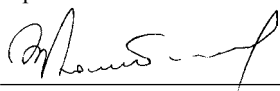


**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель министра



В.В. Колбанов

30 декабря 2002 г.

Регистрационный № 74–0502

**ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ
ВОЗМОЖНОСТИ И КЛИНИЧЕСКОЕ
ПРИМЕНЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ
ЦИФРОВОЙ РЕНТГЕНОГРАФИЧЕСКОЙ
СИСТЕМЫ «ПУЛЬМОСКАН-760У»
(«УНИСКАН»)**

Инструкция по применению

Учреждения-разработчики: ГУ «Научно-исследовательский институт онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова»; НПП «Адани Интернешнл»

Авторы: канд. мед. наук Б.Д. Шитиков, канд. мед. наук Ю.В. Ваганов, д-р техн. наук, проф. В.Н. Линев, А.И. Семеников

ВВЕДЕНИЕ

Проблема ранней диагностики рака легкого, туберкулеза, хронических неспецифических процессов и др. остается актуальной до настоящего времени. Значительный прорыв в диагностике произошел в начале 70-х гг. XX в., когда компьютерная томография продемонстрировала возможности новых цифровых методов получения и обработки рентгеновского изображения. Достижения в области математических методов обработки изображения способствовали развитию цифровой рентгенологии. Одним из вариантов улучшения качества цифрового изображения может быть применение метода прямой регистрации рентгеновского излучения с помощью детекторов, работающих в режиме непосредственной связи с компьютером.

Минздрав Республики Беларусь еще в 1989 г. начал разработку низкодозной системы компьютерной рентгенографии, в которой принимали участие ученые и специалисты различных учреждений и ведомств.

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь в 1997 г. была принята научная программа «Доработать систему компьютерной рентгенографии и внедрить ее в лечебно-профилактических учреждениях Минздрава», главными исполнителями которой выступили ГУ «НИИ онкологии и медицинской радиологии им. Н.Н. Александрова» и НПП «Адани Интернешнл».

В настоящее время аппарат «Пульмоскан» выпускается в трех вариантах:

- стационарный аппарат «Пульмоскан-760», предназначенный для проведения обследований органов грудной полости;

- перевозимая модель «Пульмоскан-760П», установленная в перевозимом рентгенографическом компьютерном кабинете «Пульмозкспресс», смонтированном в специальном фургоне на шасси автомобиля МАЗ (или любой другой модели автомобиля с грузовой платформой);

- стационарный аппарат «Унискан», предназначенный для проведения общих диагностических рентгеновских обследований пациента.

Особенности и назначение аппарата «Унискан»

Современная рентгенология с внедрением цифрового принципа получила новые перспективы для значительного повышения диагностических возможностей благодаря использованию принципиально новых технологий, обеспечивающих непосредственное улучшение диагностики и резкое уменьшение лучевых нагрузок на пациента и медицинский персонал. Процесс исследования с помощью низкодозной сканирующей системы «Унискан» существенно отличается от традиционных рентгенологических методик, что обусловлено своеобразной геометрией коллимированного рентгеновского пучка, местом расположения пациента по отношению к малофокусной трубке и детектору, а также широкими возможностями компьютерной обработки полученного изображения.

В связи с этим возникла необходимость более подробной характеристики возможностей и технологии использования цифровой рентгенографии.

Снижение дозы облучения пациентов при исследовании в основном достигается вследствие применения высокочувствительного детектора рентгеновского излучения и системы ограничения рентгеновского пучка.

Эти особенности технического и медицинского характера требуют изложения в настоящей инструкции ряда специальных условий.

Инструкция по применению будет полезна для всех специалистов, занимающихся организацией и оборудованием рентгеновских кабинетов, а также организующих и проводящих диагностические исследования на аппаратах «Унискан».

ПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ

Общие диагностические обследования пациентов с целью своевременного выявления заболеваний внутренних органов и костно-мышечной системы.

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МЕТОДА

Рентгенографический компьютерный аппарат «Пульмоскан-760У» («Унискан») имеет:

1. ТУ РБ 14527917.040-98.
2. Регистрационное удостоверение ИМТ № ИМ-7.2063.
3. Лицензию МЗ № 382-ЛТ на занятие производством, реализацией, монтажом, наладкой, техническим обслуживанием и ремонтом изделий медицинского назначения и медицинской техники.
4. Лицензию Проматомнадзора, серия СЛ, № 014814.
5. Лицензию Проматомнадзора, серия СЛ, № 014815.
6. Лицензию Проматомнадзора, серия СЛ, № 014816.
7. Лицензию Проматомнадзора, серия СЛ, № 026307.

ПРИНЦИП РАБОТЫ АППАРАТА «УНИСКАН»

По мнению специалистов, из различных видов используемых в настоящее время цифровых приемников рентгеновского излучения два являются наиболее перспективными:

- плоские цифровые панели (solid state silicon panels), имеющие высокую квантовую эффективность и широкий динамический диапазон при сравнимой с пленкой разрешающей способности;
- усилители рентгеновского изображения (УРИ) с большими рабочими полями и телевизионными системами высокого разрешения на ПЗС-матрицах.

Плоские панели имеют ряд преимуществ перед УРИ на рентгеновских электронно-оптических преобразователях (РЭОП). На них совершенно не воздействуют магнитные поля, создающие в РЭОП геометрические искажения. Очень большой динамический диапазон плоских детекторных панелей означает, что в полученном изображении практически исключается недоэкспонирование или переэкспонирование. Отпадает необходимость в дорогостоящей оптике и высоковольтном блоке питания, за счет чего уменьшаются габариты и масса аппарата, существенно повышается его срок службы. К тому же толстое переднее стекло РЭОП уменьшает квантовую эффективность и снижает контрастные характеристики изображения.

Сканирующие цифровые рентгенографические комплексы, в частности «Унискан», использующие приемники рентгеновского излучения на основе линейных матричных твердотельных детек-

торов, можно рассматривать в качестве наиболее близкого аналога (с точки зрения физических принципов преобразования сигналов) аппаратуры, использующей детекторы в виде плоских цифровых панелей. Такой подход базируется на том, что многоэлементный линейный матричный детектор измеряет распределение излучения в вертикальном направлении, а измерение в горизонтальном направлении обеспечивается механическим сканированием. Таким образом, мы получаем результат (рентгенограмму), аналогичный полноформатной панели с той лишь разницей, что полная рентгенограмма последовательно складывается из рентгенограмм столбцов за счет одновременного и равномерного перемещения во время съемки в горизонтальном направлении щелевого коллиматора (связанного с рентгеновской трубкой) и детектора излучения.

Высококочувствительным элементом в линейном матричном детекторе являются кремниевые фотодиоды, находящиеся в непосредственном оптическом контакте с люминофором (CsI(Tl)). Информация, накопленная в датчиках за время экспозиции строки (менее 20 мс), после аналогово-цифрового преобразования переписывается в память детектора. Далее регистрируется следующая по горизонтали строка, а предыдущая передается в компьютер. По окончании съемки кадра в памяти компьютера накапливается цифровое изображение размером 1152×1152 . Размер снимка равен 400×400 мм, а размер элемента изображения в плоскости пациента — $0,3 \times 0,3$ мм. Разрешающая способность составляет 1,0–1,4 пар линий/мм, контрастная чувствительность — не хуже 0,5–1%, динамический диапазон — более 100, эквивалентная доза облучения пациента при получении снимка грудной клетки — не более 10 мкЗв.

Пациент, обследуемый на аппарате «Унискан», сканируется узким (менее 1 мм) (коллимированным) плоским веерным пучком рентгеновского излучения, который последовательно просвечивает все участки заданной зоны. Излучение, прошедшее через исследуемый участок объекта, регистрируется детектором и преобразуется в электрический сигнал, пропорциональный интенсивности излучения, падающего на детектор. Регистрация осуществляется одновременно по всей длине линейно-матричного рентгеновского преобразователя на основе специальных высококочувствительных

детекторов: кремниевых фотодиодов со сцинтиллятором CsI(Tl). После интегрирования квантов рентгеновского излучения в каждом детекторе и усиления коммутирующее устройство передает сигнал через аналогово-цифровой преобразователь в блок памяти. Здесь записывается сигнал, соответствующий рентгеновскому изображению части просвечиваемого объекта, т.е. формируется один столбец (строка) изображения. При перемещении системы «излучатель — детектор» проводится построчное сканирование следующих участков (столбцов или строк) с одновременной записью в память компьютера двухмерной матрицы, адекватной рентгеновскому изображению всего просвечиваемого объекта. Полученная после окончания сканирования рентгенограмма (теневое изображение объекта) выводится на экран компьютера.

В конструкции аппаратов типа «Унискан» используется геометрическое увеличение, которое достигается путем удаления объекта от детектора и приближения к источнику (рис. 1). Коэффициент увеличения для большой деки «Унискана» составляет 2,75. Геометрическое увеличение дает выигрыш пространственного разрешения и снижение уровня помех. Геометрическое увеличение дает лучшие результаты, чем увеличение фотографическое. Шум квантования сигнала не меняется при геометрическом увеличении, и, следовательно, улучшается видимость малоконтрастных объектов с нечеткими краями, тогда как при фотографическом увеличении шум квантования увеличивается на коэффициент N/m^2 , где N — количество использованных фотонов, m — увеличение). Геометрическое увеличение, таким образом, улучшает видимость мелких и слабоконтрастных деталей. Оно позволяет увеличить контрастность детали.

Геометрическое построение «Унискана» схематически представлено на рис. 1а (пациент стоит) и 1б (пациент лежит на столе снимков).

При геометрическом увеличении разрешающая способность повышается одновременно с увеличением расстояния между объектом и детектором. В связи с этим еще одним преимуществом геометрического увеличения является разделение близких структур, которые налагаются друг на друга при получении изображения

контактным способом. Следовательно, при рентгенологических исследованиях ближе к источнику излучения следует располагать те структуры (поверхности, срезы), которые представляют первостепенный интерес и на которых можно получить большее геометрическое увеличение.

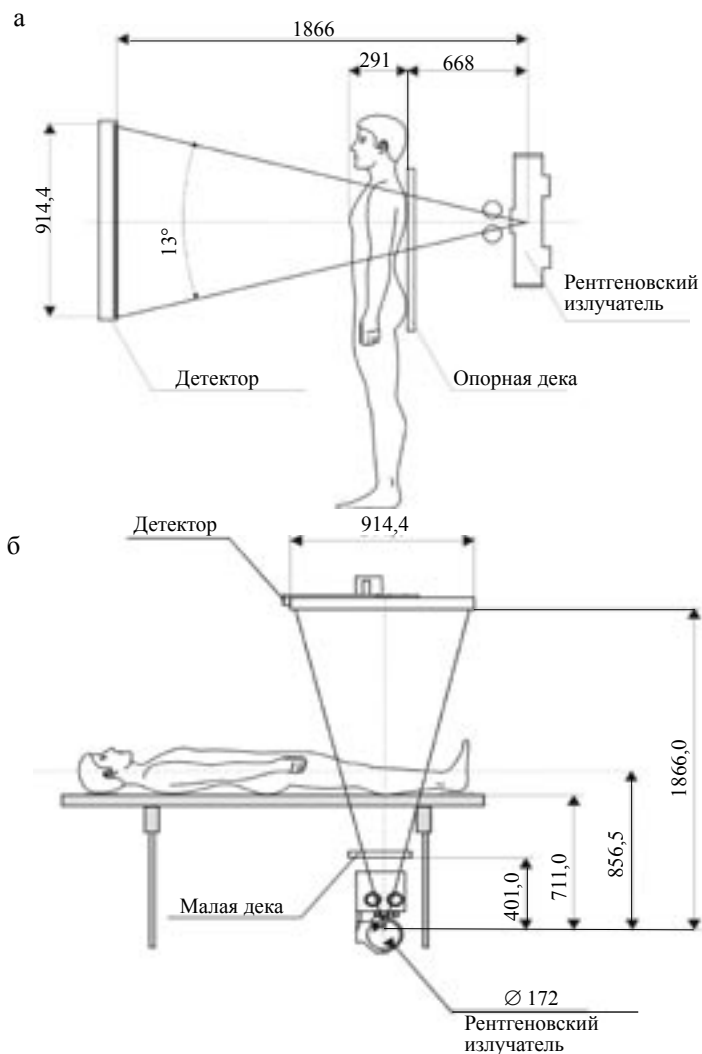


Рис. 1. Геометрическое построение аппарата «Унискан»

Одной из основополагающих причин ухудшения качества изображения является рассеянное излучение, которое вызывает снижение контрастности. Эффективно бороться с рассеянным излучением можно путем увеличения расстояния «объект — детектор» (так называемый метод «воздушного зазора»), так как интенсивность излучения, равно как и интенсивность света, уменьшается в обратной пропорции к квадрату расстояния. Другим способом снижения негативного влияния рассеянного излучения является уменьшение, насколько это возможно, размера изучаемого участка. Иными словами, необходимо использовать коллимацию излучения, т.е. узкую диафрагму, что и реализовано в конструкции «Унискана», где ширина щели коллиматора составляет 1 мм.

Низкое напряжение также уменьшает рассеивание, но это противоречит основному принципу защиты от излучения, так как увеличивает дозу на пациента. С другой стороны, повышение напряжения увеличивает энергию фотонов, улучшается проникающая способность потока излучения (что уменьшает дозу), но контрастность уменьшается.

Для понимания процесса формирования рентгеновского изображения без учета рассеивания достаточно было бы законов геометрической оптики, подобно тому, как предметы между источником света и экраном вызывают появление теней. Размер оптического источника является главенствующим для качества изображения. Геометрический размыв изображения повышается с увеличением размера источника. Поэтому в аппарате «Унискан» используются острофокусные рентгеновские трубки с размером фокуса 0,3 мм. Реальный размер источника увеличивается с усилением тока и слегка уменьшается с повышением напряжения.

Следует обратить внимание рентгенологов на весьма незначительный кинетический размыв, который обычно возрастает с увеличением времени экспозиции. В сканирующих системах «Унискан» не следует путать время сканирования, составляющее от 4 до 8 с, и время экспозиции, которое составляет величину 0,02 с для времени сканирования 4 с и 0,04 с для времени сканирования 8 с.

Технология обследования

Рентгеновское изображение пациента формируется на мониторе рабочей станции рентгенолаборанта сразу после окончания съемки. Рентгенолаборант может проверить правильность позиционирования пациента, убедиться в качестве полученного изображения и при необходимости выполнить дополнительный снимок. Изображение с данными пациента передается по сети на рабочую станцию врача-рентгенолога для диагностики.

Функции программного обеспечения

- Формирование рентгеновских изображений;
- ведение базы данных всех обследованных с возможностью сравнения всех последующих данных с предыдущими для каждого пациента;
- одновременный просмотр до 6 изображений на мониторе;
- возможность работы с выделенным фрагментом изображения;
- изменение контраста/яркости + гамма-коррекция;
- позитивная/негативная инверсия;
- математическая обработка изображения;
- масштабирование, использование лупы;
- зеркальное отображение;
- составление аннотации к снимкам;
- архивирование и хранение снимков на MO-дисках;
- экспорт изображений в международный стандарт DICOM;
- вывод изображений на печать;
- измерение геометрических размеров.

ОПИСАНИЕ АППАРАТА «УНИСКАН»

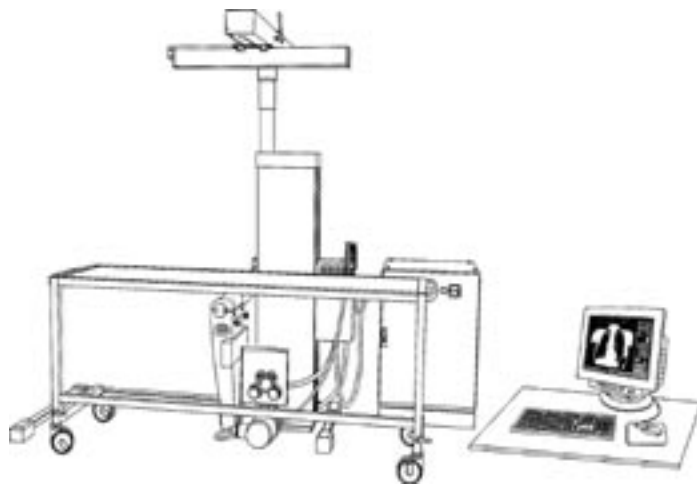
Внешний вид «Унискана» для двух положений штативного устройства показан на рис. 2.

1. «Унискан» может функционировать при:
 - температуре окружающего воздуха от +10 до +35° С;
 - относительной влажности воздуха от 45 до 80%;
 - атмосферном давлении 840–1066 ГПа (630–800 мм рт. ст.).
2. Нормальные (оптимальные) климатические условия для эксплуатации:
 - температура окружающего воздуха от +15 до +30° С;

- относительная влажность воздуха от 45 до 80%;
- атмосферное давление 840–1066 ГПа (630–800 мм рт. ст.).

Заданные показатели надежности гарантируются при эксплуатации «Унискана» в нормальных климатических условиях.

а



б

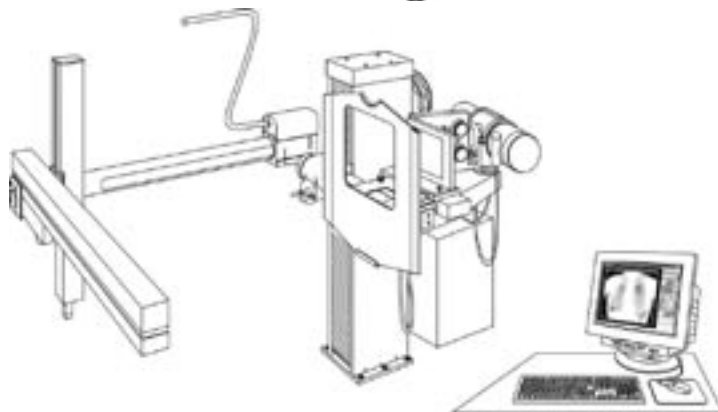


Рис. 2. Внешний вид аппарата «Унискан» для двух положений штативного устройства

Если температура воздуха в помещении, где установлен «Унискан», опустилась ниже $+10^{\circ}\text{C}$, перед началом работы его необходимо выдержать не менее 2 ч при нормальной температуре, после чего включить питание аппарата и прогреть не менее 30 мин.

При эксплуатации аппарата в условиях, отличных от нормальных (пп.1–2), изготовитель не несет ответственности за показатели его надежности.

Технические характеристики

1. Размер входного поля просвечивания «Унискана»:
 - для большой деки и стола снимков — 350×350 мм;
 - для малой деки — 200×200 мм.
2. Время сканирования одного изображения — от 4 до 8 с.
Погрешность длительности времени сканирования — не более 10%.
3. Предельно допустимое число повторяющихся циклов за 1 ч работы — 30–40.
4. Пространственная разрешающая способность — не хуже 1,2–1,5 пар линий на 1 мм.
5. Число градаций яркости, выводимых на экран полутонового дисплея, — не менее 256.
6. Пороговый контраст «Унискана» не превышает 1%.
7. «Унискан» работоспособен при отклонении напряжения питания $\pm 10\%$ от номинального значения.
8. Питание «Унискана» осуществляется от однофазной и трехфазной электрической сети общего назначения с номинальным напряжением $220/380 \pm 22/38$ В и частотой 50 ± 1 Гц.
Потребляемая мощность (кратковременно) не превышает $6,0 \text{ кВ} \times \text{А}$.
9. Габаритные размеры аппарата не превышают $3700 \times 3200 \times 2100$ мм.
10. Масса аппарата не превышает 700 кг.
11. Поверхность стола снимков для «Унискана» выдерживает нагрузку массой до 160 кг.

Составные части «Унискана»

Как показано на рис. 3, «Унискан» включает в себя рентгеновское штативное устройство с рентгеновским излучателем и многоэлементным линейным детектором, стойку управления с блоком сопряжения и рентгеновским питающим устройством, блок управления рентгеновским излучением, устройство экстренного отключения питания аппарата и автоматизированные рабочие места рентгенолаборанта и врача.

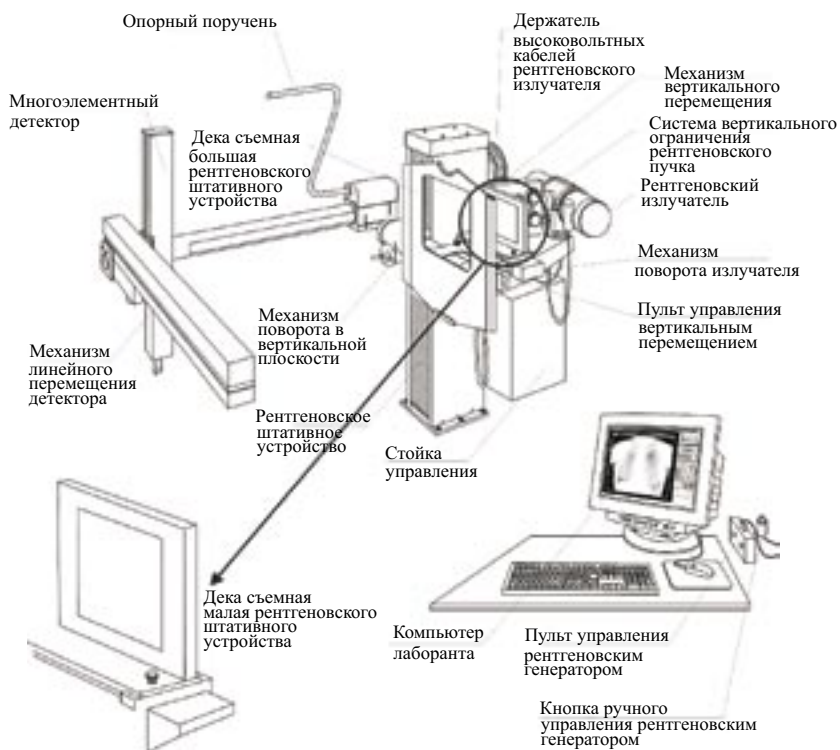


Рис. 3. Составные части аппарата «Унискан»

Рентгеновское штативное устройство включает:

- рентгеновский излучатель;
- механизм линейного перемещения детектора;
- многоэлементный детектор;
- 2 съемные опорные деки (большая и малая);
- механизм поворота в вертикальной плоскости;
- держатель высоковольтных кабелей рентгеновского излучателя;
- механизм вертикального перемещения;
- систему ограничения рентгеновского пучка;
- механизм поворота излучателя;
- пульт управления вертикальным перемещением.

Стойка управления включает:

- блок сопряжения;
- рентгеновское питающее устройство.

Блок управления рентгеновским излучением включает:

- пульт управления рентгеновским генератором,
- кнопку ручного управления рентгеновским генератором.

Автоматизированные рабочие места включают:

- компьютер лаборанта, на котором установлена управляющая программа;
- компьютер врача, на котором установлена программа для просмотра рентгеновских снимков;
- принтер.

Система движения рабочих элементов

К рабочим элементам «Унискана» относятся многоэлементный детектор и рентгеновский излучатель, между которыми размещается пациент. Для их синхронного перемещения служат механизмы поворота рентгеновского излучателя и перемещения детектора.

При помощи этой системы движения рабочих элементов «Унискана», показанной на рис. 4, производится построчное сканирование обследуемой области тела пациента с одновременной записью в память компьютера значений интенсивности излучения, прошедшего сквозь зону просвечивания.

Система регулирования зоны просвечивания

Для настройки высоты узлов аппарата в соответствии с ростом пациента служит механизм вертикального перемещения, управляемый от специального пульта, показанного на рис. 5.

При вращении по часовой стрелке ручек механизма поворота в вертикальной плоскости рентгеновского штативного устройства можно повернуть систему сканирования аппарата (детектор и излучатель) под необходимым углом (рис. 6). Величина угла контролируется по шкале поворота, показанной на рис. 5.

Система ограничения входного рентгеновского пучка

Система ограничения входного рентгеновского пучка, показанная на рис. 7, расположена на штативном устройстве «Унискана».

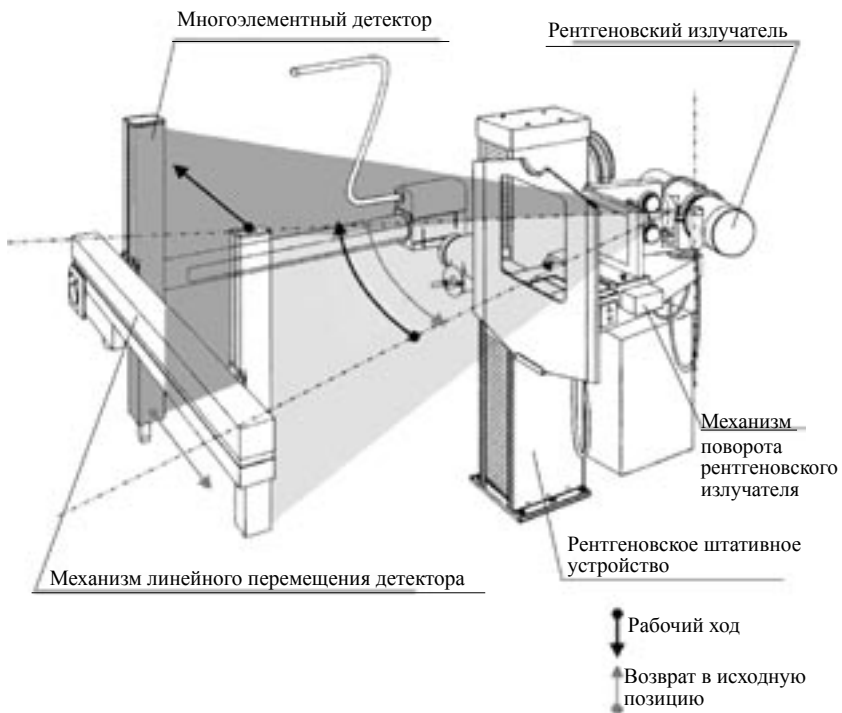


Рис. 4. Система движения рабочих элементов аппарата «Унискан»

Она состоит из вертикального щелевого коллиматора и двух шторок с фиксированными углами поворота.

Поворот шторок осуществляется независимо друг от друга с помощью ручек с фиксированными углами поворота. Каждая из них позволяет ограничить половину площади зоны просвечивания в пределах 0 (при полностью закрытой шторке), 50, 70, 90 и 100% (при полностью открытой шторке). Схема, показывающая регулировку высоты зоны просвечивания, изображена на рис. 8. Позиционирование пациента производится также с помощью цифровой видеокамеры с последующим автоматическим коллимированием и определением зоны сканирования.

МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ

1. Перед началом рабочего дня рекомендуется включить «Унискан» в соответствии с Техническим описанием и инструкцией по эксплуатации и прогреть его в течение 30 мин.

После этого следует провести тренировку рентгеновского генератора в соответствии с Инструкцией для лаборанта по работе с управляющей программой (далее — Инструкция для лаборанта) и проверку качества изображения с помощью прилагаемого тест-объекта.

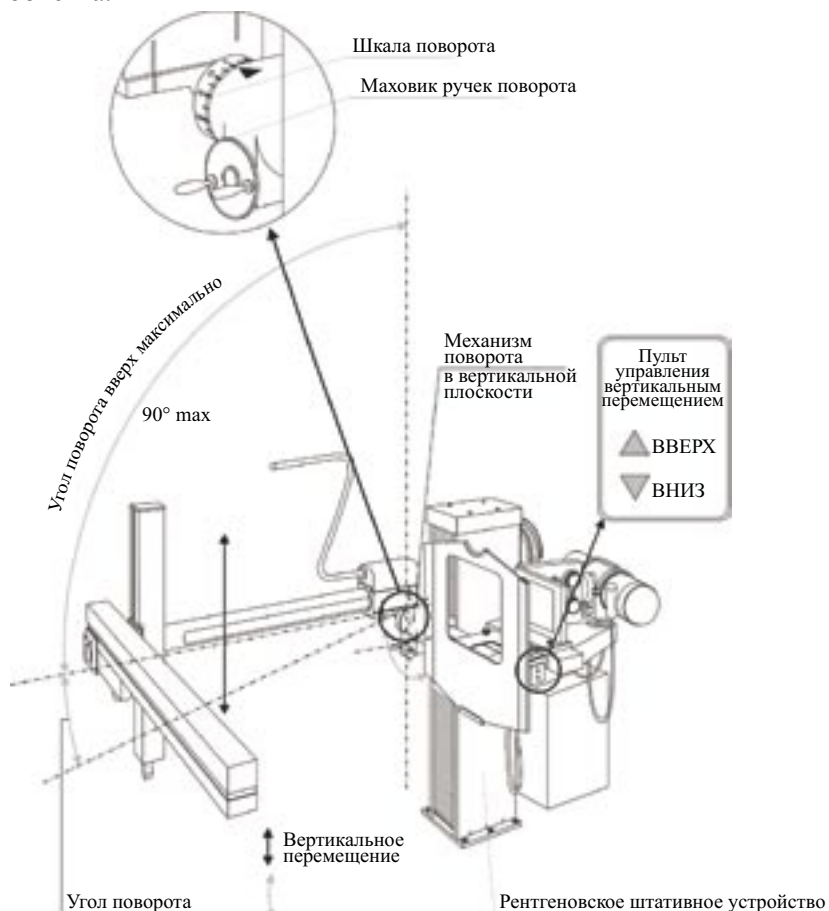


Рис. 5. Пульт управления механизмом вертикального перемещения

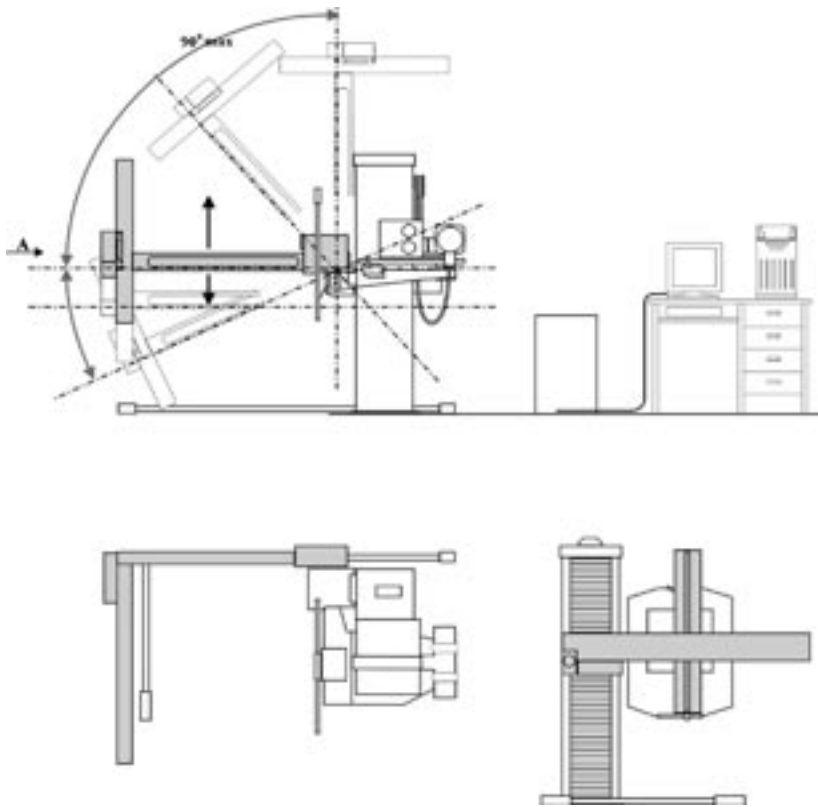


Рис. 6. Поворот системы сканирования аппарата «Унискан» под необходимым углом

2. Перед выполнением снимка необходимо ввести данные о пациенте в карточку регистрации пациента в диалоговом режиме с клавиатуры компьютера (в соответствии с Инструкцией для лаборанта) и указать требуемую проекцию органов.

Заполненная карточка регистрации пациента автоматически заносится в журнал регистрации и служит для хранения и систематизации изображений, полученных на «Унискане» (см. подробнее в Инструкции для лаборанта).

3. Благодаря системе регулирования зоны просвечивания (рис. 5) и возможности поворота штативного устройства (рис. 6) можно осуществить разные виды обследований пациентов, показанные на рис. 9.

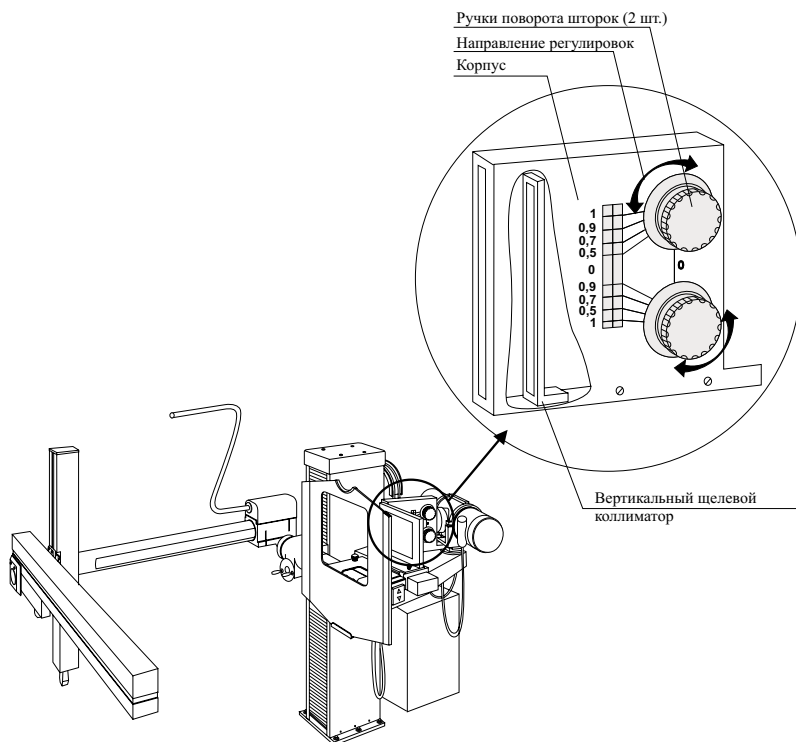


Рис. 7. Система ограничения входного рентгеновского пучка

Для ограничения области облучения при снимках конечностей следует правильно располагать пациента относительно рентгеновского излучателя и первичного пучка рентгеновского излучения.

Для защиты гонад, щитовидной железы и внутренних органов при рентгеновских исследованиях брюшной полости, органов грудной клетки, черепа и др. рекомендуется использовать для пациентов индивидуальные средства защиты: фартук, передник, воротник, пелерину, комплекты защитных пластин.

4. При выборе физико-технического режима обследования медицинский персонал должен прежде всего установить дополнительный фильтр требуемой толщины (см. подробнее в Инструкции по эксплуатации аппарата «Унискан»). Для его установки следует использовать устройство для смены фильтров, расположенное

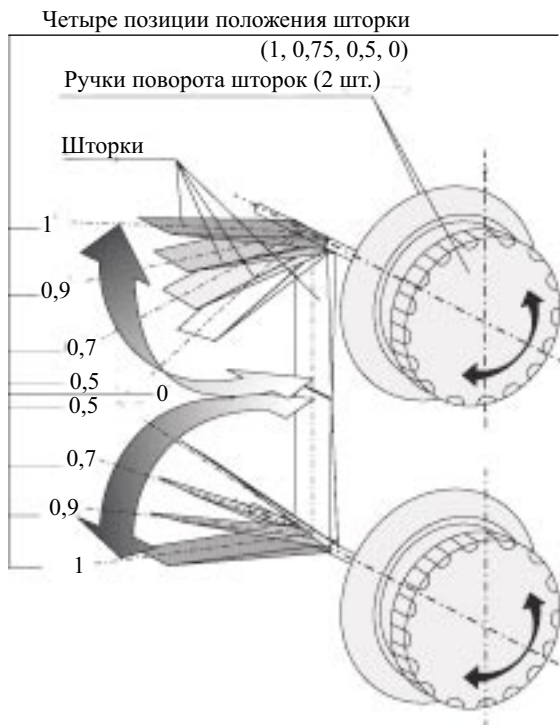


Рис. 8. Схема регулировки высоты зоны просвечивания

между излучателем и системой ограничения рентгеновского пучка на рентгеновском штативном устройстве (рис. 10).

При повороте ручки в положение:

- «1,5» общий фильтр «Унискана» эквивалентен не менее 1,5 мм Al — при номинальном напряжении до 70 кВ;
- «2,0» общий фильтр «Унискана» эквивалентен не менее 2,0 мм Al — при номинальном напряжении от 70 до 80 кВ;
- «3,0» общий фильтр «Унискана» эквивалентен не менее 3,0 мм Al — при номинальном напряжении от 80 до 100 кВ;
- «4,0» общий фильтр «Унискана» эквивалентен не менее 4,0 мм Al — при номинальном напряжении от 100 до 140 кВ (учитывая деку стола).

5. На экран большой съемной деки рентгеновского штативного устройства с размерами 350×350 мм, показанной на рис. 11а, нанесена

разметка для визуализации зоны просвечивания по вертикали (регулировка осуществляется с помощью шторок, рис. 8) и по горизонтали (регулировка осуществляется с помощью управляющей программы с компьютера лаборанта, задающей диапазон сканирования).

На экран малой съемной деки рентгеновского штативного устройства с размерами 200 × 200 мм, показанной на рис. 11б, нанесена метка, указывающая ее центр.

6. Для проведения обследований с использованием стола снимков необходимо:

- снять большую и малую деки штативного устройства «Унискана», ослабив винты крепления каждой из них;

- вращая маховик механизма поворота (последний может осуществляться при помощи мотора) в вертикальной плоскости, повернуть штативное устройство на 90° по шкале поворота (см. рис. 5–6) таким образом, чтобы рентгеновский излучатель оказался в нижнем положении;

- подкатить стол снимков к штативному устройству так, чтобы излучатель оказался под столом;

- застопорить колеса стола снимков, используя соответствующие каждому колесу рычаги в нижней части рамы стола (каждый рычаг имеет три положения: в среднем положении колесо может свободно вращаться и поворачиваться, в крайних — полностью стопориться или поворачиваться вокруг вертикальной оси);

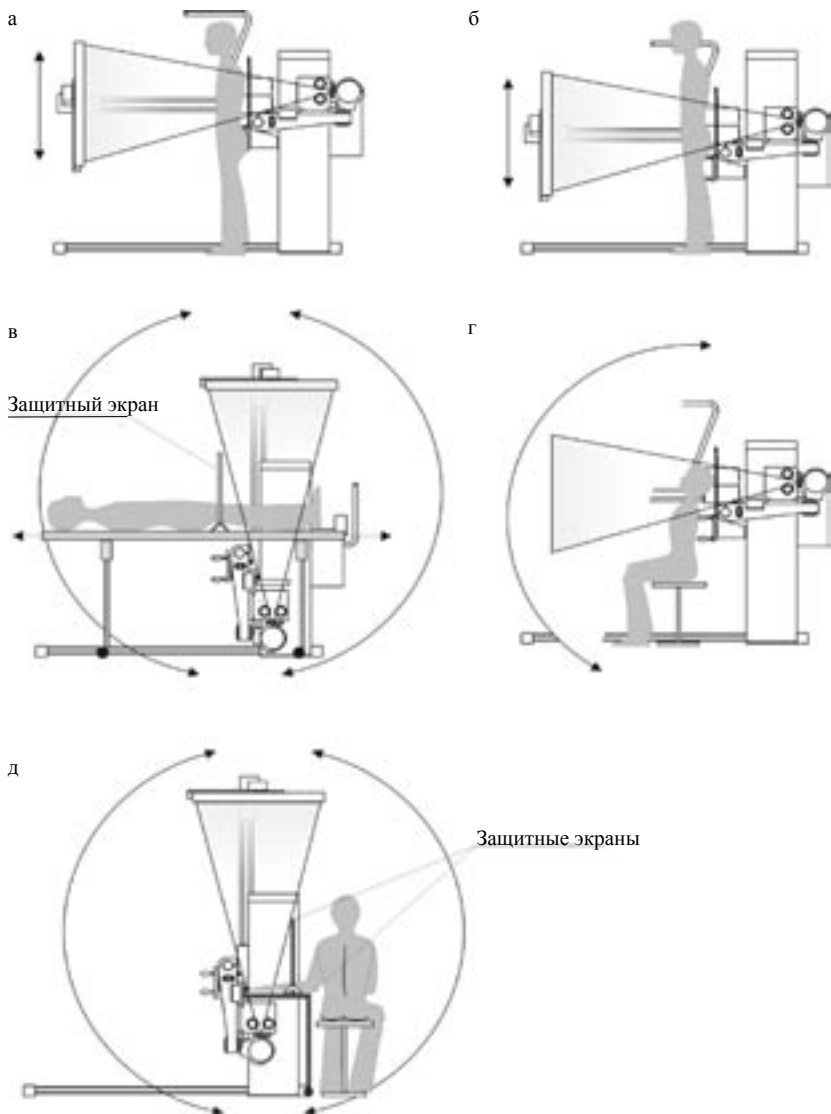
- уложить пациента на стол снимков, используя при необходимости специальную подставку, изображенную на рис. 12.

7. Далее индивидуально определяется режим работы рентгеновского излучателя в зависимости от вида обследования, физиологических особенностей строения тела и возраста пациента.

Для автоматического выбора режимов съемки (напряжения (кВ) и анодного тока (мА)) программное обеспечение аппарата «Унискан» предлагает выбрать на экране монитора (см. подробнее в Инструкции для лаборанта):

- в зависимости от вида обследования — нужную область тела пациента;

- в зависимости от физиологических особенностей и комплекции пациента — одну из трех пиктограмм: худой, нормальный, полный.



*Рис. 9. Виды обследований пациентов:
а, б — пациент стоит перед рентгеновским излучателем;
в — пациент лежит на столе снимков; г, д — пациент сидит,
что позволяет сделать снимки головы, шеи или рук*

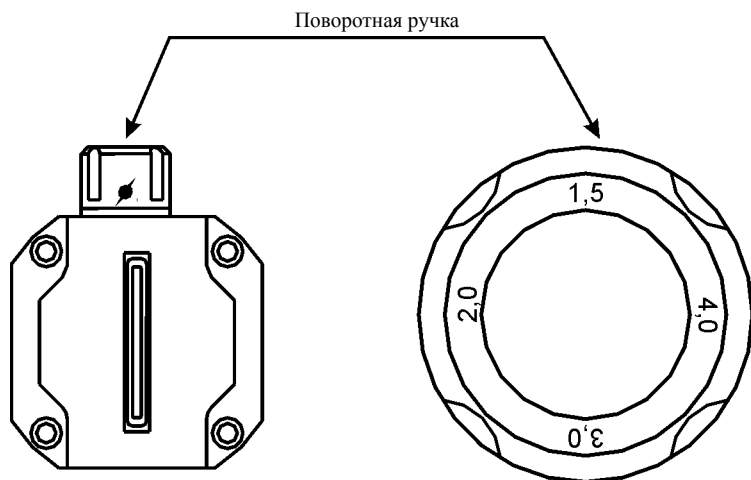


Рис. 10. Устройство для смены фильтров

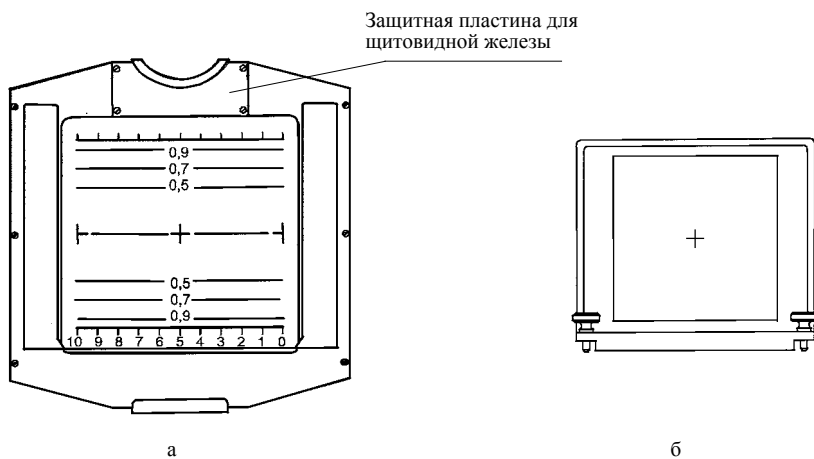


Рис. 11. Большая (а) и малая (б) съемные деки рентгеновского штативного устройства

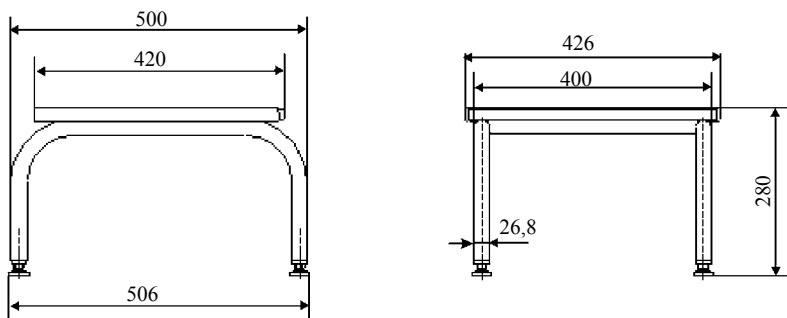


Рис. 12. Специальная подставка для укладки пациента на стол снимков

Форма, размеры, интенсивность, структура, контуры патологических образований внутренних органов и костно-мышечного аппарата хорошо определяются аппаратом «Унискан» за время экспозиции 4 с. Именно это время экспозиции рекомендуется использовать, например, для проведения периодических обследований пациентов, относящихся к группе риска.

Как правило, тяжелые больные (онкологические, туберкулезные и др.), пациенты пожилого возраста, ургентные больные чаще всего требуют более длительного и всестороннего обследования. В таких случаях можно использовать режим повышенной четкости изображения со временем экспозиции 4–8 с.

8. После размещения пациента возле деки «Унискана» или на столе снимков следует нажать кнопку «СНИМОК».

Для включения рентгеновского излучения нужно воспользоваться специальным пультом. При нажатии кнопки пульта до половины хода происходит подготовка рентгеновского генератора к снимку. На экране монитора появляется запись установленных режимов съемки.

Затем следует предложить пациенту не двигаться, задержать дыхание или дышать неглубоко, после чего нажать кнопку на пульте, включающую рентгеновское излучение. При этом на экране дисплея появится красная надпись на желтом фоне «РЕНТГЕН», включится сигнальная лампочка на штативном устройстве и сработает счетчик числа включений. Кнопку необходимо держать нажатой всё время сканирования.

Пациент должен находиться в поле зрения лаборанта. При возникновении нештатных ситуаций кнопку нужно отпустить. При этом рентгеновское излучение выключится, но движение сканирующей системы будет продолжаться.

После окончания сканирования излучатель выключается и надпись «РЕНТГЕН» исчезает. Кнопку пульта следует отпустить. Сканирующая часть системы возвращается в исходное положение, а на экране дисплея высвечивается полученное рентгеновское изображение. Врач-рентгенолог может изучить и описать его сразу же или в любое удобное для него время, запросив данные в архиве компьютера (см. Инструкцию для врача по работе с программой для просмотра рентгеновских снимков).

Методика и техника обследования внутренних органов

Выборочно, в виде примера, предлагаются варианты укладок на аппарате «Унискан», иллюстрирующие рентгенографию органов грудной полости и костей скелета.

1. Специальной подготовки к рентгенографии органов грудной полости, костей скелета и черепа, как правило, не требуется. Следует лишь обнажить нужную часть тела, но можно осуществлять съемку пациента и в нательном белье. Необходимо только проследить, чтобы в зоне исследования не было цепочек, пуговиц и других плотных предметов.

2. Рентгенографию органов грудной полости выполняют на небольшом вдохе, задерживая дыхание, или при неглубоком дыхании.

Показанием к рентгенографии может служить подозрение на любое заболевание или повреждение органов грудной клетки, а также плановый профилактический осмотр.

Обычно снимок выполняют в положении больного стоя. Пациент плотно прижимается грудью к большой деке, слегка согнувшись вперед. В прямой задней проекции пациент плотно прижимается спиной к большой деке, плечи опущены, локти должны быть направлены впереди (рис. 13). Необходимо помнить, что по правилам традиционной пленочной рентгенологии наибольшую информацию получают о той части тела человека, которая прилежит к приемному устройству, то есть к кассете с пленкой. С целью

сохранения этих привычных представлений проекции обозначены с учетом отношения зоны интереса к приемному устройству (детекторной линейке).

В зависимости от данных, полученных при рентгенографии в прямой проекции, для получения изображения органов грудной клетки в боковой проекции пациента устанавливают таким образом, чтобы он прижимался левым или правым боком (стороной поражения) к деке. При этом руки подняты вверх и скрещены над головой так, чтобы каждая кисть охватывала локтевой сустав противоположной руки.

3. При необходимости можно исследовать внутренние органы и крупные сосуды с применением контрастирования пищевода при положении пациента в традиционных левой и правой косых проекциях. Для изучения плевры, а также определения небольшого количества жидкости в плевральной полости используется позиционное исследование, включая латерографию.

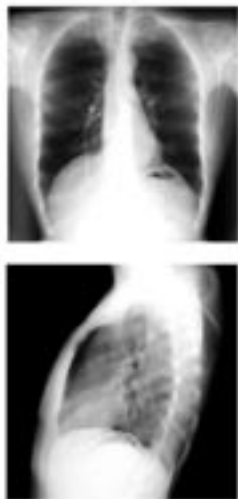


Рис. 13. Рентгенография органов грудной полости на аппарате «Унискан»

4. Рентгеновское исследование костей черепа можно выполнять сидя, с использованием большой деки «Унискана». При этом пациента усаживают, как показано на рис. 14.

Для некоторых видов обследований черепа необходимо осуществить поворот рентгеновского штативного устройства, как показано на рис. 15.

5. Рентгенографические исследования костей, органов малого таза, почек и пр. выполняют чаще всего при горизонтальном положении пациента на столе снимков, как показано на рис. 16.

Для проведения исследований почек и мочевыводящих путей используют методы внутривенной урографии и др. При проведении рентгенографических исследований органов желудочно-кишечного тракта также применяются контрастные вещества.

При этом следует отметить, что при выполнении различных рентгеновских обследований органы и ткани подвергаются неодинаковому облучению. Поэтому необходимо снизить степень радиационного воздействия за счет экранирования органов и тканей, не подлежащих обследованию.

6. При рентгенографии конечностей удобнее использовать малую деку, усадив пациента перед аппаратом, как показано на рис. 17–18.

На рентгеновских снимках хорошо видны контуры и структура костей. При патологическом процессе могут обнаружиться изменения контуров кости, нарушения ее структуры (уплотнения или разрежения), смещение обломков при переломах и т.д.



Рис. 14. Рентгеновское исследование костей черепа



Рис. 15. Поворот рентгеновского штативного устройства для обследования черепа



Рис. 16. Рентгенографическое исследование при горизонтальном положении пациента на столе снимков



Рис. 17. Рентгенография стопы на аппарате «Унискан»

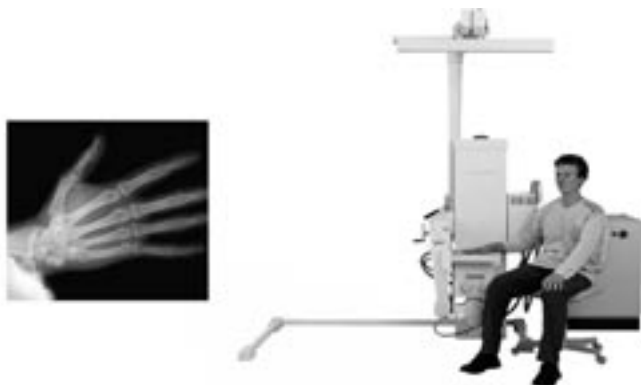
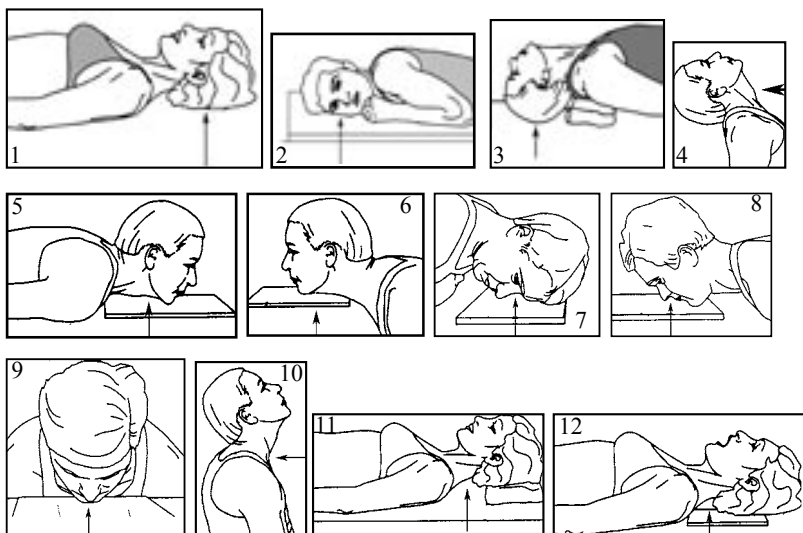
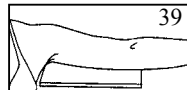
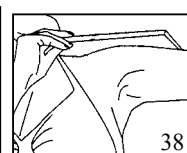
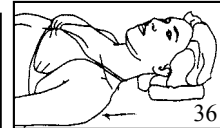
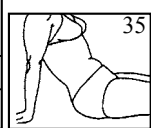
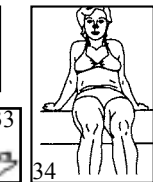
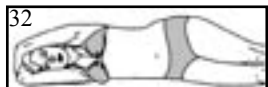
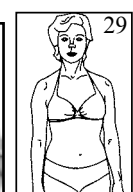
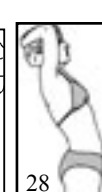
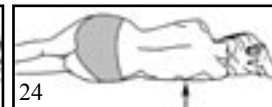
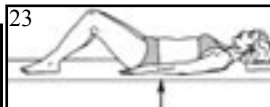
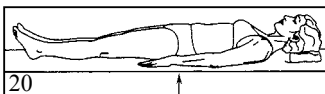
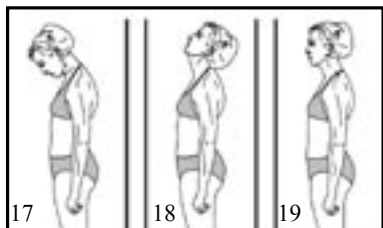
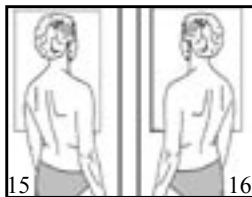
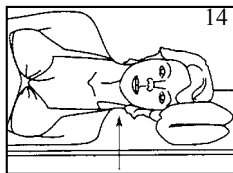
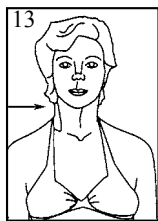
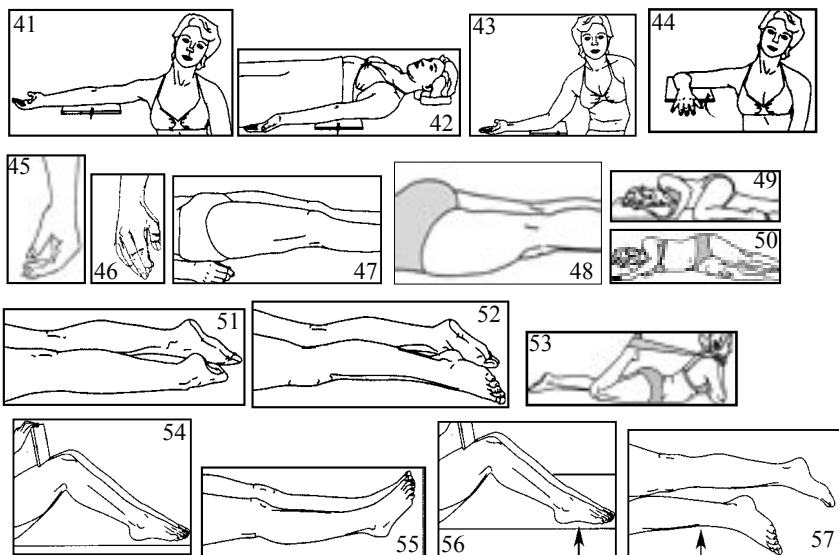


Рис. 18. Рентгеноскопия кисти руки с использованием малой деки

Краткий атлас укладок







Укладки 1–10 — для рентгенографии костей черепа в различных проекциях: 1 — в прямой, заднепередней; 2 — боковой черепа и костей лицевого отдела головы; 3, 4 — в аксиальной (теменной) при положении пациента лежа и сидя (стоя); 5, 6 — в аксиальной (подбородочной); 7 — височной кости (по Стенверсу); 8, 9, 10 — околоносовых пазух при положениях пациента лежа и стоя; 11–19 — для рентгенографии шейного отдела позвоночника: 11 — в прямой передней проекции, с направлением пучка излучения каудально под углом 10–15° к вертикали; 12 — верхних шейных позвонков через открытый рот; 13, 14 — в боковой проекции в положении пациента стоя и лежа; 15, 16 — в левой и правой косой проекциях под углом 30–40° лицом к деке (подняв руку и меняя зону позиционирования, можно исследовать пищевод, сердце, грудину, ребра, легкие, грудной и поясничный отделы позвоночника, органы брюшной полости); 17, 18, 19 — в условиях выполнения функциональных проб — шейный отдел выпрямлен, максимально согнут, максимально разогнут; 20–33 — для рентгенографии позвоночника, костей таза, плечевого пояса, органов грудной и брюшной полости: 20 — грудной отдел позвоночника, ребра, легкие в прямой передней проекции; 21 — грудной отдел позвоночника в боковой проекции; 22 — верхние грудные

позвонок; 23 — пояснично-крестцовый отдел позвоночника, почки, мочеточники, мочевой пузырь, желчный пузырь и т.д. в прямой проекции; 24 — в боковой проекции; 25–28 — грудной и поясничный отделы позвоночника в боковой проекции стоя: 25–26 — позвоночник выпрямлен; 27 — максимально согнут кпереди; 28 — максимально разогнут назад; 29–31 — грудной и пояснично-крестцовый отделы позвоночника стоя в условиях бокового сгибания: 29 — позвоночник выпрямлен; 30 — максимально согнут вправо, 31 — максимально согнут влево; 32 — крестцово-копчиковая зона в боковой проекции; 33 — крестцово-подвздошная область в косой проекции; 34, 35 — снимок лобкового симфиза в аксиальной проекции: 36–46 — рентгенография верхней конечности; 36 — снимок лопатки, плечевого и акромиально-ключичного суставов; 37, 38 — рентгенография плечевого сустава в аксиальной проекции; 39–46 — снимки плеча, предплечья, локтевого и лучезапястного суставов, кисти в прямой и боковой проекциях; 47–57 — рентгенография таза и нижних конечностей: 47 — снимок таза, бедра, тазобедренных и коленных суставов в прямой передней проекции; 48 — то же в прямой задней проекции; 49 — снимок тазобедренного сустава в боковой проекции; 50 — рентгенография бедра, голени и коленного сустава в боковой проекции; 51, 52 — коленный сустав и голень в косых проекциях; 53, 54 — снимок надколенника в аксиальной проекции; 55 — голень и голеностопный сустав в прямой задней проекции; 56 — кости стопы (стоп) в прямой задней проекции; 57 — рентгенография голени, стопы и голеностопного сустава в боковой проекции.

Режимы съемки дополнительно вырабатываются и корректируются после установки каждого рентгеновского цифрового аппарата «Унискан» инженерами-монтажниками совместно с медицинскими сотрудниками в зависимости от конкретных задач (табл. 1).

Таблица 1

Список рекомендуемых режимов съемки

Исследуемая анатомическая область	кВ	мА
Грудная полость	75–120	25–32
Брюшная полость	120–140	32
Череп	90	32
Турецкое седло	75–90	32
Нижняя челюсть (фас)	80–90	32

Окончание таблицы 1

Исследуемая анатомическая область	кВ	мА
Позвоночник (шейный отдел)	75	25
Позвоночник (грудной отдел)	80–100	32
Позвоночник (поясничный отдел)	120–140	32
Ключица	70–75	32
Плечевой сустав	70	25
Локтевой сустав	70	25
Предплечье	75	25
Лучезапястный сустав	50	32
Кисть	50	25–32
Таз	140	32
Крестец	140	32
Тазобедренные суставы	120	25–32
Бедро	120	32
Коленный сустав	70–75	25
Голень	75	32
Голеностопный сустав	70–75	25
Стопа	50	32

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В силу своих конструктивно-эксплуатационных особенностей «Унискан» существенно менее опасен в радиационном плане, однако до завершения разработки и принятия соответствующих нормативов все работы по эксплуатации и техническому обслуживанию аппарата «Унискан» должны проводиться в соответствии с ГОСТ 26140-84.

В части радиационной защиты обслуживающего персонала «Унискан» соответствует Нормам радиационной безопасности (НРБ-2000), Закону РБ «О радиационной безопасности населения» и требованиям Санитарных правил работы при проведении медицинских рентгенологических исследований № 2780-80.

Мощность дозы излучения на рабочих местах персонала, работающего на «Унискане», не превышает 11,7 мкГр/ч. При этом годовая эффективная доза на рабочих местах персонала не превышает 0,02 Зв, а годовая эффективная доза облучения для населения составляет не более 0,001 Зв.

«Унискан» имеет калиброванную щелевую диафрагму для ограничения прямого пучка излучения по ширине, подвижные диафрагмы для изменения положения его нижней и верхней границ с

целью защиты гонад и щитовидной железы при рентгенодиагностических обследованиях.

Диафрагма «Унискана» обеспечивает мощность дозы излучения вне его прямого пучка не более 0, 87 мГр/ч.

При проведении диагностических обследований на аппарате «Унискан» следует проводить экранирование области таза, щитовидной железы и, по возможности, других частей тела, особенно у лиц репродуктивного возраста (для этого используются индивидуальные средства защиты, специальные защитные экраны или пластины, имеющие свинцовый эквивалент не менее 0,3 мм Pb). У детей раннего возраста должно обеспечиваться экранирование всего тела за пределами исследуемой области.

Рентгеновский излучатель «Унискана» имеет защитное устройство, которое при закрытом выходном окне в дозиметрическом режиме обеспечивает мощность дозы излучения не более 0,87 мГр/ч.

Примерное значение эффективных доз соответствует Инструкции по контролю доз облучения пациентов при рентгенологических исследованиях (табл. 2).

Таблица 2

Примерное значение эффективных доз при цифровых рентгенологических исследованиях

Вид исследования, область исследования	Время, проекция	Примерное значение эффективной дозы, Е (мЗв)		
		Возраст (лет)		
		5–10	10–15	Более 15
<i>Цифровая рентгенография (сканирование)</i>				
Череп	Прямая (4 с)			0,004
	Прямая (8 с)			0,008
	Боковая (4 с)			0,005
	Боковая (8 с))			0,009
Шейный отдел позвоночника, пищевод	Прямая (4 с)			0,009
	Прямая (8 с)			0,018
	Боковая (4 с)			0,005
	Боковая (8 с)			0,009

Окончание таблицы 2

Вид исследования, область исследования		Время, проекция	Примерное значение эффективной дозы, Е (мЗв)		
			Возраст (лет)		
			5–10	10–15	Более 15
Грудной отдел позвоночника, сердце		Прямая (4 с)			0,02
		Прямая (8 с)			0,039
		Боковая (4 с)			0,015
		Боковая (8 с)			0,03
Поясничный отдел позвоночника, брюшная полость		Прямая (4 с)			0,044
		Прямая (8 с)			0,088
		Боковая (4 с)			0,029
		Боковая (8 с)			0,057
Органы грудной клетки		Прямая (4 с)			0,015
		Прямая (8 с)			0,029
		Боковая (4 с)			0,015
		Боковая (8 с)			0,03
Кости таза		1 снимок (4 с)			0,11
		1 снимок (8 с)			0,22
Верхняя конечность	Плечевой сустав	1 снимок (4 с)			0,006
		1 снимок (8 с)			0,012
	Ключица	1 снимок (4 с)			0,015
		1 снимок (8 с)			0,03
Нижняя конечность	Тазобедрен- ный сустав	1 снимок (4 с)			0,053
		1 снимок (8 с)			0,1

**Ориентировочные временные затраты на рентгеновское
обследование на аппарате «Унискан»**

Следует учесть, что особенности работы с рентгенографическим компьютерным аппаратом «Унискан» требуют навыков работы с компьютером, знания основ операционной системы «Windows», а также обучения врача-рентгенолога и рентгенолаборанта специалистами предприятия-изготовителя.

Время, затраченное на одно обследование на «Унискане», складывается из этапов технологического процесса, основными из которых являются:

- ввод информации в компьютер;
- выбор режима съемки;
- подготовка пациента к обследованию в зависимости от применяемой методики (включая экранирование тела пациента с помощью индивидуальных средств защиты);

- размещение пациента, выделение области исследования (диафрагмирование);
- процесс сканирования (4–8 с);
- сохранение полученного рентгеновского изображения;
- анализ полученной информации;
- архивирование снимка.

Многократный хронометраж показал, что среднее число повторяющихся циклов за 1 ч работы на аппарате «Унискан» в кратковременном режиме (4 с) составляет 20 исследований.

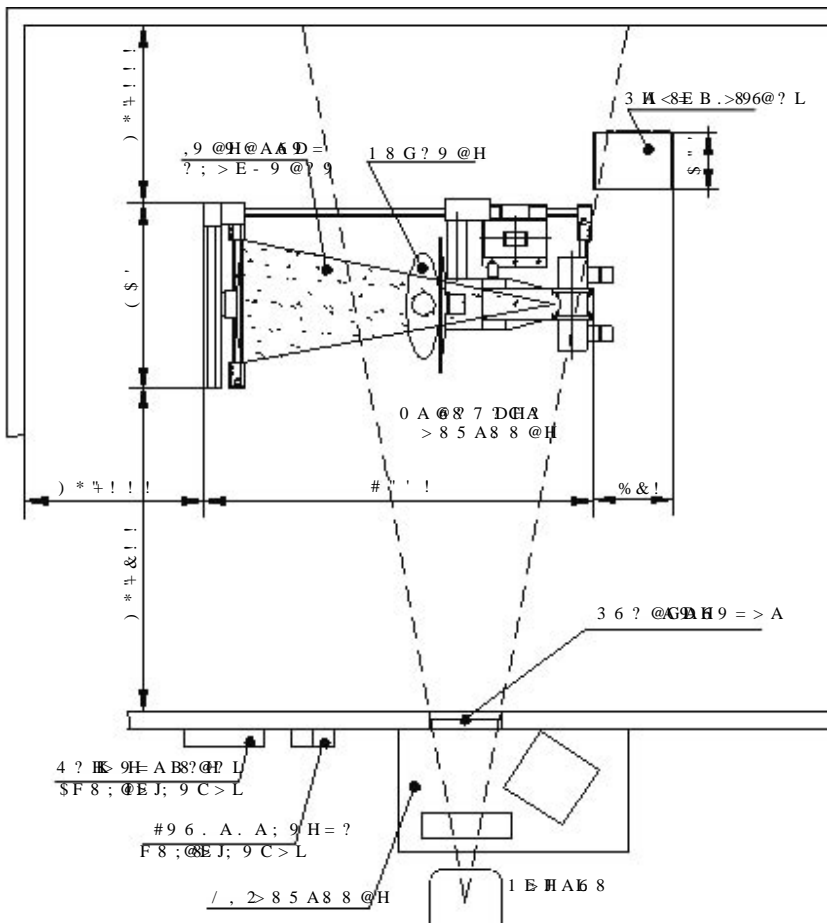
ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ К ПРИМЕНЕНИЮ

Не подлежат профилактическим рентгенологическим исследованиям дети до 14 лет и беременные женщины.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, предоставляя широкие диагностические возможности при изучении различных органов и систем человека, «Пульмоскан-760У» позволяет решить вопрос о радиационной безопасности не только при массовых обследованиях населения, но даже в клиниках, занимающихся патологией беременности. Целесообразно применение аппарата и для обследования таких категорий населения, которые по условиям проживания или работы постоянно подвергаются воздействию ионизирующего излучения; особенно это важно в послечернобыльский период.

Примерная схема установки «Унискана» в помещении рентгеновского кабинета



1. «Унискан» должен быть установлен в рентгеновском отделении (кабинете), соответствующем СанПин 42-129-11-4090-86 «Рентгенологические отделения (кабинеты). Санитарно-гигиенические нормы» и ОСТ 42-21-15-83 «Система стандартов безопасности труда. Кабинеты рентгенодиагностические. Требования безопасности».

2. Для работы на аппарате «Унискан» рекомендуется следующий набор помещений рентгеновского кабинета (табл. 3):

Таблица 3

**Набор помещений рентгеновского кабинета
для работы на аппарате «Унискан»**

№ п/п	Наименование помещения	Площадь не менее, м ²
1.	Процедурная	15–20
2.	Компьютерная комната с компьютерами лаборанта и врача (при необходимости компьютер врача может быть установлен в отдельном помещении)	15
3.	Раздевальная комната	6

3. Для подготовки к монтажу «Унискана» необходимо выполнить следующие виды работ:

– в пультровой на расстоянии не более 1,5 м от АРМ лаборанта установить электрощит (3 фазы, нуль, земля) с устройством для экстренного отключения питания;

– в пультровой у рабочего стола лаборанта установить 2 евророзетки (фаза, нуль, земля);

– в кабинете врача установить 3 евророзетки (фаза, нуль, земля);

– подвод электропитания от электрощита к стойке управления «Унискана» выполнить 4-жильным проводом с двойной изоляцией и сечением жилы не менее 4,0 мм² в коробе под полом или по полу с защитой коробами от механических повреждений (ОСТ 42-21-15-83);

– в стене между процедурной и пультровой сделать отверстие диаметром 100 мм для прокладки кабеля, связывающего компьютер лаборанта с аппаратом;

– подготовить строительное задание на фундамент под «Унискан» (рис. 19);

– выполнить контур защитного заземления в рентгеновском кабинете (процедурной и пультровой);

– в пультровой желательно выполнить смотровое окно со свинцовым стеклом (свинцовый эквивалент стекла не менее 0,6 мм). Окно должно находиться в зоне рассеянного излучения на такой высоте, чтобы лаборант, работающий сидя, мог видеть пациента;

– возле двери рентгеновского кабинета на высоте 1,6–1,8 м установить световое табло красного света (фонарь с лампой напря-

жением 220 В, мощностью 15 Вт) с надписью «Не входите», автоматически загорающееся при включении рентгеновского излучения, провода от лампы соединить со стойкой управления «Унискана».

4. Компьютерная сеть выполняется при монтаже «Унискана» и должна быть проложена отдельно от силового электропитания.

Строительное задание на фундамент под «Унискан»

«Унискан» не требует устройства фундамента, если он будет установлен на бетонном полу или на бетонном межэтажном перекрытии, покрытом линолеумом или паркетом.

При установке «Унискана» в помещении с деревянным полом выполняется фундамент, как показано на рис. 19.

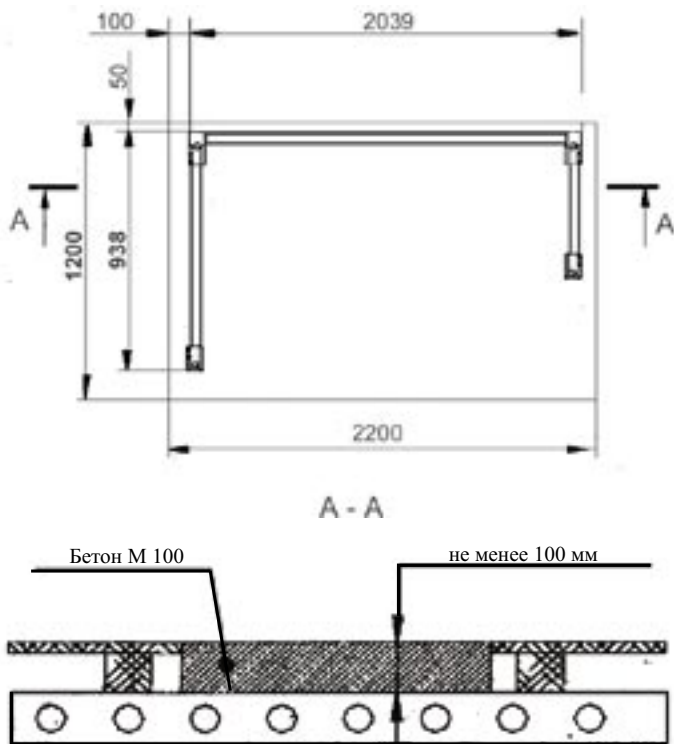


Рис. 19. Фундамент под «Унискан» в помещении с деревянным полом

Приложение 2

Рекомендации по схеме установки, подводу электропитания и строительному заданию для установки «Унискана»

