Микросекундная Рентгенология – новый взгляд на рентгенологию

ООО "КУРС-АС1" представляет принципиально новый класс рентгеновского диагностического оборудования экспертного уровня по программе: (http://course-as.ru/dev_rtxa3k30.html)

- "Микросекундная Рентгенология" /"X-Ray MicroSecond"/ -

по прорывным технологиям, разработанным группой экспертов НПП "КУРС-АС1" в области математики, электроники и обработке медицинских изображений.

Базовые компоненты технологии "Микросекундная Рентгенология":

- *Микрофокусные Микросекундные Рентгеновские Излучатели с системой управления и защиты.*
- *Высоковольтные Рентгеновские Генераторы для микросекундных рентгеновских излучателей.*
- *Динамические Матричные Детекторы высокого разрешения (**9 -:- 25)Mpix** при **30/60** кадр/сек. по технологии "Микросекундная Рентгенология" (сейчас менее 2Mpix при30 кадр/сек.).*
- *Система Параллельной Потоковой Обработки и Визуализации Реального Времени медицинских изображений высокого разрешения, полученных от рентгеновских систем "Микросекундная Рентгенология", управление параметрами генерации и излучения по результатам обработки.*

Принципиальные отличия компонентов программы "Микросекундной Рентгенологии" от традиционной, микрофокусной и наносекундной рентгенологии:

1. ***Уменьшение в 20 раз !! рентгеновского излучения и полученной дозы** для любого вида обследований, проведенных по технологии "Микросекундная Рентгенология", по сравнению с полученными дозами в традиционной рентгенологии.*
2. ***Уменьшение мощности рентгеновского генератора до 20 раз !!,** построенного по технологии "Микросекундная Рентгенология", для любого типа создаваемого рентгенологического медицинского и технологического оборудования.*
3. ***Уменьшение размера фокуса рентгеновской трубки** до величины **0.1x0.1mm !!**, предусмотрен вариант реализации **стереоскопической рентгеновской трубки** для рентгеновской стерео визуализации реального времени высокого разрешения.*
4. ***Увеличение разрешения в 3 раза** и более до **100-:-50 микрон** динамических изображений высокого разрешения в **9, 12, 20 и 25 Mpix** при **30/60 кадр/сек**.*
5. ***Увеличение разрешения компьютерного томографа до 100-:-50 микрон** при фокусе рентгеновской трубки в пределах от **0.15x0.15 mm** до **0.1x0.1 mm**.*
6. ***Потоковая Конвейерная Обработка Реального Времени (**более **540MB/s),** для уменьшения рентгеновских шумов динамических изображений, базирующаяся на **собственном инструментарии параллельных вычислений реального времени**, при увеличении разрешающей способности и четкости получаемых изображений.*
7. ***Мультимодальность** - совмещение в одном устройстве высокого разрешения рентгеновского диагностического аппарата и компьютерного томографа.*
8. ***Уменьшение в 1.5-2.0 раза "Совокупной Стоимости Владения"** рентгеновскими системами при значительном росте диагностических возможностей.*
9. *Применимость технологии "Микросекундная Рентгенология" для построения систем неразрушающего контроля и рентгеновских систем безопасности.*

Главный архитектор проекта *Авшаров Евгений Михайлович.*
Москва. Декабрь 2016 года. Email: ejen@course-as.com

Приложение

В приложении к информационному листу по проекту “Микросекундная Рентгенология”, разработанному ООО “КУРС-АС1”, представлены материалы, подтверждающие ***значительное уменьшение рентгеновской дозы*** при использовании ***наноимпульсных излучателей*** для получения медицинских изображений:

1. Страница 77 из статьи “Импульсные рентгеновские аппараты с индуктивным накопителем энергии”,II Всероссийская научно-практическая конференция производителей рентгеновской техники, 2015г. Санкт-Петербург, Университет «ЛЭТИ», Кузнецов В. Л., Корженевский С. Р., и др.:
   - дозиметрия *импульсного наносекундного рентгеновского аппарата Ясень-01* с плоскопанельным детектором Carestream DRX-1 – **снижение дозы в 21-27 раз!**

2. Страницы 18-19 автореферата кандидатской диссертации Корженевского С. Р. - “ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ НАНОСЕКУНДНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ ИНТРОСКОПИИ И СЕЛЕКТИВНОГО РАЗРУШЕНИЯ ТВЕРДЫХ ТЕЛ МИКРОННЫХ РАЗМЕРОВ”, Институт электрофизики УрО РАН, Екатеринбург, 2008г.:
   показаны *наносекундные рентгеновские аппараты АРДП-01 и «Ясень-01»* (стр.18) и приведено сравнение доз облучения пациентов при рентгеновской диагностике (рис.10) – **снижение дозы в 20 и более раз!**

3. Страница 25, презентация проекта “Микросекундная Рентгенология”, где отображен DQE (коэффициент преобразования рентгеновских детекторов) при переходе на низко-дозовый мульти-импульсный наносекундный режим излучения по проекту “Микросекундная Рентгенология”, в сравнении с современным состоянием рентгеновской медицинской аппаратурой.

4. Страница 14 презентации проекта “Микросекундная Рентгенология”, где показаны проблемы современной медицинской диагностической рентгенологии трех типов аппаратов – стандартной, микрофокусной и наносекундной диагностики и выход в микросекундную диагностику, согласно проекту “Микросекундная Рентгенология”.

Применение рентгеновских источников постоянного тока не позволяет использовать эффект послесвечения, поскольку длительность генерации постоянного рентгеновского излучения составляет от сотен миллисекунд до десятков секунд, что на несколько порядков превышает длительность послесвечения люминофора.

Однако, генерация излучения с помощью рентгеновской трубки с холодным взрывоэмиссионным катодом в виде серии импульсов наносекундной длительности [4, 5] с частотой следования порядка нескольких килогерц, позволяет использовать эффект послесвечения и в разы снизить дозу, необходимую для получения качественного снимка (рис. 7).

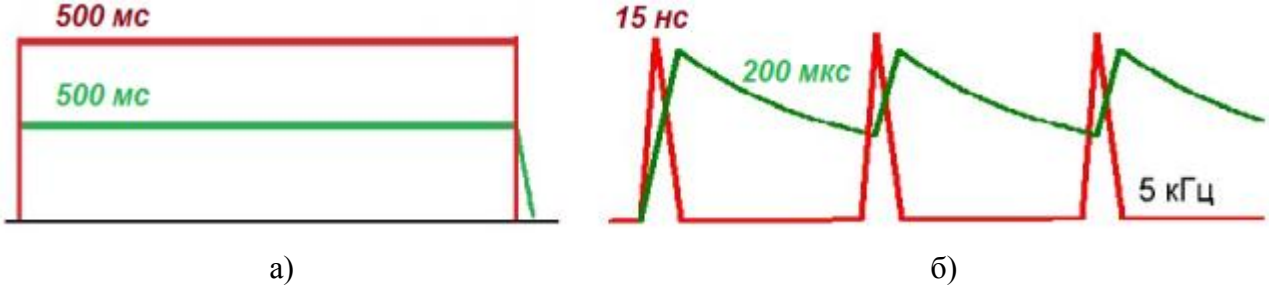

Рис. 7. Характер генерации рентгеновского излучения и свечения люминофора, красное – рентгеновское излучение, зеленое – свечение люминофора. а) аппарат постоянного тока с термоэмиссионной рентгеновской трубкой, б) импульсный частотный наносекундный аппарат со взрывоэмиссионной рентгеновской трубкой.

В таблице 1 приведены результаты сравнительных испытаний импульсного рентгенодиагностического комплекса в составе импульсного наносекундного рентгеновского палатного аппарата Ясень-01 и плоскопанельного детектора Carestream DRX-1 с серийно выпускаемыми рентгенодиагностическими комплексами на базе рентгеновских аппаратов постоянного тока. В качестве таковых рассмотрены мобильный рентгенодиагностический аппарат Definium AMX 700 с плоскопанельным детектором производства General Electric и стационарный рентгенодиагностический комплекс Evolution HV производства STEPHANIX с плоскопанельным детектором Canon CXDI-40EC. Испытания проведены в ФГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт фтизиопульмонологии» Министерства здравоохранения РФ.

Таблица 1.

Название аппарата	Область исследования	Эквивалентная доза, мЗв	Относительная доза
Ясень-01	Легкие (передняя проекция)	0,027	1
Definium AMX 700	Легкие (передняя проекция)	0,569	21,1
Evolution HV	Легкие (передняя проекция)	0,721	26,7

Таким образом, импульсные рентгеновские аппараты с индуктивным накопителем энергии и полупроводниковым прерывателем тока приближаются по своим потребительским качествам к аппаратам постоянного тока, позволяя регулировать напряжение включения рентгеновской трубки, а выходная мощность регулируется изменением частоты следования импульсов. При этом импульсные аппараты остаются более легкими и компактными, что облегчает работу оператора с генератором.

дозовой нагрузки на пациента в несколько раз за счет большой длительности послесвечения усиливающего экрана, многократно превышающей длительность импульса излучения, рис. 8.

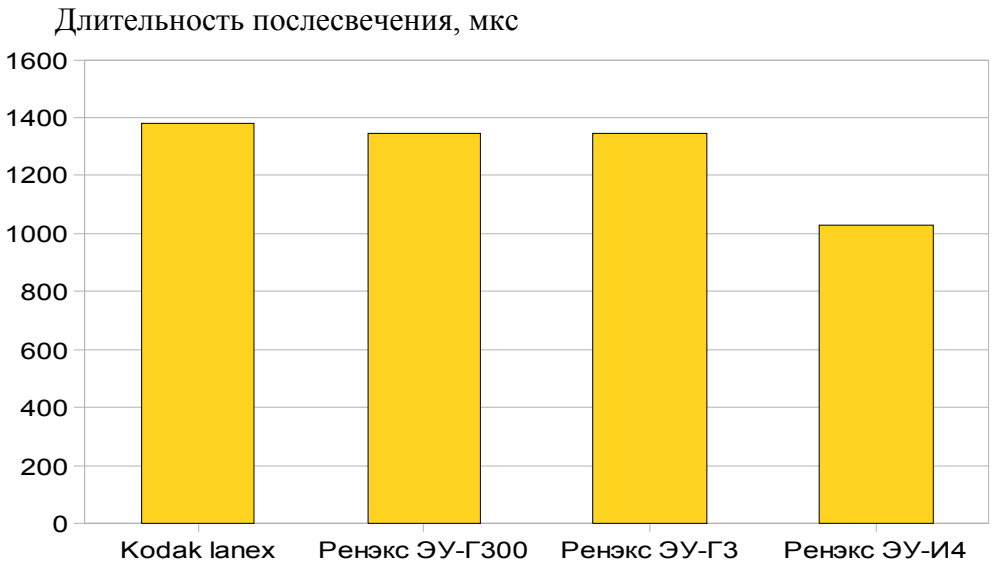

Рис. 8. Длительность послесвечения усиливающих экранов по уровню 0,1

Во втором разделе рассмотрена конструкция и принцип работы импульсного палатного аппарата «АРДП-01» напряжением 110 кВ, средней мощностью 700 Вт и массой 39 кг, внешний вид которого приведен на рис. 9.

Рис. 9. Внешний вид аппаратов АРДП-01(слева) и «Ясень-01» (справа)

Показано, что многозвенный магнитный генератор импульсов с использованием последнего звена в качестве промежуточного ИНЭ, можно разделить на блоки, выделив в отдельную сборку последнее звено магнитного сжатия с ППТ и ИРТ, и соединить блоки высоковольтным кабелем, который вводится в цепь предпоследнего звена сжатия.

Приведены результаты сравнительных дозиметрических испытаний импульсного аппарата АРДП-01 и диагностического рентгеновского аппарата с трубкой постоянного тока РУМ-20, экспериментально подтвердившие, что использование наносекундных импульсов рентгеновского излучения ведет к уменьшению дозовой нагрузки на пациента в несколько раз, рис. 10.

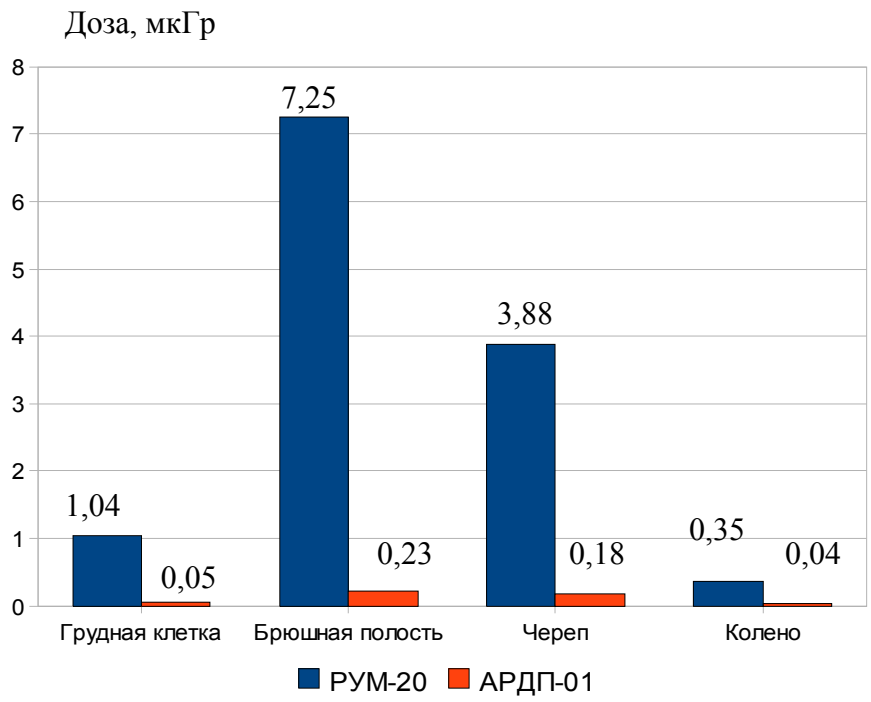

Рис. 10. Сравнение доз облучения пациентов при рентгеновской диагностике на аппаратах РУМ-20 и АРДП-01

В третьем разделе главы представлен импульсный палатный аппарат «Ясень-01» с регулируемым выходным напряжением до 110 кВ и мощностью 1500 Вт. Внешний вид аппарата представлен на рис. 9. Показана возможность введения регулировки выходного напряжения наносекундных ГВИ, созданных по схеме многозвенного магнитного генератора импульсов с использованием последнего звена в качестве промежуточного

DQE рентгеновских детекторов с $Gd_2O_2S:Tb$ в сравнении
Голубым помечена зона “Микросекундной Рентгенологии”

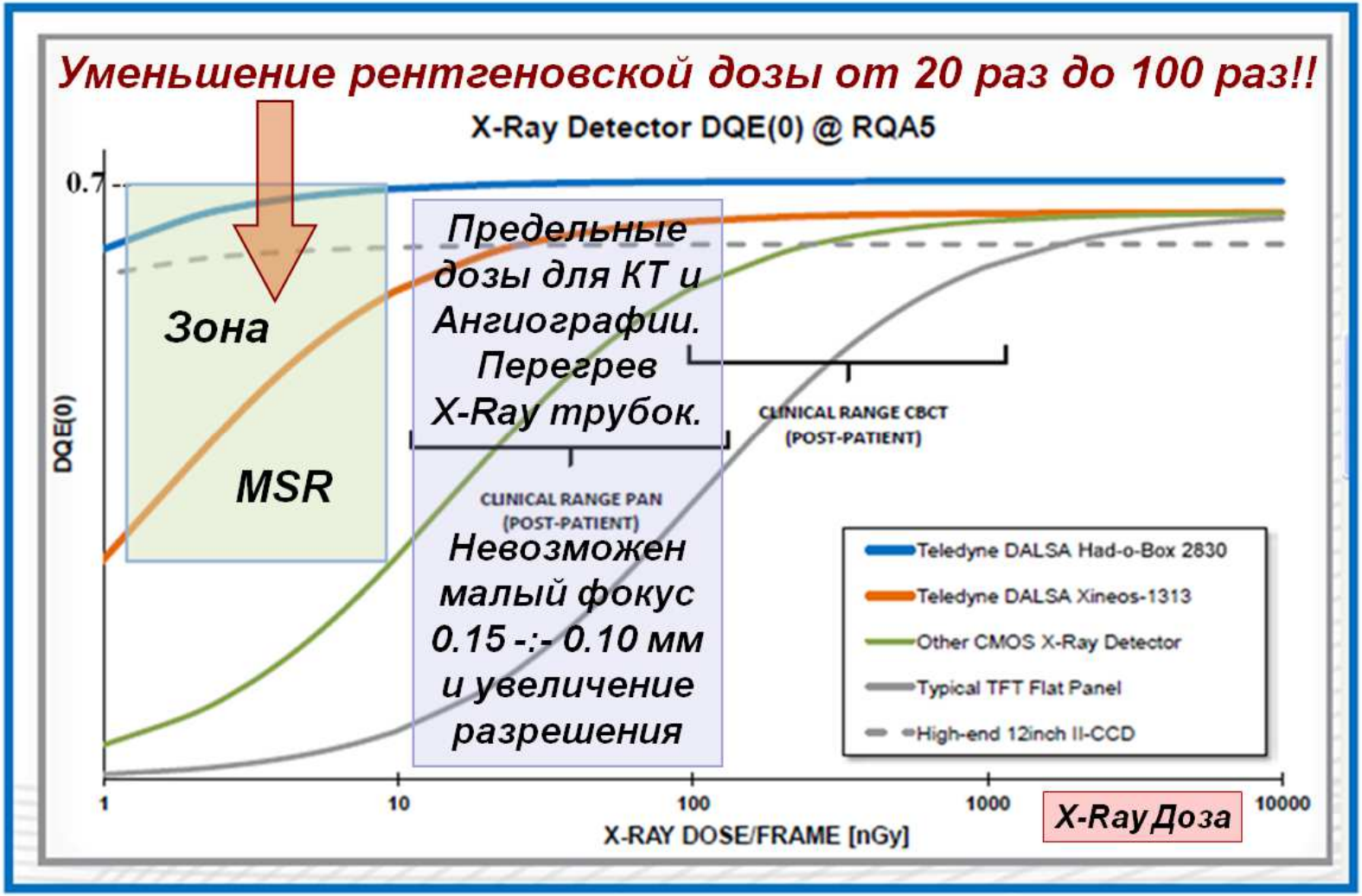

Рис. 17. Намного большие значения *DQE (Detective Quantum Efficiency)* ~>**(65-:-70)%**, особенно при малых рентгеновских дозах в диапазоне (1 -:- 10) nGy

Проблемы X-Ray изображений высокого разрешения

Факторы влияющие на разрешающую способность - Фокус X-Ray трубки, Ток в трубке, Временные параметры

COURSE as1 RESEARCH-AND-PRODUCTION COMPANY

Стандартные X-Ray трубки
Фокус (0.5 x 0.5 -:- 1.2 x 1.2) mm
Ток <= 200-:-500mA при (1-:-10) mS
Разрешение не лучше 250 mkm

Предлагается новый класс - Микросекундные X-Ray Системы:
Фокус не более 0.1x0.1 mm
Ток в импульсе I ~= 500 -:- 400 mA
Время импульса t = 0.1-:-2.0 mkS
Частота импульсов f >= 25 kHz
Разрешение не хуже 50 mkm

Уменьшение X-Ray дозы и мощности генератора в 20 раз!! Увеличение динамического разрешения в 3-4 раза!!

Микрофокусные X-Ray трубки
Фокус 0.1 x 0.1 mm и менее
Ток непрерывный = 0.1 -:- 1.0mA
Разрешение не хуже 50 mkm

Наносекундные X-Ray трубки
Фокус 1.5 x 1.5 mm не менее
Ток ~= 200-250 A при 20 nS
Разрешение не лучше 750 mkm
Уменьшение Дозы в 27-30 раз!!