняя плита вращающегося основания, 2 – опорный регулировочный болт, 3 – анкерный болт, 4 – прижимная пластина, 5 – опорная пластина.

Рис. 3 - Узел крепления вращающегося основания к фундаменту помещения

1	Зам	В. 40. 2010	22.10.10	Е. 330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	11

Вращающийся стол может быть установлен в прямке таким образом, чтобы его центр находился под изоцентром терапевтической установки (для этого следует использовать световой имитатор радиационного поля терапевтической установки). Передняя часть вращающегося стола должна быть параллельна передней стороне прямки.

Поместите прижимную пластину над отверстием для опорного регулировочного болта 2 (рис. 3). Отверстие должно быть просверлено под серединой прижимной пластины. Анкерные болты должны устанавливаться в отверстия так, чтобы верх цапговой части болта находился, по крайней мере, на 5 мм ниже уровня пола прямки. Прежде, чем устанавливать оборудование, анкерные болты должны быть предварительно затянуты с моментом 25 Нм.

3.2.4 Установка вращающегося основания

Сначала определите положение изоцентра установленной радиотерапевтической установки.

Опустите вращающееся основание в прямку и поместите центр вращающегося стола под центром вращения блока диафрагм.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: ВО ИЗБЕЖАНИЕ ВОЗМОЖНОГО ПОВРЕЖДЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ОСНОВАНИЯ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ, ОНА УСТАНОВЛЕНА ЛИЦЕВОЙ СТОРОНОЙ ВНИЗ. ЕЁ НУЖНО ПЕРЕВЕРНУТЬ, ЧТОБЫ СТАЛА ВИДНА ЦЕНТРАЛЬНАЯ ТОЧКА.

Поместите прямоугольные опорные пластины под вращающееся основание стола таким образом, чтобы шпильки M12 проходили в отверстия в пластинах.

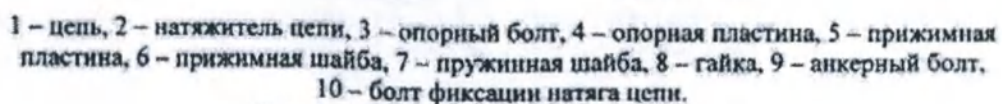
Удалите три болта, установленные перед транспортировкой между основанием и верхней плитой вращающегося стола.

Снимите механические концевые упоры.

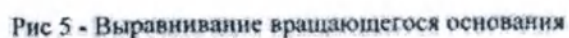
Снимите цепь, вращая привод рукой. Для этого нужно ослабить винты натяжителя цепи 2 (рис. 4) и фиксирующие болты 10. Цепь может быть снята после того, как отвинчен болт, крепящий цепь к поворотному диску.

Выверните вращающееся основание и установите его так, чтобы верхняя часть металлического обода находилась на уровне пола с учетом финишного покрытия пола.

					E. 330.114 РЭ		Лист
1	Зам	8.40-2010	22.11.16				12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			



Выверните вращающийся стол, регулируя три болта в отверстиях В, Е и Г (рис.5). Должен использоваться уровень с точностью 0,2 мм/м. Его следует установить на опорную поверхность крепления механизма вертикального перемещения (положение I) над опорным роликом II.

204

Поверните вращающуюся плиту так, чтобы уровень оказался между фиксирующими точками В и G. Убедитесь, что ролики I и III твердо опираются на опорную поверхность, в то время как ролик II свободен.

Регулируйте болты В и G до тех пор, пока вращающаяся плита не станет горизонтальной в этом положении при сохранении правильной высоты (уровня пола).

Поверните вращающуюся плиту так, чтобы ролик III оказался над регулировочной точкой E, и регулируйте болт так, чтобы вращающаяся плита стала горизонтально в этом положении. Установите правильную высоту вращающегося стола.

Теперь стол выставлен горизонтально и на правильной высоте. Его можно зафиксировать прижимными пластинами.

Поверните вращающуюся плиту и опять разместите опорную поверхность между точками В и G. Начните затягивать, например, точку В. Постоянно контролируйте уровень. Если уровень уходит, немедленно корректируйте его регулировочным болтом В. Затем зафиксируйте точку G. Поверните вращающуюся плиту так, чтобы ролик III оказался над точкой E и зафиксируйте эту точку.

Когда точка E зафиксирована, проверьте снова в различных положениях, что вращающаяся плита горизонтальна, и центр вращения находится точно под изоцентром.

Теперь можно зафиксировать остальные точки: F, D, C, A и H. При фиксации каждой точки вращающаяся плита должна быть повернута так, чтобы один из наружных роликов I или II находился над той точкой, которая в этот момент фиксируется. При затягивании этой точки следите за показанием уровня. Если необходимо, откорректируйте его регулировочным болтом.

Теперь поместите уровень между центром вращающегося стола и роликом III (положение II). Для выравнивания используйте подходящую прокладку.

Поворачивайте стол последовательно к точкам A, B, C, D, E, F, G, H и проверьте, чтобы уровень в положении II не показывал отклонения более, чем на 0,5 мм/м. Если отклонение превышает этот предел, то процедуру выравнивания стола необходимо повторить.

Установите на место механические концевые упоры.

3.2.5 Установка механизма вертикального перемещения и каретки

Установите на вращающийся стол механизм вертикального перемещения и каретку. При установке нужно обеспечить, чтобы нижняя опора механизма была закреплена симметрично относительно верхней вращающейся плиты.

Установите на место цепь и натяните ее так, чтобы цепь прогибалась на $4 \pm 0,5$ мм при нажатии на нее с усилием 3 кг.

3.2.6 Электрические соединения

После того, как стол собран, необходимо выполнить электрические соединения между вращающимся столом и механизмом вертикального перемещения. Для этого снимите с вращающегося стола центральный диск и освободите крепежные винты, фиксирующие защитную крышку над разъемами. Сдвиньте крышку внутрь.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	E. 330.114 PЭ	Лист
1	Зам.	B. 40 - 2010	<i>[Подпись]</i>	02.10.18		14

Выполните все необходимые соединения согласно схеме электрической (см. приложение Е, чертеж Е 330.114 ЭЗ). После того, как электрические соединения выполнены, включите электропитание и проверьте функционирование стола.

3.2.7 Установка деки стола

Распакуйте деку стола, внешним осмотром проверьте отсутствие механических повреждений и целостность лавсановой пленки. Убедитесь в том, что на верхней каретке стола установлена ось для деки стола, что рабочие поверхности оси не имеют повреждений и следов коррозии.

С помощью механизма вертикального перемещения стола опустите каретку в нижнее положение.

Вручную выньте деку стола из упаковочного ящика и совместите центральное отверстие деки с осью на каретке стола. Плавно опустите столешницу, чтобы опорное отверстие деки стола оказалось надетым на ось.

Потяните рычаг защелки справа на каретке и поверните рычаг в сторону от изоцентра. Выровняйте деку стола по каретке и отпустите рычаг защелки. Убедитесь в том, что дека стола зафиксирована.

3.2.8 Установка параметров шкалы высоты стола

Показания шкал отсчета высоты стола зависят от фактической высоты изоцентра радиотерапевтической установки. Поэтому данные механические шкалы должны устанавливаться и регулироваться во время монтажа стола под конкретную радиотерапевтическую установку.

Отрегулируйте высоту стола так, чтобы поверхность деки находилась на уровне высоты изоцентра радиотерапевтической установки.

С помощью ручного пульта управления в режиме «ПРОГРАММИРОВАНИЕ» установите «0» на индикаторе.

3.2.9 Установка системы питания и управления

Установка элементов системы питания и управления должна быть согласована с изготовителем радиационной установки.

4 ПОДГОТОВКА ИЗДЕЛИЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

4.1 МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1.1 Необходимо предотвратить случаи, когда пациенты берутся или опираются на непредусмотренные для этого части оборудования, например, поддон для теневых блоков, охранное кольцо, стол для пациента, так как они могут травмироваться.

4.1.2 Повышенная скорость или вибрация на моторизованных частях могут повредить оборудование или вызвать повышенную вибрацию. Как только пользователь обнаружит, визуально или по слуху, что скорость моторизованной части стала повышенной или появились шум или вибрация, необходимо немедленно нажать кнопку аварийной остановки.

4.1.3 Использование оборудования, невзирая на звуковые или визуальные предупреждения, может оказаться опасным для пациента или оператора. Сигналы о неправильной работе должны быть немедленно изучены и причины их появления устранены допущенным обслуживающим персоналом и лишь после этого допускается дальнейшее применение оборудования.

1	Зам.	8.40-2010	Подпись	22.11.10	Е. 330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: НЕОБХОДИМО ГАРАНТИРОВАТЬ, ЧТО ЛЮДИ, ИХ ОДЕЖДА ИЛИ ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРЕДМЕТЫ НИКОГДА НЕ МОГУТ БЫТЬ ЗАХВАЧЕНЫ ИЛИ ПОВРЕЖДЕНЫ ДВИЖУЩИМСЯ ОБОРУДОВАНИЕМ.

4.2 ПОРЯДОК ОСМОТРА И ПРОВЕРКИ ГОТОВНОСТИ ИЗДЕЛИЯ

4.2.1 Перед началом работы необходимо осмотреть стол и убедиться в том, что:

- дека стола зафиксирована защелкой,
- съемные панели деки стола установлены на свои места, образуя ровную поверхность для размещения пациента,
- лавсановый лист, покрывающий верхнюю поверхность деки стола, не имеет повреждений и должным образом натянут,
- напольные доски, находятся на предусмотренных для них местах и закрывают приямки,
- в зазоре между полом и нижним кронштейном механизма вертикального перемещения нет посторонних предметов, которые могут препятствовать его изоцентрическому вращению и вызвать повреждение стола.

4.2.2 Перед включением ни один орган управления не должен быть нажатым.

5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

5.1 РЕЖИМЫ РАБОТЫ ИЗДЕЛИЯ

5.1.1 Основным режимом работы стола является ручной. В этом режиме оператор управляет столом при помощи ручного пульта управления. Контроль положения пациента осуществляется визуально по линиям, проецируемым лазерными указателями изоцентра и по оптическим приборам радиотерапевтической установки.

5.1.2 Система управления радиотерапевтической установки может обеспечивать дистанционное управление перемещениями стола по исходным данным, поступающим в систему управления при загрузке плана лечения пациента.

5.1.3 При реализации дистанционного управления столом система управления установки должна обеспечить безопасность пациента. Она должна предусматривать наличие необходимых блокировок, исключающих столкновение элементов стола и тела пациента с элементами радиотерапевтической установки.

5.2 ПОРЯДОК ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗДЕЛИЯ

5.2.1 Перед тем, как приступить к укладке пациента на стол, убедитесь, что дека стола находится в положении, при котором при предписанных углах облучения конструктивные элементы рамы деки стола не окажутся в поле облучения. В противном случае, деку стола нужно развернуть относительно центральной оси.

5.2.2 Разворот деки стола выполняется следующим образом:

- Потяните рычаг защелки на себя и сдвиньте ее в направлении от оси вращения стола. В этом положении защелка выведена из зацепления с декой стола.
- Вручную поворачивайте деку стола на 180° для того, чтобы ввести в зону облучения нужный конец деки стола. Удерживая рычаг защелки в незафиксированном положении, выровняйте деку стола относительно каретки.

					Е. 330.114 РЭ		Лист
7	Зам	В. 40-2010	22.10.14				16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

- Отпустите рычаг. Он под действием пружины вернется в положение фиксации.
- Проверьте, что дека стола зафиксирована.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: НЕПРОИЗВОЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ДЕКИ СТОЛА МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ТРАВМЕ. ПОЭТОМУ ПРЕЖДЕ ЧЕМ УКЛАДЫВАТЬ НА СТОЛ ПАЦИЕНТА, УБЕДИТЕСЬ, ЧТО ДЕКА СТОЛА ЗАФИКСИРОВАНА.

5.2.3 Если облучение пациента выполняется последовательными фракциями при различных угловых положениях штатива радиотерапевтической установки и при этом требуется разворачивать деку стола, то, прежде, чем приступить к ее развороту, оператор должен обеспечить, чтобы пациент освободил деку стола.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ РАЗВОРАЧИВАТЬ СТОЛЕШНИЦУ, ЕСЛИ НА НЕЙ НАХОДИТСЯ ПАЦИЕНТ.

5.2.4 При помощи органов управления, находящихся на каретке стола, опустите стол на такую высоту, чтобы пациенту было удобно самостоятельно сесть, а затем и лечь на деку.

Убедившись в том, что пациент правильно расположен на столе, можно приступать к перемещению стола, и подвести пациента в положение относительно радиотерапевтической установки, предписанное планом лечения. При укладке пациента используются:

- лазерные указатели изоцентра, смонтированные на стенах процедурного помещения, и световой имитатор поля облучения,
- световой имитатор поля облучения и оптический дальномер, имеющиеся в головке радиотерапевтической установки.

Положение стола контролируется по цифровым индикаторам ручного пульта управления, а также по индикации параметров стола на мониторе системы управления радиотерапевтической установки.

5.2.5 Управление столом осуществляется следующим образом:

- при помощи кнопок, находящихся на ручном пульте управления, выбрать направление перемещения,
- нажать и удерживать кнопку разрешения перемещения,
- нажать кнопку выбора направления в нужную сторону и отслеживать перемещение стола (скорость перемещения регулируется степенью нажатия на кнопку),
- после достижения требуемого положения следует отпустить кнопку выбора направления и освободить кнопку разрешения перемещения.

5.2.6 При облучении пациента снизу могут сниматься панели деки стола, которые попадают в поле облучения. Для того, чтобы снять панель, ее нужно приподнять и вытянуть ее из-под лавсанового листа в сторону. Панель нужно снимать двумя руками: одной рукой приподнимать за край и тянуть в сторону, а другой поддерживать панель снизу, чтобы избежать ее падения на пол. Снятые панели нужно аккуратно уложить на стеллаж в процедурном помещении.

Съемные панели деки стола при изготовлении подгоняются под конкретное посадочное место, поэтому после окончания сеанса облучения каждую панель нужно устанавливать на ее место в раме, маркировка которого совпадает с буквенной маркировкой на нижней стороне панели.

4	Вам	8.40-2010	Е. 330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
				17

5.2.7 После завершения сеанса облучения, оператор должен опустить стол на такую высоту, чтобы пациент мог самостоятельно сойти с деки стола.

5.2.8 Если в процессе управления перемещениями стола наблюдается его неправильное функционирование, нужно прекратить использование стола и удалить с него пациента. При необходимости, все механические перемещения стола и работу радиотерапевтической установки можно прекратить нажатием на большие красные клавиши аварийных выключателей, находящиеся по обеим сторонам каретки стола над органами управления.

5.2.9 В системе питания и управления столом имеется устройство бесперебойного питания, которое в случае отключения электроснабжения позволяет подать питание на привод механизма вертикального перемещения, опустить стол и дать возможность пациенту его покинуть.

6 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

6.1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

6.1.1 Персонал медицинского учреждения, который контролирует использование оборудования, должен предусмотреть регулярное профилактическое обслуживание оборудования, как указано в настоящем РЭ.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: ПРЕЖДЕ ЧЕМ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КАКИХ-ЛИБО ЦЕЛЕЙ, ВЫ ДОЛЖНЫ БЫТЬ УВЕРЕНЫ В ТОМ, ЧТО ВЫПОЛНЕННЫ ВСЕ РЕГУЛЯРНЫЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ ПРОВЕРКИ, ОПИСАННЫЕ В ДАННОМ РУКОВОДСТВЕ.

6.1.2 Если известно или есть подозрение, что какая-либо часть оборудования или система неисправна или разлажена, то использование этой части запрещено, пока не будет выполнен ремонт. Работа оборудования или системы с неисправными или не налаженными компонентами может представлять опасность для оператора или пациента.

6.1.3 В данном разделе описываются действия по техническому обслуживанию оборудования стола, целью которого является:

- гарантировать, что оборудование продолжает функционировать в соответствии со своими техническими характеристиками;
- гарантировать, что его работа продолжает удовлетворять пользователя;
- гарантировать, что оно по-прежнему отвечает всем требованиям безопасности.

6.1.4 Изготовитель рекомендует, чтобы техническое обслуживание проводилось специалистами изготовителя или лицами, обученными изготовителем для выполнения этих работ.

6.1.5 Ежедневное и еженедельное техническое обслуживание должно проводиться пользователем, однако 3-месячное, 6-месячное и 12-месячное обслуживание рекомендуется проводить специалистами изготовителя.

Требующийся инструмент:

Стандартный набор инструмента

- фонарь,
- смазочный пистолет,
- микрометрическая головка.

1	Зам	8.40-2010	Труфф	22.10.18	Е. 330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Материалы для чистки:

- мягкая ткань,
- пылесос,
- чистящее средство на основе этилового спирта.

Смазки:

- многоцелевая смазка,
- легкое машинное масло.

Для выполнения большинства операций достаточно одного человека, но по требованиям безопасности необходимо привлечь к работе двух человек.

6.2 ОПЕРАЦИИ ПО ПЕРИОДИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ ИЗДЕЛИЯ

6.2.1 Ежедневно должна проверяться дека стола на наличие признаков ее износа или повреждений. Особое внимание должно уделяться состоянию лавсановой пленки.

Каждая панель и ее посадочное место обозначены наклейками с буквами. Будьте осторожны, чтобы при снятии или установке панелей не была повреждена лавсановая пленка.

ВНИМАНИЕ: КАЖДАЯ СЪЕМНАЯ ПАНЕЛЬ ПОДГОНЯЕТСЯ ИНДИВИДУАЛЬНО С ТЕМ, ЧТОБЫ ОБЕСПЕЧИТЬ РОВНУЮ ВЕРХНЮЮ ПОВЕРХНОСТЬ ДЕКИ СТОЛА. ПОЭТОМУ ПОСЛЕ СНЯТИЯ КАЖДАЯ ПАНЕЛЬ ДОЛЖНА ВОЗВРАЩАТЬСЯ НА ЕЕ ПЕРВОНАЧАЛЬНУЮ ПОЗИЦИЮ.

Для снятия каждой из трех больших панелей (которые опираются на боковые несущие балки) ее нужно поднять с посадочного места и выдвинуть из-под лавсановой пленки.

Для снятия каждой из четырех малых боковых панелей (опирающихся на центральную балку) поднимите внешнюю сторону панели и выдвиньте панель из-под лавсановой пленки.

Установка панелей производится в обратном порядке.

6.2.2 Ежедневное обслуживание

Проверьте, что механизмы продольного и поперечного перемещения стола работают плавно, во всем диапазоне. Сравните показания механических шкал с показаниями на дисплее в нескольких положениях.

Проверьте, что механизм вертикального перемещения стола работает плавно в направлении вверх и вниз во всем диапазоне между концевыми выключателями.

При положении штатива (гантри) излучателя радиотерапевтической установки на угле около 45° включите индикацию перекрестия. Положите на стол лист бумаги и отметьте на нем проекцию перекрестия.

Затем поверните консоль на угол 0°. Отрегулируйте высоту стола, чтобы проекция перекрестия оказалась в ранее отмеченной точке. Убедитесь, что показания высоты стола на дисплее «0» находятся в пределах допуска (обычно ± 2 мм).

Проверьте, что вращающееся основание поворачивается плавно, во всем диапазоне.

1	Зам.	В.40-2010	Без	22.10.10	Е. 330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

6.2.3 Ежемесячное обслуживание

Проверьте правильность работы всех первичных концевых выключателей.

Проверьте работу кнопок аварийного отключения перемещений при вертикальном перемещении деки стола на скорости, близкой к максимальной.

6.2.4 3-месячное обслуживание

Проверьте состояние гибкого кабеля в каретке на признаки износа или повреждения. При обнаружении признаков существенных повреждений закажите новый кабель.

6.2.5 6-месячное обслуживание

Проверьте крепление электроприводов продольного и поперечного перемещения деки стола, вертикального перемещения и изоцентрического вращения.

После трех лет эксплуатации каждые 6 месяцев проверьте состояние электрических соединений на всех электроприводах.

6.2.6 12-месячное обслуживание

Смажьте рейки и шестерни механизма линейных перемещений деки стола смазкой Molub Alloy 0.

Смажьте легким машинным маслом подшипники вращающегося основания и ведущую цепь по всей длине.

Подтяните цепь, чтобы она смешалась не более, чем на $4 \pm 0,5$ мм при приложении к ней усилия 3 кг.

6.3 ОЧИСТКА И ДЕЗИНФЕКЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ

6.3.1 Окрашенные части и алюминиевые поверхности должны протираться влажной тряпкой с мягким чистящим средством, а затем вытираться сухой шерстяной тканью. Никогда не применяйте коррозионные чистящие средства, растворы или абразивные чистящие средства или полироли. Если вы не можете определить природу чистящего средства, то не используйте его.

6.3.2 Хромированные части нужно протирать только сухой шерстяной тканью. Не используйте абразивных полирующих средств. Для предохранения поверхностей, используйте неабразивный воск.

6.3.3 При проведении дезинфекции стола следует руководствоваться "Методическим указанием МУ-287-113 по дезинфекции, предстерилизационной очистке и стерилизации изделий медицинского назначения".

6.3.4 Все части оборудования, включая принадлежности и соединительные кабели, могут дезинфицироваться с помощью тканевого тампона, смоченного дезинфицирующим средством. Никогда не используйте коррозионные или жидкие дезинфицирующие средства. Если Вы сомневаетесь в природе дезинфицирующего средства, не используйте его.

6.3.5 Если для дезинфекции помещения используются воспламеняющиеся, взрывоопасные аэрозоли, то оборудование должно быть выключено и ему необходимо дать время для охлаждения. Это предотвратит затягивание распыленного дезинфицирующего средства внутрь оборудования конвекционными потоками.

1	Зам	8.46-2018	Фирма	22.10.18	E. 330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ: НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ ДЕЗИНФЕКЦИЯ ПОМЕЩЕНИЯ, В КОТОРОМ УСТАНОВЛЕНО МЕДИЦИНСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИ ПОМОЩИ СПРЕЕВ, ПОСКОЛЬКУ ПАРЫ МОГУТ ПРОНИКНУТЬ ВНУТРЬ ОБОРУДОВАНИЯ И ВЫЗВАТЬ КОРОТКИЕ ЗАМЫКАНИЯ ИЛИ КОРРОЗИЮ.

6.3.6 Должны использоваться листы пластика для тщательного укрывания оборудования. После этого могут применяться дезинфицирующие аэрозоли. Только после того, как все следы паров дезинфицирующего средства рассеются, пластиковые листы могут быть сняты и может быть выполнена дезинфекция непосредственно оборудования стола рекомендуемым способом.

6.3.7 Если для дезинфекции был использован аэрозоль, то перед включением оборудования оператор должен убедиться, что все следы паров рассеялись.

6.3.8 Не допускайте проникновения воды или других жидкостей внутрь оборудования, поскольку они могут вызвать короткие замыкания или коррозию металлических деталей. Отдельные узлы стола должны очищаться влажной тряпкой с мягким дезинфицирующим средством, с последующей протиркой сухой шерстяной тканью.

6.3.9 Не применяйте абразивов, растворителей, коррозионных жидкостей и агентов на основе хлороформа или аэрозолей.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОСПЛАМЕНЯЮЩИХСЯ ИЛИ ПОТЕНЦИАЛЬНО ВЗРЫВООПАСНЫХ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СПРЕЕВ ТАК, КАК ПОЛУЧАЮЩИЕСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПАРЫ МОГУТ ВОСПЛАМЕНИТЬСЯ И ВЫЗВАТЬ ТРАВМИРОВАНИЕ ПЕРСОНАЛА ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ.

6.4 ПРОВЕРКИ И РЕГУЛИРОВКИ

6.4.1 Проверка механических настроек стола

Поместите на средней части деки стола груз 30 кг.

Установите на деке вдоль стола вблизи опоры уровень с чувствительностью 0,1 мм/м. Выровняйте уровень с помощью регулировочных винтов или подкладок.

Убедитесь, что ролики вращающегося основания стола правильно опираются на опорную поверхность по всем диапазонам изоцентрического вращения.

При правильной установке роликов стол не должен наклоняться в поперечном направлении (Y). Если необходима дополнительная регулировка, то ее нужно выполнить по процедуре, описанной ниже.

Если ролики посажены на опорную поверхность правильно, то поверните стол вокруг оси изоцентра. Если в рабочем диапазоне перемещений уровень отклоняется более, чем на 0,5 мм/м, то необходима регулировка роликов по процедуре, описанной ниже.

6.4.2 Снятие механизма вертикального перемещения с вращающегося основания

Снимите деку стола. Для этого выведите защелку из зацепления с кронштейном деки и поверните деку на угол от 45° до 90° от продольной оси каретки стола. Поднимая и слегка покачивая деку стола, снимите ее с опорной оси каретки.

					Лист	
1	Зам	Б.40-2010	22.10.10	Е. 330.114 РЭ		21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Подложите деревянный брусок соответствующего размера под основание механизма вертикального перемещения, со стороны, наиболее удаленной от оси вращения стола.

Ослабьте и удалите четыре болта с внутренним шестигранником, крепящие механизм вертикального перемещения к вращающемуся основанию. Отодвиньте механизм вертикального перемещения вдоль его оси в сторону от оси вращения, чтобы освободить вращающееся основание.

6.4.3 Регулировка роликов вращающегося основания

Когда механизм вертикального перемещения и каретка сняты со стола, то при правильной регулировке роликов между роликом II и опорной поверхностью должен быть зазор.

Установите на неподвижную плиту вращающегося основания микрометрическую головку на магнитном штативе в положение X. Поворачивая вращающееся основание, при помощи микрометрической головки проверьте, что точки X и Y опорной поверхности для установки механизма вертикального перемещения находятся на одинаковой высоте.

Если это не так, то освободите стопорящие винты M6 роликов I и III и подрегулируйте ролики при помощи шестигранного ключа. Убедитесь, что при этом по-прежнему имеется зазор между роликом II и опорным основанием.

Установите на опорную поверхность вращающейся плиты уровень и выровняйте вращающееся основание, как описано в разделе «Установка вращающегося основания».

6.4.4 Регулировка концевых выключателей продольного перемещения каретки

Эти концевые выключатели доступны через пазы на нижней части каретки. Двигайте деку стола по продольному направлению до тех пор, пока станут видны пазы. Снимите крышку и отрегулируйте выключатели при помощи установочных винтов.

Длина продольного перемещения также может регулироваться изменением положения нажимной пластины выключателя, которые установлены снизу каретки стола.

6.4.5 Регулировка концевых выключателей поперечного перемещения

Эти выключатели доступны снизу каретки стола. Перемещение должно прекращаться до того, как каретка достигнет резиновой накладки на концевом упоре.

6.4.6 Натяжение цепи продольного перемещения

Обычно цепь можно подтянуть смещением блока двигателя назад. Если это невозможно, то цепь следует подтянуть натяжителем цепи. Он становится видимым через отверстие в продольной каретке в определенном положении.

Перед подтягиванием цепи закрепите блок двигателя четырьмя болтами. Освободите два болта натяжителя цепи. Теперь натяжитель можно сдвинуть в том направлении, при котором цепь натягивается.

При подтягивании цепи будьте осторожны, чтобы шестеренка, находящаяся в зацеплении с зубчатой рейкой, не вышла из зацепления. Удерживая натяжитель цепи в нужном положении, слегка затяните болты.

1	Зам	В.40-2010	Р.2.10.16		Е. 330.114 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Теперь перемещайте продольную каретку и проверьте, нет ли положений, в которых шестеренка слишком туго прижимается к зубчатой рейке, или, наоборот, имеется слишком большой зазор между шестеренкой и зубчатой рейкой. В этом случае необходимо перенастроить шестерню и проверить движение повторно.

Если каретка перемещается плавно, то окончательно затяните крепежные винты натяжителя цепи.

7 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

7.1 Транспортирование упакованного оборудования стола может производиться любым видом транспорта в крытых транспортных средствах при условии выполнения требований ГОСТ Р 50444-92 и с соблюдением правил перевозки грузов, действующих на каждом виде транспорта. Условия транспортирования оборудования – по условиям хранения 5 по ГОСТ 15150-69.

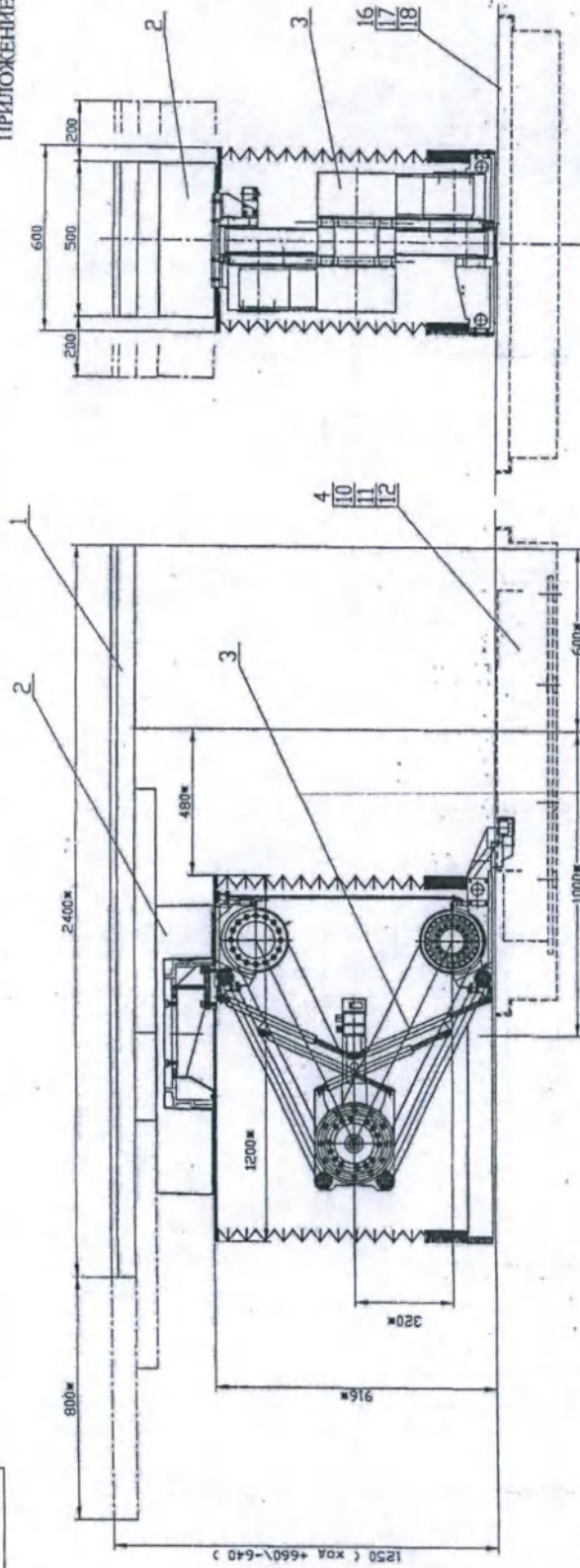
7.2 Упакованное оборудование стола должно храниться в условиях хранения 2, а распакованное оборудование – в условиях хранения 1 согласно ГОСТ 15150-69.

1	Зам	6.40-2010	Подпись	20.10.10	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23

Е. 330.114 РЭ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Е.330.114.05

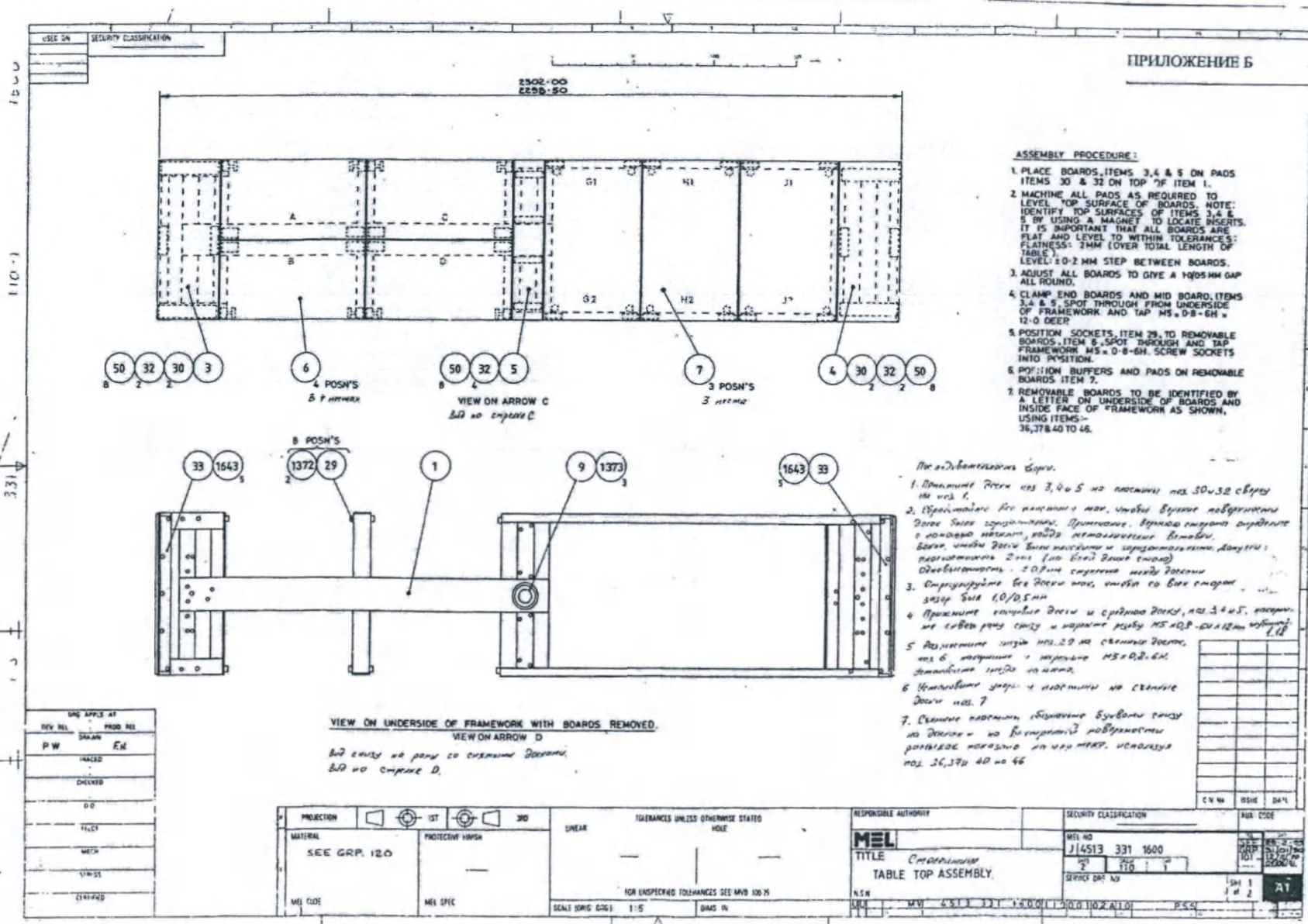


100
1100
1200
1300
1400
1500
1600
1700
1800

ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ
 1. При проектировании необходимо учитывать, что
 2. При проектировании необходимо учитывать, что
 3. При проектировании необходимо учитывать, что
 4. При проектировании необходимо учитывать, что
 5. При проектировании необходимо учитывать, что
 6. При проектировании необходимо учитывать, что
 7. При проектировании необходимо учитывать, что
 8. При проектировании необходимо учитывать, что
 9. При проектировании необходимо учитывать, что
 10. При проектировании необходимо учитывать, что
 11. При проектировании необходимо учитывать, что
 12. При проектировании необходимо учитывать, что
 13. При проектировании необходимо учитывать, что
 14. При проектировании необходимо учитывать, что
 15. При проектировании необходимо учитывать, что
 16. При проектировании необходимо учитывать, что
 17. При проектировании необходимо учитывать, что
 18. При проектировании необходимо учитывать, что

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВЫ
 1. Резерв при проектировании
 2. Резерв при проектировании
 3. Резерв при проектировании
 4. Резерв при проектировании
 5. Резерв при проектировании
 6. Резерв при проектировании
 7. Резерв при проектировании
 8. Резерв при проектировании
 9. Резерв при проектировании
 10. Резерв при проектировании
 11. Резерв при проектировании
 12. Резерв при проектировании
 13. Резерв при проектировании
 14. Резерв при проектировании
 15. Резерв при проектировании
 16. Резерв при проектировании
 17. Резерв при проектировании
 18. Резерв при проектировании

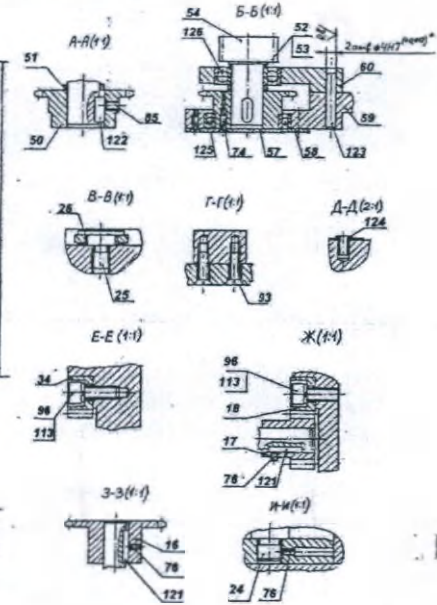
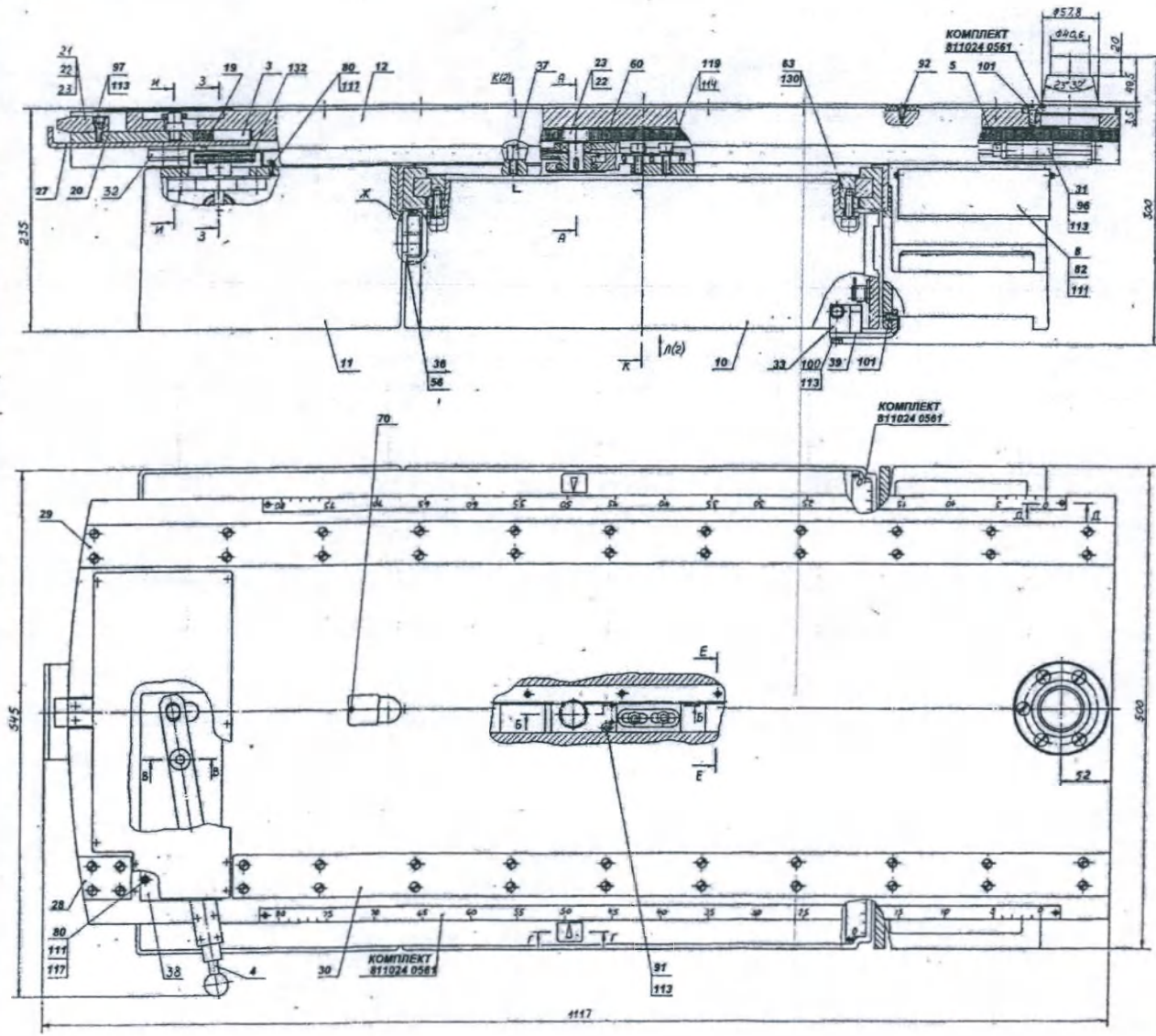
Е.330.114.05		СТОЛ ДЛЯ ПАЦИЕНТА		Объемный вариант		ПМ	
№	Изм.	№	Изм.	№	Изм.	№	Изм.
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	2	1	2	1	2	1
3	1	3	1	3	1	3	1
4	1	4	1	4	1	4	1
5	1	5	1	5	1	5	1
6	1	6	1	6	1	6	1
7	1	7	1	7	1	7	1
8	1	8	1	8	1	8	1
9	1	9	1	9	1	9	1
10	1	10	1	10	1	10	1
11	1	11	1	11	1	11	1
12	1	12	1	12	1	12	1
13	1	13	1	13	1	13	1
14	1	14	1	14	1	14	1
15	1	15	1	15	1	15	1
16	1	16	1	16	1	16	1
17	1	17	1	17	1	17	1
18	1	18	1	18	1	18	1





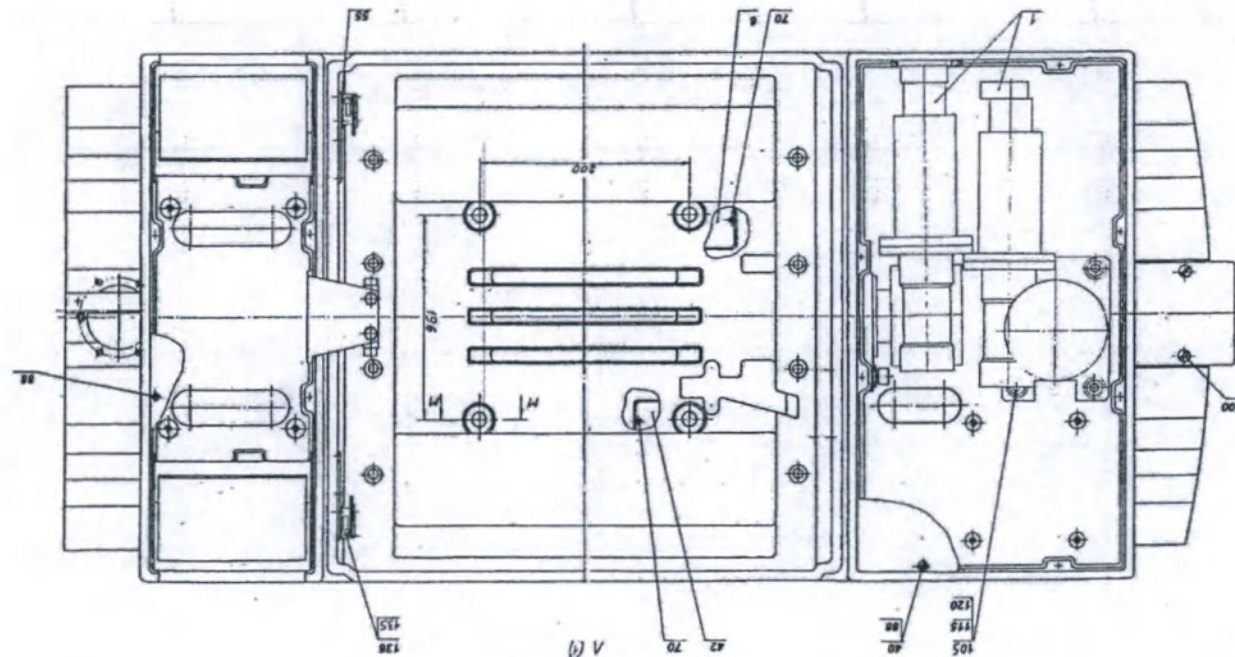
E.330.047СБ

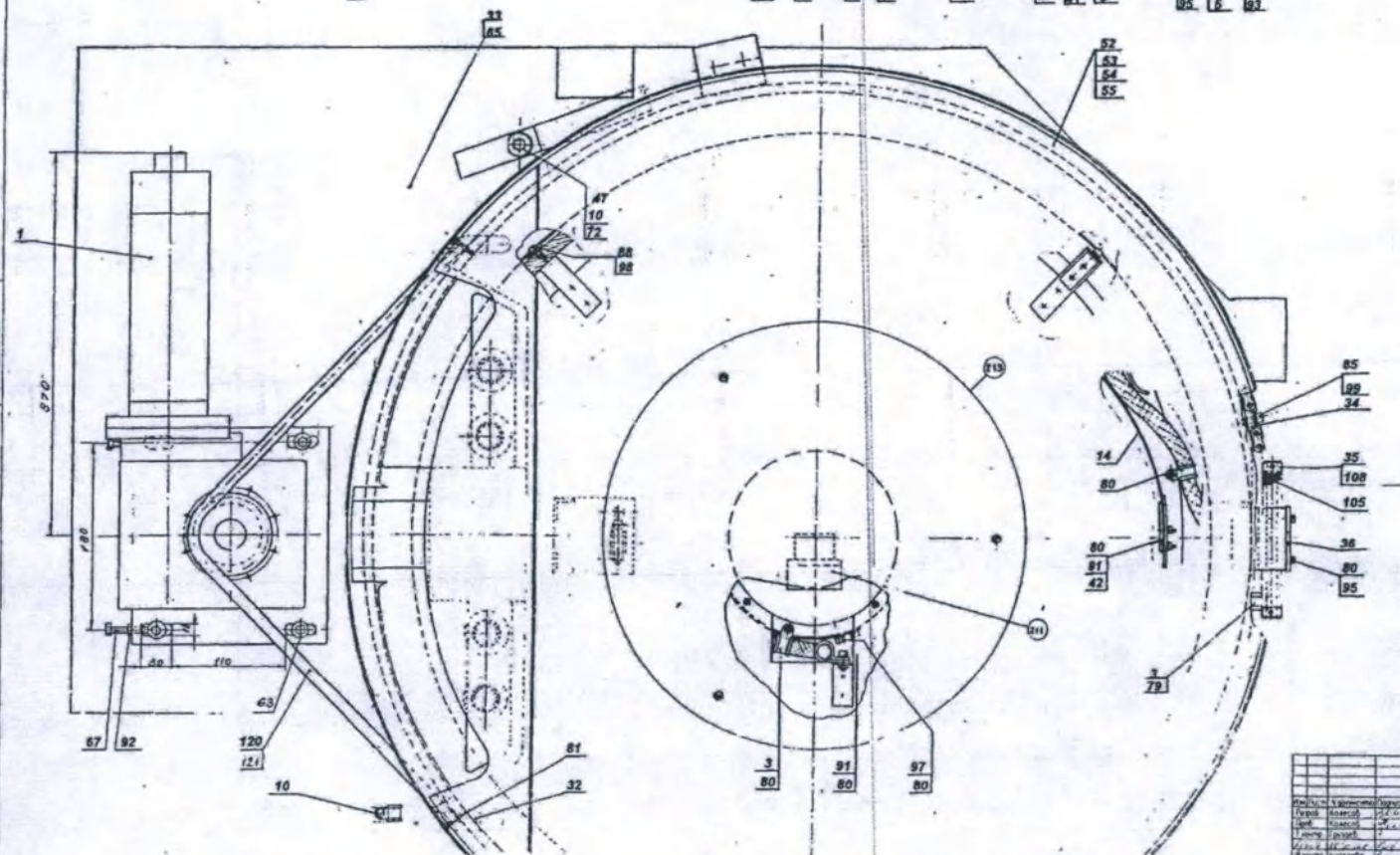
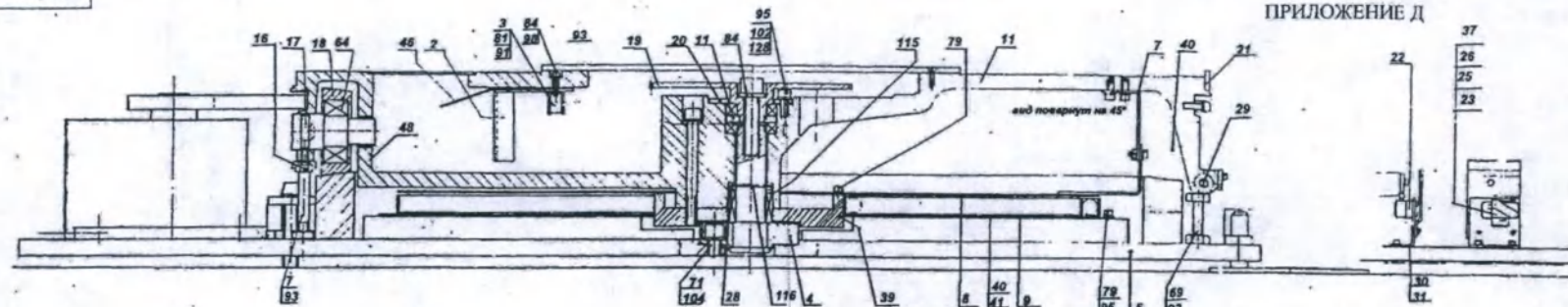
ПРИЛОЖЕНИЕ В



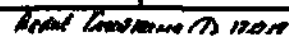
1. Размеры, кроме обозначенных*, для справок.
2. Линейные подшипники поз. 120 и 121 смазывать консистентной смазкой ЦИАТИМ-203 ГОСТ 5773-73.

E.330.047СБ			
Исполн.	Провер.	Деталь	Каретка
Сборочный чертеж	Лист 1	Листов 2	





			E-330.0720	
Имя	Адрес	Дата	Время	Страна
Иванов	Москва	12.12.2012	14:30	Россия
Петров	Санкт-Петербург	13.12.2012	10:00	Россия
Сидоров	Новосибирск	14.12.2012	16:45	Россия
Смирнов	Казань	15.12.2012	09:15	Россия
Мухоморов	Иркутск	16.12.2012	11:30	Россия
Попов	Владивосток	17.12.2012	13:00	Россия
Соловьев	Хабаровск	18.12.2012	15:15	Россия
Степанов	Омск	19.12.2012	12:45	Россия
Савин	Томск	20.12.2012	14:00	Россия
Савин	Томск	21.12.2012	15:30	Россия
Савин	Томск	22.12.2012	16:00	Россия
Савин	Томск	23.12.2012	17:00	Россия
Савин	Томск	24.12.2012	18:00	Россия
Савин	Томск	25.12.2012	19:00	Россия
Савин	Томск	26.12.2012	20:00	Россия
Савин	Томск	27.12.2012	21:00	Россия
Савин	Томск	28.12.2012	22:00	Россия
Савин	Томск	29.12.2012	23:00	Россия
Савин	Томск	30.12.2012	00:00	Россия
Савин	Томск	31.12.2012	01:00	Россия
Савин	Томск	01.01.2013	02:00	Россия
Савин	Томск	02.01.2013	03:00	Россия
Савин	Томск	03.01.2013	04:00	Россия
Савин	Томск	04.01.2013	05:00	Россия
Савин	Томск	05.01.2013	06:00	Россия
Савин	Томск	06.01.2013	07:00	Россия
Савин	Томск	07.01.2013	08:00	Россия
Савин	Томск	08.01.2013	09:00	Россия
Савин	Томск	09.01.2013	10:00	Россия
Савин	Томск	10.01.2013	11:00	Россия
Савин	Томск	11.01.2013	12:00	Россия
Савин	Томск	12.01.2013	13:00	Россия
Савин	Томск	13.01.2013	14:00	Россия
Савин	Томск	14.01.2013	15:00	Россия
Савин	Томск	15.01.2013	16:00	Россия
Савин	Томск	16.01.2013	17:00	Россия
Савин	Томск	17.01.2013	18:00	Россия
Савин	Томск	18.01.2013	19:00	Россия
Савин	Томск	19.01.2013	20:00	Россия
Савин	Томск	20.01.2013	21:00	Россия
Савин	Томск	21.01.2013	22:00	Россия
Савин	Томск	22.01.2013	23:00	Россия
Савин	Томск	23.01.2013	00:00	Россия
Савин	Томск	24.01.2013	01:00	Россия
Савин	Томск	25.01.2013	02:00	Россия
Савин	Томск	26.01.2013	03:00	Россия
Савин	Томск	27.01.2013	04:00	Россия
Савин	Томск	28.01.2013	05:00	Россия
Савин	Томск	29.01.2013	06:00	Россия
Савин	Томск	30.01.2013	07:00	Россия
Савин	Томск	31.01.2013	08:00	Россия
Савин	Томск	01.02.2013	09:00	Россия
Савин	Томск	02.02.2013	10:00	Россия
Савин	Томск	03.02.2013	11:00	Россия
Савин	Томск	04.02.2013	12:00	Россия
Савин	Томск	05.02.2013	13:00	Россия
Савин	Томск	06.02.2013	14:00	Россия
Савин	Томск	07.02.2013	15:00	Россия
Савин	Томск	08.02.2013	16:00	Россия
Савин	Томск	09.02.2013	17:00	Россия
Савин	Томск	10.02.2013	18:00	Россия
Савин	Томск	11.02.2013	19:00	Россия
Савин	Томск	12.02.2013	20:00	Россия
Савин	Томск	13.02.2013	21:00	Россия
Савин	Томск	14.02.2013	22:00	Россия
Савин	Томск	15.02.2013	23:00	Россия
Савин	Томск	16.02.2013	00:00	Россия
Савин	Томск	17.02.2013	01:00	Россия



Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инвиз	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

E.330.114 P3

Лист

32

Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

E.330.552 P3

Ауст

224 |

Всего прошнуровано,
пронумеровано и скреплено
печатью 112 листов

