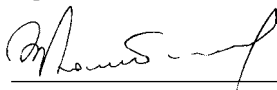


**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель министра здравоохранения



В.В. Колбанов

13 мая 2005 г.

Регистрационный № 59–0505

**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА РАБОТЫ  
РЕНТГЕНОВСКИХ СИМУЛЯТОРОВ  
ДЛЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ**

Инструкция по применению

**Учреждение-разработчик:** Научно-исследовательский институт онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова

**Авторы:** д-р техн. наук, проф. И.Г. Тарутин, Г.В. Гацкевич

## 1. ВВЕДЕНИЕ

Контроль качества работы радиотерапевтического оборудования является составной частью гарантии качества лучевой терапии — системы мероприятий по контролю качества всего технологического процесса лучевой терапии. Одним из основных этапов лечения является подготовка пациентов к облучению, осуществляемая с помощью топометрических томографов и рентгеновских симуляторов.

Рентгеновский симулятор применяется для оценки правильности выбранных полей облучения больных относительно их анатомических структур, а также для нанесения необходимых маркеров на кожу пациентов, необходимых для правильной укладки последних на терапевтическом столе и наведения терапевтических пучков на мишень. Проверка указанных процедур перед началом курса лучевой терапии с помощью рентгеновского облучения, имитирующего терапевтическое облучение, позволяет устранить ошибки, допущенные на этапе предлучевой подготовки пациентов.

Симулятор представляет собой рентгеновский аппарат на вращающемся штативе, содержащий рентгеновский излучатель и систему регистрации излучения, прошедшего через пациента, который расположен на лечебном столе. Геометрические характеристики полей излучения симулятора полностью соответствуют характеристикам аппаратов лучевой терапии: гамма-терапевтических аппаратов для дистанционного облучения и медицинских ускорителей электронов. Применяют симуляторы в контактной лучевой терапии для получения изображений зоны облучения пациентов с введенными интрастатами и имитаторами источников излучения. Полученные изображения вводятся в компьютерные системы планирования контактного облучения для выбора и оптимизации условий облучения.

Многие симуляторы укомплектованы томографическими приставками для получения поперечных срезов тела исследуемых пациентов. Такие симуляторы могут заменить компьютерные рентгеновские томографы при отсутствии таковых или выходе их из строя.

Симуляторы с томографическими приставками или без них являются необходимым элементом современных комплексов лучевой

терапии, размещаемых в радиологических отделениях онкологических учреждений Республики Беларусь. Регулярный контроль характеристик симуляторов является необходимой составной частью всей систем контроля качества радиотерапевтического облучения и гарантии качества всего технологического процесса лучевого лечения, без которых современное качественное лечение проведено быть не может.

Настоящая инструкция по применению (протокол) создана по заданию 03.20 «Разработать новые методические приемы по снижению дозы на пациентов при лучевой терапии онкологических больных», включенного в подпрограмму «Онкология» ГНТП «Лечебно-диагностические технологии», а также в соответствии с Программой ограничения медицинского облучения, принятой Министерством здравоохранения Республики Беларусь 25 июня 2000 г. (Постановление № 20).

Протокол разработан на основе анализа существующих аналогичных протоколов других стран мира, а также рекомендаций международных организаций. В протоколе учтены требования действующих белорусских нормативных документов для кабинетов и отделений лучевой терапии.

Протокол предусматривает проверку характеристик рентгеновских симуляторов, установленных в лечебном учреждении. Предлагаемые методики проверки реализуются с помощью оборудования, рекомендованного МАГАТЭ. Протокол также регламентирует виды периодического контроля (ежедневный, еженедельный и полугодовой) и ведение соответствующей документации.

Настоящий протокол не предназначен для наладки и регулировки технических характеристик симулятора и не заменяет инструкции по эксплуатации, входящие в комплект технической документации аппарата.

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКИ, ПОДЛЕЖАЩИЕ КОНТРОЛЮ, И ТОЛЕРАНТНЫЕ УРОВНИ**

Контролю качества на рентгеновских симуляторах подвергаются семь групп характеристик:

– характеристики системы радиационной безопасности;

- геометрические характеристики аппарата;
- характеристики устройств, применяемых при укладке пациентов;
- характеристики системы управления аппаратом.
- характеристики рентгеновского излучателя;
- характеристики преобразователя рентгеновского изображения;
- характеристики томографической приставки;

## **2.1. Характеристики системы радиационной безопасности**

На рентгеновских симуляторах проверяются следующие устройства, контролирующие радиационную безопасность:

- информационные табло;
- дверные блокировки на входе в процедурное помещение;
- выключатели аппарата и рентгеновского излучателя;
- аварийные выключатели;
- система механической безопасности пациента;
- источник аварийного освещения.

## **2.2. Геометрические характеристики аппарата**

На рентгеновских симуляторах проверяются следующие геометрические характеристики, влияющие на качество подготовки пациентов к облучению:

– *девиация изоцентра*: величина отклонения центра стандартного поля облучения от геометрической оси вращения консоли не должна превышать 1 мм при любом угле поворота, кроме случая установки на консоль формирующих принадлежностей весом 20 кг, при котором отклонение центра поля от оси вращения консоли не должно превышать  $\pm 2$  мм;

– *установка нулевого положения консоли*: величина углового отклонения консоли от вертикального положения «0» не должна превышать  $\pm 0,5^\circ$ ;

– *установка нулевого положения механизма диафрагмы*: величина углового отклонения нулевого положения механизма диафрагмы от положения «0» не должна превышать  $\pm 0,5^\circ$ ;

– *совпадение оси вращения диафрагмы с осью светового имитатора поля облучения*: величина отклонения центра светового

поля облучения от оси вращения диафрагмы при любом угле поворота последней не должна превышать  $\pm 1$  мм;

– *ограничители поля*: допустимое отклонение от заданной величины установки размеров поля не должно превышать  $\pm 1$  мм по каждой стороне поля.

### **2.3. Характеристики устройств, применяемых при укладке пациентов**

На рентгеновских симуляторах проверяются следующие устройства, характеристики которых влияют на точное размещение пациента на лечебном столе:

– *показания светового и механического указателей расстояния «источник-поверхность» (РИП)* облучаемого объекта: допустимая величина отклонения — не более  $\pm 2$  мм в любую сторону;

– *яркость светового имитатора поля облучения*: величина освещенности поля облучения на стандартном РИП должна быть не менее 40 люкс;

– *наведение боковых, латерального и обратного центраторов на изоцентр*: допустимая величина отклонения от изоцентра — не более 2 мм в любую сторону;

– *перемещения деки терапевтического стола и тормозов*: перемещения должны быть свободными, без заеданий; тормоза должны срабатывать без отказов, отклонение от заданного положения не должно превышать  $\pm 2$  мм при любом перемещении;

– *поворот лечебного стола вокруг изоцентра* — отклонение от заданного значения не должно превышать  $\pm 0,5$ ;

– *совпадение размеров светового поля с величинами, указанными на мониторе симулятора*: допустимое отклонение не более  $\pm 2$  мм.

### **2.4. Характеристики системы управления аппаратом**

– *Пульт управления или управляющий компьютер*: должны безотказно работать в режимах флюороскопии, рентгенографии и томографии;

– *таймер*: допустимое отклонение показаний таймера от истинного времени не должно превышать  $\pm 1$  с;

- установка заданных углов поворота консоли, задаваемая системой управления: задаваемая с пульта управления величина угловых отклонений от заданного положения не должна превышать  $\pm 0,5^\circ$ ;
- установка заданных размеров поля с пульта управления или управляющего компьютера: допустимое отклонение от заданной величины — не более  $\pm 2$  мм.

## **2.5. Характеристики рентгеновского излучателя**

На симуляторе проверяются следующие характеристики рентгеновского излучателя:

- величина высокого напряжения на рентгеновской трубке: допустимое отклонение напряжения от установленного значения не должно превышать  $\pm 5\%$ ;
- величина тока рентгеновской трубки: допустимые отклонения величины тока от установленного значения не должны превышать  $\pm 5\%$ ;
- величина экспозиции рентгеновской трубки, измеряемая в миллиамперсекундах: допустимое отклонение от заданного значения не должно превышать  $\pm 5\%$ ;
- время экспозиции: допустимое отклонение величины времени от истинного значения не должно превышать  $\pm 1$  с;
- линейность радиационного выхода трубки при изменении значений времени, тока и экспозиции: зависимость радиационного выхода при изменении указанных параметров должна иметь линейный характер с допустимым отклонением не более  $\pm 5\%$ ;
- стабильность энергии рентгеновских квантов: отклонение величины слоя половинного ослабления дозы от установленного значения не должна превышать  $\pm 5\%$ .

## **2.6. Характеристики преобразователя рентгеновского изображения**

На симуляторе проверяются следующие характеристики преобразователя рентгеновского излучения:

- линейность передачи размеров объекта: линейные размеры объекта должны регистрироваться преобразователем с погрешностью, не превышающей 2 мм;

– *геометрическое разрешение преобразователя*: отклонение от величины, указанной в техническом описании, должно быть не более 0,2 пары линий на 1 мм;

– *контрастное разрешение преобразователя*: контрастное разрешение должно быть не хуже 1%.

## **2.7. Дозиметрические характеристики симулятора**

На симуляторе проверяются следующие дозиметрические характеристики рентгеновского излучения:

– *совпадение границ светового и радиационного полей*: отклонение границ друг от друга не должно превышать 1 мм;

– *радиационный выход рентгеновского излучателя*: отклонение величины радиационного выхода в процессе эксплуатации не должно превышать 3%;

– *линейность радиационного выхода трубки при изменении значений тока и экспозиции*: отклонение от линейности не должно превышать 5%;

– *радиационный выход рентгеновской трубки в зависимости от приложенного высокого напряжения*: зависимость мощности воздушной кермы от напряжения быть квадратичной в пределах 5%;

– *стабильность энергии рентгеновских квантов*: определяется по минимально допустимым величинам слоя половинного ослабления (СПО).

## **2.8. Характеристики томографической приставки**

На симуляторе проверяются следующие характеристики томографической приставки:

– *геометрическое разрешение*: в любой части тела разрешение должно быть не хуже  $\pm 2$  мм;

– *плотностное разрешение*: в любой части тела разрешение должно быть не хуже  $\pm 2\%$  от величины плотности, что соответствует 20 ед. Хаунсфилда;

– *толщина томографического среза*: отклонение от заданной величины не должно превышать  $\pm 1$  мм;

– *время сканирования*: отклонение от заданной величины времени не должно превышать  $\pm 1$  с;

– *томографический индекс*: отклонение от первично измеренного значения не должно превышать 3%.

### **3. МЕТОДИКИ ПРОВЕРКИ ХАРАКТЕРИСТИК, ПОДЛЕЖАЩИХ КОНТРОЛЮ**

#### **3.1. Проверка характеристик системы радиационной безопасности**

##### ***3.1.1. Проверка информационных табло***

Проверяются информационные табло, расположенные на пульте управления симулятором, а также табло, сигнализирующие о выпуске излучения. К последним относится табло с надписью «Не входить» над дверью в процедурное помещение. Проверку начинают с анализа горящих лампочек при включении аппарата. Затем аппарат включается и контролируется включение ламп, сигнализирующих о выпуске излучения. После выключения аппарата снова контролируется загорание ламп, характеризующих выключенное состояние аппарата.

При компьютерном управлении симулятором осуществляется проверка надписей на экране монитора, характеризующих включение и выключение выпуска излучения.

Проверка осуществляется дежурным оператором с отметкой в специальном протоколе.

##### ***3.1.2. Проверка дверных блокировок на входе в процедурное помещение***

Проверка дверных блокировок на входе в процедурное помещение осуществляется дежурным оперативным персоналом перед началом работы аппарата. Проверяются два вида блокирования:

1. После включения излучателя открывается дверь в процедурное помещение. При этом излучение должно выключиться.

2. Включается выпуск излучения при открытой двери в процедурное помещение. Аппарат не должен включить излучение.

Проверка обоих видов блокирования проводится три раза, после чего делается отметка о работоспособности системы в протоколе контроля качества, форма которого приведена в Приложении 2.

##### ***3.1.3. Проверка аварийных выключателей***

Аварийные выключатели располагаются на пульте симулятора (красные кнопки, кнопки с надписью «Стоп», функциональные



клавиши с надписью «Стоп» на клавиатуре управляющего компьютера), а также в различных местах процедурного помещения. При нажатии аварийных кнопок в процедурном помещении движение излучателя блокируется. Для дальнейшей работы необходимо провести деблокирование аварийных выключателей в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Проверка аварийных выключателей осуществляется дежурным оператором, после чего делается отметка в протоколе контроля, форма которого приведена в Приложении 3.

### ***3.1.4. Проверка системы механической безопасности пациента (стоп-рамки или блокировочных контактов)***

Система механической безопасности пациентов представляет собой стоп-рамку или блокировочные контакты и предназначена для отключения механических приводов аппарата, в том числе всех движений консоли и излучателя, для избежания столкновения пациента с движущимися частями аппарата.

При проверке необходимо при заданном движении консоли аппарата (гентри) или стола нажать стоп-рамку или блокировочный контакт. Аппарат должен отключить все движения консоли, стола и излучателя. После нажатия деблокирующих кнопок или клавиш аппарат должен прийти в рабочее состояние.

Проверка блокировок осуществляется дежурным оператором не менее трех раз подряд, после чего делается отметка в протоколе контроля качества, форма которого приведена в Приложении 3.

### ***3.1.5. Проверка электрической безопасности аппарата***

Проверка осуществляется специалистами электроучастков учреждений либо соответствующих организаций, обслуживающих лечебное учреждение. После проверки величины сопротивления заземления составляется специальный протокол по утвержденной форме.

### ***3.1.6. Проверка аварийного освещения***

Проверка аварийного освещения осуществляется при выключении питающего напряжения на аппарате. Лампа аварийного освещения должна гореть в течение времени, достаточного для эвакуации пациента из процедурного помещения (10–15 мин).

## **3.2. Проверка геометрических характеристик аппарата**

### ***3.2.1. Проверка девиации изоцентра***

На столе симулятора устанавливается устройство типа «Iso Align». Планшет центрируется по перекрестиям боковых и латерального лазерных центраторов. После центрирования планшет устанавливают под углом  $0^\circ$  так, чтобы его перекрестие совпадало с перекрестием светового поля, имитирующего поле облучения. Поворачивая консоль (гентри) на углы  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  и т. д., каждый раз отмечают отклонение оси светового поля облучения от перекрестия планшета, а затем переносят эти данные на миллиметровую бумагу и определяют максимальный диаметр зоны отклонения, который не должен превышать 2 мм.

Возможно применение и других приспособлений для проверки девиации изоцентра, например, кубика из любого материала с размерами граней 4–5 см, на двух противоположных боковых, верхней и нижней гранях которого тщательно нанесены кресты, причем центры крестов должны проходить через центры граней, а линии быть параллельными его ребрам. Центры световых указателей поля должны совпадать с центрами крестов на гранях кубика при углах поворота консоли аппарата  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  и  $270^\circ$ . Отклонение пересечений фиксируется на бумаге таким же образом, как и в случае применения планшета. Далее определяется положение изоцентра и вычисляется максимальное отклонение.

### ***3.2.2. Проверка установки нулевого положения консоли симулятора***

Установить с пульта управления аппарата или с помощью манипулятора положение консоли « $0^\circ$ ».

Установить прибор «Iso Align» на лечебном столе. Выставить основание планшета горизонтально по уровню, входящему в комплект планшета. Снять вращающуюся плоскость прибора. Совместить перекрестие на нижней плоскости прибора с перекрестием светового поля симулятора для заданного РИП. Установить на прибор его вращающуюся плоскость в горизонтальном положении. Перекрестие светового поля симулятора не должно отклоняться от перекрестия на подвижной плоскости более чем на 1 мм. Угол от-

клонения консоли от вертикали не будет превышать  $0,5^\circ$ . Допустимый угол отклонения штатива от вертикали —  $0,5^\circ$ .

### **3.2.3. Проверка установки заданного угла поворота консоли симулятора**

Установить прибор «Iso Align» на лечебном столе. Выставить основание планшета горизонтально по уровню, входящему в комплект планшета. Проверить установку положения консоли аппарата под углом « $0^\circ$ » в соответствии с п. 3.2.2. Затем, не смещая планшет, повернуть вращающуюся плоскость в положение  $90^\circ$ . С пульта управления симулятором или с помощью манипулятора в процедурном положении консоль также установить под углом  $90^\circ$ . Перекрестие светового поля симулятора не должно отклоняться от перекрестия на подвижной плоскости более чем на 1 мм. Угол отклонения консоли от горизонтали не будет превышать  $0,5^\circ$ .

Аналогично проверяется установка консоли под углом  $270^\circ$ .

### **3.2.4. Проверка боковых и латерального центраторов**

После проверки по п. 3.2.3. угол поворота консоли аппарата устанавливается в положение  $0^\circ$ . Вращающаяся плоскость планшета устанавливается в положение  $90^\circ$ . Центр перекрестия бокового центратора должен совпадать с центром перекрестия планшета. Расхождение центров не должно превышать 2 мм в любом направлении. Вертикальная и горизонтальная световые линии центратора должны быть параллельны соответствующим линиям на планшете.

Аналогично проверяется противоположный боковой центратор.

Линия, создаваемая латеральным (задним) центратором, проверяется при установке вращающейся плоскости планшета в положение  $0^\circ$ . Отклонение латеральной линии светового поля от продольной оси планшета не должно превышать  $\pm 2$  мм.

При ежедневных проверках вращающаяся плоскость планшета устанавливается на уровень изоцентра по горизонтальным линиям центраторов. При этом перекрестие на планшете должно совпадать с перекрестием светового поля аппарата. После этого проверка осуществляется по методике, изложенной выше.

### ***3.2.5. Проверка установки нулевого положения механизма диафрагмы***

Установить прибор «Iso Align» на лечебном столе. Выставить основание планшета горизонтально по уровню, входящему в комплект планшета. Выставить перекрестие вращающейся плоскости планшета по боковым и латеральному лазерным центраторам. Установить консоль и коллиматор в нулевые положения. Установить размеры светового поля —  $20 \times 20$  см. Совместить перекрестие светового поля, имеющееся на аппарате, с перекрестием на вращающейся пластине. Измерить расстояния от каждой из вершин светового поля до линий перекрестия на планшете. Измеренные значения не должны отличаться от 10 см более чем на 1 мм.

### ***3.2.6. Проверка оси вращения диафрагмы***

Установить консоль аппарата в положение «0°». Установить коллиматор излучателя в положение  $0^\circ$ , а размер поля —  $10 \times 10$  см.

На поверхности стола на уровне изоцентра прикрепляется лист миллиметровой бумаги. Устанавливается РИП, соответствующее таким расстояниям на применяемых радиотерапевтических аппаратах. На бумаге отмечается карандашом точка перекрестия светового поля, имитирующего поле облучения. Затем коллиматор поворачивается в положения  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $135^\circ$ ,  $180^\circ$  и т. д. Каждый раз на бумаге отмечается положение центра перекрестия. Максимальное отклонение отмеченных точек от первоначального положения не должно превышать 1 мм.

Вторая часть процедуры должна быть повторена при РИП, увеличенном на 20 см. Расхождение показаний также не должно превышать 1 мм.

### ***3.2.7. Проверка ограничителей поля облучения***

На столе устанавливается планшет «Iso Align». Поверхность вращающейся плоскости планшета выводится на уровень изоцентра. Перекрестие планшета выводится на перекрестие светового поля, имитирующего поле облучения. Проволочные ограничители поля устанавливаются с пульта управления в положение, создающее поле  $10 \times 10$  см. С помощью линейки определяется смещение линий, создаваемых ограничителями от линий на планшете.

Отклонение не должно превышать 1 мм по каждой стороне поля. Измерения повторяются для полей размерами  $5 \times 5$  и  $20 \times 20$  см.

При отсутствии планшета на поверхность стола на уровне изоцентра укладывается лист миллиметровой бумаги, на которой должны быть нарисованы квадратные поля указанных выше размеров и главные оси полей. Далее применяется методика, указанная выше.

### **3.3. Проверка характеристик устройств, применяемых при укладке пациентов**

#### ***3.3.1. Проверка правильности показаний светового указателя РИП облучаемого объекта***

Правильность показаний дальномера проверяется в диапазоне расстояния «источник-ось вращения» (РИО)  $\pm 20$  см. РИО выбирается равным установленному на гамма-терапевтическом аппарате или медицинском ускорителе электронов. Лучшим способом проверки является считывание показаний дальномера на плоскости деки стола, проходящей через изоцентр. Плоскость выводится на уровень изоцентра по лазерным боковым центрираторам. Отклонение величины РИО, установленного по боковым центрираторам, от показаний оптического дальномера на плоскости деки не должно превышать 2 мм. Далее проверяется правильность показаний дальномера на расстояниях РИО  $\pm 20$  см. При этом необходимо измерить величину изменения РИП по шкалам лечебного стола либо с помощью металлической линейки. Пределом расхождения показаний здесь также являются 2 мм.

Другая методика заключается в проверке показаний оптического дальномера по механическому указателю РИО, если он имеется в комплекте симулятора. Плоскость деки стола подводится к концу механического указателя, после чего считывается показание оптического дальномера.

#### ***3.3.2. Проверка горизонтального положения деки лечебного стола и тормозов при ее перемещениях***

Проверка осуществляется по уровню при продольных и поперечных перемещениях деки. Допустимое отклонение деки стола,

измеряемое на изоцентре, должно составлять не более 5 мм при нагрузке 80 кг в точке, расположенной на изоцентре и в 30 см от края стола. Консоль аппарата при этом должна быть установлена под углом 90°.

Тормоза должны срабатывать надежно, без заеданий и люфтов.

### ***3.3.3. Проверка величин перемещений деки лечебного стола***

Проверяются величины вертикального, продольного и поперечного движений деки стола при управлении ими с помощью ручного пульта-манипулятора, а также с пульта управления симулятором. Задаются величины смещений или конечных положений деки. Величина вертикального перемещения проверяется с помощью рулетки, закрепленной на полу. Горизонтальные перемещения стола проверяются с помощью листа миллиметровой бумаги, закрепленной на деке стола.

Погрешность величин любых перемещений стола не должна превышать  $\pm 2$  мм.

### ***3.3.4. Проверка поворота лечебного стола вокруг изоцентра***

Проверка осуществляется в положениях стола 90° и 270°. Стол устанавливается таким образом, чтобы его продольная ось совпала с линиями боковых лазерных центраторов. Затем отсчитывается угол поворота по мониторам системы управления. Отклонение от заданного значения не должно превышать  $\pm 0,5^\circ$ .

### ***3.3.5. Проверка совпадения размеров светового поля с величинами, указанными на мониторах симулятора***

Размеры светового поля устанавливаются с помощью манипулятора и сравниваются на стандартном РИП с величинами, указанными на мониторах аппарата. Размеры поля проверяются на миллиметровой бумаге, размещенной на деке стола или на планшете «Iso Align». Для каждой стороны поля отклонение от центра поля не должно превышать 1 мм. Контроль осуществляется для полей 5 × 5, 10 × 10, 20 × 20 см и максимального.

Проверяется величина отклонения и для углов 90° и 270° консоли. Такая проверка может быть осуществлена с помощью устройства типа «Iso Align».

### ***3.3.6. Проверка указателей выбранного поля облучения***

На симуляторах применяется проволочная сетка, состоящая из 4 независимо регулируемых проволок, с помощью которых выбирается поле облучения на радиотерапевтических аппаратах. Проекции проволок на изоцентре представляют собой линии. Положение этих линий в поле облучения индицируется на экране монитора системы управления симулятором.

Проверка этих указателей заключается в измерении расстояний между линиями (проекциями проволок) по главным осям выбранного поля и сравнении полученных величин со значениями, указанными на пульте управления. Отклонение полученных величин друг от друга не должно превышать 1 мм в любую сторону.

## **3.4. Проверка системы управления аппаратом**

### ***3.4.1. Проверка пульта управления или управляющего компьютера***

Проверяется работоспособность пульта управления и управляющего компьютера в режиме имитации излучения и в работе с включенным рентгеновским излучателем. Система управления должна безотказно работать в режимах флюороскопии, рентгенографии и томографии.

### ***3.4.2. Проверка таймеров***

Проверяется правильность показаний таймера с помощью контрольного секундомера. Разница показаний основного и контрольного таймеров не должна превышать 1 с при времени экспозиции 60 с.

### ***3.4.3. Проверка установки углов ротации, задаваемых системой управления***

Проверка осуществляется путем задания углов поворота штатива (угла ротации) с пульта управления или управляющего компьютера. Отклонение от заданного значения не должно превышать  $0,5^\circ$ . Методика проверки изложена в пп. 3.2.2 и 3.2.3.

### ***3.4.4. Проверка установки размеров поля, задаваемых системой управления***

Проверка осуществляется путем задания размеров поля управляющим компьютером. Проверяются размеры полей  $5 \times 5$ ,  $10 \times 10$ ,

20 × 20 см и максимальный на уровне изоцентра. Допустимое отклонение не должно превышать 1 мм по каждой стороне поля.

Методика проверки изложена в пп. 3.3.6.

### **3.5. Проверка характеристик рентгеновского излучателя**

#### ***3.5.1. Проверка величины высокого напряжения на рентгеновской трубке***

Проверка осуществляется при проведении сервисного технического обслуживания симулятора специалистами фирмы, обслуживающей аппарат. Отклонение измеренной величины от заданной не должно превышать 5%.

Для измерения высокого напряжения на рентгеновской трубке необходимо иметь прибор, позволяющий определять величину высокого напряжения на рентгеновской трубке в диапазоне от 50 до 150 кВ.

При проверках отклонение анодного напряжения рентгеновской трубки от номинального значения не должно превышать 5%. Измерения проводятся путем установки разных значений анодного напряжения без изменения других параметров. Коэффициент колебания анодного напряжения в зависимости от изменения силы тока рентгеновской трубки не должен превышать 0,1. Измерения проводятся при установленном постоянном (рекомендуется 80 кВ) анодном напряжении при изменении силы тока рентгеновской трубки. Коэффициент колебания повторных измерений анодного напряжения, при выполнении не менее пяти измерений, не должен превышать 0,05. Измерения проводятся без изменения установленных параметров.

Если прямые измерения высокого напряжения на рентгеновской трубке не разрешены пользователям фирмой-изготовителем, то ориентировочные оценки величины высокого напряжения могут быть сделаны при измерении СПО рентгеновского излучения. Методика приведена в п. 3.7.5. Соответствие величин СПО и напряжений на трубке приведено в табл. 1.

#### ***3.5.2. Проверка величины тока рентгеновской трубки***

Проверка осуществляется при проведении сервисного технического обслуживания симулятора специалистами фирмы, обслуживающей аппарат.



живающей аппарат. Отклонение измеренной величины от заданной не должно превышать 5%.

### ***3.5.3. Проверка величины экспозиции рентгеновской трубки, измеряемой в миллиамперсекундах***

Проверка осуществляется при проведении сервисного технического обслуживания симулятора специалистами фирмы, обслуживающей аппарат. Отклонение измеренной величины от заданной не должно превышать 5%.

## **3.6. Проверка характеристик преобразователя рентгеновского изображения**

### ***3.6.1. Проверка передачи линейных размеров просвечиваемого объекта***

На столе, дека которого выведена на уровень изоцентра, размещается металлическая пластина размерами 10 × 10 см. Проводится сравнение реальных размеров пластины с величинами, выведенными на экран монитора. Отклонение измеренных размеров от реальных не должно превышать 1 мм по обеим сторонам.

### ***3.6.2. Проверка качества изображения***

Проверка осуществляется с помощью стандартных тест-объектов, применяющихся для оценки качества изображения на рентгеновских аппаратах. Тест-объекты располагаются на столе симулятора в строго определенном положении, точно воспроизводимом при всех проверках. Поверхность стола должна находиться на уровне изоцентра. Для проверки всегда устанавливается один и тот же режим работы рентгеновской трубки, например напряжение 80 кВ и экспозиция 20 мАс. Анализ изображения проводится на экране монитора, а также с помощью рентгеновской пленки, размещаемой на поверхности регистратора изображений. Анализируется геометрическое разрешение преобразователя, а также разрешение по высокому контрасту. Геометрическое разрешение должно иметь величину, соответствующую указанной в техническом описании аппарата. Отклонение полученного разрешения от указанного в описании аппарата не должно превышать 0,2 пары линий на миллиметр. Контрастное разрешение должно иметь отклонение от заявленного в техническом описании симулятора не более 3 %.

### **3.7. Дозиметрические измерения**

#### ***3.7.1. Проверка совпадения границ светового и радиационного полей***

Наилучшим способом проверки является применение планшета «Iso Align» и рентгеновской пленки. Пленка помещается в светонепроницаемый конверт, а затем в измерительный планшет. Устанавливается планшет на стандартное расстояние, равное РИП. После установления поля  $10 \times 10$  см по маркерам планшета, осуществления экспозиции и проявления пленки проводится сравнение границ радиационного поля с маркерами, которые также видны на пленке. При отсутствии планшета на пленке, размещаемой на стандартном расстоянии на лечебном столе, границы светового поля обводятся карандашом либо устанавливаются проволочные маркеры, после чего осуществляется облучение пленки. После обработки пленки расхождение границ светового и радиационного полей осуществляется визуально или с помощью фотоденситометра.

Другой способ проверки совпадения границ светового и радиационного полей заключается в установлении светового поля облучения размером  $10 \times 10$  см с помощью затеняющих проволочек диафрагмы. Затем в режиме флюороскопии на экране видеомонитора оценивается расхождение светового и радиационного полей.

Расхождение границ полей не должно превышать 1 мм с каждой стороны.

#### ***3.7.2. Проверка радиационного выхода рентгеновского излучателя***

Проверка осуществляется путем измерения кермы на одном режиме работы излучателя, который должен быть выбран как стандартный. Камера Фармера 30001, 30010 или аналогичная, выпускаемая фирмой «PTW-Freiburg», подключается к клиническому дозиметру «УНИДОЗ» и размещается на высоте 15 см над столом симулятора в центре поля облучения  $10 \times 10$  см на расстоянии 1 м от фокуса рентгеновской трубки. Чувствительный объем камеры не должен быть экранирован шторками и сетками симулятора, определяющими размер поля. При измерениях воздушной кермы, выбирается стандартная экспозиция, например 80 кВ и 20 мАс. При

периодических проверках отклонение полученных значений кермы от первоначально измеренной не должно превышать 5%.

### ***3.7.3. Проверка линейности радиационного выхода трубки при изменении значений тока и экспозиции***

Проверка линейности мощности воздушной кермы в зависимости от тока рентгеновской трубки осуществляется в стандартных условиях, изложенных в п. 3.8.1. Зависимость измеренной мощности кермы от тока трубки должна быть линейной с отклонением от линейности, вычисленной по методу наименьших квадратов, не более 5%.

Проверка экспозиции осуществляется путем измерения воздушной кермы в условиях, изложенных в п. 3.7.2., в зависимости от величины экспозиции. Проверяются 5–6 величин экспозиции. Зависимость величины кермы от экспозиции должна быть линейной с отклонением от линейности, вычисленной по методу наименьших квадратов, не более 5%.

### ***3.7.4. Проверка радиационного выхода рентгеновской трубки в зависимости от приложенного высокого напряжения***

Ионизационная камера устанавливается в стандартное положение, указанное в п. 3.7.2. Выбирается стандартное значение тока трубки, которое должно поддерживаться постоянным при максимально доступном изменении величины высокого напряжения на рентгеновской трубке. Измеряется мощность воздушной кермы в зависимости от напряжения, которая должна быть квадратичной в пределах 5%. Оценка погрешности осуществляется методом наименьших квадратов.

Возможно проведение измерений зависимости радиационного выхода рентгеновской трубки от величины высокого напряжения по измерениям воздушной кермы при стандартизированном значении экспозиции в мАс. Допустимое отклонение показаний дозиметра от квадратичной зависимости не должно превышать 5%.

### ***3.7.5. Проверка стабильности энергии рентгеновских квантов***

Проверка стабильности энергии рентгеновских квантов осуществляется путем измерения СПО при различных значениях высокого напряжения на рентгеновской трубке и различных условиях

фильтрации излучения. Должны быть выбраны 4–5 стандартных режимов для различных значений высокого напряжения излучателя. СПО определяется по поглощению излучения в дополнительных фильтрах, изготовленных из алюминия.

Ионизационная камера Фармера устанавливается в стандартное положение, описанное в п. 3.7.2., но при установленном поле облучения размером  $2 \times 2$  см. Камера располагается в центре светового поля. Измеряется величина воздушной кермы при установленных значениях высокого напряжения и экспозиции, например 80 кВ и 40 мАс. Затем на выход излучателя в месте, зависящем от конструкции выходного устройства симулятора, устанавливается дополнительный алюминиевый фильтр толщиной 1 мм и снова измеряется величина воздушной кермы. Измерения повторяются при увеличении суммарной толщины фильтра с шагом 1 мм до тех пор, пока показания дозиметра не снизятся до величины более чем в 2 раза ниже первоначальной. СПО вычисляется по формуле:

$$\text{СПО} = \frac{f_b \ln(2D_a / D_0) - f_a \ln(2D_b / D_0)}{\ln(D_a / D_b)},$$

где СПО — слой половинного ослабления;

$f_a$  — суммарная толщина алюминиевого фильтра для экспозиции  $D_a$ ;

$f_b$  — суммарная толщина алюминиевого фильтра для экспозиции  $D_b$ ;

$D_0$  — измеренная величина кермы в отсутствие дополнительной фильтрации;

$D_a$  — измеренная величина кермы ближайшая к  $D_0/2$ , но слегка превышающая эту величину;

$D_b$  — измеренная величина кермы ближайшая к  $D_0/2$ , но слегка уступающая этой величине.

Величина СПО может быть также определена из графика зависимости измеренной дозы в зависимости от суммарной толщины фильтра, построенного в полулогарифмическом масштабе.

Измерения следует повторить для других значений высокого напряжения на рентгеновской трубке.

Величины СПО, определенные выше, не должны быть меньше указанных в табл.

## Минимальная величина СПО для различных значений высокого напряжения на трубке

Напряжение, кВ	СПО, не менее 1 мм Al
70	1,5
80	2,3
90	2,5
100	2,7

*Примечание:* толщина фильтров может отличаться от 1 мм.

### **3.8. Проверка характеристик томографической приставки**

#### ***3.8.1. Проверка средней скорости вращения излучателя при изготовлении томограмм***

Проверка средней скорости осуществляется путем измерения времени одного оборота консоли симулятора при построении томограммы. Обычно это время составляет 60 с. Допустимое отклонение не должно превышать 1 с. Такое же отклонение считается предельно допустимым при других скоростях вращения консоли.

#### ***3.8.2. Проверка толщины томографического среза***

Проверка осуществляется с помощью рентгеновской пленки, укладываемой на столе симулятора. Дека стола должна быть установлена на уровне изоцентра. Устанавливается ширина среза 1 см. Излучатель совершает один оборот в режиме томографии. После проявления измеряется ширина образовавшейся на пленке полосы почернения. Отклонение ширины полосы от заданной ширины среза не должно превышать 1 мм.

#### ***3.8.3. Проверка томографического дозиметрического индекса***

Измерение томографического индекса на симуляторах аналогично измерению компьютерного томографического индекса на компьютерных рентгеновских томографах. Томограмма изготавливается на неподвижном столе, ионизационная камера устанавливается в точке расположения изоцентра параллельно продольной оси стола таким образом, чтобы плоскость деки стола находилась ниже центра камеры на 15 см. Измерения проводятся при максимальном значении высокого напряжения на трубке и более низких напряжениях с шагом в 20 кВ. Устанавливается постоянное значение тока

трубки 10 мА. Измеренная величина кермы при повторных измерениях не должна изменяться от первоначально измеренной более чем на 5%.

#### ***3.8.4. Проверка геометрического и контрастного разрешения аппарата в режиме томографии***

Осуществляется при наличии специальных фантомов, аналогичных фантомам, применяемым для проверки компьютерных рентгеновских томографов, и по аналогичным методикам.

### **4. ПРОВЕРКА ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ СДАЧЕ НОВОГО АППАРАТА В КЛИНИЧЕСКУЮ ЭКСПЛУАТАЦИЮ**

При приемке рентгеновского симулятора в клиническую эксплуатацию проверке подвергаются следующие устройства, контролирующие радиационную безопасность:

- информационные табло (методика проверки изложена в п. 3.1.1);
- дверные блокировки на входе в процедурное помещение (методика проверки изложена в п. 3.1.2);
- аварийные выключатели (методика проверки изложена в п. 3.1.3);
- система механической безопасности пациента (методика проверки изложена в п. 3.1.4);
- электрическая безопасность аппарата (методика проверки изложена в п. 3.1.5);
- источник аварийного освещения (методика проверки изложена в п. 3.1.6).

Проверяются следующие геометрические характеристики:

- девиация изоцентра (методика проверки изложена в п. 3.2.1);
- установка нулевого положения консоли симулятора (методика проверки изложена в п. 3.2.2);
- установка заданного угла поворота консоли симулятора (методика проверки изложена в п. 3.2.3);
- установка нулевого положения механизма диафрагмы (методика проверки изложена в п. 3.2.5);
- совпадение оси вращения диафрагмы с осью светового имитатора поля облучения (методика проверки изложена в п. 3.2.6);

– ограничители поля (методика проверки изложена в п. 3.2.7).

Проверяются следующие характеристики устройств, применяемых при укладке пациентов:

– показания светового и механического указателей расстояния «источник-поверхность» облучаемого объекта (методика проверки изложена в п. 3.3.1);

– наведение боковых, латерального и обратного центраторов на изоцентр (методика проверки изложена в п. 3.2.4);

– горизонтальность деки лечебного стола и тормозов (методика проверки изложена в п. 3.3.2);

– величины перемещений деки лечебного стола (методика проверки изложена в п. 3.3.3);

– поворот лечебного стола вокруг изоцентра (методика проверки изложена в п. 3.3.4);

– совпадение размеров светового поля с величинами, указанными на мониторах симулятора (методика проверки изложена в п. 3.3.5);

– проверка указателей выбранного поля облучения (методика проверки изложена в п. 3.3.6).

Проверяются следующие характеристики системы управления аппаратом:

– пульт управления или управляющий компьютер (методика проверки изложена в п. 3.4.1);

– таймер (методика проверки изложена в п. 3.4.2);

– установка углов ротации, задаваемых системой управления (методика проверки изложена в п. 3.4.3);

– установка размеров поля, задаваемых с помощью системы управления (методика проверки изложена в п. 3.4.4).

На симуляторе проверяются следующие характеристики рентгеновского излучателя:

– величина высокого напряжения на рентгеновской трубке (методика проверки изложена в п. 3.5.1);

– величина тока рентгеновской трубки (методика проверки изложена в п. 3.5.2);

– величина экспозиции рентгеновской трубки, измеряемая в миллиамперсекундах (методика проверки изложена в п. 3.5.3);

Проверяются следующие характеристики преобразователя рентгеновского изображения:

- линейность передачи размеров объекта (методика проверки изложена в п. 3.6.1);

- качество изображения (геометрическое и контрастное разрешение) (методика проверки изложена в п. 3.6.2);

Проверяются следующие дозиметрические характеристики:

- совпадения границ светового и радиационного полей излучателя (методика проверки изложена в п. 3.7.1);

- радиационный выход рентгеновского излучателя (методика проверки изложена в п. 3.7.2);

- линейность радиационного выхода трубки при изменении значений тока и экспозиции (методика проверки изложена в п. 3.7.3);

- радиационный выход рентгеновской трубки в зависимости от приложенного высокого напряжения (методика проверки изложена в п. 3.7.4);

- стабильность энергии рентгеновских квантов (методика проверки изложена в п. 3.7.5).

Проверяются следующие характеристики томографической приставки:

- средняя скорость вращения излучателя (методика проверки изложена в п. 3.8.1);

- толщина томографического среза (методика проверки изложена в п. 3.8.2);

- томографический дозиметрический индекс (методика проверки изложена в п. 3.8.3);

- геометрическое разрешение (методика проверки изложена в п. 3.8.4);

- плотностное разрешение (методика проверки изложена в п. 3.8.4).

Проверка характеристик аппарата при его приемке в клиническую эксплуатацию осуществляется техническим персоналом учреждения, обслуживающим аппарат, и инженерами по контролю качества (медицинскими физиками) совместно с представителями фирмы-поставщика или завода-изготовителя симулятора.



После проведения проверки характеристик, указанных в п. 4.1, кроме заполнения формуляра, составляется протокол передачи аппарата в клиническую эксплуатацию, в котором должны быть указаны результаты проверки, допустимые и реальные величины отклонений. С одной стороны протокол подписывается представителями завода-изготовителя или фирмы-поставщика, с другой стороны — представителями клиники. Копии протокола хранятся в отделении лучевой терапии, в службе эксплуатации гамма-терапевтического аппарата, у инженеров, занимающихся планированием облучения, и у инженеров, занимающихся контролем качества оборудования.

Пример протокола о передаче аппарата в клиническую эксплуатацию приведен в Приложениях 1, 2.

## **5. ПЕРИОДИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ХАРАКТЕРИСТИК В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Периодический контроль характеристик рентгеновских симуляторов вводится с целью проверки их постоянного соответствия техническим требованиям на аппарат. Контроль качества работы аппаратов, на которых осуществляется предлучевая подготовка, является составным элементом программы гарантии качества лучевого лечения.

Периодический контроль подразделяется на ежедневный, еженедельный и полугодовой. Каждый из видов контроля включает в себя проверку ряда характеристик, осуществляемую:

- при ежедневном контроле — медицинским персоналом отделений лучевой терапии, работающим на аппарате, а на автоматизированных аппаратах — обслуживающим техническим персоналом;
- при еженедельном контроле — техническим персоналом учреждения, обслуживающим аппарат;
- при полугодовом контроле — техническим персоналом учреждения, обслуживающим аппарат, и инженерами по контролю качества (медицинскими физиками).

Контроль качества симуляторов не заменяет технического обслуживания аппарата, которое осуществляется в соответствии с техническими требованиями, изложенными в инструкции по эксплуатации.

Проведение еженедельного и полугодового контроля качества работы аппаратов не отменяет проведение ежедневного контроля.

Результаты проверок заносятся в протоколы, форма которых приведена в Приложениях 1–4. Форма протокола проверки характеристик нового аппарата такая же, как и форма протокола полугодовой проверки (см. Приложения 1, 2).

### **5.1. Ежедневный контроль**

Проверяются:

1. Параметры системы радиационной безопасности:

– информационные табло (методика проверки изложена в п. 3.1.1);

– дверные блокировки на входе в процедурное помещение (методика проверки изложена в п. 3.1.2);

– аварийные выключатели (методика проверки изложена в п. 3.1.3);

– система механической безопасности пациента (методика проверки изложена в п. 3.1.4);

– аварийное освещение (методика проверки изложена в п. 3.1.6).

2. Параметры устройств, применяемых при укладке пациентов:

– показания светового указателя РИП облучаемого объекта (методика проверки изложена в п. 3.3.1);

– боковые, латеральный и обратный центраторы (методика проверки изложена в п. 3.2.4).

Форма протокола ежедневной проверки аппарата приведена в Приложении 2.

### **5.2. Еженедельный контроль**

Проверяются:

1. Параметры системы радиационной безопасности:

– информационные табло (методика проверки изложена в п. 3.1.1);

– дверные блокировки на входе в процедурное помещение (методика проверки изложена в п. 3.1.2);

– аварийные выключатели (методика проверки изложена в п. 3.1.3);

– система механической безопасности пациента (методика проверки изложена в п. 3.1.4);

– аварийное освещение (методика проверки изложена в п. 3.1.6).

2. Характеристики устройств, применяемых при укладке пациентов:

– показания светового и механического указателей РИП облучаемого объекта (или световой указатель РИП) (методика проверки изложена в п. 3.3.1);

– боковые, латеральный и обратный центраторы (методика проверки изложена в п. 3.2.4);

– заданные перемещения деки стола (методика проверки изложена в п. 3.3.3);

– установка углов ротации, задаваемых с пульта управления (или управляющего компьютера) (методика проверки изложена в п. 3.4.3);

– установка размеров полей, задаваемых системой управления ( $5 \times 5$ ,  $10 \times 10$ ,  $20 \times 20$ ) (методика проверки изложена в п. 3.4.4);

3. Дозиметрические характеристики: совпадения границ светового и радиационного полей излучателя (методика проверки изложена в п. 3.7.1).

Форма протокола еженедельной проверки аппарата приведена в Приложении 4.

**ПРОТОКОЛ  
обследования после установки аппарата,  
модернизации и полугодового обследования симулятора**

Аппарат \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

Контролируемый параметр	Допустимое отклонение	Результат
1	2	3
Информационные табло		
Дверные блокировки		
Аварийные выключатели		
Система механической безопасности пациентов		
Аварийное освещение		
Центраторы	±2 мм	
Системы электрической безопасности (заземление)	не более 2 Ом	
Установка нулевого положения консоли аппарата	±0,5°	
Девияция изоцентра, диаметр	±1 мм	
Установка нулевого положения механизма диафрагмы	±0,5°	
Совпадение оси вращения механизма диафрагмы с осью светового имитатора поля облучения	±1 мм	
Установка угла ротации с помощью системы управления	±0,5°	
Установка размеров поля с помощью системы управления	±2 мм	
Ограничители поля	±1 мм	
Правильность показаний указателей РИП	±2 мм	
Поворот лечебного стола вокруг изоцентра	±0,5°	
Световой имитатор поля облучения 5 × 5, 10 × 10, 20 × 20 см (совпадение с показаниями монитора)	±2 мм	

## Окончание Приложения 1

1	2	3
Горизонтальность положения деки лечебного стола	прогиб не более 5 мм	
Перемещения деки лечебного стола в трех направлениях, тормоза	±2 мм	
Система управления и/или управляющий компьютер		
Таймер	±1 с	
Совпадение границ светового и радиационного полей облучения	±2 мм	
Радиационный выход рентгеновского излучателя	±3%	
Величина высокого напряжения на трубке	±5%	
Величина тока рентгеновской трубки	±5%	
Величина экспозиции рентгеновской трубки	±5%	
Линейность радиационного выхода трубки при изменении значений тока	±5%	
Линейность радиационного выхода трубки при изменении экспозиции	±5%	
Радиационный выход рентгеновской трубки в зависимости от приложенного высокого напряжения	±5%	
Стабильность энергии рентгеновских квантов	±5%	
Линейность передачи размеров объекта	1 мм	
Геометрическое разрешение	±2 мм	
Контрастное разрешение	±3%	
Плотностное разрешение	±2%	
Скорость вращения (время одного оборота)	±1 с	
Толщина томографического среза	±1 мм	
Томографический индекс	±3%	

Обследование проводили  
Заведующий отделением

/ /  
/ /

*Приложение 2*

**Измерение радиационного выхода  
(мощность воздушной кермы)**

Опорное значение, мГр	Измеренное значение, мГр	Отклонение, %
Условия: 80 кВ, 40 мАс		

**Измерение радиационного выхода  
(мощность воздушной кермы)**

Опорное значение, мГр/мин	Измеренное значение, мГр/мин	Отклонение, %
Анодное напряжение 80 кВ		

**Измерение слоя половинного  
ослабления (СПО)**

Напряжение на аноде, кВ	Опорное значение СПО, мм Al	Измеренное значение СПО, мм Al
70	1,5	
80	2,3	
90	2,5	
100	2,7	

**Зависимость радиационного  
выхода от напряжения  
на аноде**

Напряжение на аноде, кВ	Измеренное значение воздушной кермы, мГр
5	
10	
20	
40	
80	
100	
Условие: 40 мАс	

**Прямое измерение  
высокого напряжения  
на анодной трубке**

Требуемое значение напряжения, кВ	Измеренное значение напряжения, кВ	Отклонение, %

**Зависимость радиационного  
выхода от напряжения на аноде**

Напряжение на аноде, кВ	Измеренное значение воздушной кермы, мГр
50	
70	
90	
110	
130	
150	
Условие: 40 мАс	

Обследование проводили  
Заведующий отделением

/ /  
/ /

**ПРОТОКОЛ  
ежедневного обследования рентгеновского симулятора**

Аппарат \_\_\_\_\_

Месяц \_\_\_\_\_ Год \_\_\_\_\_

Дата	Информационные табло	Дверные блокировки	Аварийные выключатели	Механическая безопасность	Аварийное освещение	Указатель РИП	Центраторы	Обследование провел
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								

## Окончание Приложения 3

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								



**ПРОТОКОЛ  
еженедельного контроля характеристик симулятора**

Аппарат \_\_\_\_\_ Месяц \_\_\_\_\_ Год \_\_\_\_\_

Контролируемый параметр	Допустимое отклонение	1 неделя	2 неделя	3 неделя	4 неделя	5 неделя
Информационные табло						
Дверные блокировки						
Аварийные выключатели						
Система механической безопасности						
Аварийное освещение						
Световой указатель РИП						
Центраторы	±2 мм					
Заданные перемещения деки лечебного стола	±2 мм					
Отклонение размеров полей облучения по световому имитатору от заданных (6 × 6, 10 × 10, 20 × 20 см)	±2 мм					
Установка углов ротации с пульта управления	±0,5°					
Дата и подпись лица, проводящего проверку						
Дата и подпись заведующего отделением						