ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ

ИСТОРИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ.

ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Методы лечения	
Местные: 1. Хирургическое лечение 2. Лучевая терапия	Системные: 1. Химиотерапия 2. Иммунотерапия 3. Гормональная терапия

Согласно рекомендациям ВОЗ от 2018г. лучевая терапия в той или иной комбинации применяется для лечения 80% больных с онкологическими заболеваниями.

ИСТОРИЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

Первым шагом к появлению радиологии и лучевой терапии можно считать открытие В.К. Рентгеном Х-лучей в 1895 году.

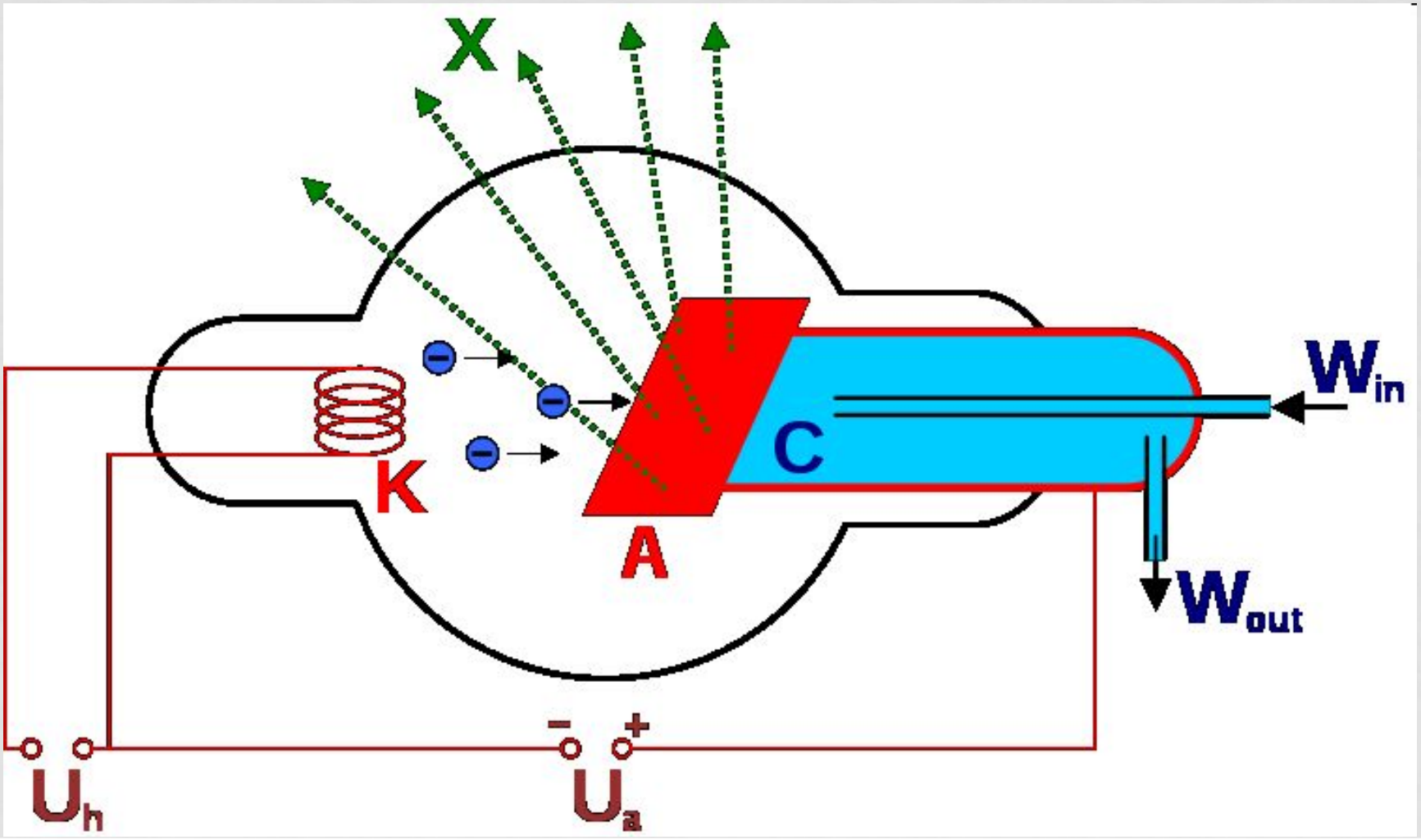
«…..8 ноября 1895 года, когда его ассистенты уже ушли домой, Рентген остался работать в своей лаборатории. Он снова включил ток в катодной трубке, закрытой со всех сторон плотной чёрной бумагой. Кристаллы платиноцианистого бария, лежавшие неподалёку, начали светиться зеленоватым цветом.»

ОТКРЫТИЕ Х-ЛУЧЕЙ В.К.РЕНТГЕНОМ

Рентгеновский снимок руки сделанный Рентгеном в 1895 г.

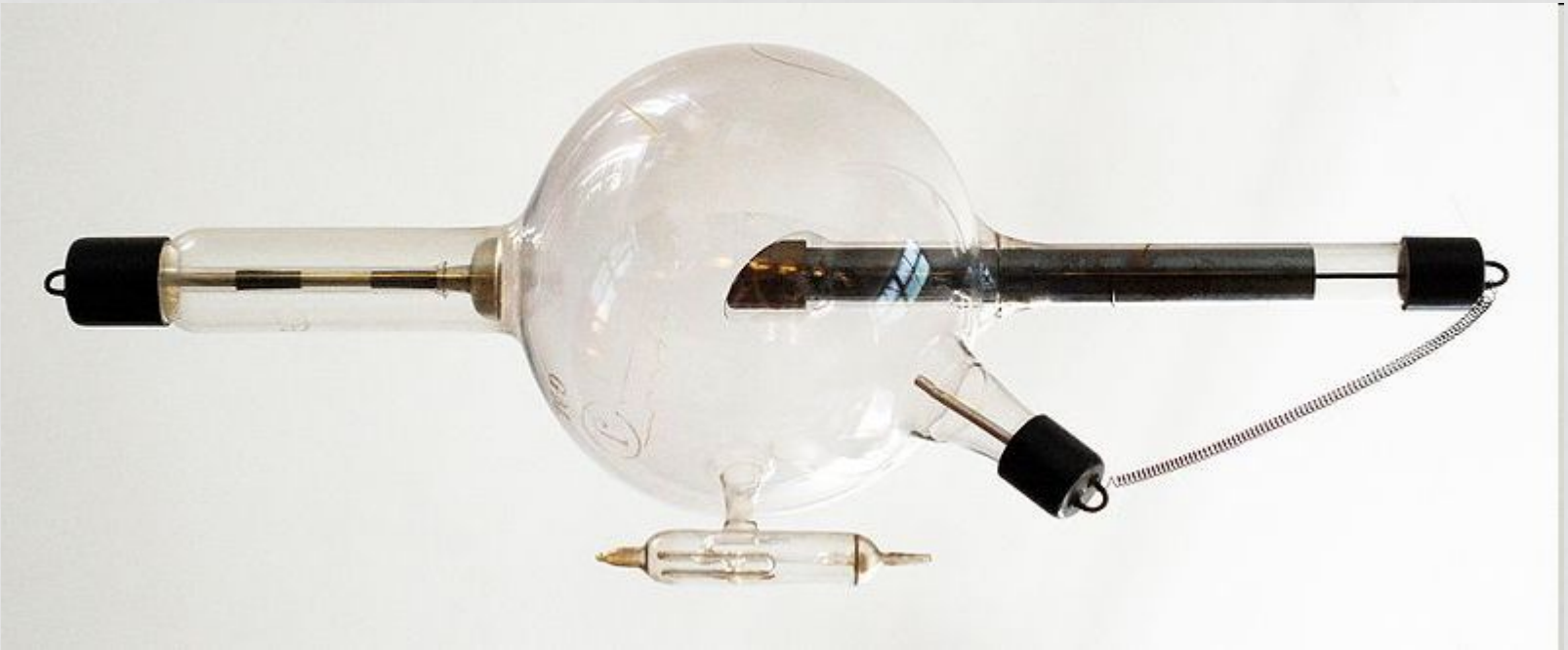
ОТКРЫТИЕ Х-ЛУЧЕЙ В.К.РЕНТГЕНОМ

Схема рентгеновской трубки:



ОТКРЫТИЕ Х-ЛУЧЕЙ В.К.РЕНТГЕНОМ

Рентгеновская трубка:

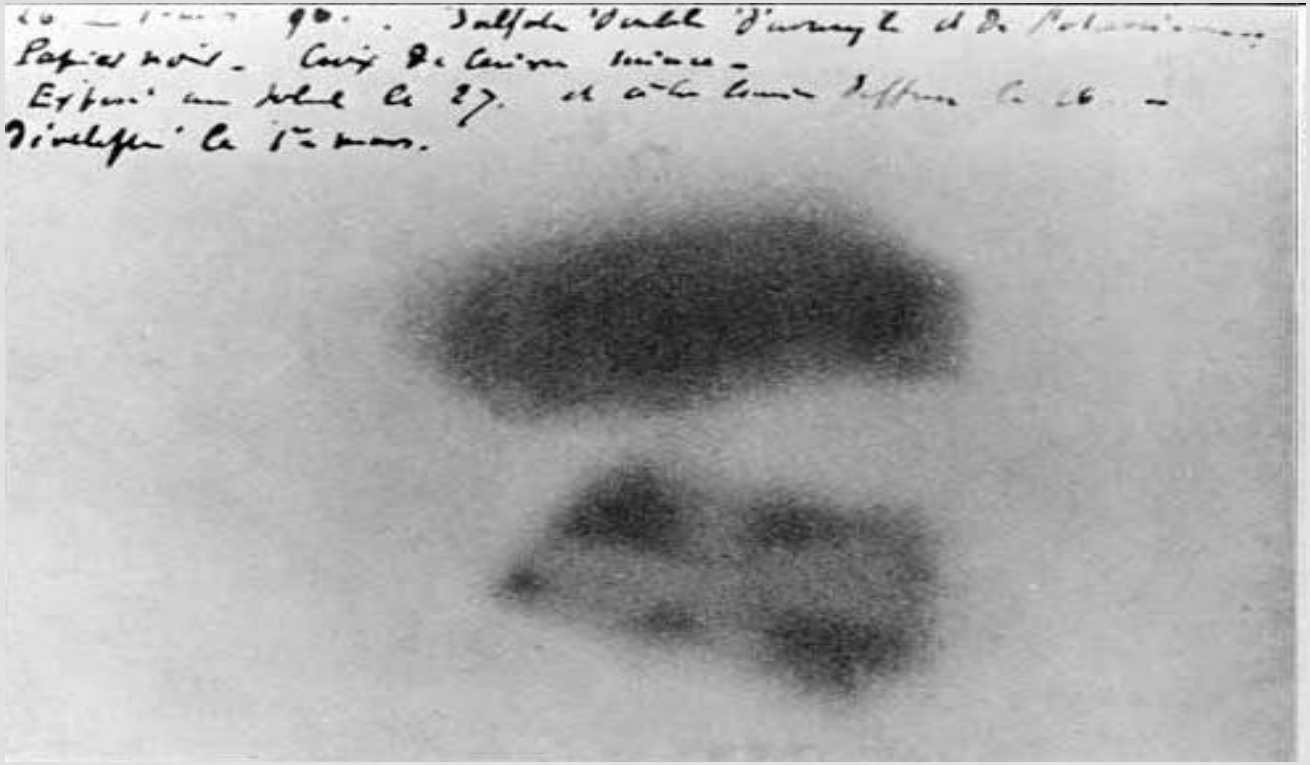


ИСТОРИЯ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

Вторым шагом стало открытие А. Беккерелем в 1896 г. явлений естественной радиоактивности.

В 1896 г. Беккерель исследуя работы Рентгена, завернул флюоресцирующий материал — уранилсульфат калия в непрозрачный материал вместе с фотопластинками, с тем, чтобы приготовиться к эксперименту, требующему яркого солнечного света. Однако ещё до осуществления эксперимента Беккерель обнаружил, что фотопластинки были полностью засвечены

ОТКРЫТИЕ А. БЕККЕРЕЛЯ

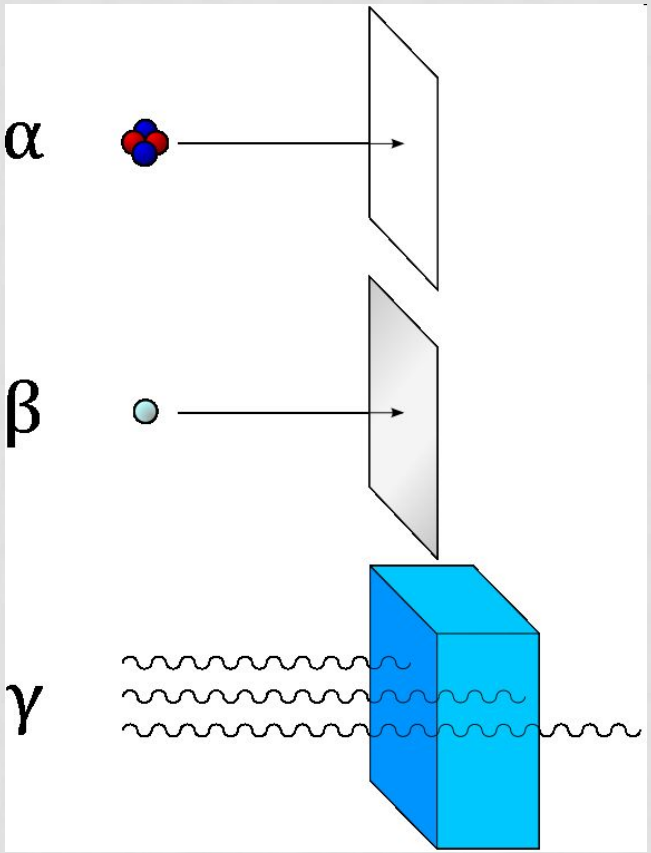


Изображение фотопластинки Беккереля, которая была засвечена излучением солей урана. Ясно видна тень металлического мальтийского креста, помещённого между пластинкой и солью урана.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ

- **Радиотерапи́я**, **(лучевая терапия**, **радиационная терапия**, **радиационная онкология)** — лечение ионизирующей радиацией (рентгеновским, гамма-излучением, бета-излучением, нейтронным излучением, пучками элементарных частиц из медицинского ускорителя).
- Применяется в основном для лечения злокачественных опухолей.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ.



α -Излучение — корпускулярное излучение, состоящее из ядер 4He (2p 2n),
β - Излучение — корпускулярное излучение отрицательно заряженных электронов или положительно заряженных позитронов
γ - Излучение состоит из высокоэнергичных фотонов

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ.

Для измерения энергии и массы микрочастиц используют внесистемную единицу энергии — ***электронвольт.***

1 эВ — кинетическая энергия, которую приобретает частица, несущая один элементарный заряд, под действием разности потенциалов в 1В. Кратные единицы: 1 кэВ= 10^3 эВ; 1 МэВ = 10^6 эВ.

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ.

Виды ионизирующее излучение.	
Фотонное	Корпускулярное
▪ рентгеновское излучение до (250 кВ) ▪ гамма-излучение радионуклидов 1,25 МэВ (^{60}Co и ^{137}Cs.) ▪ тормозное гамма-излучение высоких энергий. 6 до 20 МэВ,	Пучки частиц: ▪ электронов ▪ протонов, ▪ тяжелых ионов (C^{6+}) ▪ нейтронов. (до 200 МэВ)

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ.

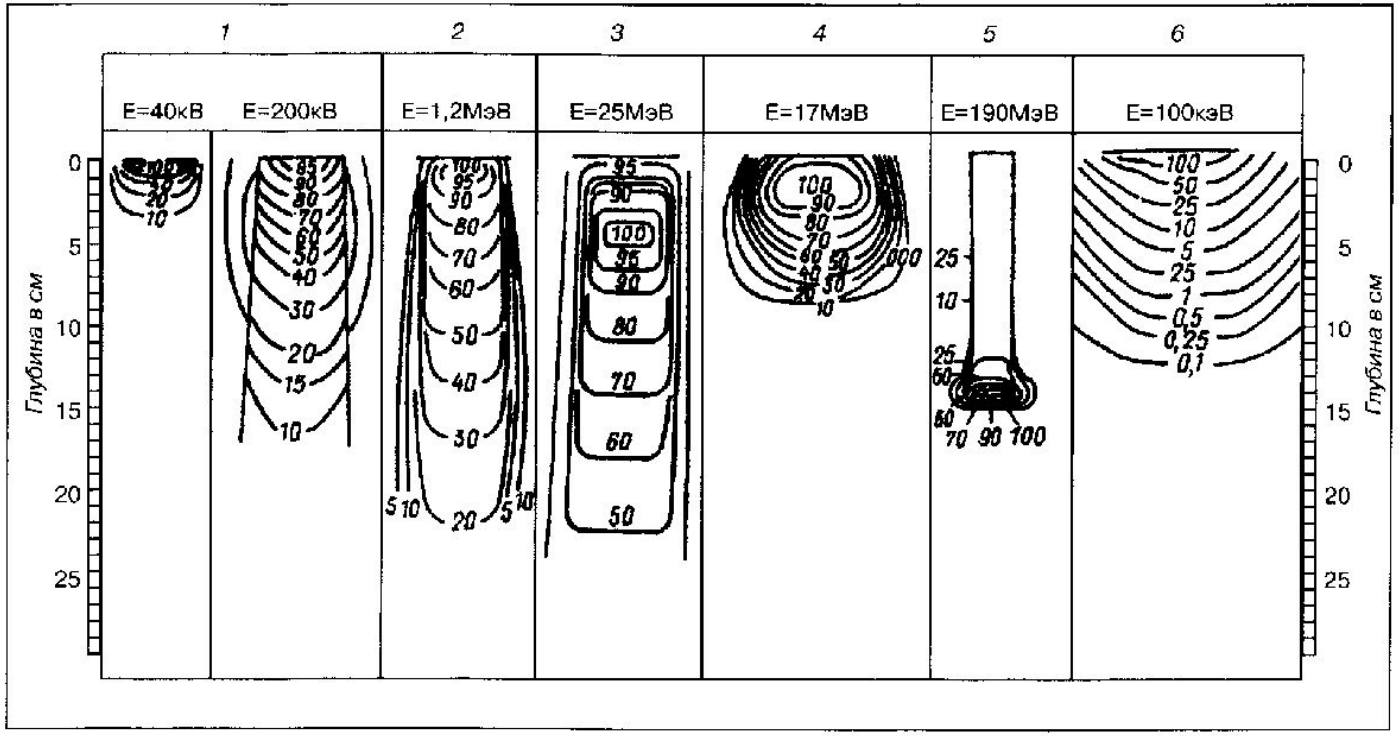


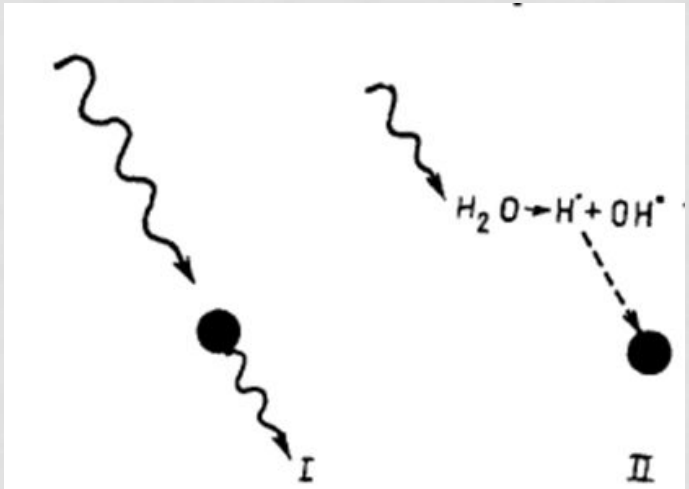
Рис. 13. Распределение энергии разных видов излучения в тканеэквивалентном фантоме: 1 — при близкофокусной рентгенотерапии 40 кВ и глубокой рентгенотерапии 200 кВ; 2 — при гамма-терапии 1,25 МэВ; 3 — при тормозном излучении 25 МэВ; 4 — при облучении быстрыми электронами 17 МэВ; 5 — при облучении протонами 190 МэВ; 6 — при облучении медленными нейтронами 100 кэВ

Биологические основы лучевой терапии.

В основе лечебного эффекта лучевой терапии лежит физический процесс ионизации.

Ионизация — эндотермический процесс образования ионов из нейтральных атомов или молекул.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ.



Прямое (*I*) и косвенное (*II*) действия ионизирующего излучения на клетку:

Образующиеся свободные радикалы оказывают повреждающее действие на структуры клетки.

ПРАВИЛО КЛЕТОЧНОЙ РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

- В 1906 г. французские радиобиологи Ж. Бергонье и Л.Трибондо (J. Bergonie и L. Tribondeau) сформулировали фундаментальный закон (правило) клеточной радиочувствительности:

Ионизирующее излучение тем сильнее действует на клетки, чем интенсивнее они делятся и чем менее они дифференцированы.

РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ

- **Радиочувствительность** — восприимчивость клеток, тканей, органов или организмов к воздействию ионизирующего излучения (для молекул используют термин радиопоражаемость). Мерой радиочувствительности служит доза излучения, вызывающая определённый уровень гибели облучаемых объектов.
- Радиочуствительность опухолевых тканей необходимо учитывать для определения суммарной очаговой дозы «СОД» (Гр)

РАДИОЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОК

ВЫСОКАЯ	СРЕДНЯЯ	НИЗКАЯ
• Неходжкинская лимфома • Лимфогранулематоз • Мелкоклеточный рак легкого	• Опухоли молочной железы • Немелкоклеточный рак легкого • Аденокарцинома ЖКТ • Рак шейки матки • Рак предстательной железы • Плоскоклеточный рак полости рта	• Фибросаркома • Остеогенная саркома • Хондросаркома • Рак почки • Меланома • Глиомы

КЛИНИЧЕСКАЯ ДОЗИМЕТРИЯ.

- **Клиническая дозиметрия** — раздел дозиметрии ионизирующего излучения, являющийся неотъемлемой частью лучевой терапии.
- Основная задача клинической дозиметрии состоит в выборе и обосновании средств облучения, обеспечивающих оптимальное пространственно-временное распределение поглощенной энергии излучения в теле облучаемого больного и количественное описание этого распределения.

КЛИНИЧЕСКАЯ ДОЗИМЕТРИЯ.

- **Поглощенная доза** — это основная дозиметрическая величина, которая равна отношению средней энергии, переданной ионизирующим излучением веществу в элементарном объеме, к массе вещества в этом объеме:

$$D = E/т,$$

- где D — поглощенная доза,
- E — средняя энергия излучения,
- т — масса вещества в единице объема.

КЛИНИЧЕСКАЯ ДОЗИМЕТРИЯ.

В качестве единицы поглощенной дозы излучения в СИ принят Грей (Гр/Gy) в честь английского ученого Грея Льюиса Харольда (L. H. Gray), известного своими трудами в области радиационной дозиметрии.

- 1 Гр равен поглощенной дозе ионизирующего излучения, при которой веществу массой в 1 кг передается энергия ионизирующего излучения, равная 1 Дж.
- В практике распространена также внесистемная единица поглощенной дозы — рад (radiation absorbed dose). **1 Гр = 100 рад.**

КЛИНИЧЕСКАЯ ДОЗИМЕТРИЯ. ЗОНЫ ИНТЕРЕСА.

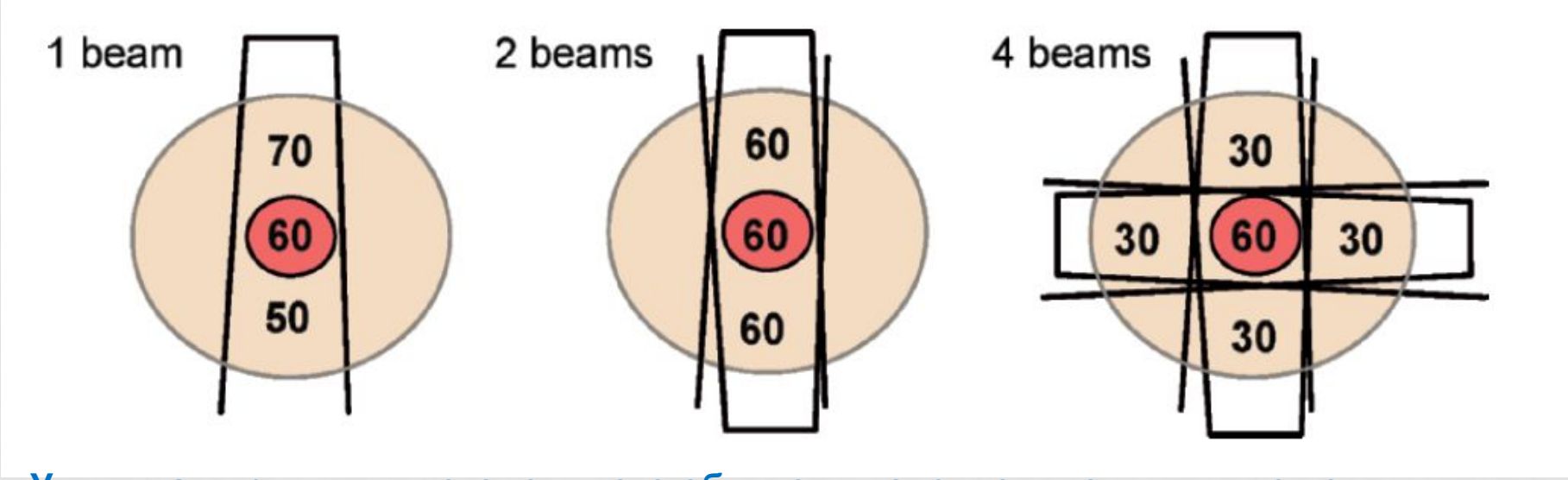
PTV планируемый объем мишени (PTV - planning target volume) - объем облучения, который больше клинического объема мишени и который дает гарантию облучения всего объема мишени. Он получается в связи с тем, что планирующая система на каждом скане автоматически добавляет заданный радиологом отступ, обычно 1-1,5 см, учитывающий подвижность опухоли при дыхании и различные погрешности, а иногда и 2-3 см, например при большой дыхательной подвижности

CTV клинический объем мишени (CTV - clinical target volume) - объем, который включает в себя не только опухоль, но и зоны субклинического распространения опухолевого процесса

GTV большой опухолевый объем (GTV - gross tumor volume) - объем, который включает в себя визуализируемую опухоль. К этому объему подводят необходимую для данной опухоли туморицидную дозу

КЛИНИЧЕСКАЯ ДОЗИМЕТРИЯ.

Дозное распределение при одно- и многопольной программе.



Учитывая принцип многопольного облучения следует уточнить, что чем больше полей используется, тем меньше дозная нагрузка на окружающие ткани.

При планировании дозы учитывают, что максимальная доза (95-107 %) должна быть подведена к планируемому объему мишени, при этом ≥ 95 % этого объема получает ≥ 95 % от планируемой дозы. Другое необходимое условие - только 5 % объема органов риска могут получать ≥ 60 % от планируемой дозы.

Источники и способы облучения
Дистанционное облучение
Контактное облучение
Телегамматерапия
^{60}Co, ^{137}Cs
Электронное и тормозное излучение
электроны 6–20 МэВ
тормозное 6–45 МэВ
Корпускулярное излучение
протоны 70–250 МэВ
нейтроны 6–15 МэВ
Короткофокусная рентгенотерапия
рентгеновское 10–100 кэВ
Внутреннее облучение
Наружное облучение
Открытые радионуклиды
Заткрытые радионуклиды (брахитерапия)
Аппликационная терапия
β-излучение ^{89}Sr, ^{32}P, ^{204}Tl
γ-излучение ^{60}Co, ^{137}Cs, ^{192}Ir
Системная терапия
^{131}I, ^{89}Sr, ^{198}Au, ^{32}P
Внутриполостное
γ-излучение ^{60}Co, ^{137}Cs, ^{192}Ir, ^{192}I
γ-излучение + нейтроны ^{252}Cf
Внутритканевое
^{60}Co, ^{137}Cs, ^{192}Ir

Виды лучевой терапии

Радикальная

~Проводится с целью излечения больного с применением радикальных доз (60-70 Гр) и объемов облучения первичной опухоли и зон лимфогенного метастазирования.

~Ранние стадии лимфом, рак шейки матки, кожи, предстательной железы, губы, мочевого пузыря.

Паллиативная

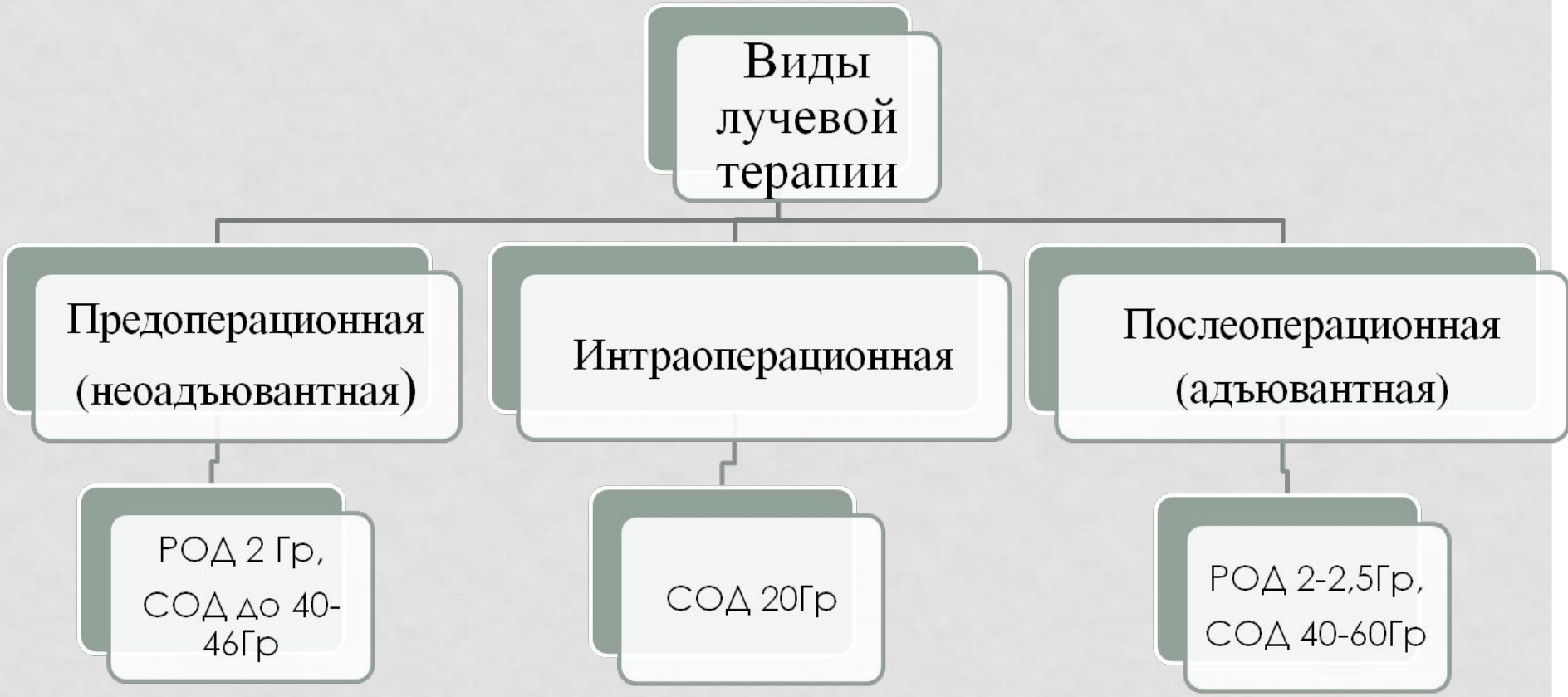
Паллиативную лучевую терапию назначают при установлении факта неизлечимости больного, для купирования симптомов снижающих качество жизни больного

~**Болевой синдром** (мтс в кости)

~**Обструкция** (стеноз пищевода, сдавление мочеточника при РШМ, сдавление верхней полой вены при РЛ)

~**Кровотечение** (РШМ, моч.пузыря, бронхов)

~**Облегчение неврологических нарушений** (компрессия СМ)



Цели:

- Уменьшение опухоли для расширения границ операбельности,
- Подавление пролиферативной активности,
- Воздействие на регионарные ЛУ
- Воздействие на возможные местные микрометастазы

- **РОД** (разовая очаговая доза) - Доза облучения, которая дается за один сеанс лучевой терапии.

- **СОД** (суммарная очаговая доза) - Доза облучения, которая дается за весь курс лучевой терапии.

ВИДЫ ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ

-Обычное (классическое) фракционирование 1.8-2 Гр в день 5 раз в неделю.

-Среднее (гипофракционирование) фракционирование 4.0 – 5.0 3 раза в неделю

-Крупное фракционирование РОД 8 – 12 Гр в день 1-2 раза в неделю

-Ускоренное фракционирование (гиперфракционирование): облучение 2-3 раза в сутки с РОД до 1,6Гр с уменьшенной СОД на весь курс лечения.

-Тотальное облучение всего тела от РОД 1-2 Гр до 7-8 Гр суммарно.

-Радиохирургия заключается в однократном облучении патологического очага высокой дозой ионизирующего излучения

ДИСТАНЦИОННАЯ ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ (ДЛТ) ЭТО:

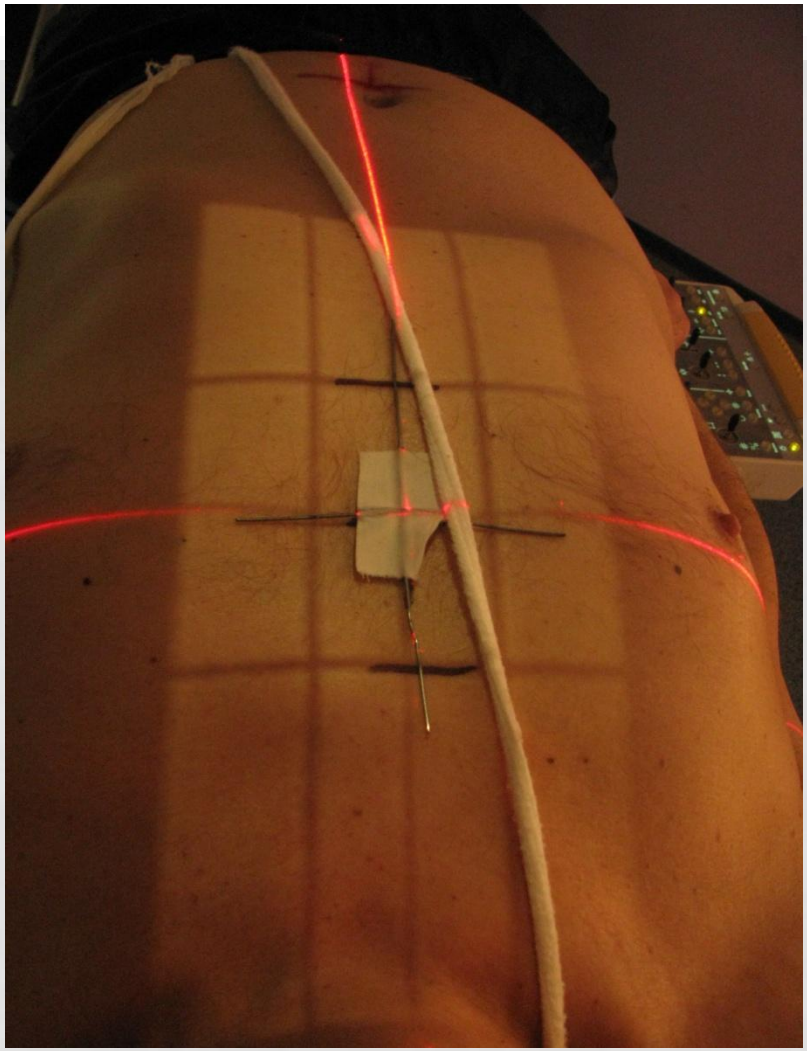
- **Дистанционной лучевой терапией** называют лучевую терапию, получаемую от внешнего источника излучения, находящегося на некотором расстоянии от тела человека.
- Это наиболее распространенный вид лучевой терапии, используемой при лечении рака.
- В свою очередь дистанционная ЛТ подразделяется на -
- Конвенциальную (2D),
- Конформную (3D)

КОНВЕНЦИАЛЬНАЯ ДЛТ

- При конвенциальной лучевой терапии это методика при которой используются простые методики облучения больных
- прямоугольные поля облучения с применением стандартных свинцовых блоков.

ТОПОМЕТРИЧЕСКАЯ РАЗМЕТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО СИМУЛЯТОРА.

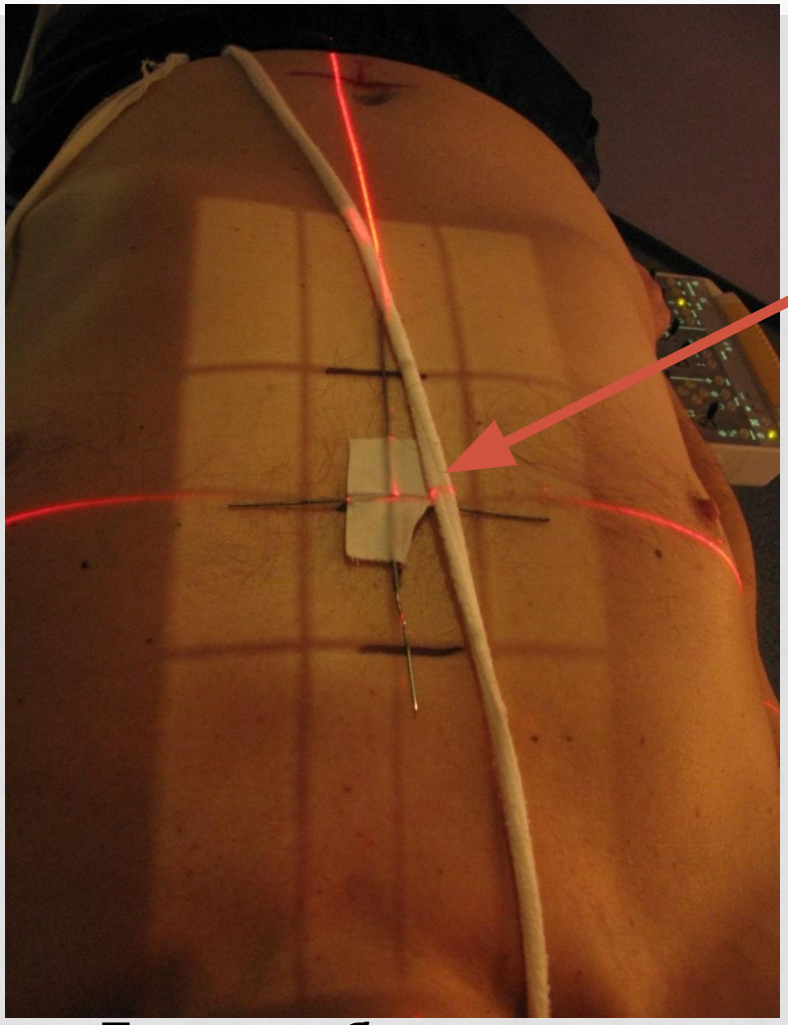
Общий вид установки

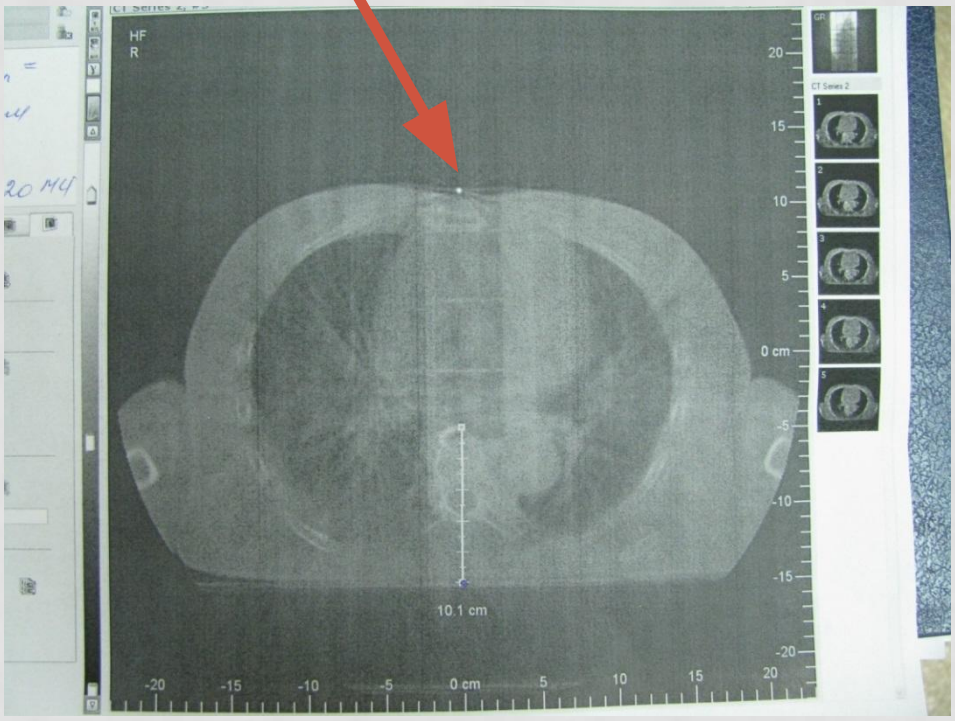


Проекция будущего поля.

ТОПОМЕТРИЧЕСКАЯ РАЗМЕТКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО СИМУЛЯТОРА.

Рентгено-контрастная метка





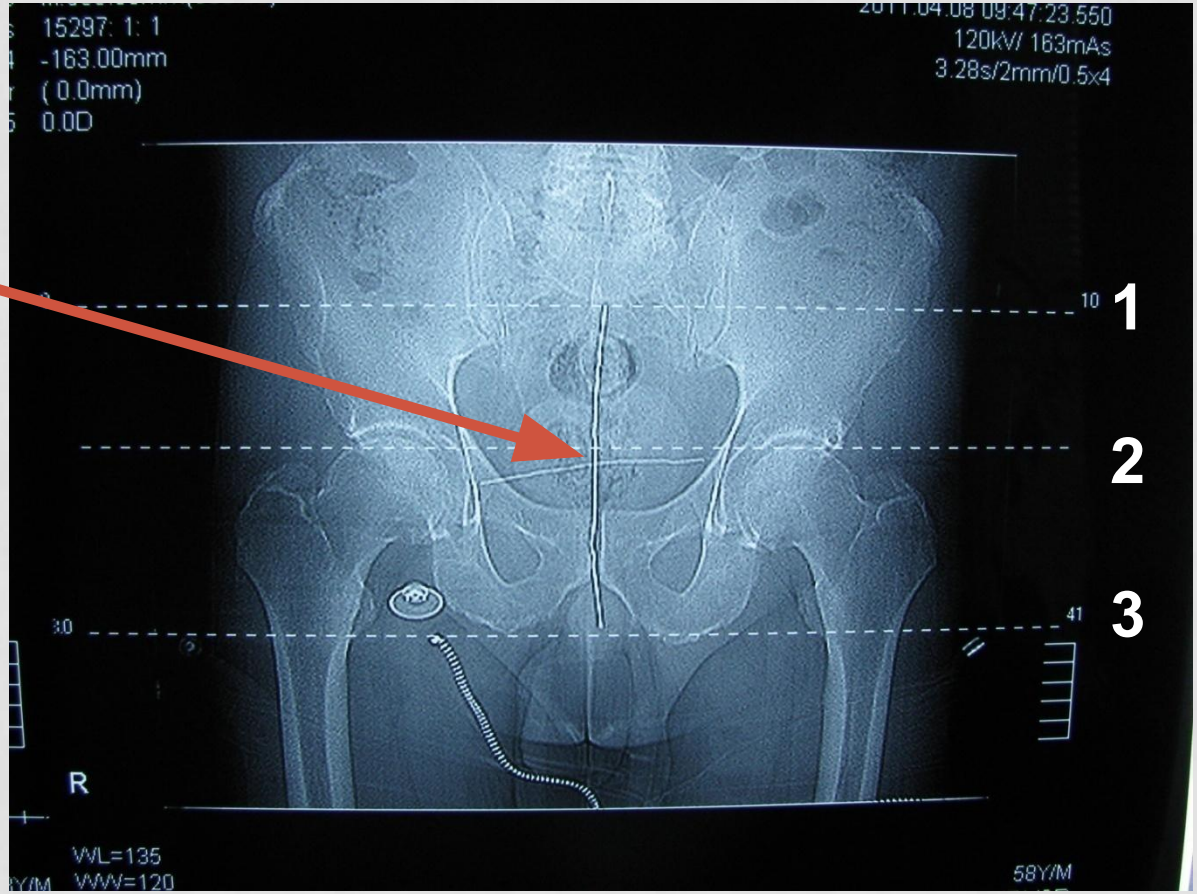
Проекция будущего поля.

Томограмма на уровне изоцентра

ПРИМЕРЫ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ ЛТ. ДИСТАНЦИОННАЯ ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ.

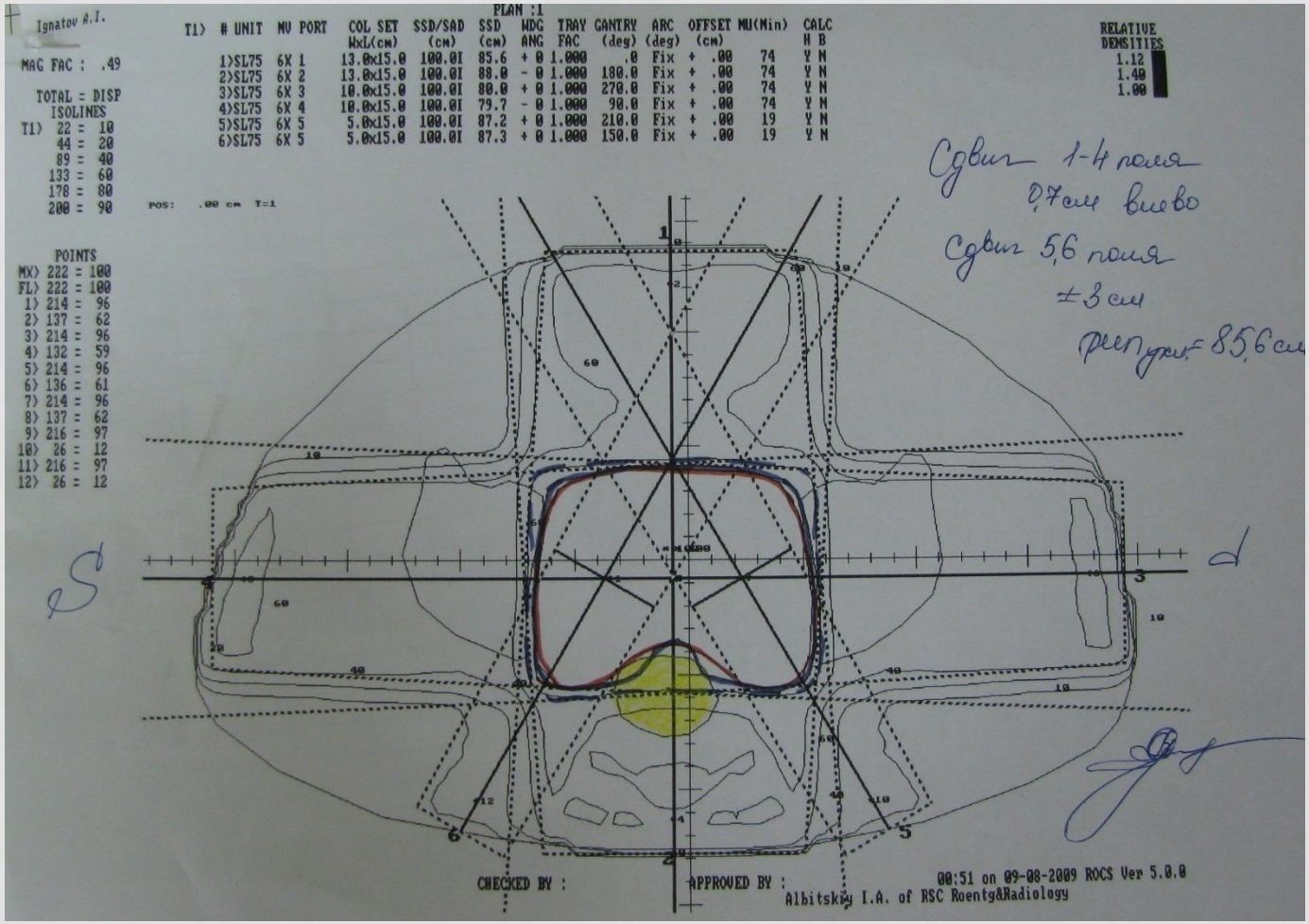
Топометрическая разметка при РПЖ.

Рентгено-контрастная метка или маркер



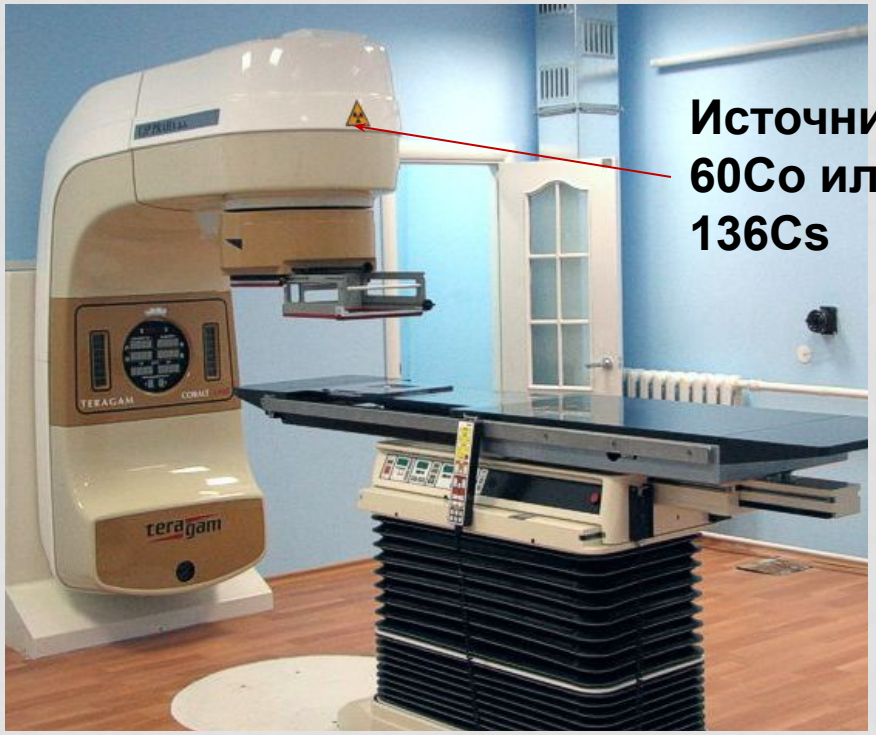
КОНВЕНЦИАЛЬНАЯ ЛТ

Дозиметрическое планирование РПЖ 2D.



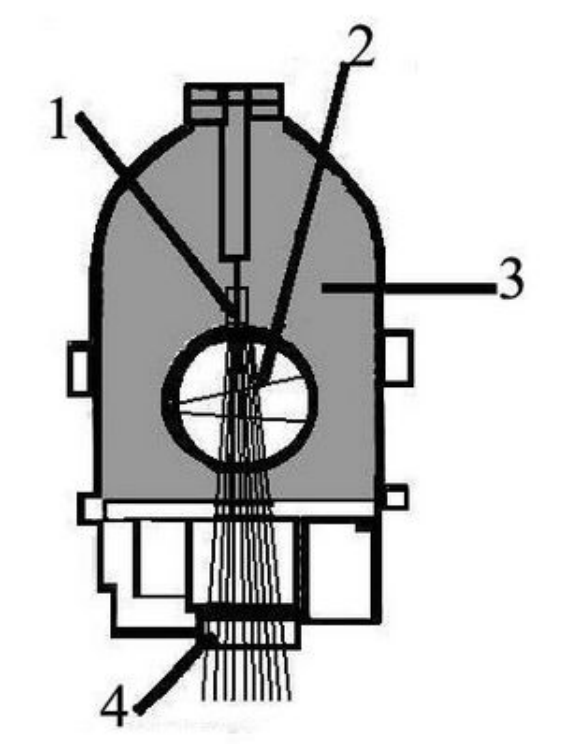
МАТЕРИАЛЬНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

Гамма-аппарт



Источники 60Co или 136Cs

ГАММА-АППАРАТ

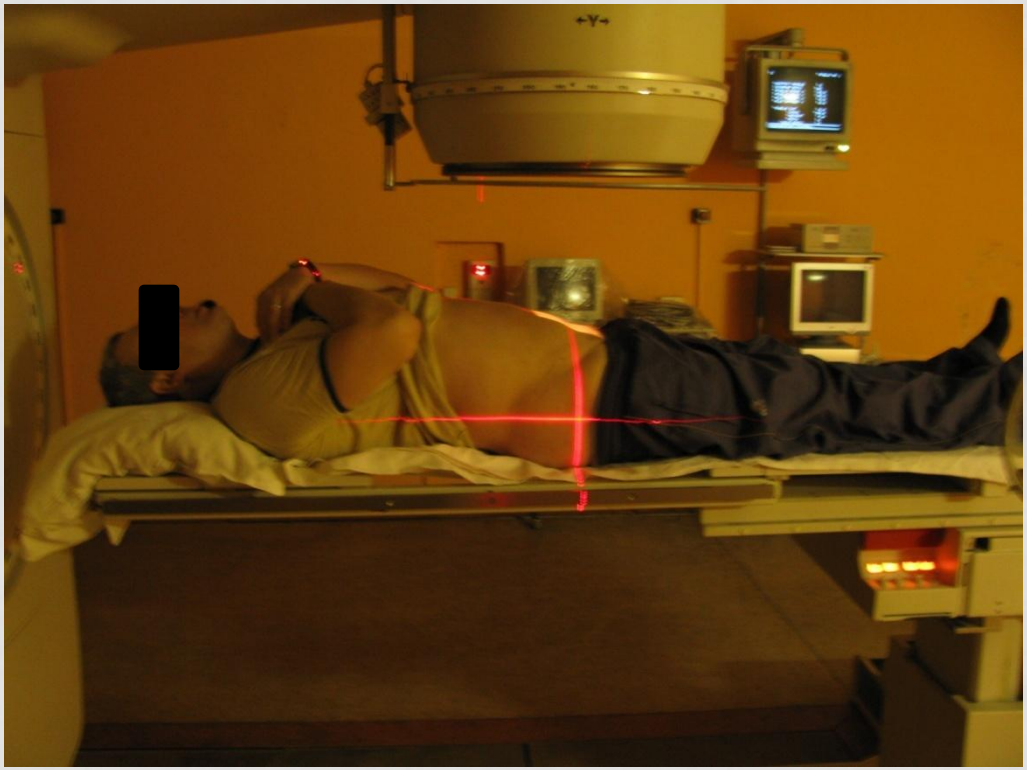


1. **Источник ионизирующего излучения установленный в головке аппарата**
2. **Вольфрамовые заслонки**
3. **Свинцовый корпус**
4. **Диафрагма**

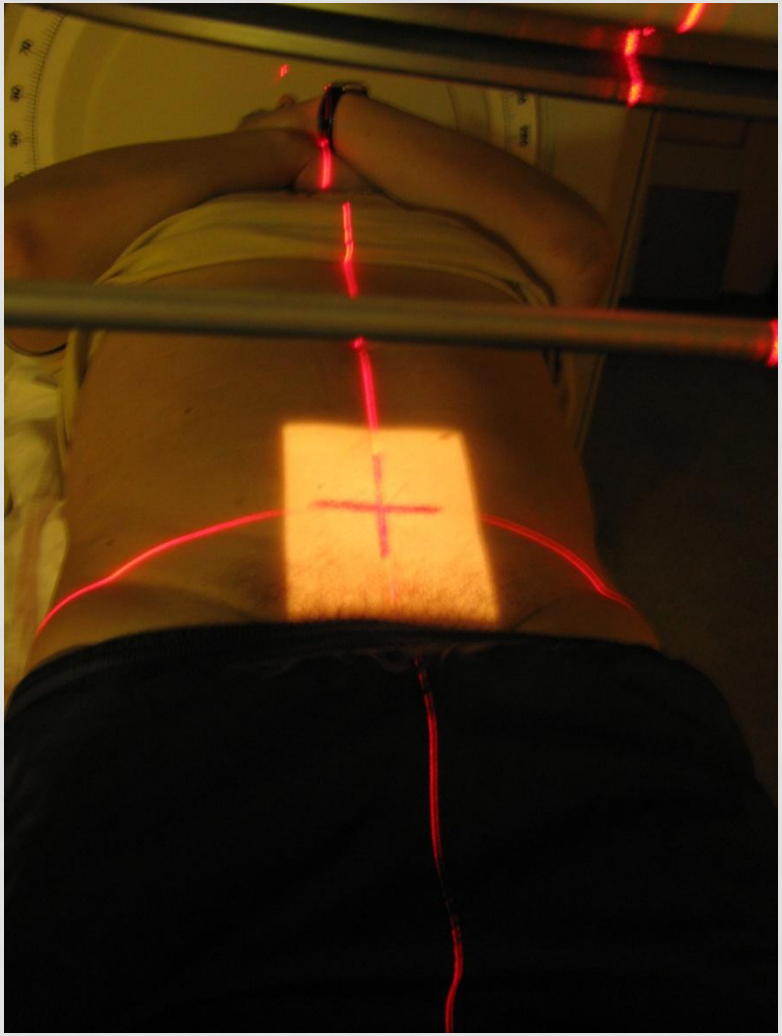
КОНВЕНЦИАЛЬНАЯ ЛТ

Режим фракционирования – стандартный. 5 дней 1 фракция 2 Гр. Перерыв 2 дня.

Дистанционная лучевая терапия РПЖ. Лечение на медицинском линейном ускорителе. 6 МэВ



КОНВЕНЦИАЛЬНАЯ ЛТ

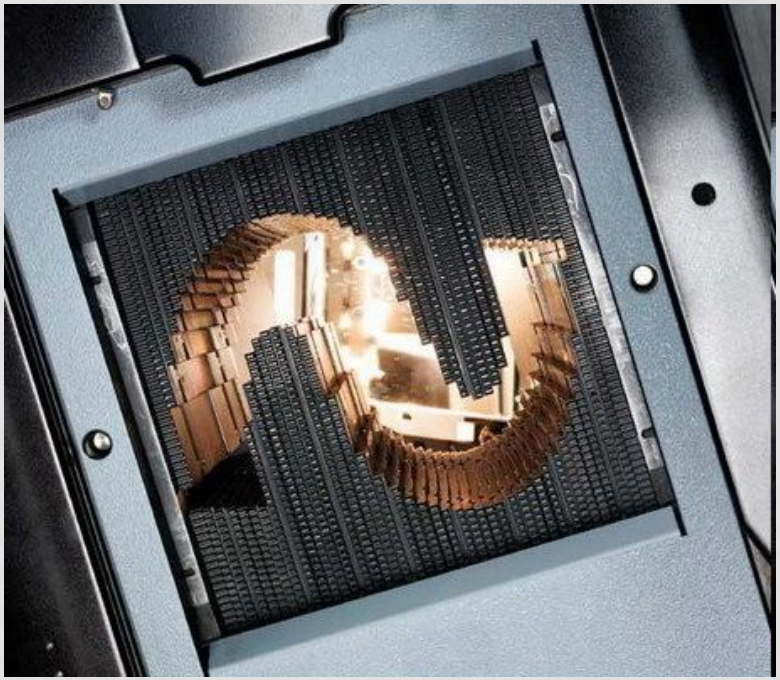


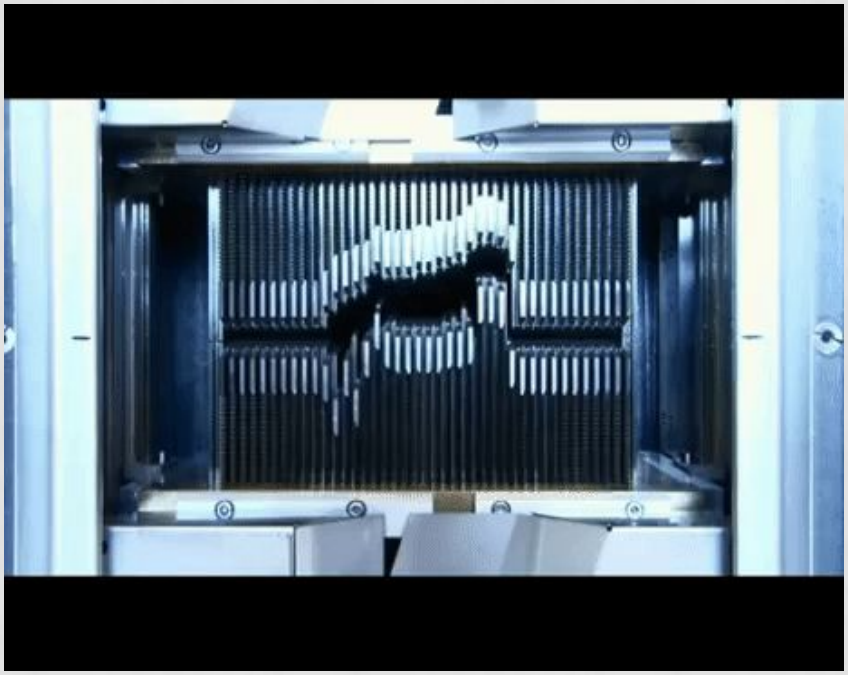
КОНФОРМНАЯ ДЛТ

- **Конформная ДЛТ-** методика основанная на определении трехмерного объема опухоли и анатомии критических органов.
- Под конформным облучением (3D-конформное облучение или 3D-CRT) понимают такое облучение, когда форма облучаемого объема максимально приближена к форме (конфигурации) опухоли. С одной стороны, выполняется прецизионность (точность) облучения – когда в облучаемый объем попадают все части опухоли, которая может иметь неправильную форму, а с другой – селективность – когда ограничено (минимизировано) облучение окружающих опухоль нормальных тканей и критических органов.
- **КРИТИЧЕСКИЙ ОРГАН** — ткань, **орган** или часть тела, облучение которых в условиях неравномерного облучения организма может причинить наибольший ущерб здоровью человека или его потомства.

КОНФОРМНАЯ ДЛТ

Линейный ускоритель. Многолепестковый коллиматор.





Необходим для проведения конформного облучения. При помощи установленных лепестков (толщиной 1-5мм) можно сформировать поле облучения по краю опухоли с необходимыми отступами и тем самым минимизировать облучение окружающих тканей, полностью или частично закрывая их.

АЛГОРИТМ ДЕЙСТВИЙ ЛУЧЕВОГО ТЕРАПЕВТА.

1 этап
- Изготовление фиксирующего устройства (маска или матрас)

1 этап
- Укладка пациента в положение лечения и фиксация этой укладки относительно стола

2 этап
- КТ или МРТ Топометрия

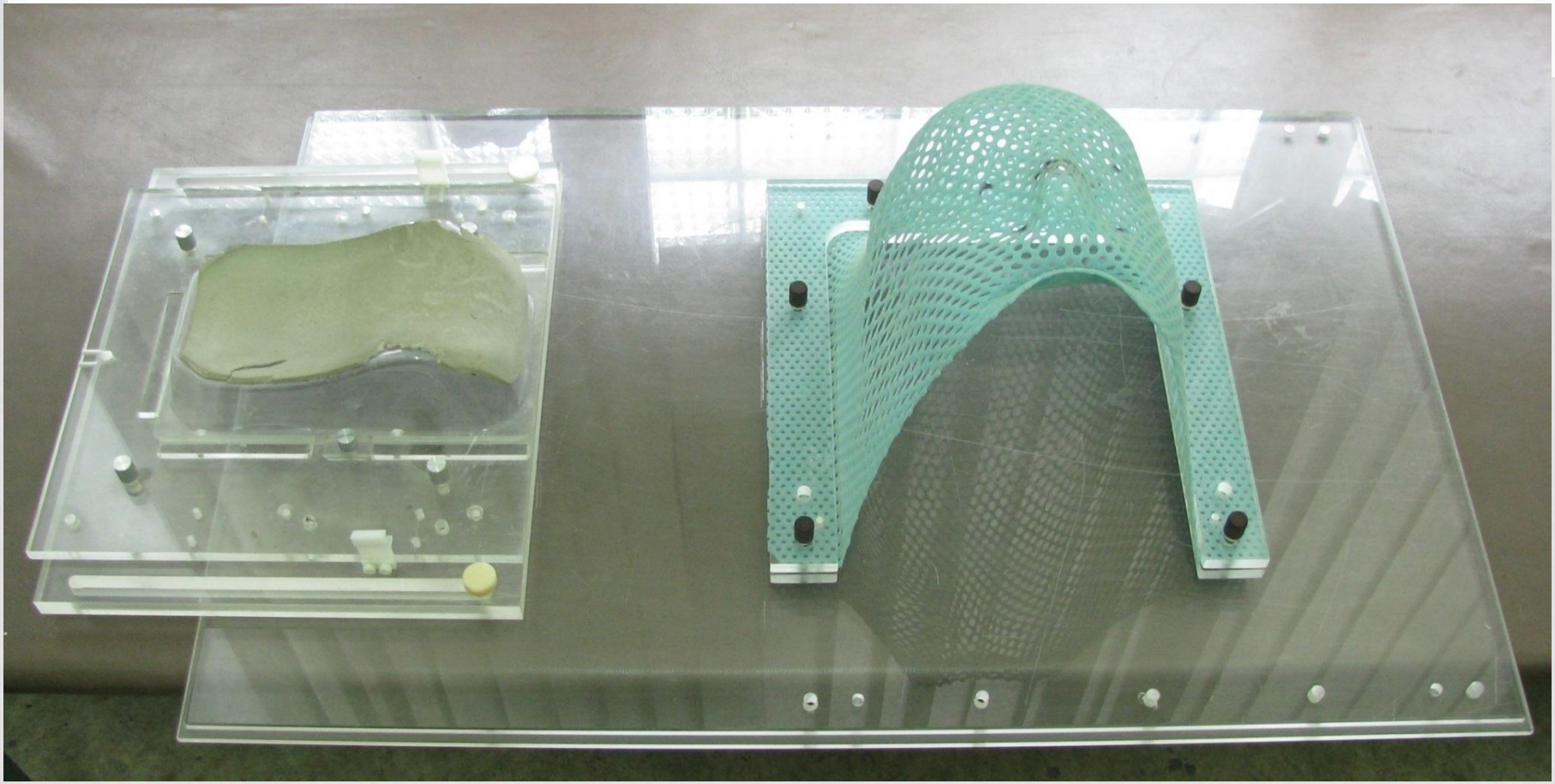
2 этап
- Сопоставление диагностических снимков с топометрическим КТ/МРТ

3 этап
- Оконтуривание очага поражения (GTV,CTV, PTV) и критических (дозолимитирующих органов)

3 этап
- Планирование лучевой терапии (определение вида фракционирования, РОД, СОД, построение 3D модели, верификация плана на линейном ускорителе)

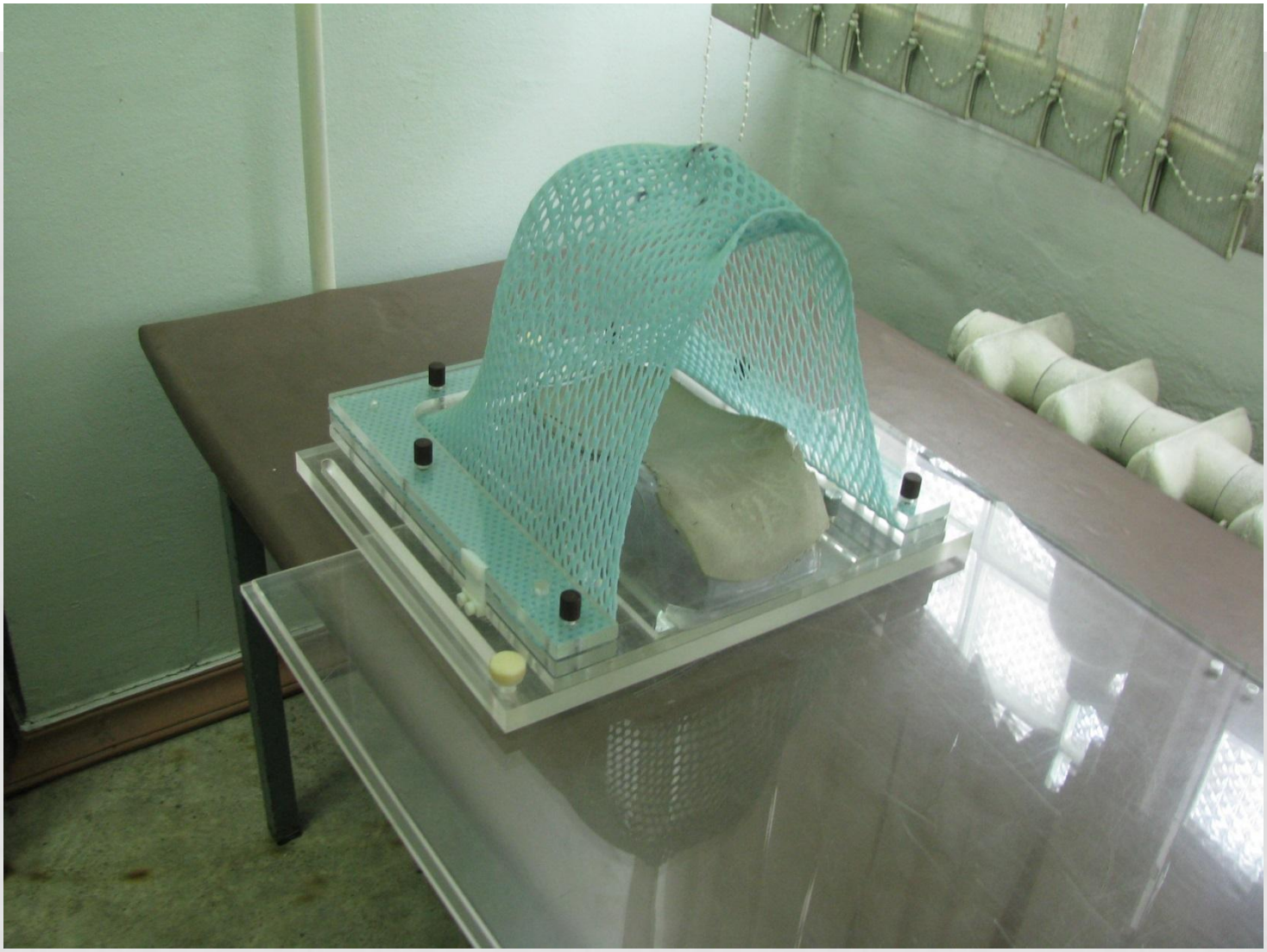
- Лечение пациента

ЛТ С ФИКСАЦИЕЙ ПАЦИЕНТА.



Фиксирующее устройство и индивидуальная фиксирующая маска.

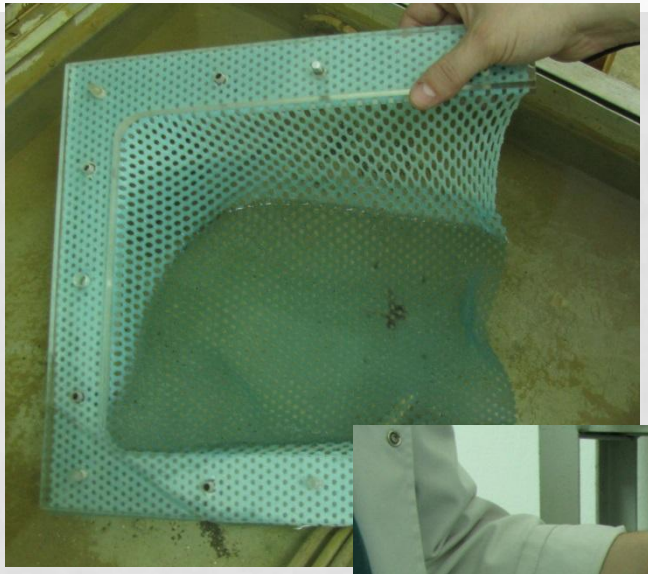
ЛТ С ФИКСАЦИЕЙ ПАЦИЕНТА.

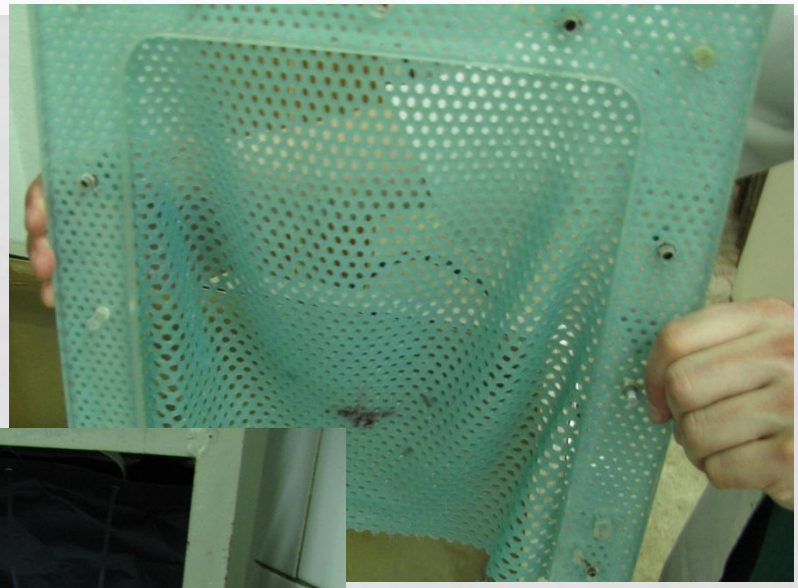


ЛТ С ФИКСАЦИЕЙ ПАЦИЕНТА.

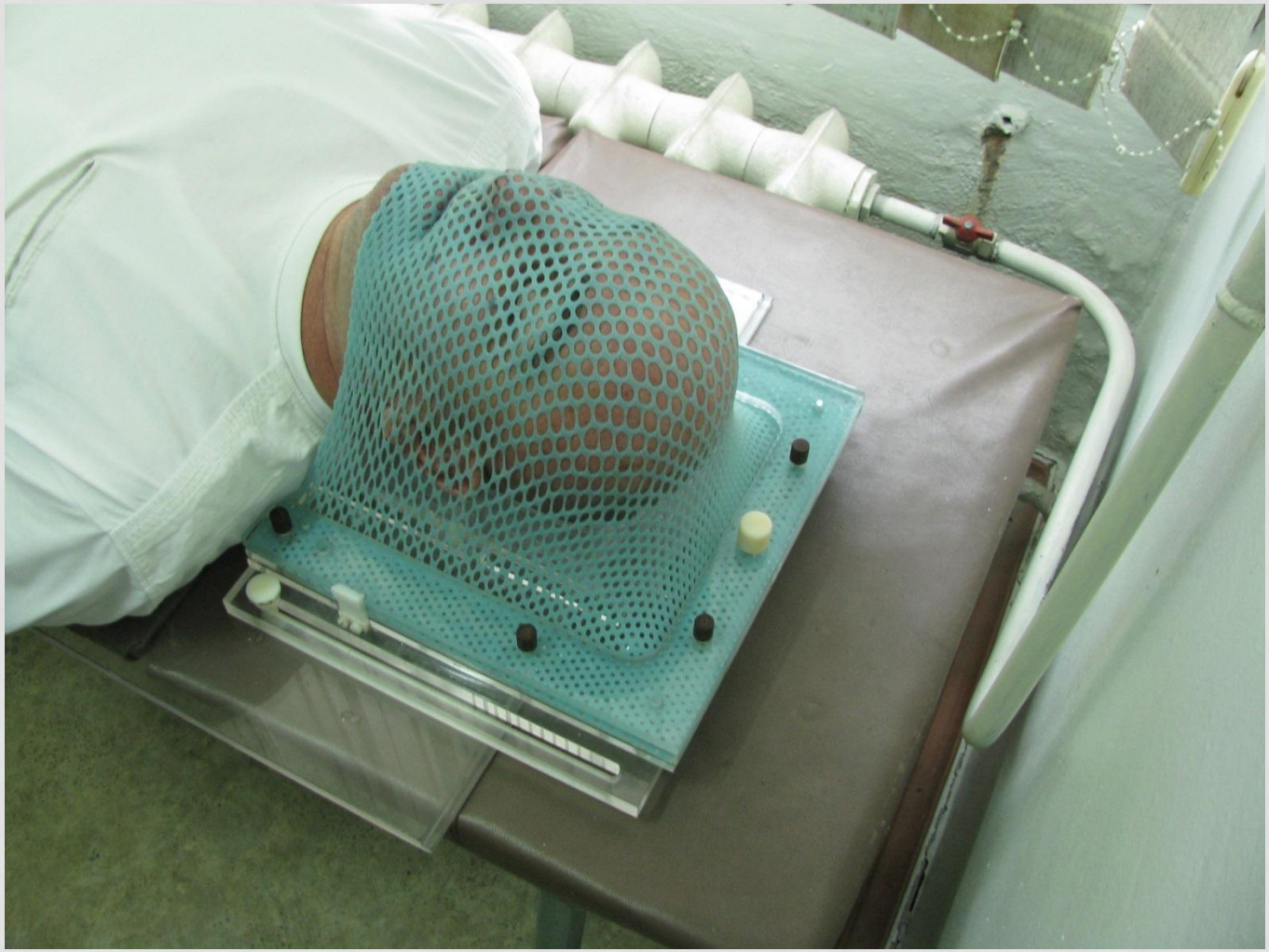
Пациент уложен на фиксирующее устройство

ЛТ С ФИКСАЦИЕЙ ПАЦИЕНТА.



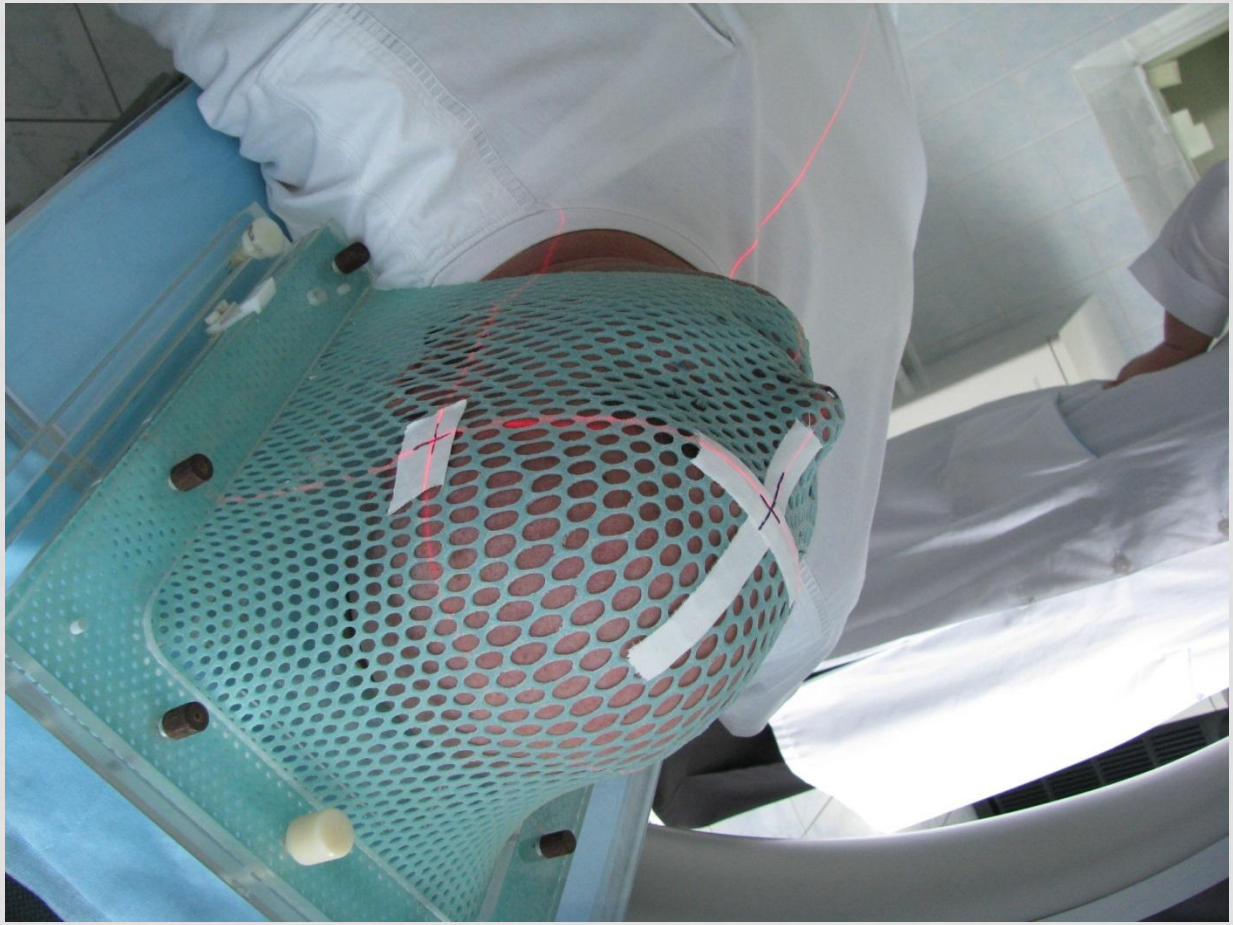


ЛТ С ФИКСАЦИЕЙ ПАЦИЕНТА.



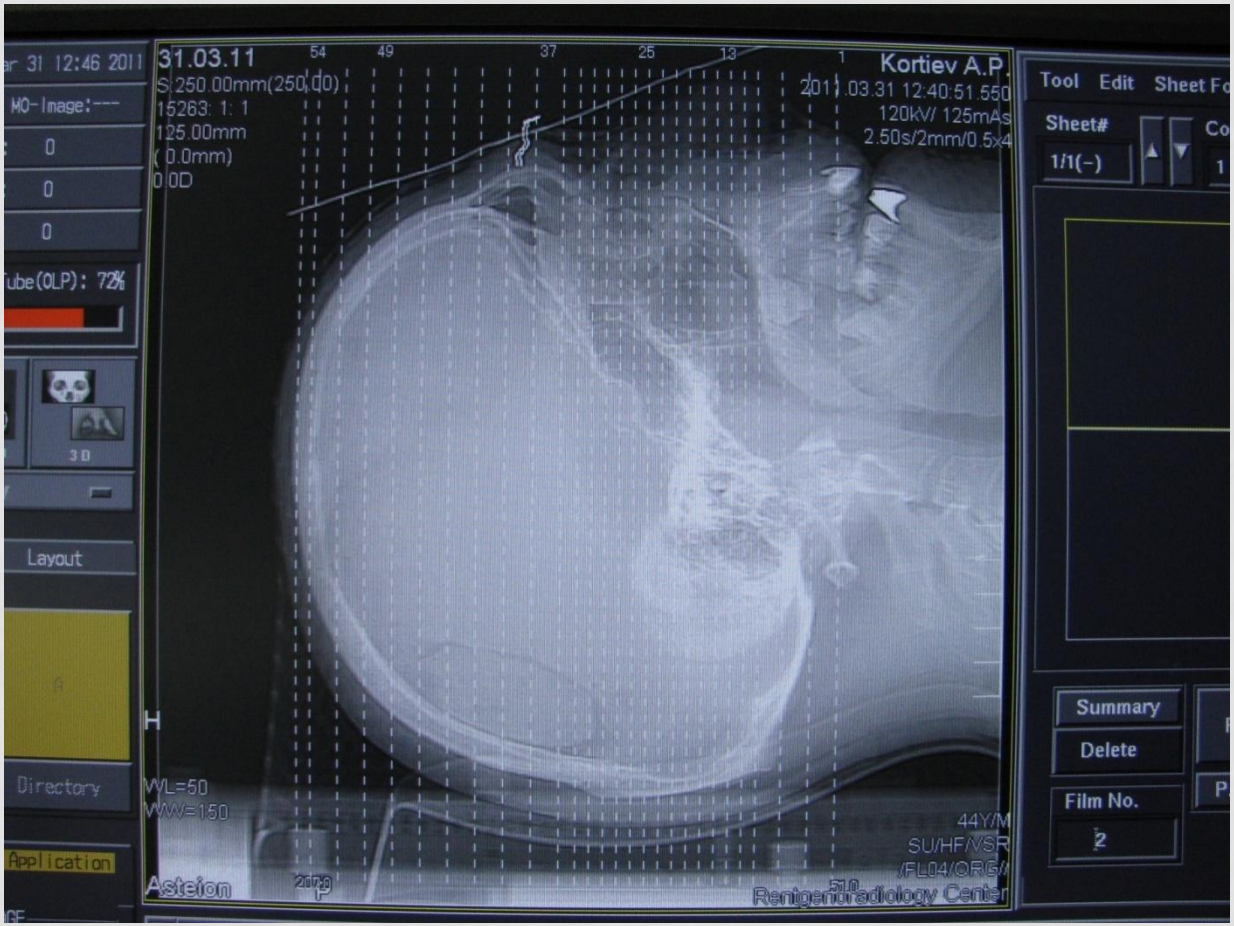
ЛТ С ФИКСАЦИЕЙ ПАЦИЕНТА. КТ РАЗМЕТКА

ЛТ С ФИКСАЦИЕЙ ПАЦИЕНТА. КТ РАЗМЕТКА

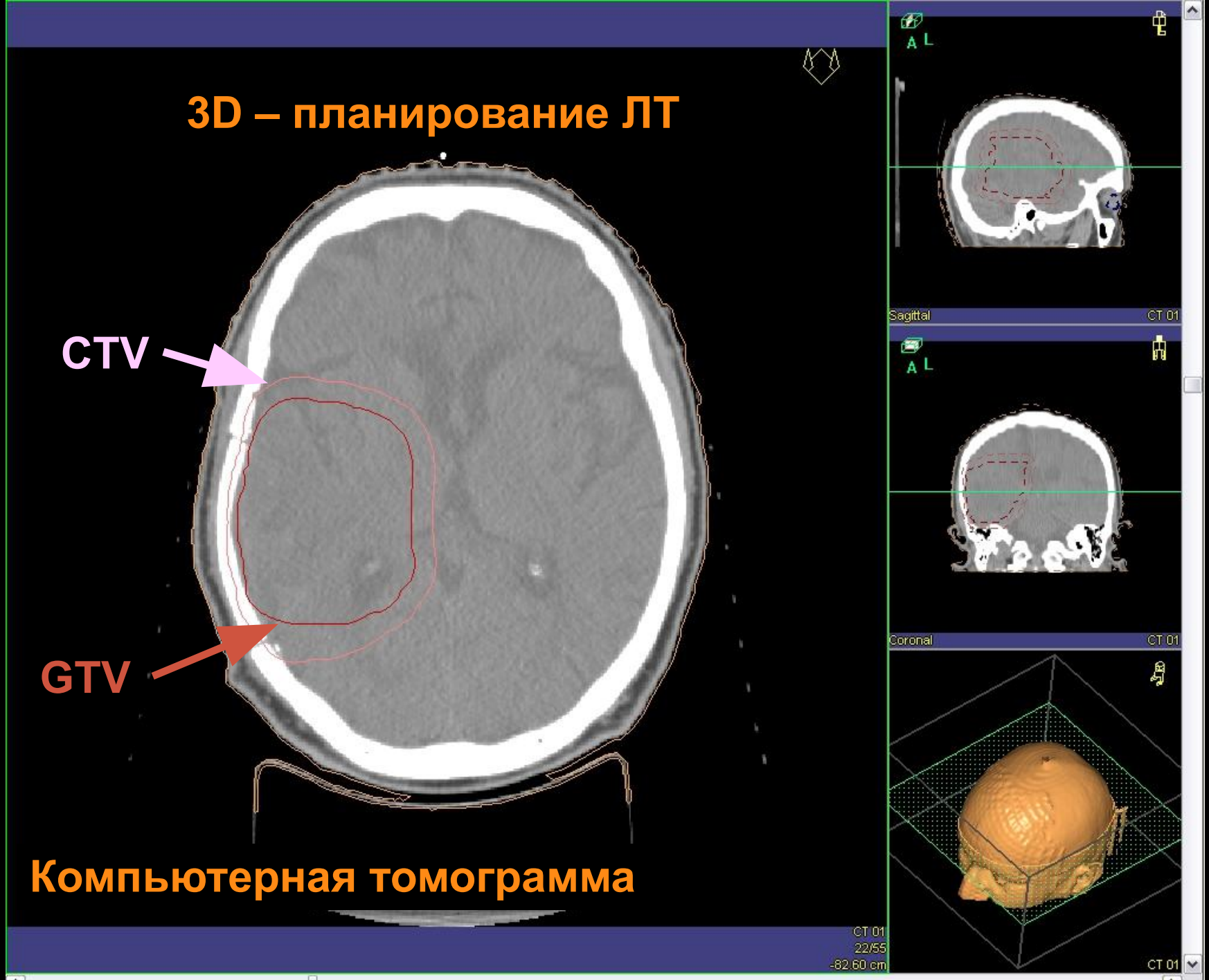


ЛТ С ФИКСАЦИЕЙ ПАЦИЕНТА. КТ РАЗМЕТКА

ЛТ С ФИКСАЦИЕЙ ПАЦИЕНТА. КТ РАЗМЕТКА

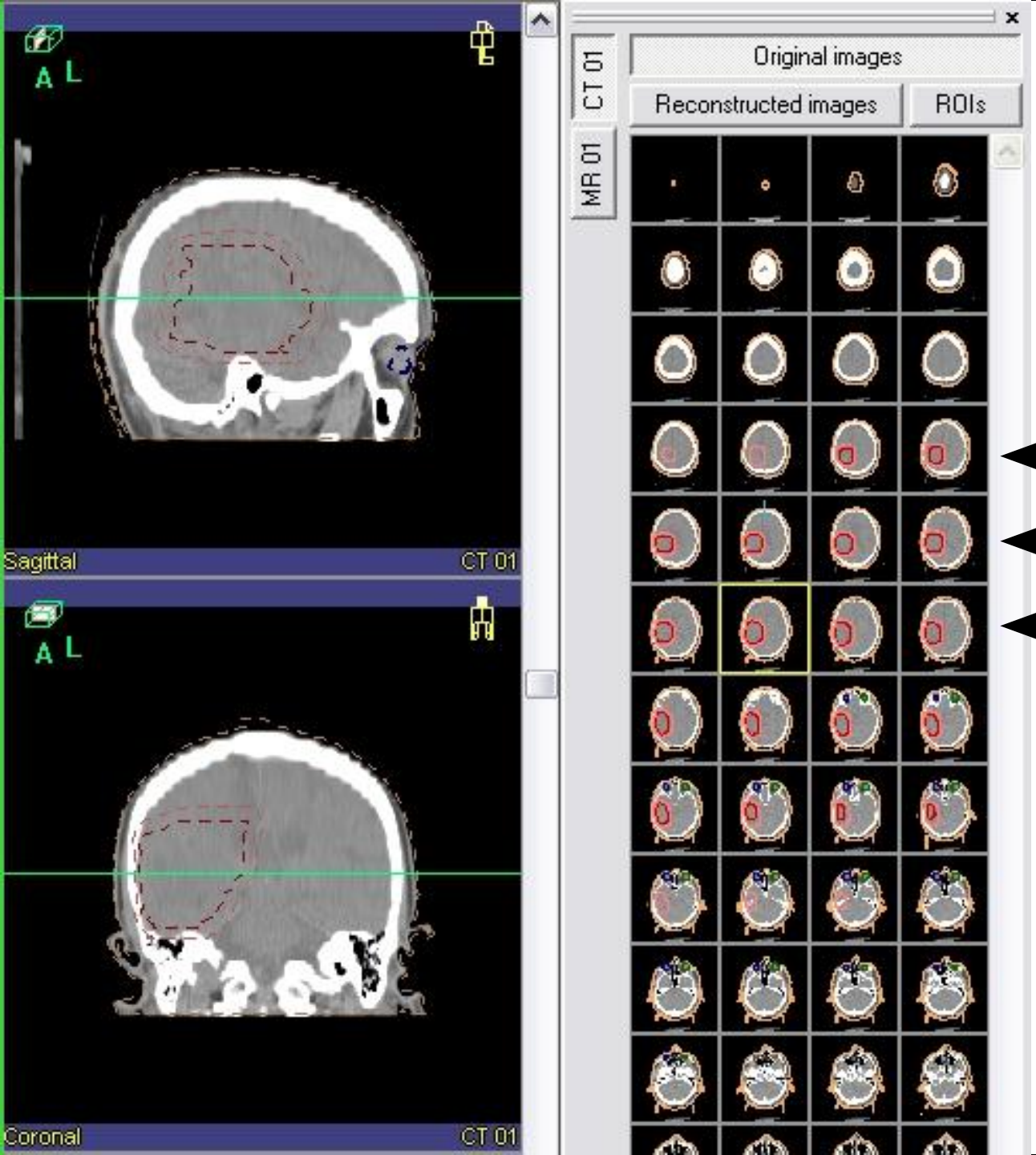


3D – планирование ЛТ



Компьютерная томограмма

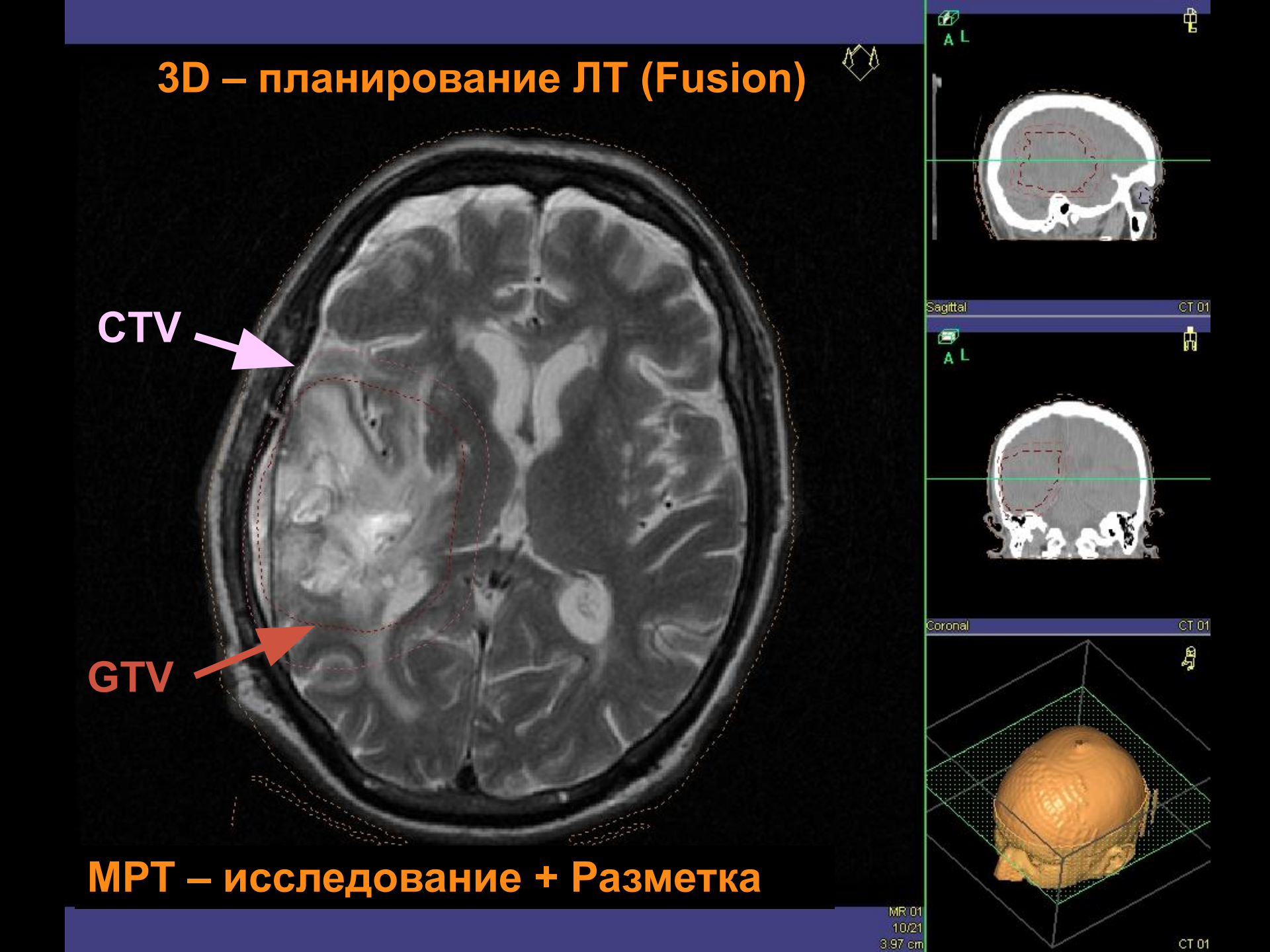
3D планирование ЛТ



Облучаемая область вводится послойно на каждом КТ скане

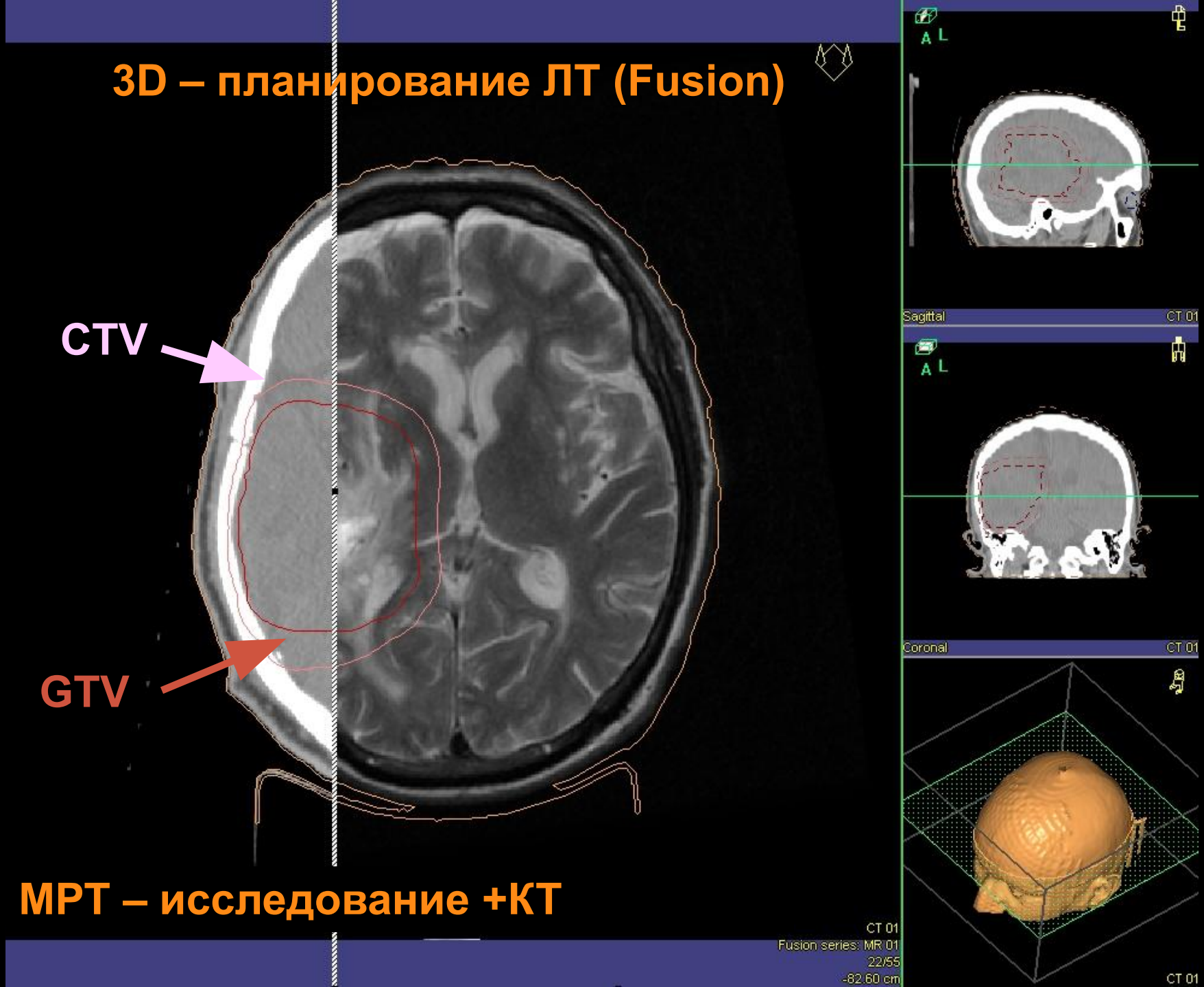
(GTV + CTV)

3D – планирование ЛТ (Fusion)



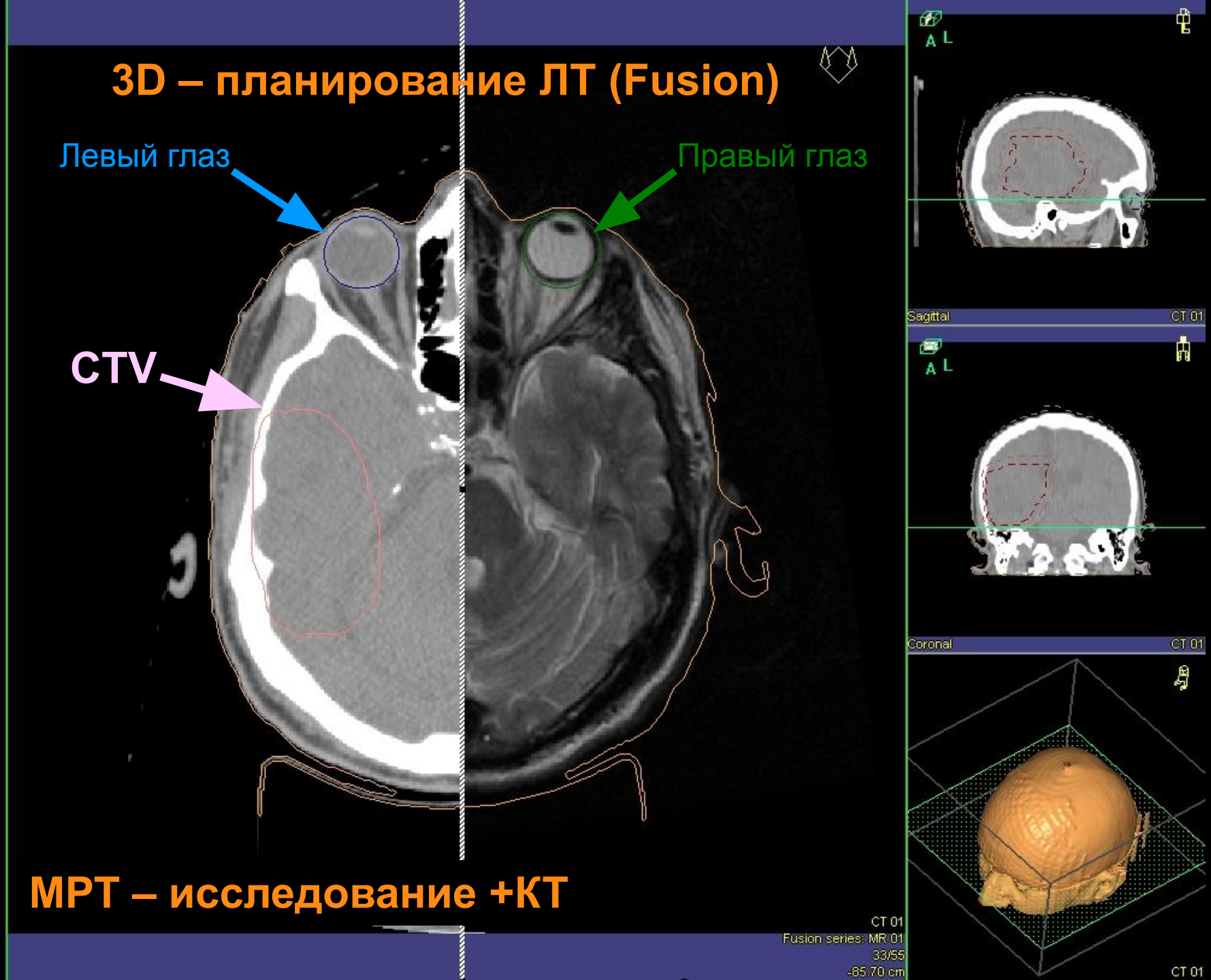
МРТ – исследование + Разметка

3D – планирование ЛТ (Fusion)



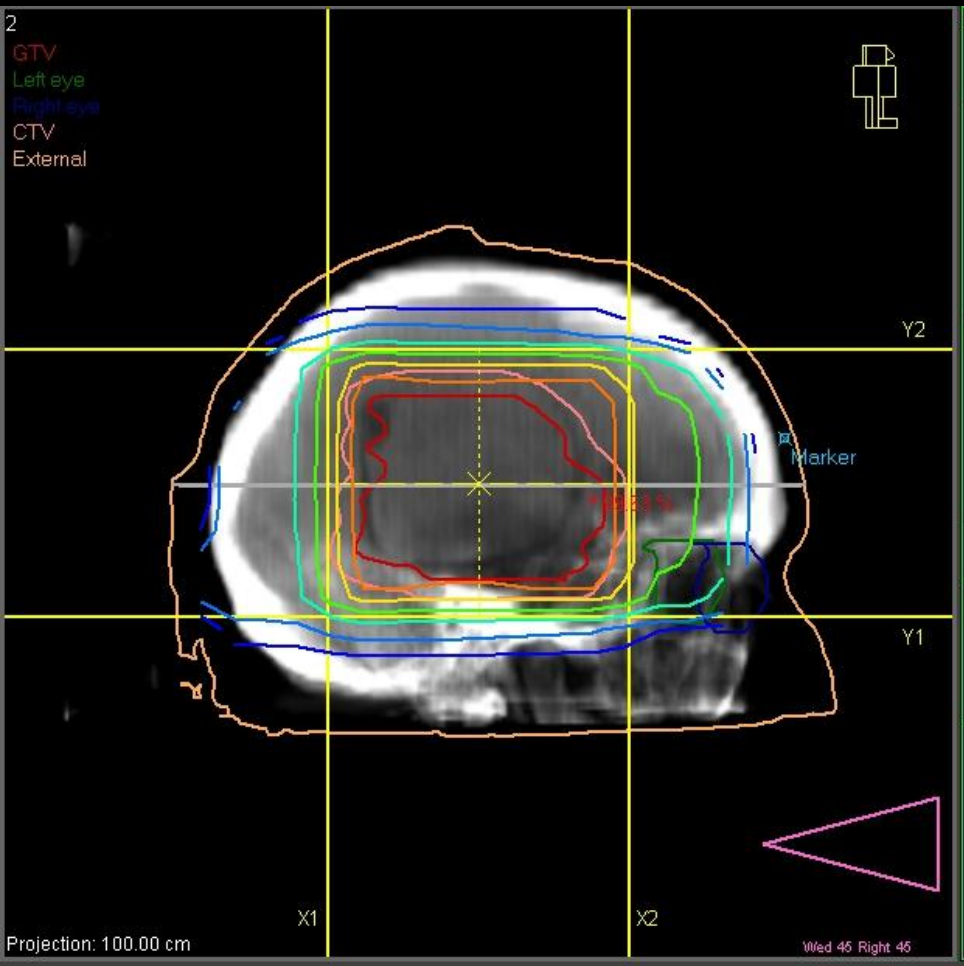
МРТ – исследование +КТ

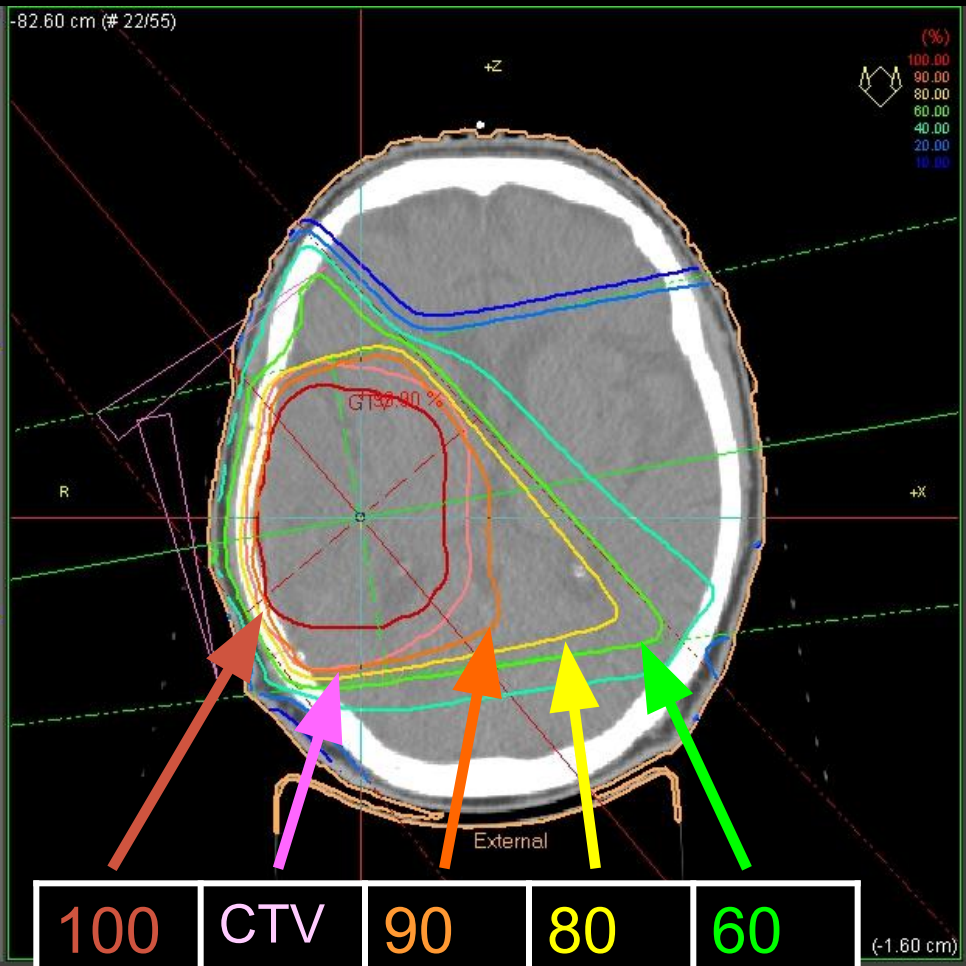
3D – планирование ЛТ (Fusion)



МРТ – исследование +КТ

3D – планирование ЛТ. Изодозное распределение



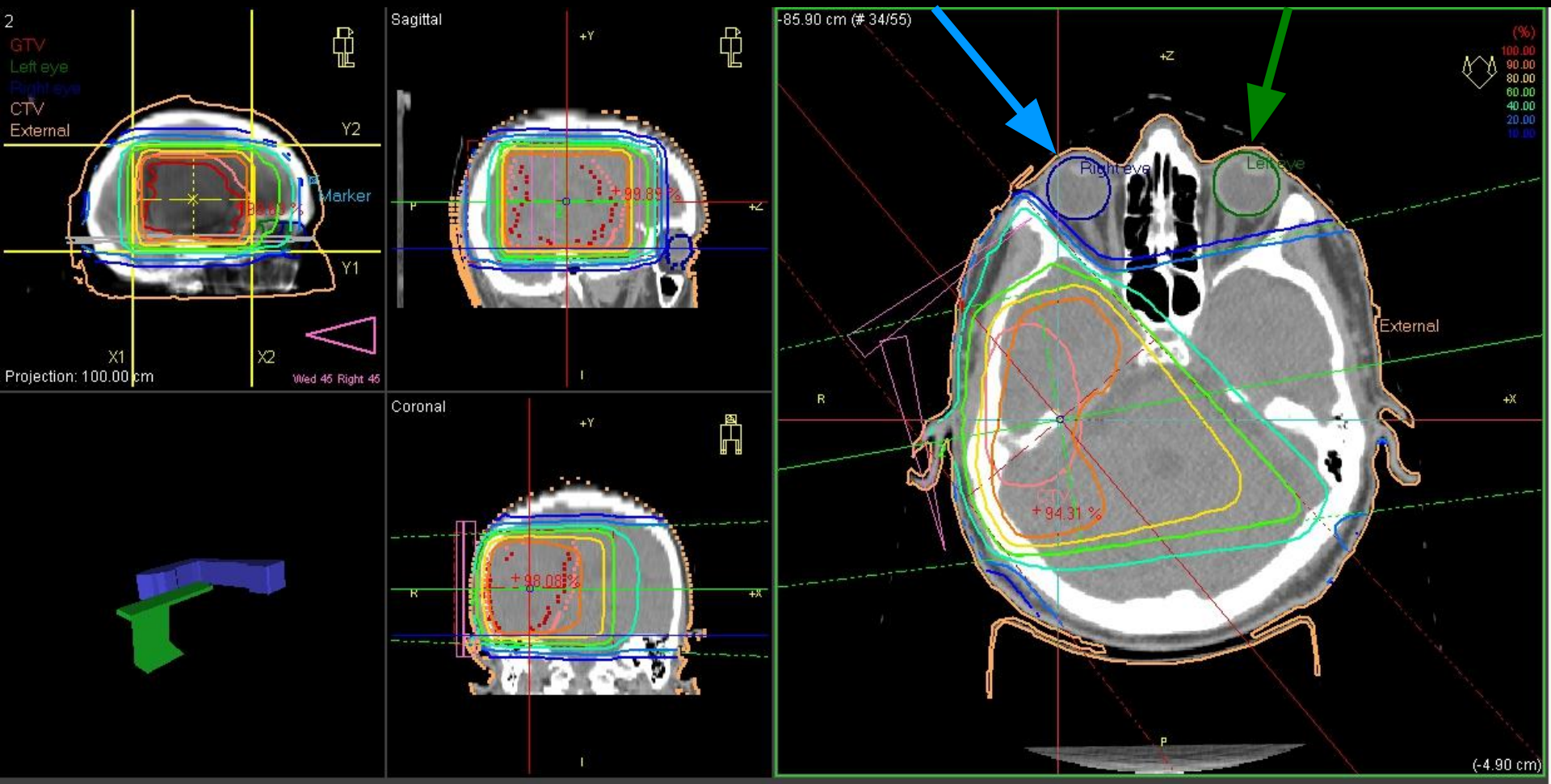


100	CTV	90	80	60

Label	Unit	Energy	FX (cm)	X1 (cm)	X2 (cm)	FY (cm)	Y1 (cm)	Y2 (cm)	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Y Offset (cm)	Depth (cm)	SSD (cm)	Gantry (deg)	Arc Dir	Collimator (deg)	Couch (deg)	Wedge
1	CLINAC 2100	18.00 MV	9.00	4.50	4.50	8.50	4.25	4.25	-3.50	-1.50	-11.00	0.10	5.83	94.17	320.00	N/A	0.00	0.00	Wed 45
2	CLINAC 2100	18.00 MV	9.50	4.75	4.75	8.50	4.25	4.25	-3.50	-1.50	-11.00	0.10	4.48	95.52	260.00	N/A	0.00	0.00	Wed 45

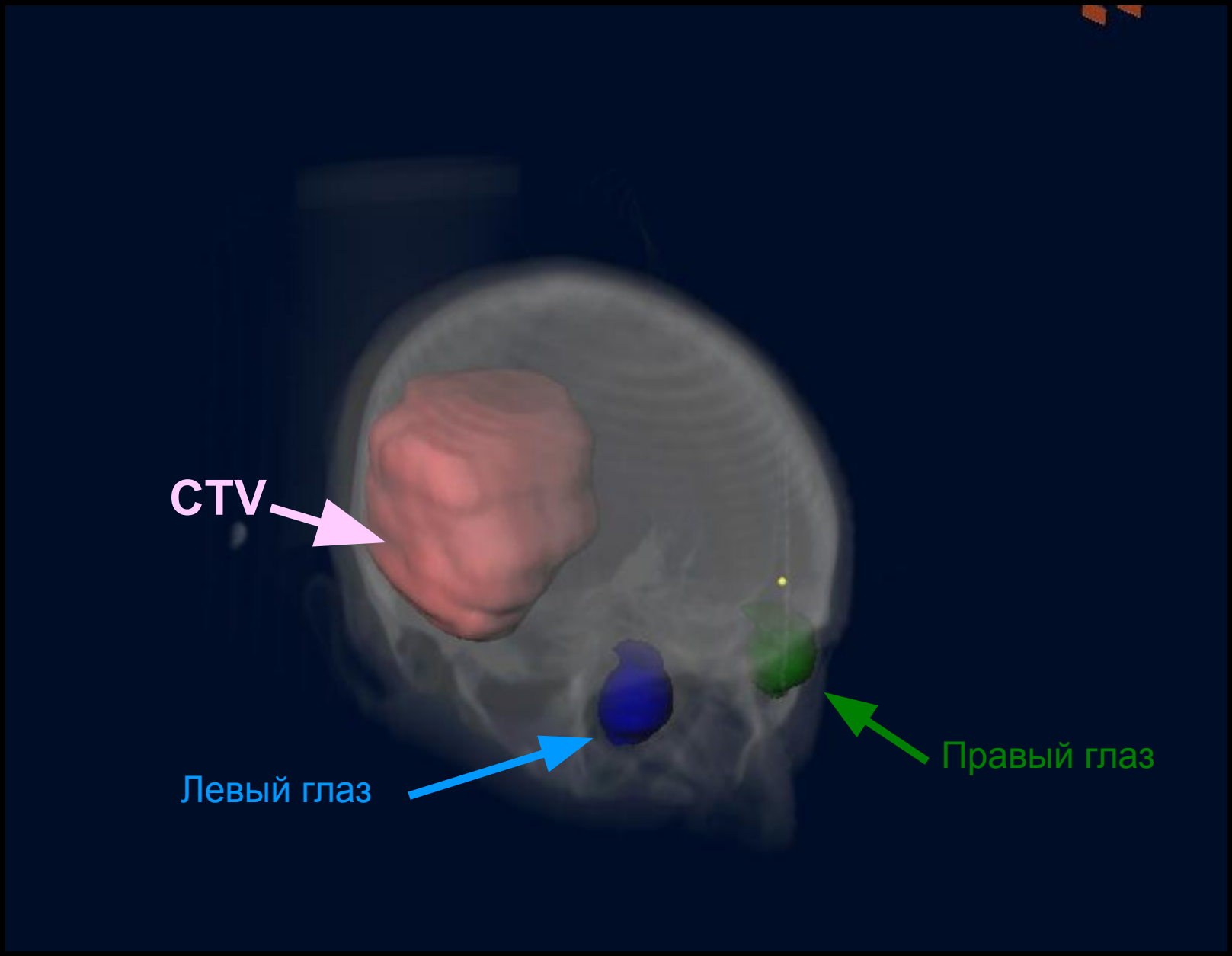
Выбор «активного» поля

3D – планирование ЛТ. Изодозное распределение



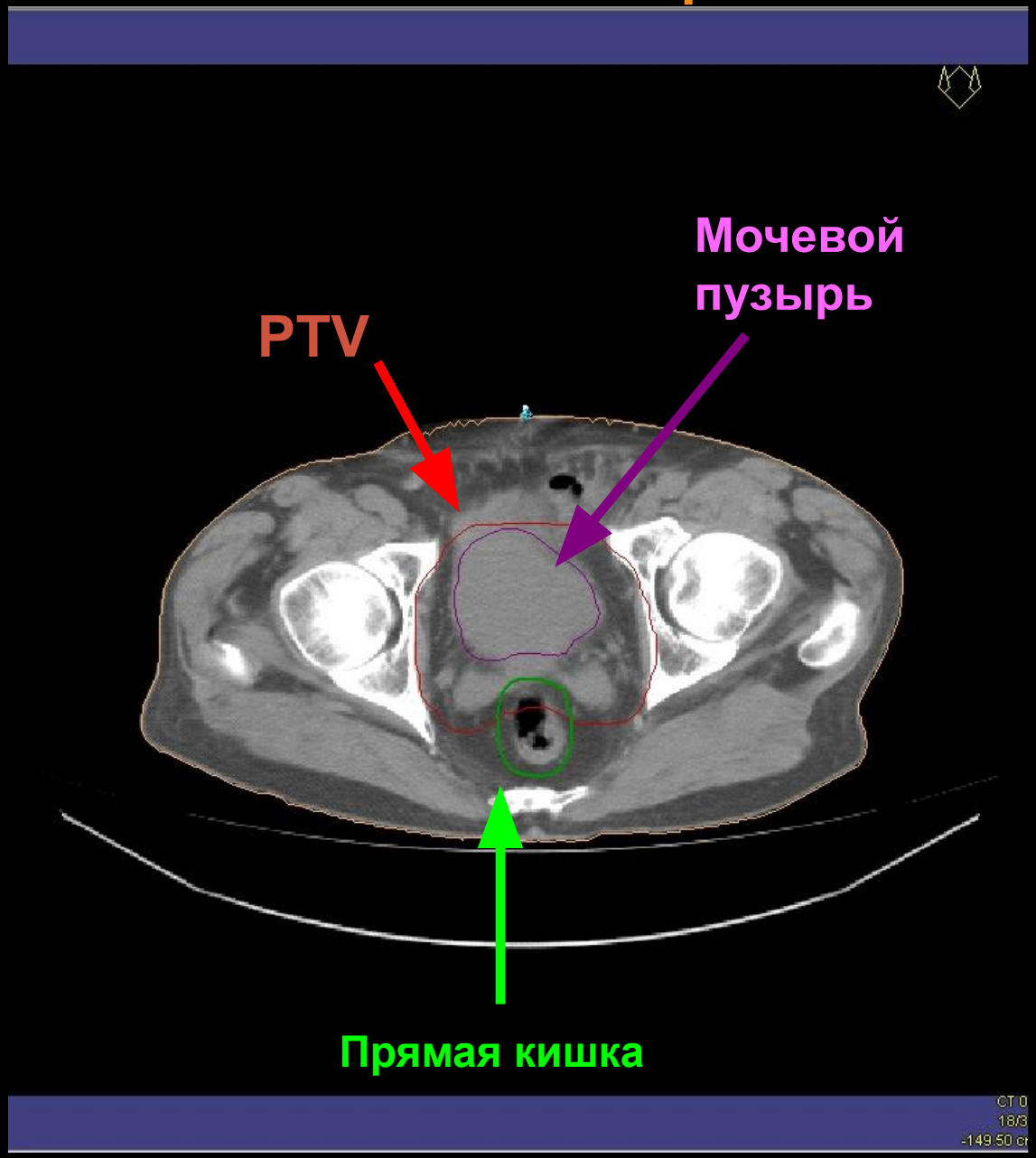
Контроль **«критических»** зон.

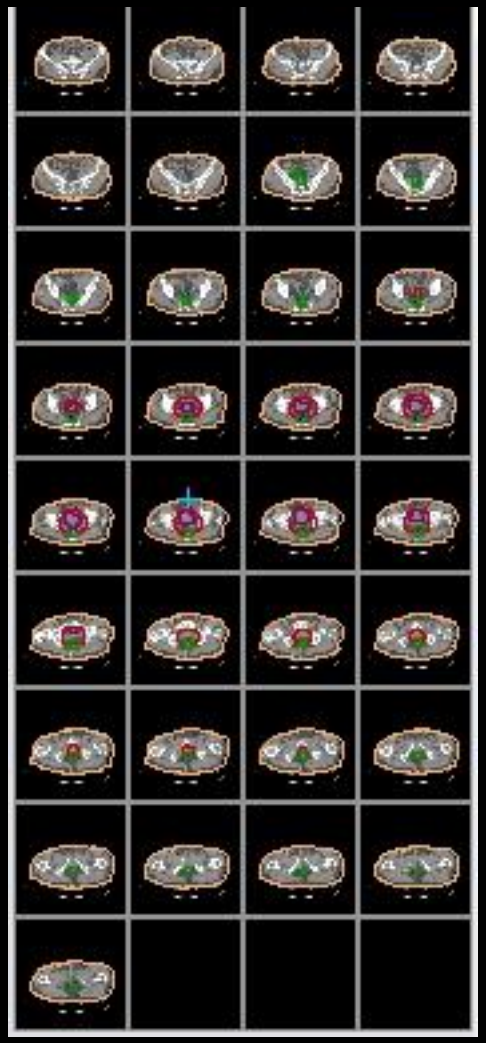
3D – планирование ЛТ. 3D реконструкция.



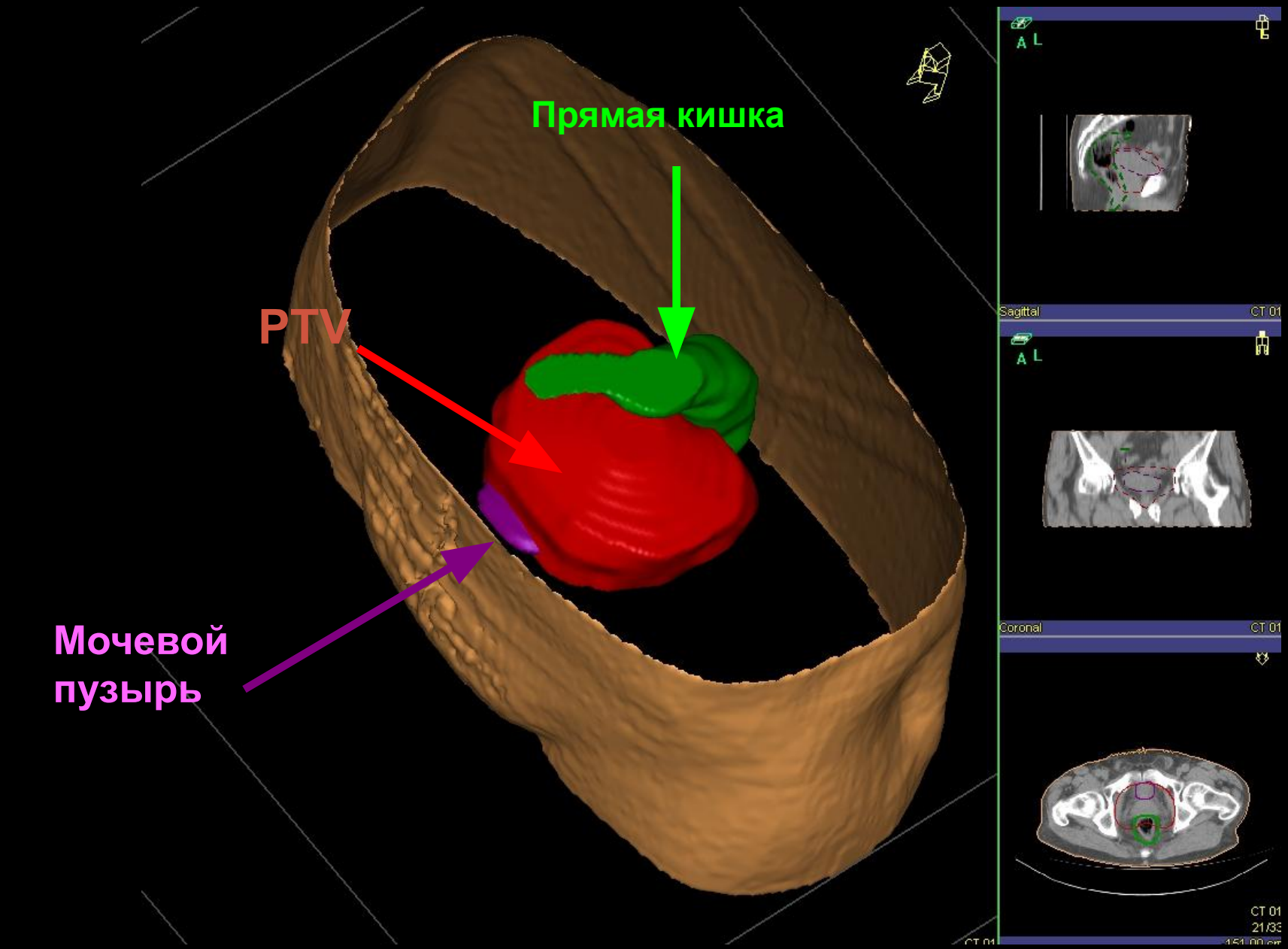
3D – планирование ЛТ. Гистограмма Доза-Объем.

3D – планирование ЛТ. При РПЖ.

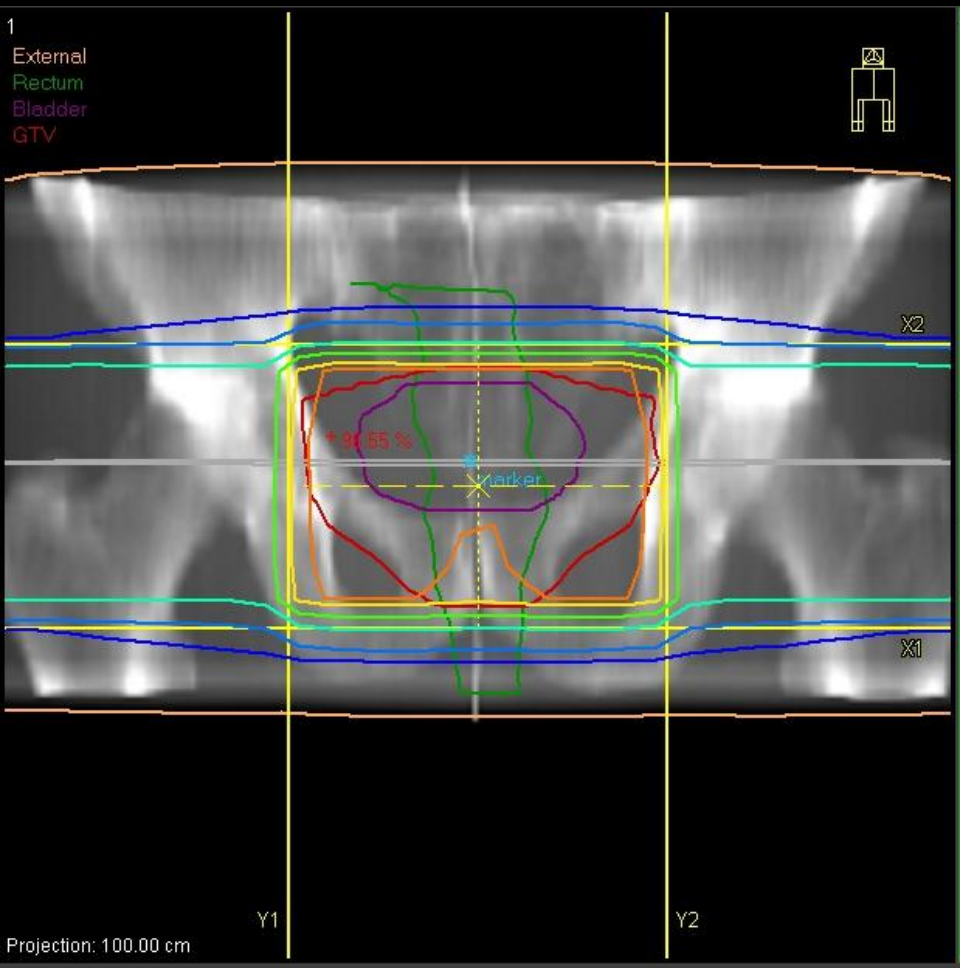


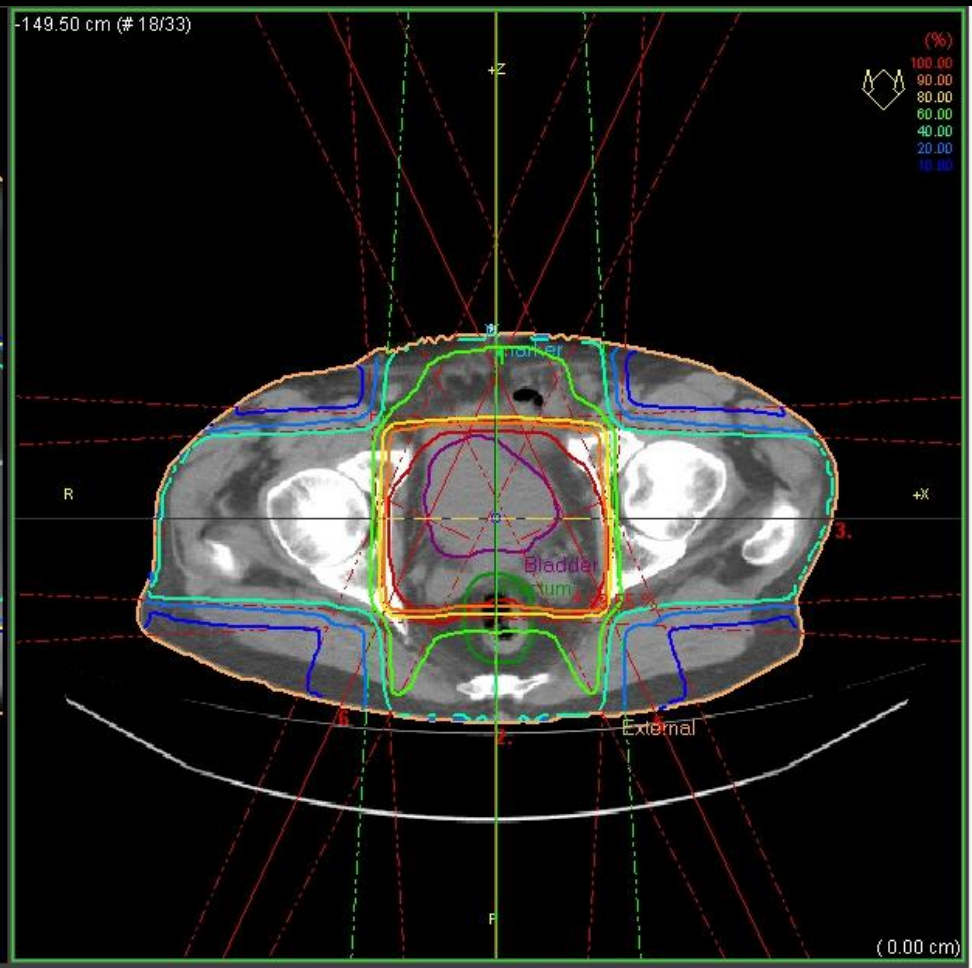


3D – планирование ЛТ. 3D реконструкция.



3D – планирование ЛТ. Изодозное распределение





Label	Unit	Energy	FY (cm)	Y1 (cm)	Y2 (cm)	FX (cm)	X1 (cm)	X2 (cm)	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	Y Offset (cm)	Depth (cm)	SSD (cm)	Gantry (deg)	Arc Dir	Collimator (deg)	Couch (deg)	Wedge I
1	Philips SL75/	6.00 MV	12.00	-6.00	6.00	9.00	-4.50	4.50	0.20	-0.70	-9.50	-0.70	8.87	91.13	0.00	N/A	0.00	0.00	N/A
2.	Philips SL75/	6.00 MV	12.00	-6.00	6.00	9.00	-4.50	4.50	0.20	-0.70	-9.50	-0.70	10.39	89.61	180.00	N/A	0.00	0.00	N/A
3.	Philips SL75/	6.00 MV	10.00	-5.00	5.00	9.00	-4.50	4.50	0.20	-0.70	-9.50	-0.70	17.24	82.76	90.00	N/A	0.00	0.00	N/A
4	Philips SL75/	6.00 MV	10.00	-5.00	5.00	9.00	-4.50	4.50	0.20	-0.70	-9.50	-0.70	17.26	82.74	270.00	N/A	0.00	0.00	N/A
5	Philips SL75/	6.00 MV	5.00	-2.50	2.50	9.00	-4.50	4.50	3.70	-0.70	-9.50	-0.70	10.76	89.24	155.00	N/A	348.00	0.00	N/A
6	Philips SL75/	6.00 MV	5.00	-2.50	2.50	9.00	-4.50	4.50	-3.30	-0.70	-9.50	-0.70	10.45	89.55	205.00	N/A	12.00	0.00	N/A

3D – планирование ЛТ. План лечения.

Силаенков.

Page 1 of 2

Oncentra MasterPlan 3.3 Service Pack 3 12 May 2011 12:39:00
Case not saved at time of printing
Case last saved 12 May 2011 12:25:33 by planner
Plan Data - 100%=2.22 Gy Maximum of External

Beam	1	2.	3.	4	5	6
DICOM #	1	2	3	4	5	6
Unit	Philips SL75/5	Philips SL75/5	Philips SL75/5	Philips SL75/5	Philips SL75/5	Philips SL75/5
Rad.Type	PHOTON	PHOTON	PHOTON	PHOTON	PHOTON	PHOTON
Algorithm	PB (Classic)	PB (Classic)	PB (Classic)	PB (Classic)	PB (Classic)	PB (Classic)
Nom.Acc.Pot.(MV or MeV)	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Uses IEC 61217	No	No	No	No	No	No
SAD (cm)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
FY (cm)	12.00	12.00	10.00	10.00	5.00	5.00
Y1 (cm)	-6.00	-6.00	-5.00	-5.00	-2.50	-2.50
Y2 (cm)	6.00	6.00	5.00	5.00	2.50	2.50
FX (cm)	13 9.00	13 9.00	13 9.80	13 9.80	13 9.00	13 9.00
X1 (cm)	-4.50	-4.50	-4.50	-4.50	-4.50	-4.50
X2 (cm)	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50	4.50
X (cm)	0.20	0.20	0.20	0.20	3.70	-3.30
Y (cm)	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70	-0.70
Z (cm)	-9.50	-9.50	-9.50	-9.50	-9.50	-9.50
TPRP (cm)	(0.17, -149.50, 7.82)	(0.17, -149.50, 7.82)	(0.17, -149.50, 7.82)	(0.17, -149.50, 7.82)	(0.17, -149.50, 7.82)	(0.17, -149.50, 7.82)
Table Top Lateral (cm)	-0.20	-0.20	-0.20	-0.20	-3.70	3.30
Table Top Longitudinal (cm	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70
Table Top Vertical (cm)	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
SSD (cm)	91.13	89.61	82.76	82.74	89.24	89.65
Depth (cm)	8.87	10.39	17.24	17.26	10.76	10.45
Gantry (degrees)	0.0	180.0	90.0	270.0	155.0	205.0
Gantry Arc Direction	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Collimator (degrees)	0.0	0.0	0.0	0.0	348.0	12.0
Couch (degrees)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MLC Type						
Inhomogeneity	2D	2D	2D	2D	2D	2D
Bolus	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Wedge ID	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Wedge Label	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Wedge Angle (degrees)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Wedge Orientation	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Wedge Type	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
SWTD (cm)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
# of Blocks	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Total BLK.Tray Factor	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Block Tray ID	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
SBTD (cm)	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Applicator Label	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Applicator ID	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Applicator Type	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Number of Fractions	1	1	1	1	1	1
MU or min / Fraction	69.826	69.826	69.826	69.826	15.362	15.362
Dose Spec. Point	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Patient: Silaenkov V.P.
ID: 11.05.11-2
Case: 1
Plan: 6 fields Dose Calculated: YES
Not Approved
Orientation: HFS

Oncentra MasterPlan 3.3 Service Pack 3 12 May 2011 12:39:00
Case not saved at time of printing
Case last saved 12 May 2011 12:25:33 by planner
Plan Data - 100%=2.22 Gy Maximum of External

2Гр по 90% и/д

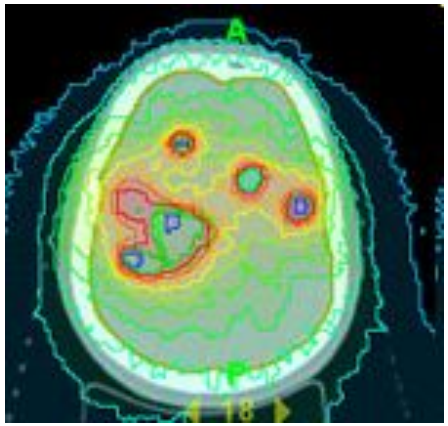
Для полей № 1-4:

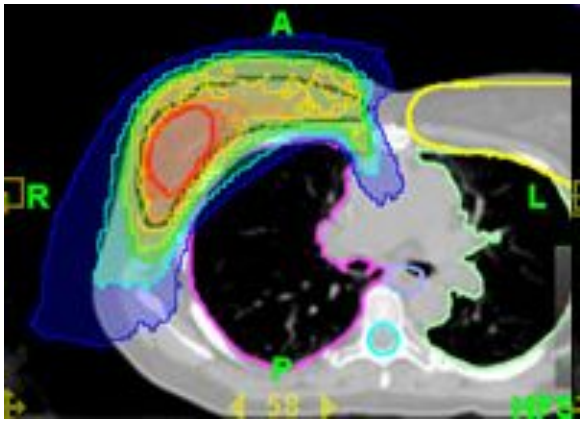
1). На метке: РиПу = 90,5 см
2). Сдвиг изоцентра каудально 0,7 см
3). Сдвиг изоцентра влево 0,2 см

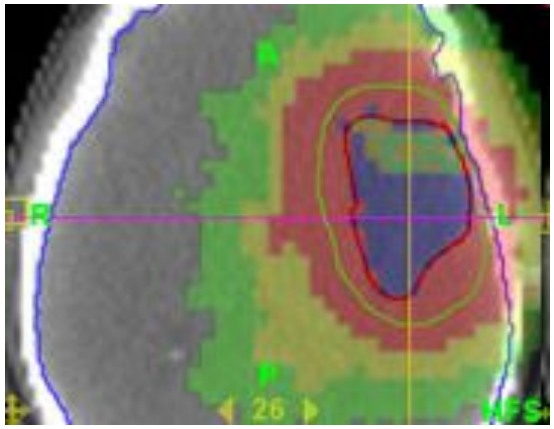
Для полей № 5 и 6:
± 3,5 см

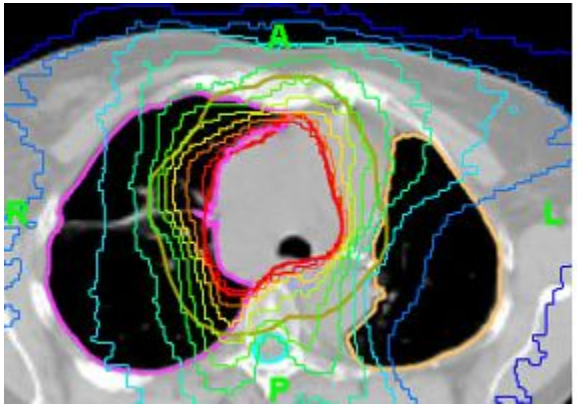
aenkov V.P.
-2
ds Dose Calculated: YES
HFS

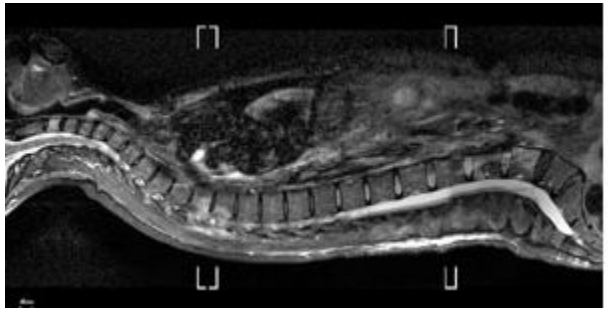
ДЛТ. Конформное облучение.

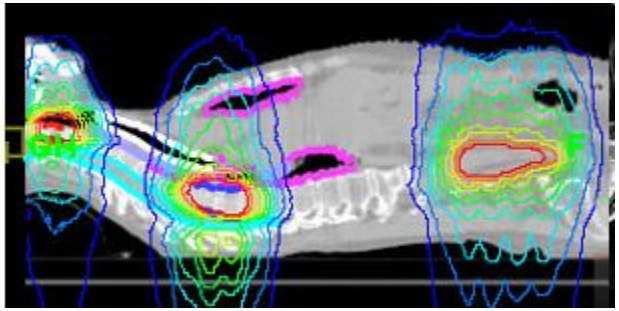


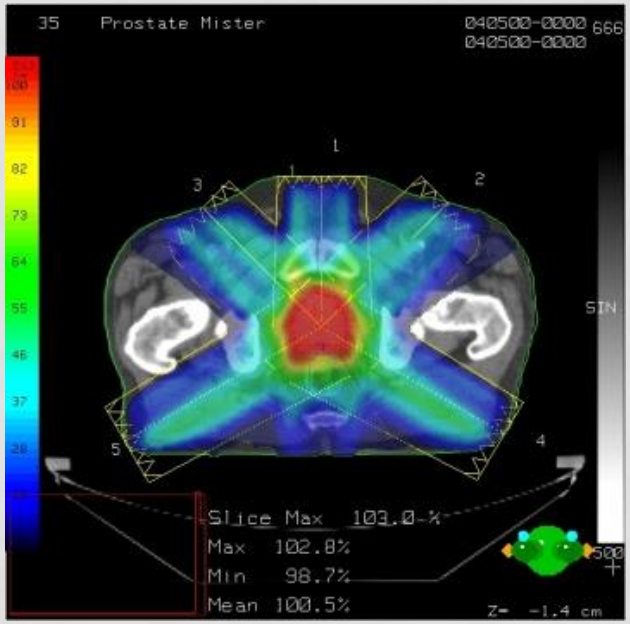




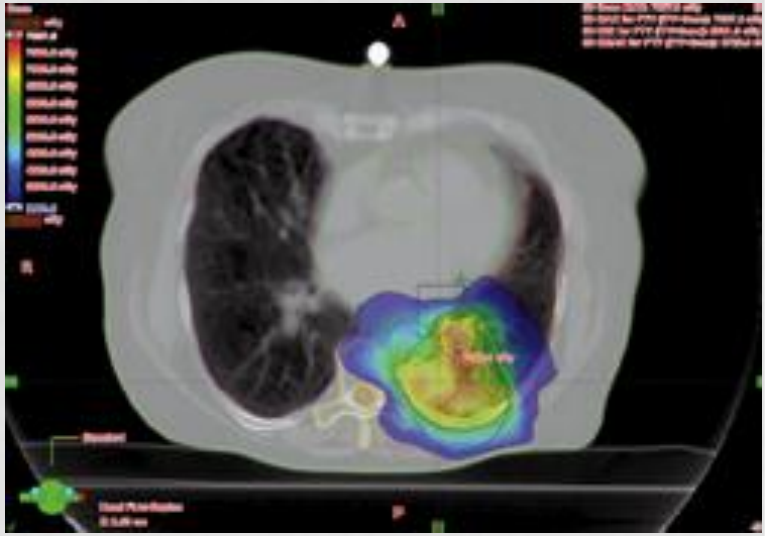






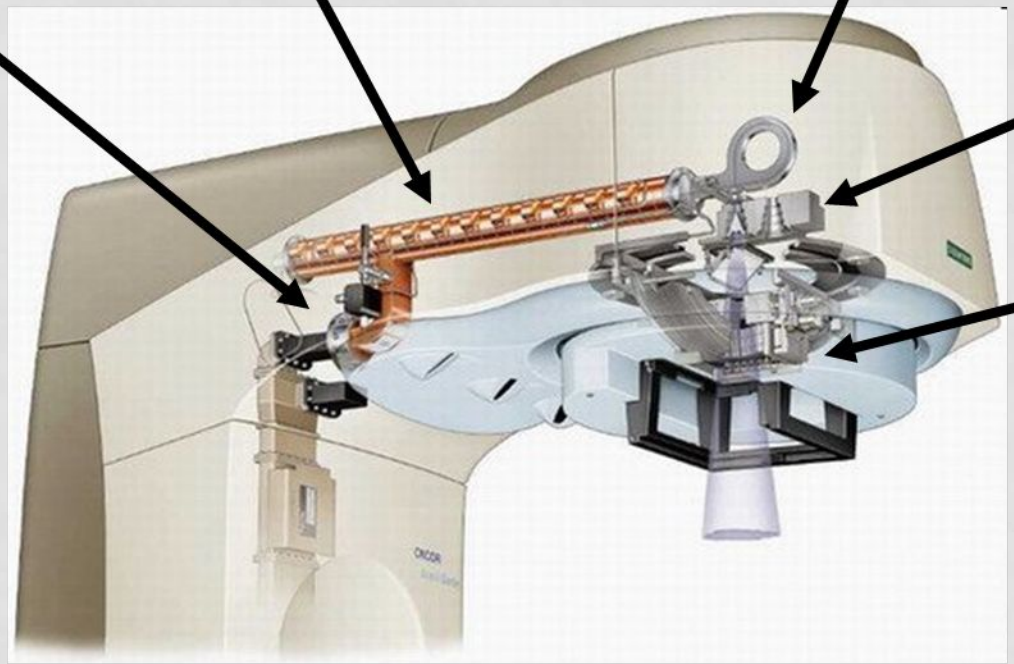


IMRT многольный метод лучевой терапии



Rapidarc (Динамическая арка) метод лучевой терапии

СТРОЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО УСКОРИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОНОВ



В отличии от гамма аппаратов, в головке медицинского ускорителя электронов нет источника ионизирующего излучения

ВИДЫ ЛИНЕЙНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ

Линейные медицинские ускорители.

КОНТАКТНАЯ ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ ЭТО

- **Контактная лучевая терапия** - Контактное воздействие производится при непосредственном приложении источника излучения к ткани опухоли, производится интраоперативно или при поверхностно расположенных новообразованиях.

БРАХИТЕРАПИЯ ЭТО:

- **Брахитерапия** — вид радиотерапии, когда источник излучения (Ra-226, Ir-192, I-125, Cs-137, Co-60) вводится внутрь поражённого органа. Преимущество метода заключается в возможности подведения максимальных доз лучевой терапии непосредственно на опухолевый очаг и в зону интереса при минимизации воздействия на критические органы и смежные ткани.

БРАХИТЕРАПИЯ

На примере лечечния рака предстательной железы рассмотрим контактный метод лучевой терапии (брахитерапия)

Для лечения рака предстательной железы используются различные методы лечения и их комбинации:

- Дистанционная лучевая терапия
- Хирургическое лечение
- Брахитерапия
- Гормональная терапия.

Выбор методики осуществляется на основе оценки анамнестических данных: стадия по TNM, инициальный уровень ПСА, Индекс Глисона, Объем предстательной железы.

БРАХИТЕРАПИЯ

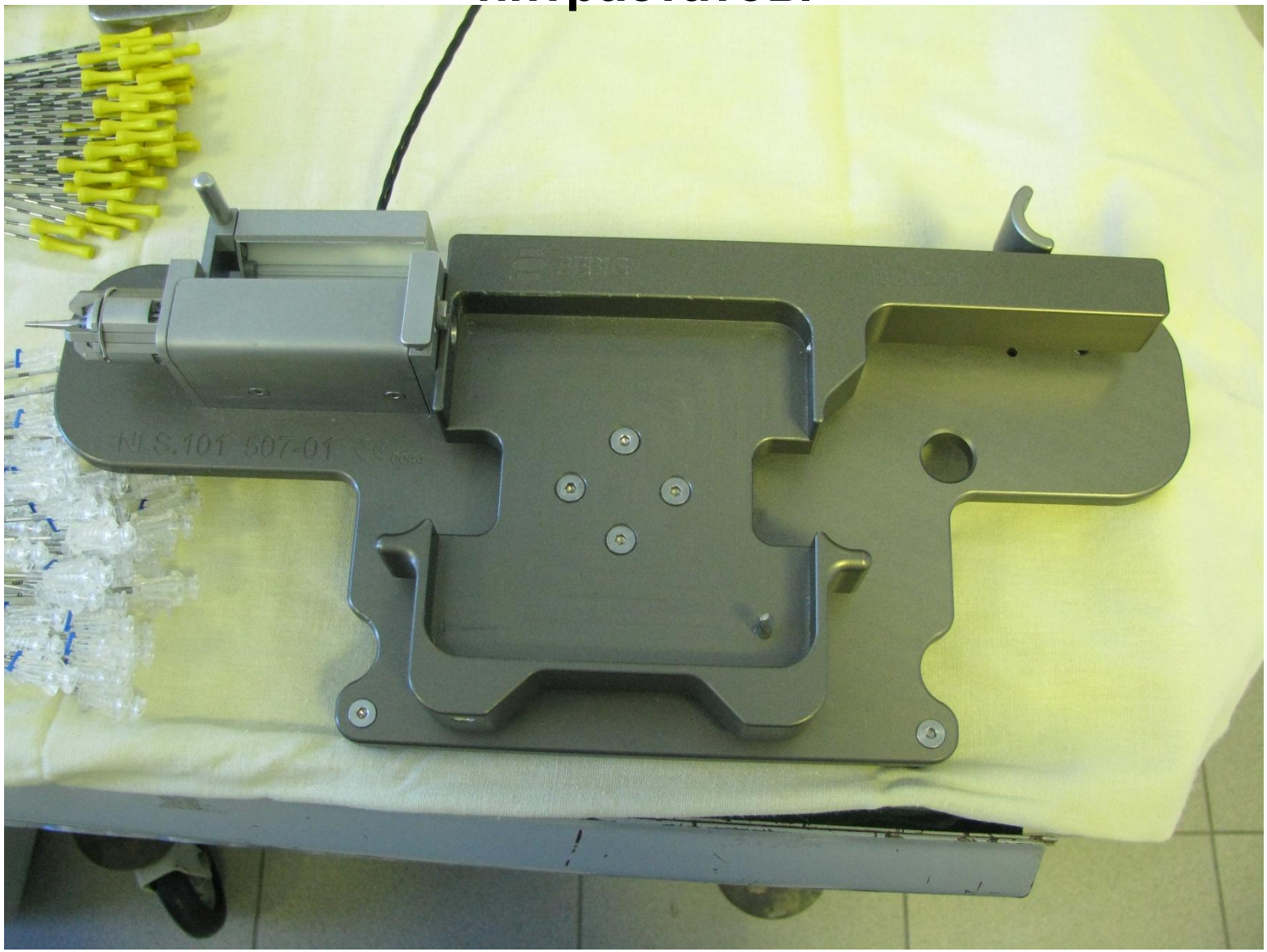
Брахитерапия Предстательной железы.

- (LDR) низкой мощностью дозы
  - Источник I-125 имплантируется в ткани предстательной железы
- (HDR) высокой мощностью дозы
  - Источники Ir-192 находятся в интрастатах и прямого контакта с тканями пациента не имеют.

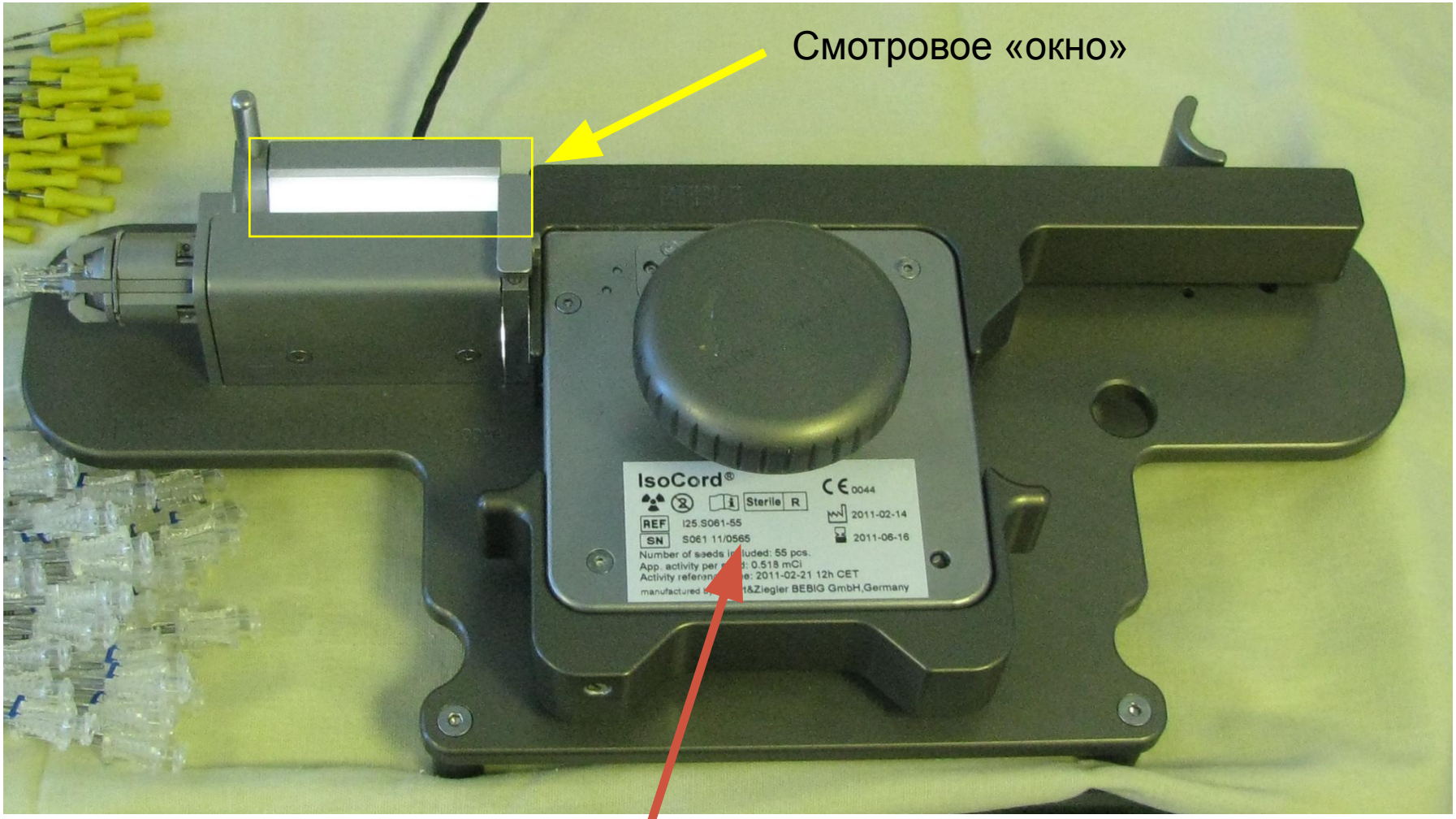
Проведение брахитерапии рака предстательной железы проводят под контролем и планированием ТРУЗИ.

По отношению к другим методам лечения РПЖ, брахитерапия имеет преимущество в виде низкого процента развития импотенции после проведенного лечения.

Брахитерапия I-125 (LDR). Станок для снаряжения интрастатов.



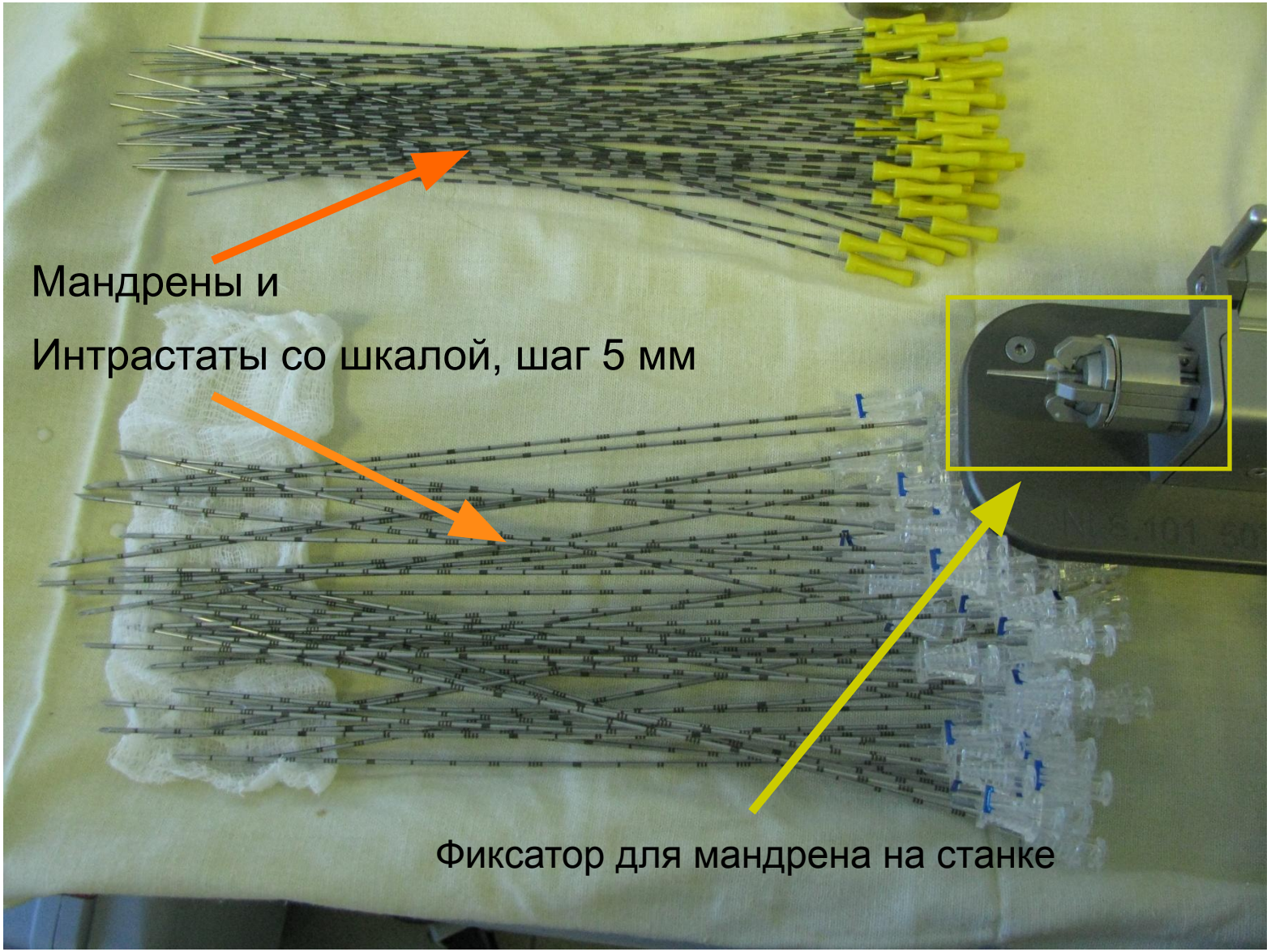
Брахитерапия I-125. Станок для снаряжения интрастатов.



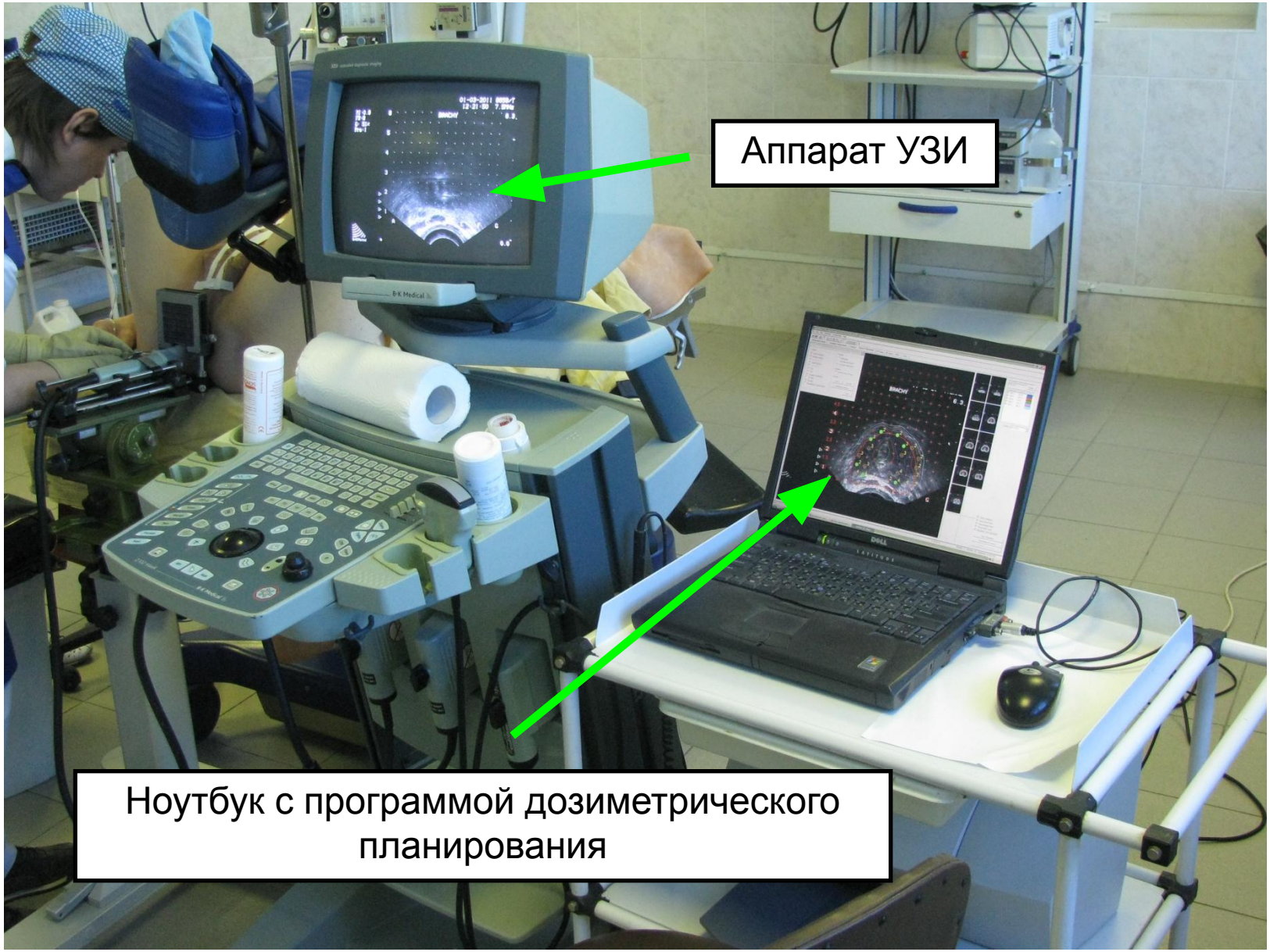
Установлена кассета с микроисточниками I-125

Брахитерапия I-125 (LDR). Станок для снаряжения интрастатов.

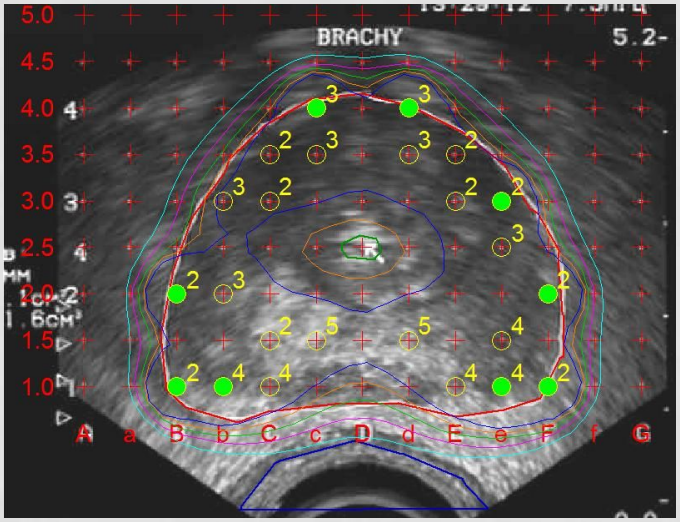
Брахитерапия I-125 (LDR). Станок для снаряжения интраста

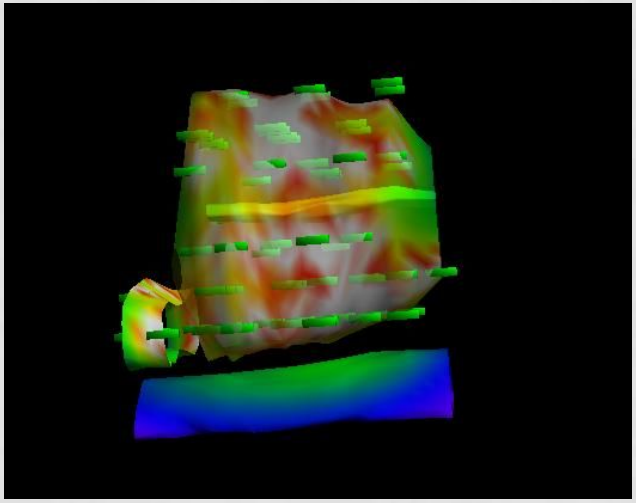


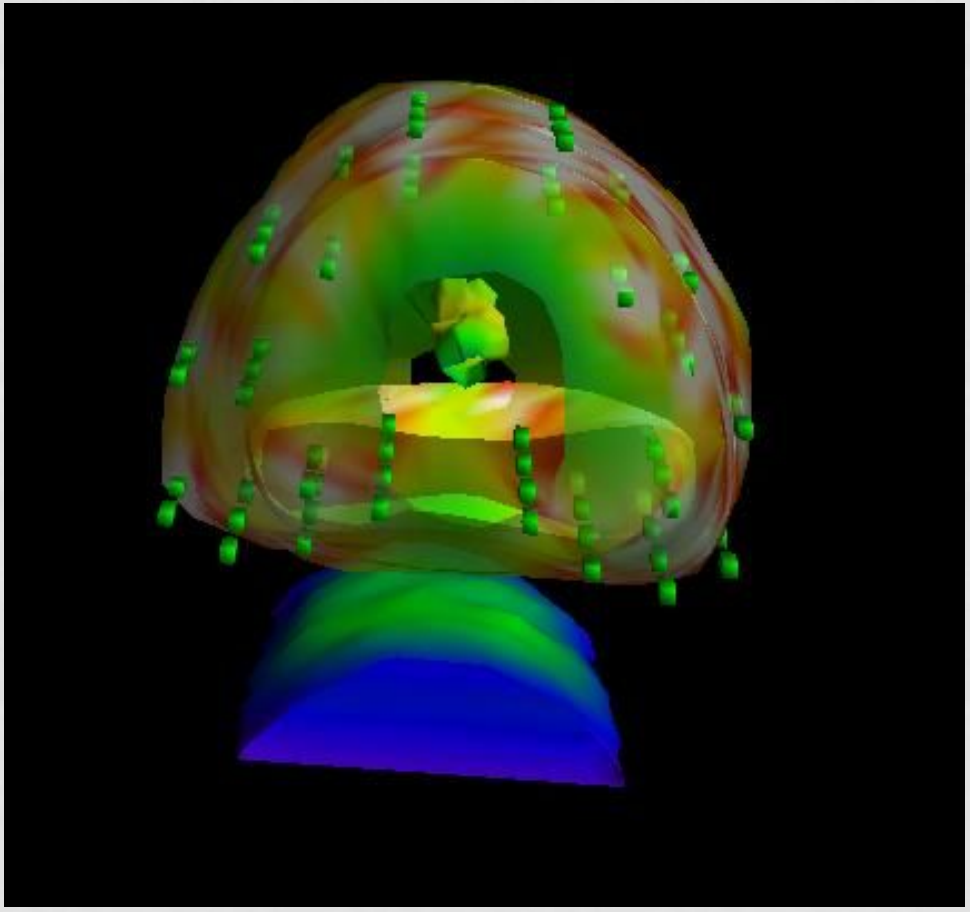
Брахитерапия I-125 (LDR). Планирующая система.



БРАХИТЕРАПИЯ I-125 (LDR). ДОЗИМЕТРИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ.

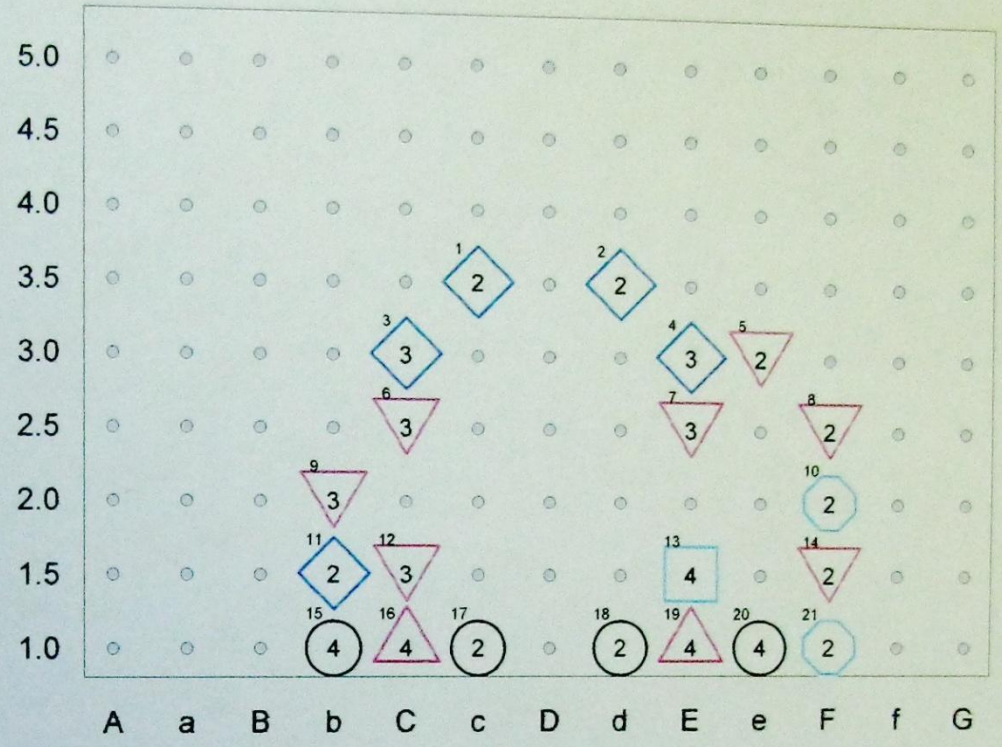






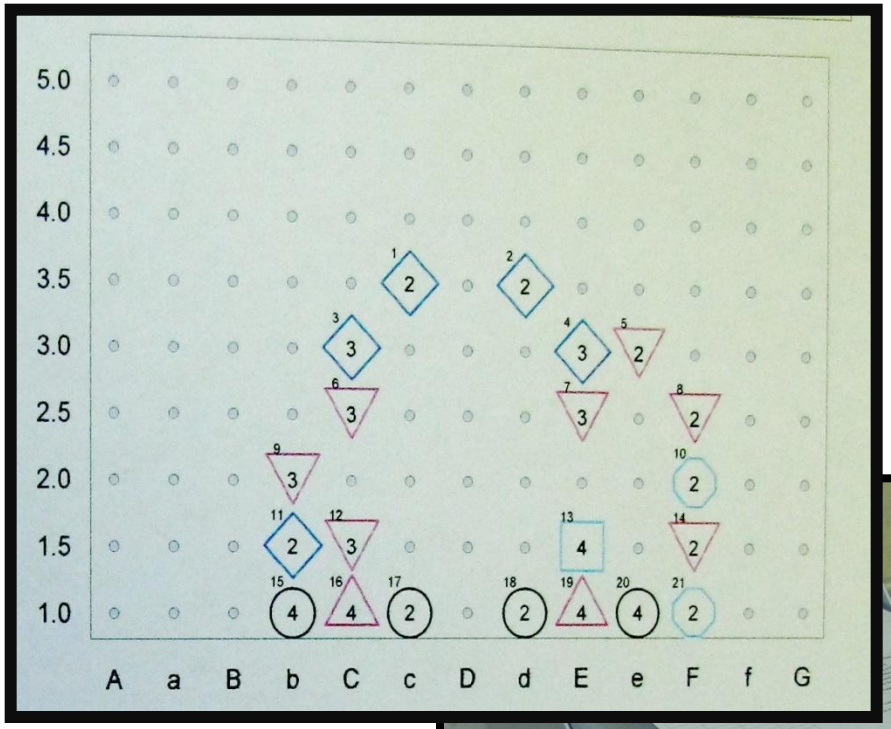
Брахитерапия I-125 (LDR). План лечения.

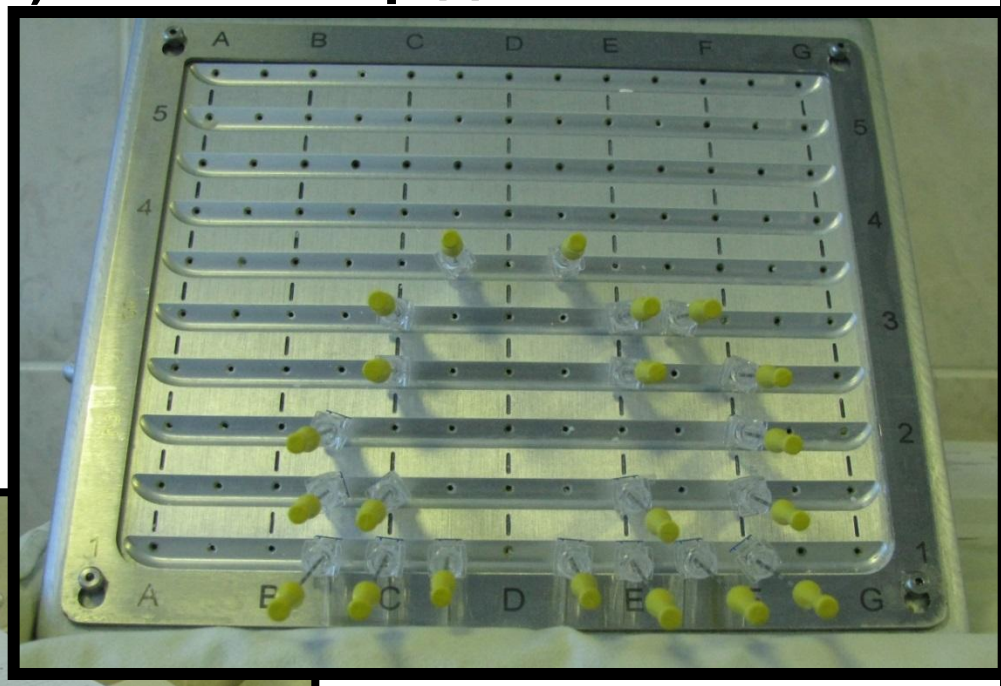
Needle Number	Retraction (cm)	Hole Location	Number Seeds
1	1,50	c3.5	2
2	1,50	d3.5	2
3	1,50	C3.0	3
4	1,50	E3.0	3
5	2,00	e3.0	2
6	2,00	C2.5	3
7	2,00	E2.5	3
8	2,00	F2.5	2
9	2,00	b2.0	3
10	2,50	F2.0	2
11	1,50	b1.5	2
12	2,00	C1.5	3
13	1,00	E1.5	4
14	2,00	F1.5	2
15	0,00	b1.0	4
16	0,50	C1.0	4
17	0,00	c1.0	2
18	0,00	d1.0	2
19	0,50	E1.0	4
20	0,00	e1.0	4
21	2,50	F1.0	2

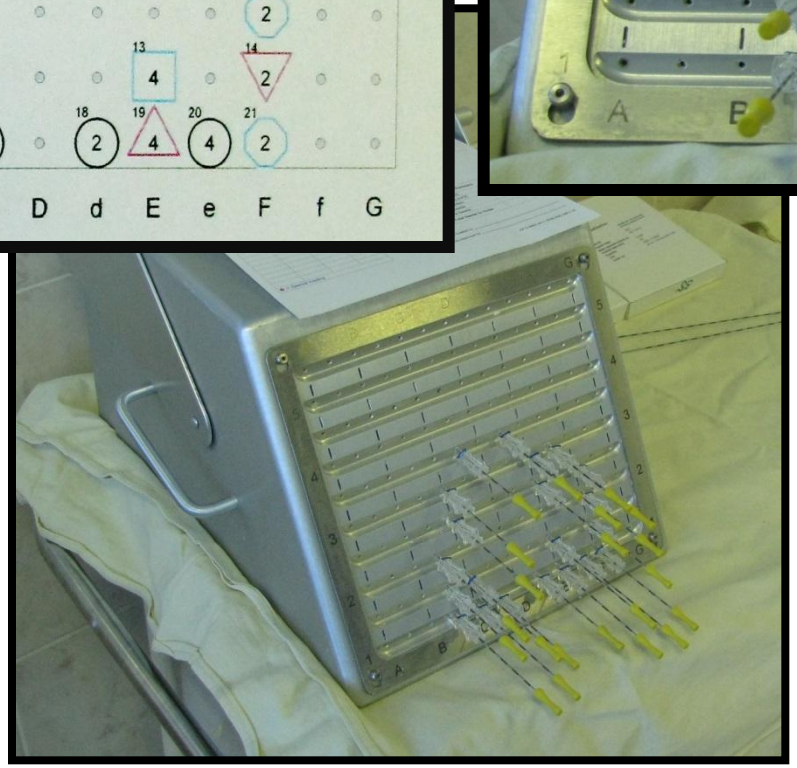


Retraction Legend					
Plane 0	Plane 1	Plane 2	Plane 3	Plane 4	Special
0,00 cm	0,50 cm	1,00 cm	1,50 cm	2,00 cm	Other

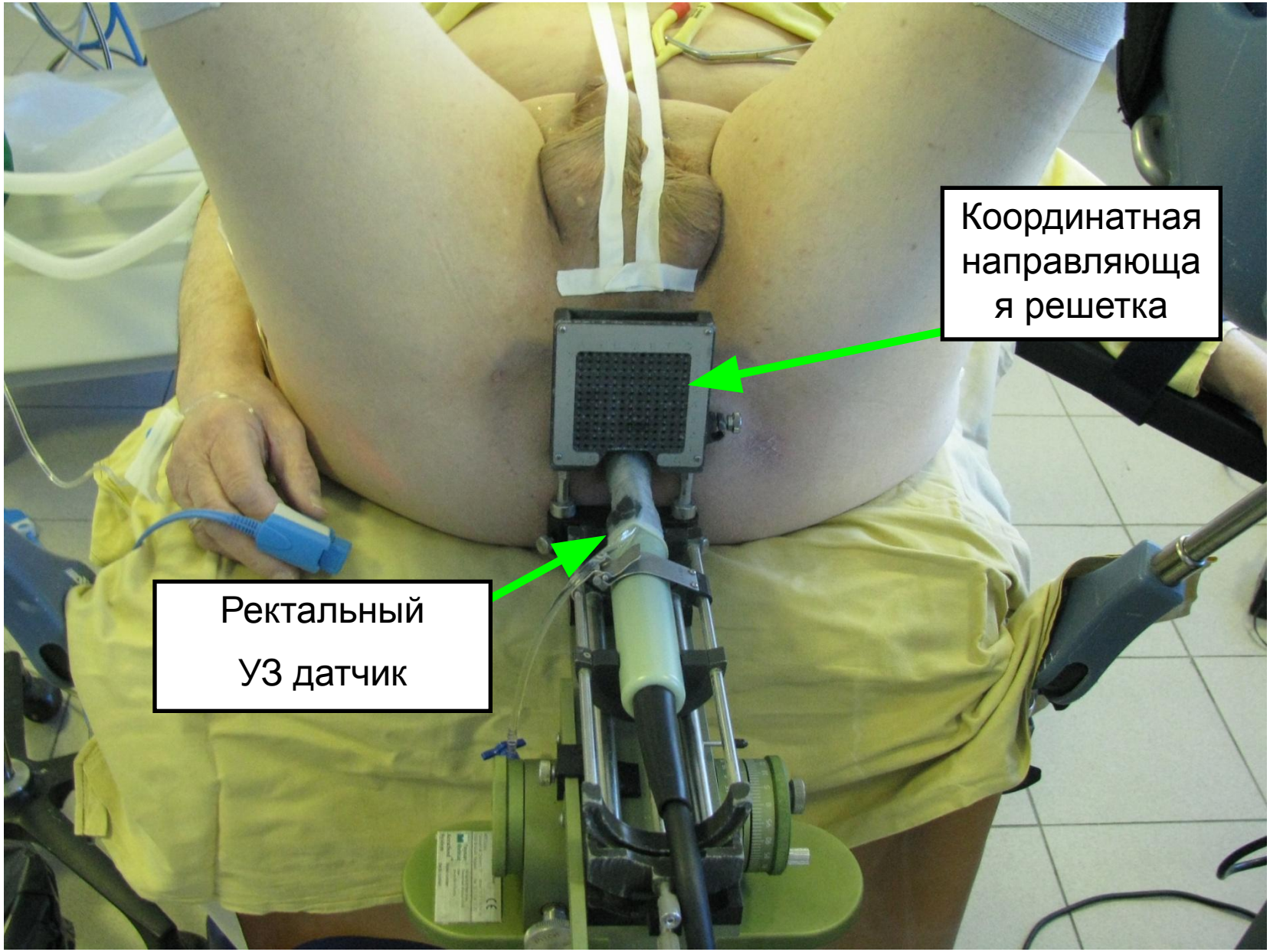
Брахитерапия I-125 (LDR). Контейнер для



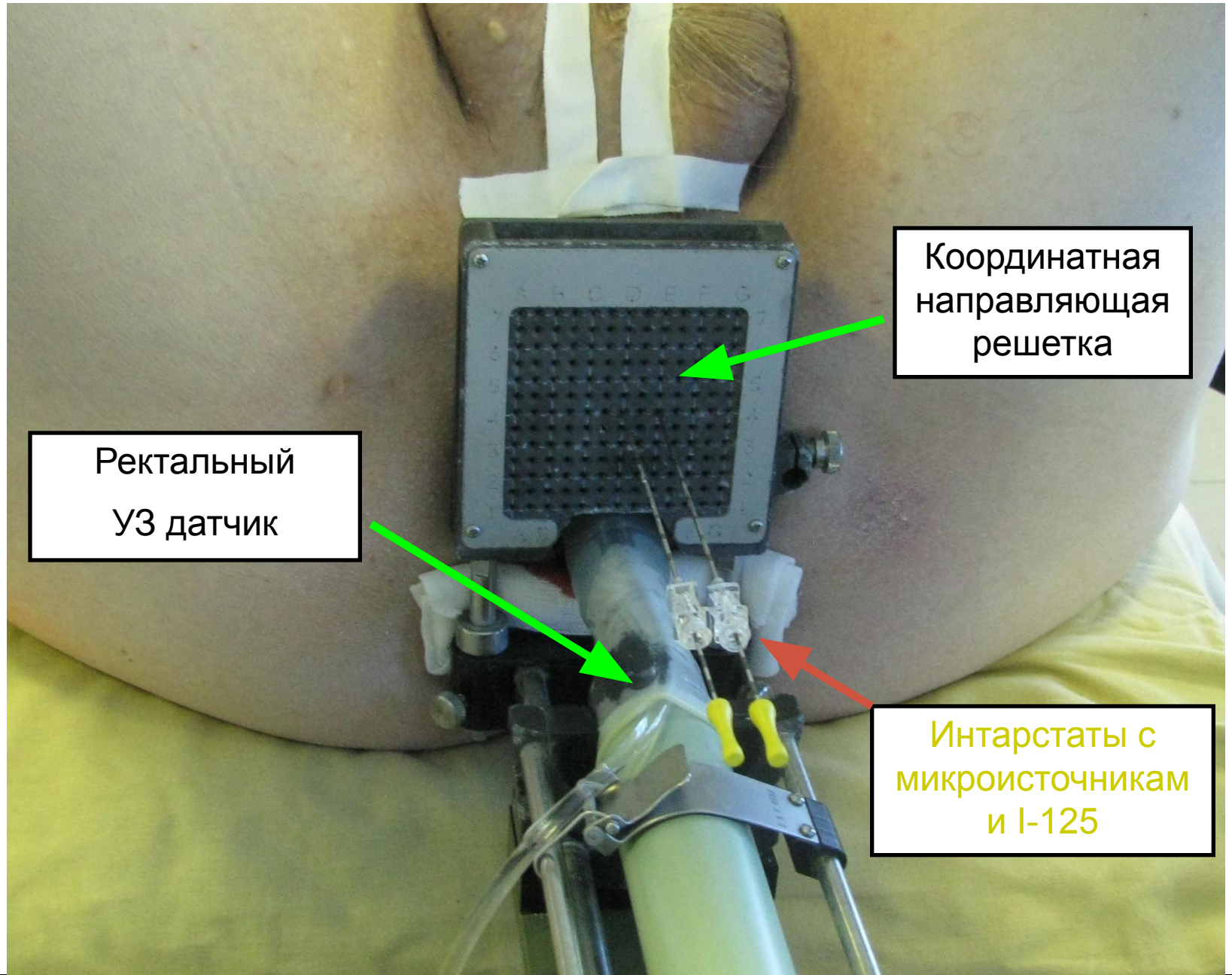




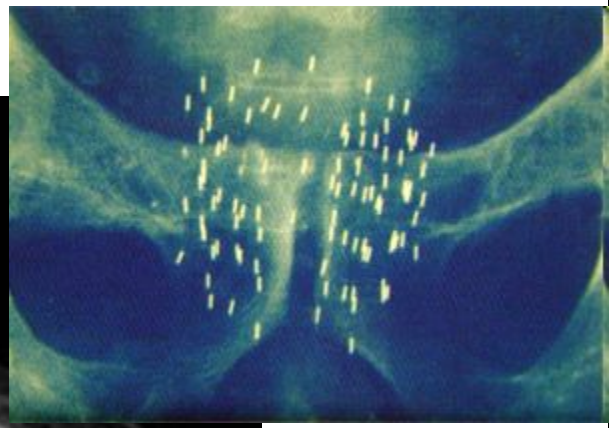
Брахитерапия I-125(LDR). Методика.



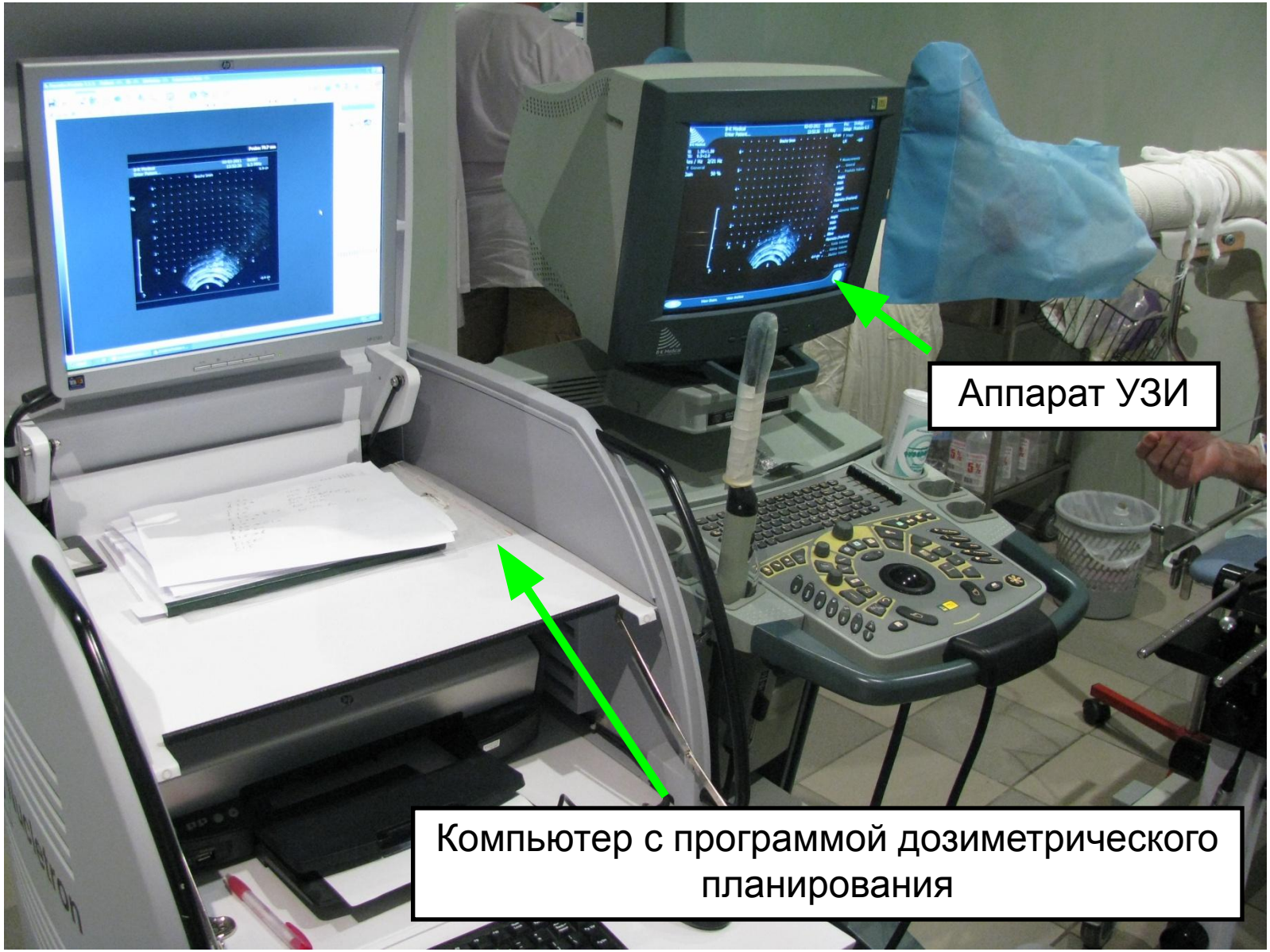
Брахитерапия I-125. Методика.



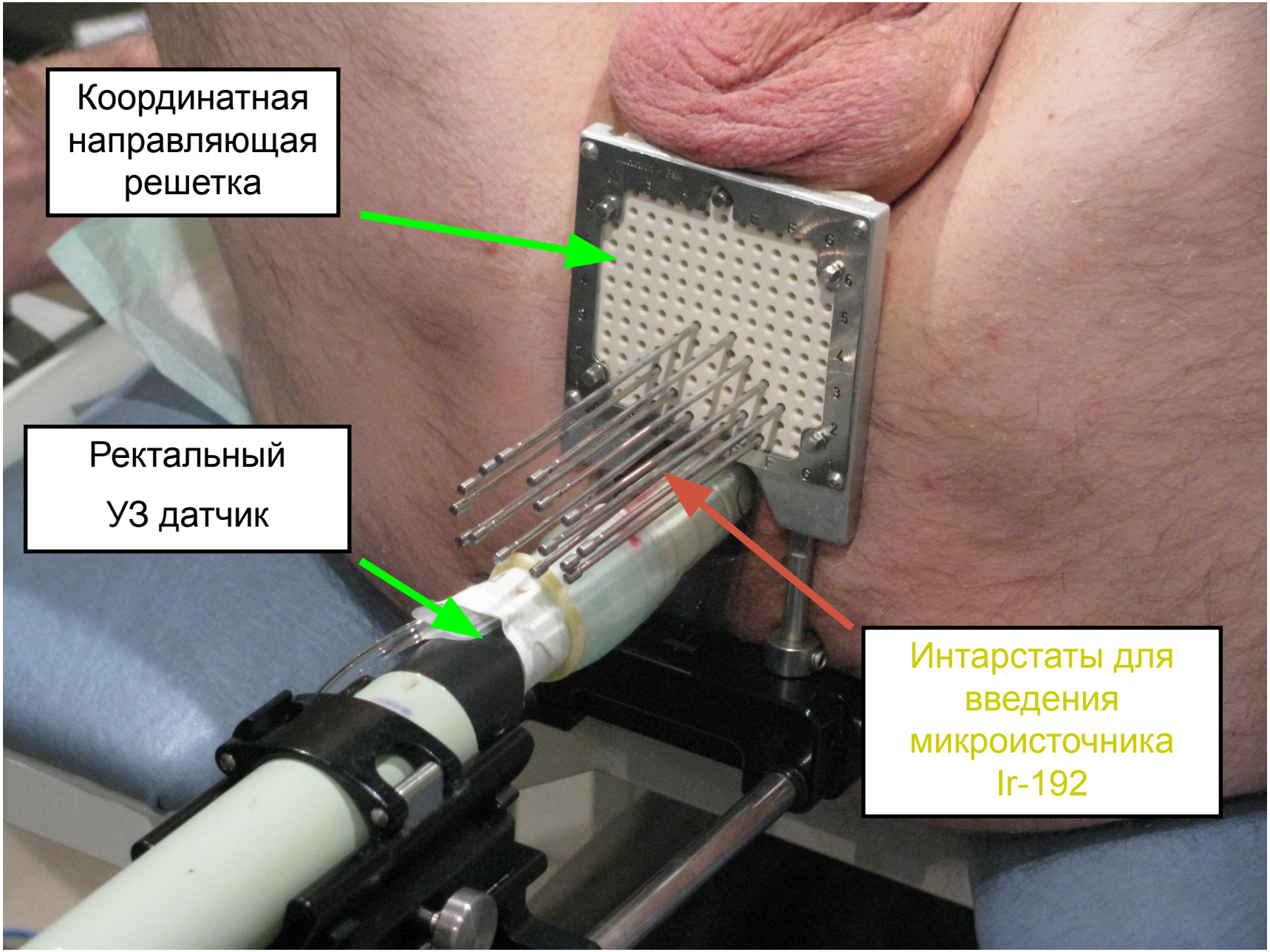
Верификация имплантированных источников



Брахитерапия Ir-192 (HDR). Планирующая система.

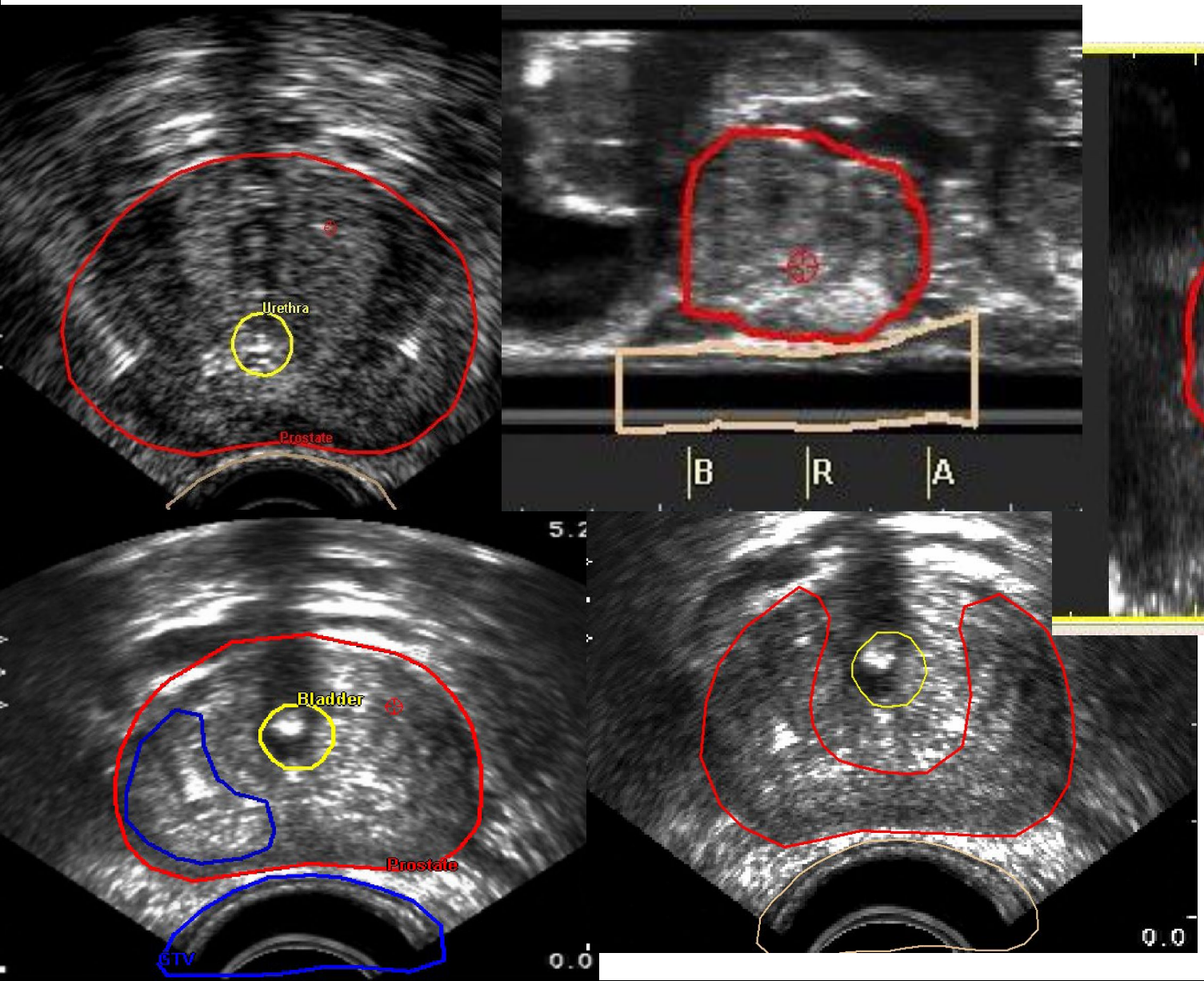


Брахитерапия Ir-192 (HDR). Методика.



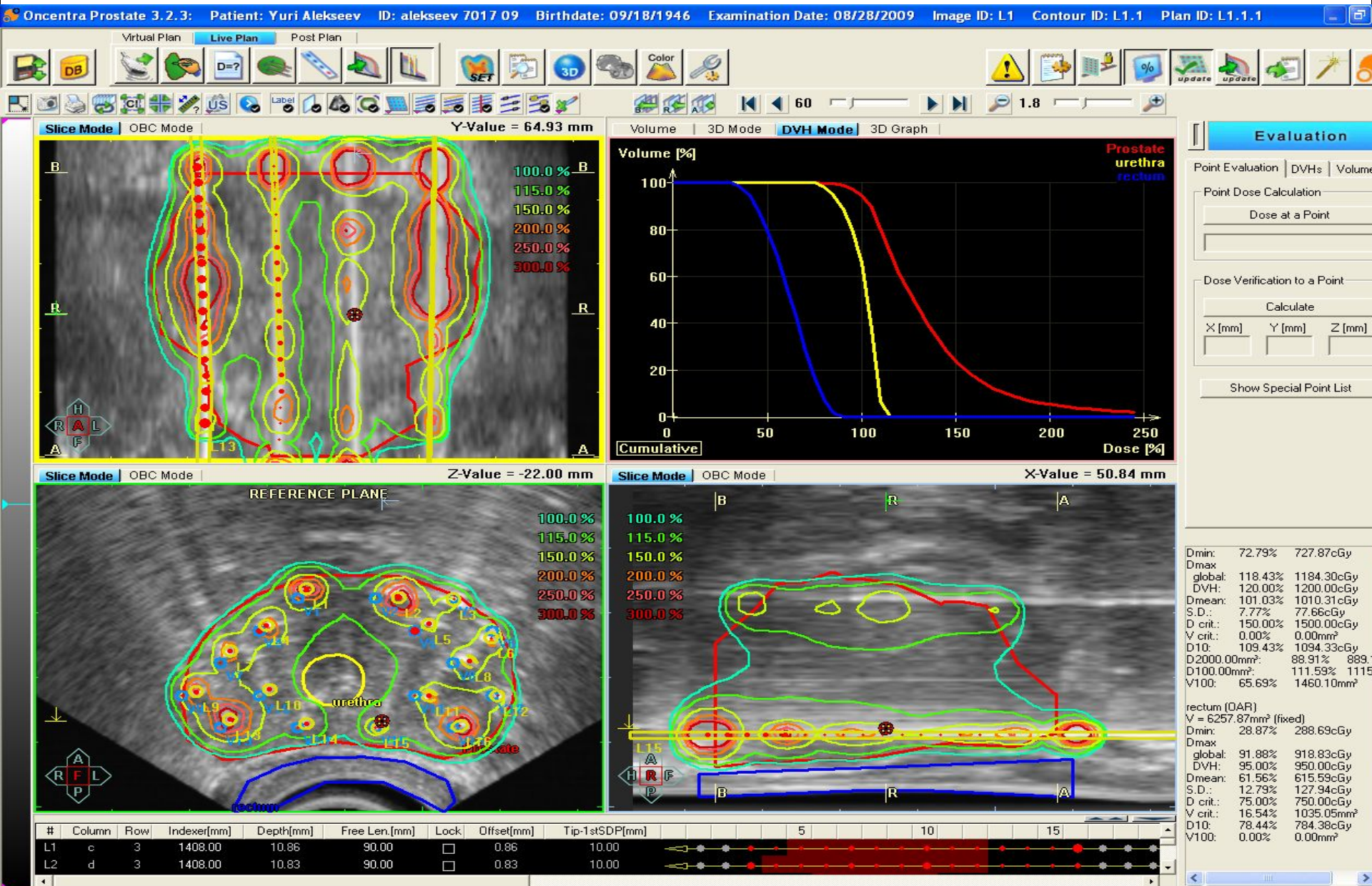
Брахитерапия Ir-192 (HDR). Методика.

Дозиметрическое планирование.

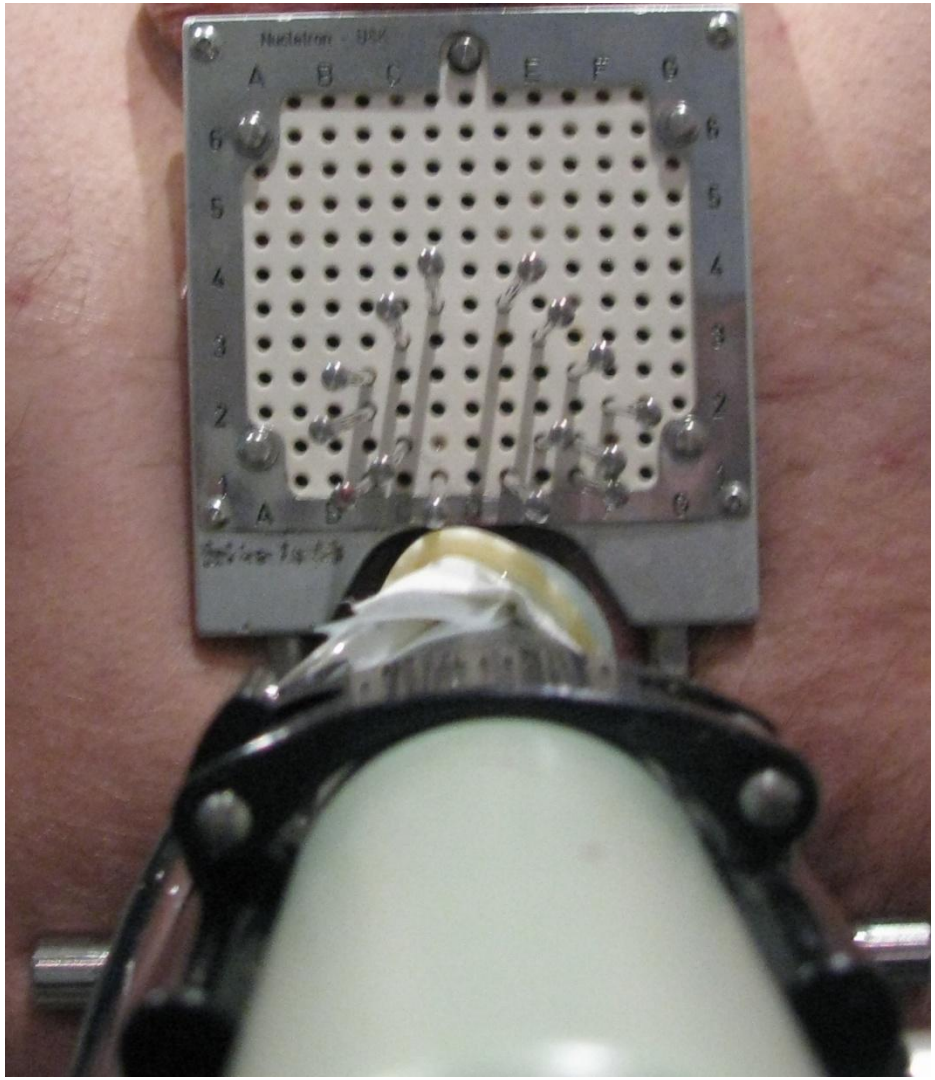


Брахитерапия Ir-192 (HDR). Методика.

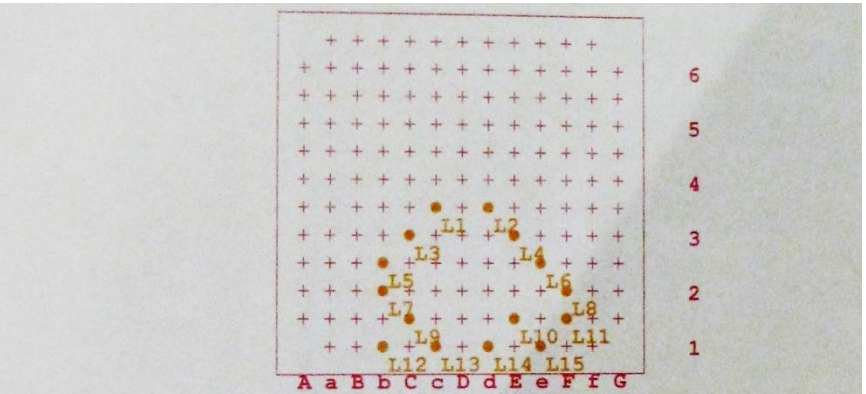
Дозиметрическое планирование.



Брахитерапия Ir-192 (HDR). Методика.



Установленные интрастаты

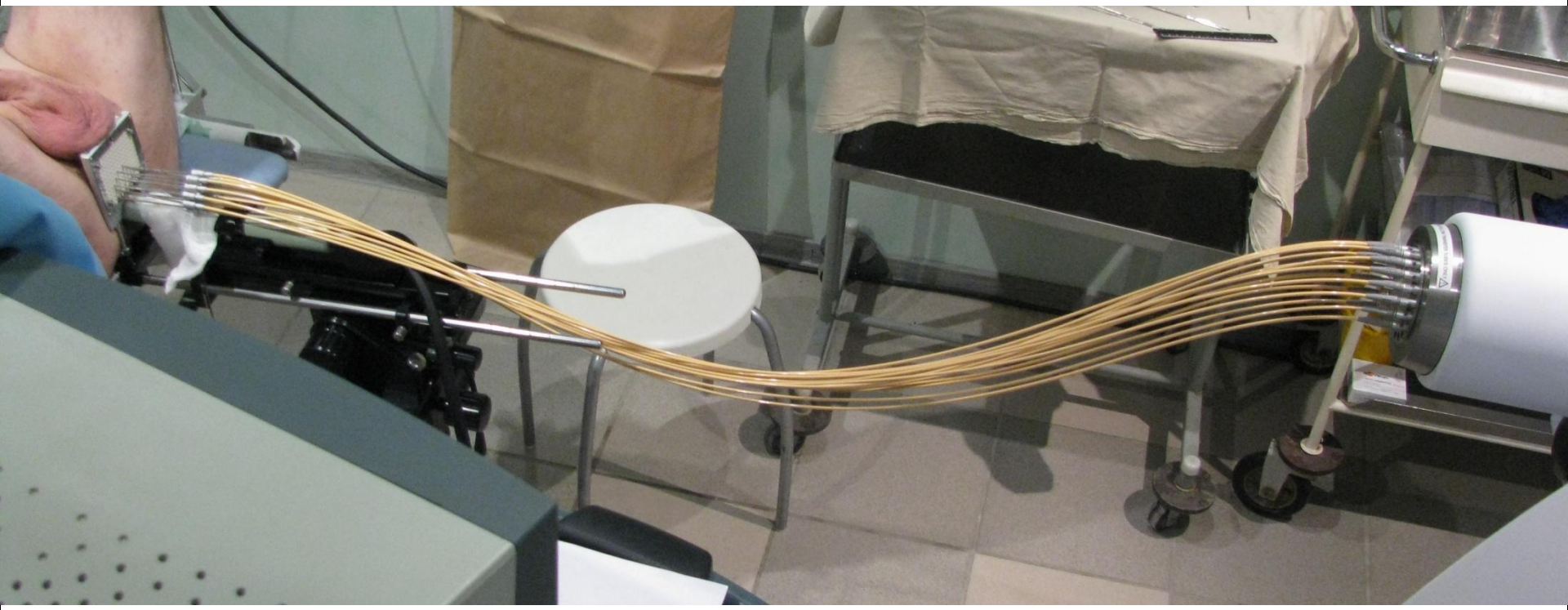


#	Row	Col	Indexer [mm]	Depth [mm]	Free len. [mm]	Offset [mm]	Tip-SDP [mm]
L1	c	3.5	1408.00	17.86	87.00	7.88	10.00
L2	d	3.5	1408.00	17.63	87.00	7.66	10.00
L3	C	3	1408.00	17.89	87.00	7.90	10.00
L4	E	3	1408.00	17.65	87.00	7.69	10.00
L5	b	2.5	1408.00	17.86	87.00	7.87	10.00
L6	e	2.5	1408.00	17.93	87.00	7.93	10.00
L7	b	2	1408.00	17.96	87.00	7.97	10.00
L8	F	2	1408.00	18.00	87.00	8.00	10.00
L9	C	1.5	1408.00	17.91	87.00	7.92	10.00
L10	E	1.5	1408.00	17.91	87.00	7.91	10.00
L11	F	1.5	1408.00	17.99	87.00	7.99	10.00
L12	b	1	1408.00	17.93	87.00	7.94	10.00
L13	c	1	1408.00	17.99	87.00	7.99	10.00
L14	d	1	1408.00	17.98	87.00	7.99	10.00
L15	e	1	1408.00	17.97	87.00	7.98	10.00

План лечения.

Брахитерапия Ir-192 (HDR). Контейнер с источником .

Брахитерапия Ir-192 (HDR). Методика.



Интрастаты подключены к контейнеру с микроисточниками Ir-192. Лучевая терапия проходит за 1 сеанс далее источники возвращаются в контейнер.

БРАХИТЕРАПИИ

Планирование и распределение дозы как и при малой так и при высокой мощности дозы проводится непосредственно перед сеансом брахитерапии. «Конформность» при брахитерапии достигается за счет мощности источников и месте их установки.

ПРИМЕР АПЛИКАЦИОННОЙ КОНТАКТНОЙ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ

АПЛИКАЦИОННАЯ ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ

- Этапы подготовки и проведение апликационной ЛТ схожи с этапами брахитерапии, за исключением того что источник находится снаружи тела в специализированном апликаторе. Чаще всего в виде источника используется 192-Ir

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ.

- Уменьшение размеров опухоли по данным УЗИ, R-графии, КТ, МРТ, ПЭТ.
- Снижение уровня специфических онкомаркеров в крови.
- Положительные изменения в формуле крови.
- Купирование симптомов при паллиативной ЛТ

ЛУЧЕВЫЕ РЕАКЦИИ И ПОВРЕЖДЕНИЯ

- **Лучевые** реакции и повреждения – патологические изменения, возникающие в результате воздействия ионизирующей радиации при проведении **лучевой** терапии в ходе лечения онкологических заболеваний.

- Возникают эти реакции как правило через 2 иногда 3 недели после начала проведения ЛТ.

ОСТРЫЕ РАДИАЦИОННЫЙ ПОВРЕЖДЕНИЯ. ШКАЛА RTOG

Орган	Повреждения 1-2 степени	Повреждения 4 степени
Кожные покровы	Гиперемия, влажный эпидермит	Язвы, кровотечение, некроз
Слизистые оболочки	Островковый мукозит, умеренная боль	Язвы, кровотечение, некроз
Глотка и пищевод	Охриплость, кашель, болезненность при глотании, эзофагит	Полная обструкция, перфорация, свищ
Легкие	Сухой или постоянный кашель, одышка при min нагрузке	Тяжелая дыхательная недостаточность,
Мочеполовая система	Учащенное мочеиспускание, дизурия, задержка мочи болезненность при мочеиспускании	Гематурия, общая обструкция, изъязвления, некроз

Спасибо за внимание!