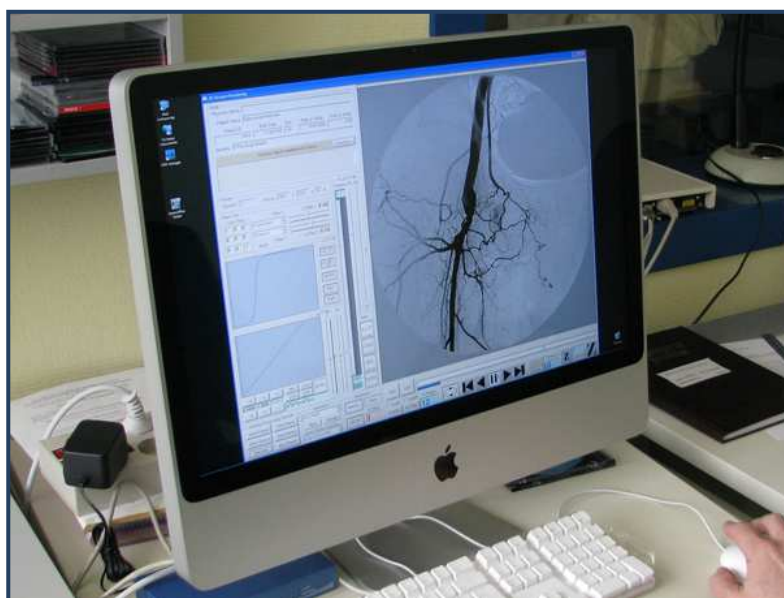


Проект ООО “КУРС-АС1”

*“Микросекундная Рентгенология”
 (“MicroSecond Rentgenology”)*



Февраль 2018г.

Москва, РФ.

Описание проекта

Предмет проекта

Предложения заявителя, изложенные в данной части, должны быть полными и достаточными для проведения научно-технической экспертизы проекта.

При описании проекта заявитель не должен использовать материалы, составляющие государственную тайну.

Наименование проекта

Проект “Микросекундная Рентгенология” (“MicroSecond Rentgenology”).

Заявитель

ООО “КУРС-АС1”, Москва, Российская Федерация.

Цель проекта

Проект “Микросекундная Рентгенология” представляет революционный скачек в диагностической рентгенологии и служит решением задач, как в медицинской диагностической рентгенологии, так и в промышленных рентгенологических системах неразрушающего контроля, и в системах рентгеновского досмотра и безопасности:

1. Снижение более чем на порядок (в 20 раз и более) интегральной рентгеновской дозы излучения, приходящейся на один кадр серийной или одиночной съемки, в любых системах диагностической рентгенологии, построенных по технологии “Микросекундная Рентгенология” – в системах медицинской рентгенодиагностики, в промышленных системах рентгеновского неразрушающего контроля, в промышленных рентгеновских компьютерных томографах и в системах рентгеновского досмотра и безопасности;
2. Увеличение от 3-х до 5-ти раз разрешающей способности цифровых динамических изображений, при уменьшенной в 20 раз и более рентгеновской дозе;
3. Увеличение в 3-ри раза (и выше) разрешающей способности компьютерной томографии в медицине или уменьшение, более чем на порядок, времени сканирования для промышленных компьютерных томографов;
4. Снижение более чем на порядок (в 20 раз и более) мощности рентгеновского генератора при отсутствии фактического нагрева анода рентгеновской трубки в самых тяжелых режимах работы;
5. Уменьшение рентгеновских шумов, с одновременным улучшением четкости динамических и статических изображений сверхвысокого разрешения, для достоверной визуализации реального времени диагностического качества;
6. Уменьшение в 1.5-2.0 раза "Совокупной Стоимости Владения" (ТСО) диагностическими рентгеновскими системами, построенными по этой технологии, при значительном росте их возможностей.

Страница проекта и технологии “Микросекундная Рентгенология” на сайте организации - разработчика: http://www.course-as.ru/dev_rtxa3k30.html

Актуальность проблемы, предлагаемой к решению в рамках проекта
(формулируется проблема, на решение которой нацелен проект).

**Экспертная медицинская оценка проекта ООО “КУРС-АС1”
“Микросекундная Рентгенология”**

Одним из наиболее впечатляющих достижений современной клинической медицины является разработка и внедрение в практику технологии дистанционных малоинвазивных вмешательств, производимых под контролем рентгеновского излучения. Широко известны подтвердившие свою эффективность внутрисердечные и внутрисосудистые методы лечения острого инфаркта миокарда, острого ишемического инсульта головного мозга, органических кровотечений, опухолей, а также ряда других тяжелых заболеваний или их осложнений.

Успех и безопасность этих вмешательств, помимо профессионализма врача и специального инструментария, кардинально зависят от технических характеристик и надежности используемой рентгеновской аппаратуры. Предназначенный для этих целей рентгеновский аппарат обладает довольно сложной конструкцией и должен обеспечивать формирование изображения с высокой степенью разрешения, при минимальной дозе облучения больного и медицинского персонала. Последнее требование особенно важно в связи с тем, что многие из этих вмешательств, требуют длительного времени и сопровождаются серьезной лучевой нагрузкой на больного и персонал, участвующий в операции.

В то же время, сфера применения таких методов в медицине постоянно расширяется, и уже понятна целесообразность их использования в чрезвычайных ситуациях, при тяжелых травмах пострадавших и даже в военно-полевых условиях. В связи с этим возникает потребность в портативных передвижных аппаратах, которые могут быть использованы как в диагностических целях, так и для сопровождения открытых хирургических операций на сосудах, репозиции костных отломков, удаления инородных тел и т.п.

Ключевыми элементами любых аппаратов подобного назначения являются надежная рентгеновская трубка с возможно малым фокусным пятном, размером до 0,3 мм и менее, импульсный генератор минимально достаточной мощности, динамический детектор изображения разных размеров высокого разрешения, и удобный пакет программ, позволяющий производить необходимые преобразования, вычисления и визуализацию.

К сожалению, отечественные ангиографические установки современного уровня либо отсутствуют, либо имеются в виде единичных образцов.

Нами были проанализированы предоставленные материалы с характеристиками перспективных рентгеновских систем в рамках технологии “Микросекундная Рентгенология” (далее «Проект»), в которых авторы предлагают три главных, с медицинской точки зрения, кардинальных изменения в технике получения рентгеновских динамических изображений диагностического класса:

1) предложены принципиально новые динамические рентгеновские детекторы высокого разрешения объемом 9-12 мегапикселей (вместо существующих ныне с разрешением в 1-2 мегапикселя), что позволяет уменьшить размеры фокусного пятна рентгеновской трубки в 3-4 раза, при той же её мгновенной мощности, и сформировать рентгеновское изображение более высокого разрешения (в те же 3-4 раза), по сравнению со стандартными рентгеновскими системами;

2) уменьшение средней мощности рентгеновского генератора более чем на порядок и пропорциональное этому уменьшение нагрева рентгеновской трубки, что снимает

ограничения длительности обследований, проблемы надежности и долговечности дорогостоящих рентгеновских трубок;

3) снижение дозовой нагрузки на пациента и на медицинский персонал более чем на порядок является чрезвычайно актуальным для длительных или многократных исследований, а также рентгеновской съемки в условиях хирургической операционной или реанимационной палаты, когда весьма затруднительно отграничить защитными экранами остальных пациентов и персонал, находящийся в этих помещениях.

Соисполнителями авторского коллектива Проекта разработаны и серийно выпускаются медицинские импульсные наносекундные рентгенодиагностические палатные аппараты с напряжением 110 кВ с полностью твердотельной системой коммутации, максимально допустимой кратковременной мощностью 1500 Вт, с частотой следования импульсов до 4 кГц и весом 45 кг, что в 1,5-2 раза легче лучших зарубежных аналогов. При создании этих аппаратов решена задача разделения высоковольтного наносекундного генератора на блоки, что позволяет уменьшить вес блока излучения. Экспериментально было доказано, что при использовании наносекундных диагностических аппаратов и стандартных фотографических приемников излучения, поглощенная доза снижается в 9 – 30 раз, по сравнению с аппаратами, использующими рентгеновскую трубку постоянного тока.

Все существующие принципы, которые положены в основу настоящего Проекта, хорошо известны и технологически отработаны, но применяются порознь в разных сегментах отрасли.

Так высоковольтные высокочастотные генераторы регулируемого постоянного напряжения и рентгеновские излучатели: трубки с вращающимся анодом, с сеточным управлением и катодом прямого накала, взяты из стандартной рентгенологии.

Система фокусировки электронного пучка на поверхность анода для получения микрофокуса – применяется в микрофокусной рентгенологии.

Мультиимпульсный режим работы рентгеновского излучения для получения каждого кадра изображения со значительным уменьшением рентгеновской дозы – используется в технической дефектоскопии при проведении наносекундной рентгенографии.

Вместе с тем авторы Проекта предлагают не только технологию объединения, взяв лучшие наработки в отрасли на сегодняшний день, но и добавляют к системе новые технологии. В частности, динамические рентгеновские детекторы сверхвысокого разрешения, построенные на чувствительных элементах по CMOS технологии, которые представляют собой новый шаг в уже известной технологии использования микрофокусного излучателя и детектора, построенного на CMOS камере, продемонстрировавшей возможность уменьшения рентгеновской дозы на порядок и более с одновременным увеличением разрешающей способности получаемых изображений.

В части обработки получаемых изображений авторы Проекта предлагают конвейерные многоядерные системы цифровой обработки и визуализации потока изображений реального времени с вычислением характеристик получаемых изображений в реальном времени, с системой измерений всех параметров излучения, с управлением параметрами излучения в реальном времени на основе результатов вычислений, полученных от предыдущих изображений. Эта часть Проекта является дальнейшим развитием технологии конвейерной 2D обработки и визуализации реального времени потока рентгеновских изображений высокого разрешения.

Новизна Проекта, разработанного НПП “КУРС-АС1”, заключается в совмещении в

одной технической системе, состоящей из четырех взаимосвязанных компонентов – рентгеновской трубки, высоковольтного генератора, рентгеновского детектора, компьютерных программ обработки и визуализации реального времени; технологий, применяемых ранее в разных, несовместимых между собой, рентгеновских устройствах, с изменением конструктивных, технологических и управленческих функций во всех компонентах рентгеновской системы, что и представляет собой технологию “Микросекундная Рентгенология”.

Авторам Проекта удалось совместить их в единое целое, для которого требуется только НИОКР конструкторской разработки небольшой линейки компонентов, как системотехнического конструктора, для создания цифровых рентгеновских систем для диагностического рентгенологического оборудования, для промышленных систем неразрушающего рентгеновского контроля и систем рентгеновского досмотра и безопасности.

Учитывая все изложенное выше, считаем необходимым поддержать Проект “Микросекундная Рентгенология”, реализация которой позволит создать новое поколение рентгеновских диагностических аппаратов и станет серьезным прорывом, как в отечественной, так и в мировой диагностической и интервенционной рентгенологии.



Коков Леонид Сергеевич

Заведующий кафедрой лучевой диагностики ИПО
Первого МГМУ им. И.М.Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет),
Руководитель отдела лучевой диагностики НИИ Скорой Помощи им. Н.В.Склифосовского
Департамента Здравоохранения г. Москвы, член-корреспондент РАН, профессор,
доктор медицинских наук, лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники

Волынский Юрий Донович

врач-рентгенолог высшей категории с 60-летним опытом работы в
рентгеноэндоваскулярной хирургии, доктор медицинских наук, профессор кафедры
“Рентгеноэндоваскулярные методы диагностики и
лечения” РНИМУ им. Н.И. Пирогова



04.03.2018г.

г.Москва

24 ноября 2017 года на **“IV Всероссийской научно-практической конференции производителей рентгеновской техники”** в Санкт-Петербургском Государственном Электротехническом Университете “ЛЭТИ” техническим директором НПП “КУРС-АС1” Авшаровым Е.М. профессиональному сообществу была проведена презентация проекта и технологии - **“Микросекундная Рентгенология”**.

Проект “Микросекундная Рентгенология”, является крупным инфраструктурным и социальным проектом, который будет концептуальным и техническим прорывом, в области медицинской диагностической рентгенологии, систем неразрушающего рентгеновского контроля, систем и рентгеновского досмотра и безопасности, т.к. один из главных параметров рентгеновского излучения – рентгеновская доза снижается в 20 раз и более при увеличении в разы разрешающей способности получаемых изображений.

Технические проблемы диагностической рентгенологии:

1. Предельно-большие рентгеновские дозы при проведении ангиографических исследований и компьютерной томографии для взрослых, достигающих при обследовании пациентов до предельных значений за год, и проводящихся, только по чрезвычайно жизненно важным показаниям, для детей младшего возраста. Например: повышение мощности на медицинском компьютерном томографе с 50-60 kW до 100 kW не привело к увеличению разрешения, которое остается на уровне (0.5-0.25)mm в матрице отображения 512x512; на ангиографическом комплексе при мощностях достигающих до (100-120)kW разрешение не превышает 1024x1024 при 30 кадрах в секунду.
2. В области технической рентгенологии невозможность поднятия мощности излучения, обусловленных предельными параметрами рентгеновского излучателя (трубки), что приводит к многократному увеличению времени для получения изображений, и, следовательно, к низкой производительности рентгеновского аппарата, например промышленного КТ сканера;
3. Невозможность повышения разрешающей способности, особенно динамических изображений, связана с необходимостью увеличения рентгеновской дозы, приходящейся на каждый пиксель изображения, находящейся в обратно-квадратичной зависимости от размеров самого пикселя, а следовательно повышения мощности рентгеновской трубки и генератора по квадратичной зависимости, что невозможно;
4. При значительном недоборе рентгеновской дозы, приходящейся на каждый пиксель и необходимой для диагностической значимости получаемого рентгеновского изображения, будет иметь сильные шумы, которые невозможно нивелировать методами математическими обработки изображений;
5. Достигнутые на сегодняшний день, при длительном режиме работы ротационной трубки, значения мощности не превышают 1-го kW при размере фокусного пятна (0.10x0.10)mm, что не позволяет получать высокое разрешение в 100mkm и меньше, особенно для динамических рентгеновских изображений, которое не может быть лучше 0.75-0.50 от размера стандартного фокусного пятна в (0.5-0.6)mm, даже при применении самой качественной цифровой обработки изображений;
6. Большая мощность рентгеновского излучения, требуемая для получения диагностически значимых изображений, приводит к предельному перегреву дорогостоящих рентгеновских излучателей, что сокращает срок их службы, например для компьютерной томографии ~ 1год и для ангиографии ~ 2года;

7. Необходимо учитывать, что последние два вида рентгеновского оборудования в РФ не разрабатывались и максимум собираются из импортной комплектации, поэтому имеют высокую стоимость, замена комплектующих у этого оборудования весьма дорогое удовольствие, считая и сроки простоя самого оборудования, поэтому "Совокупная Стоимость Владения" (ТСО) для этой категории оборудования значительно превышает закупочную стоимость аппарата по импорту.

Описание задач, предлагаемых к решению в рамках проекта

(раскрывается содержание научно-технических или прикладных задач).

Проект "Микросекундная Рентгенология" предназначен для разработки, сертификации и начала серийного производства цифровых динамических рентгеновских систем сверхвысокого разрешения реального времени для построения концептуально новых рентгеновских диагностических систем:

- систем медицинской микросекундной рентгеновской диагностики,
- микросекундных систем неразрушающего рентгеновского контроля,
- микросекундных систем рентгеновского досмотра и безопасности,

создаваемых в рамках технологии "Микросекундная Рентгенология", разработанной экспертами по медицинским рентгеновским системам, электронным системам управления и математической обработки реального времени, является интеллектуальной собственностью ООО "КУРС-АС1".

Основным результатом при реализации этого проекта, в отличие от существующего рентгеновского диагностического оборудования, будет:

1. Кардинальное сокращение рентгеновской дозы *в 20 раз! и более* (вытекает из технологии "Микросекундная Рентгенология") при любых видах рентгеновских исследований, как при медицинских обследованиях, так и для систем рентгеновского неразрушающего контроля и систем рентгеновского досмотра;
2. Увеличение в 3-4 раза разрешения динамических изображений, одновременно при значительном уменьшении рентгеновской дозы в 20 раз и более, за счет уменьшения фокусного пятна до (0.15x0.15 / 0.10x0.10) mm при значительной мгновенной мощности, например в медицине до (100-:-50) мкВт при разрешении от 9-12 мегапикселей при 60 кадрах в секунду и до 20-25 мегапикселей при 30 кадрах в секунду, против (400-200) мкВт при 1-м мегапикселе при 30 кадрах в секунду для выпускаемых в настоящее время рентгеновских систем, что потребует создания новых стандартов диагностического процесса в общей рентгенологии, при ангиографических и маммографических исследованиях и т.п.; пропорциональное увеличение разрешающей способности динамических изображений для промышленных систем неразрушающего контроля в диапазонах, привязанных к размерам рентгеновского фокусного пятна;

3. Уменьшение более чем в 20 раз интегральной мощности мультиимпульсного излучения, например для медицинского рентгеновского высоковольтного генератора с (50-120)kW до (2-4)kW, при уменьшении мгновенной мощности рентгеновской трубки с (40-100)kW до (15-30)kW, обеспечит практическое отсутствие нагрева рентгеновских трубок рентгеновского генератора, что приведет к многократному увеличению их жизненного цикла; для рентгеновского промышленного генератора такая же аналогия;
4. Увеличение разрешающей способности медицинских компьютерных томографов со стандартным разрешением срезов до (100-50)mkm в матрице изображений 1.5k*1.5k (примечание - 1k = 1024) и более, по сравнению с разрешением (250-500)mkm при матрице изображений 0.5k*0.5k, получаемых в настоящее время; для промышленной компьютерной томографии будет иметь место ускорение более чем на порядок процесса съемки при разрешениях в матрице изображений до 5.0k*5.0k;
5. Увеличение разрешающей способности и четкости получаемых изображений невозможно без системы *Потоковой Конвейерной Обработки и визуализации Реального Времени* кадров мощностью (540-1440)MB/s (мегабайт в секунду), которая служит для уменьшения рентгеновских шумов динамических изображений, частичного нивелирования вторичного рентгеновского излучения в объекте исследования и для улучшения потока исходных изображений; система базируется на собственном инструментарии параллельных вычислений реального времени, построенном на прямом управлении многоядерной вычислительной системой средствами языка параллельного программирования CAPER5 и технологии *Гибкого Адаптивного Конвейера 2D Обработки и Визуализации Реального Времени*, разработанных в ООО “КУРС-АС1” (2002-2017г.г.).
6. Уменьшение стоимости рентгеновской трубки и рентгеновского генератора, отсутствие нагрева рентгеновской трубки приведет к долголетию, и все вместе к уменьшению “Совокупной Стоимости Владения” (СТО) всего рентгеновского комплекса до 50%.

Конечными целями проекта “Микросекундная Рентгенология” являются:

1. Разработка, создание, апробация и сертифицирование, и подготовка к мелкосерийному производству в Российской Федерации ассортимента четырех главных компонентов микросекундных рентгеновских систем, как основных (базовых) компонентов, необходимых для производства диагностического микросекундного рентгеновского оборудования сторонними производителями:

- a. микросекундных рентгеновских трубок;
- b. микросекундных высоковольтных генераторов для микросекундных рентгеновских трубок;
- c. производство динамических матричных детекторов сверхвысокого разрешения для микросекундной рентгенологии;
- d. производство систем управления, обработки и визуализации реального времени потоков изображений сверхвысокого разрешения;

2. Разработка, создание, апробация и сертифицирование, и подготовка, на основе созданных ранее микросекундных рентгеновских компонентов, мелкосерийного производства в Российской Федерации:

Ангиографической системы сверхвысокого разрешения с конвейерной 2D обработкой и визуализацией реального времени с интегрированным компьютерным томографом высокого разрешения.

Оценка важности решаемых в проекте задач и обоснование повышения уровня боеготовности Вооруженных Сил Российской Федерации, государственных служб и экономики страны до 2030 года за счет реализации результатов проекта *(Описывается роль и место результатов проекта в системе обеспечения безопасности государства, боеготовности Вооруженных сил, дается оценка значимости результатов выполнения проекта для создания новых классов вооружения, средств обеспечения боевых действий, продукции специального и двойного назначения. Научный анализ, прогнозы технологического развития)*

Проект "Микросекундная Рентгенология", является прорывным в области медицинской диагностической рентгенологии, систем неразрушающего рентгеновского контроля и рентгеновского досмотра и безопасности, т.к. один из главных параметров рентгеновского излучения – рентгеновская доза снижается в 20 раз и более при увеличении в разы разрешающей способности получаемых динамических изображений.

Ввиду социальной и технической значимости, проекту "Микросекундная Рентгенология" необходим **государственный уровень защиты проекта и его государственный статус.**

Предполагаемый срок реализации проекта

Проект "Микросекундная Рентгенология" имеет три этапа (с временным перекрытием этапов):

1. **Степень I** "Микросекундной Рентгенологии" - "МСР-Комплект" по созданию компонентов "Микросекундной Рентгенологии":

Этап 1:

- a. Разработка и создание компонентов - 3 года.
- b. Апробация и сертифицирование компонентов "Микросекундной Рентгенологии" - 1.5 года

Этап 2:

- c. Подготовка к мелкосерийному производству компонентов микросекундных рентгеновских систем для производителей рентгеновской аппаратуры (со сдвигом на 3 года от начала проекта) - 2 года.

2. Ступень II “Микросекундной Рентгенологии” - “МСП-АнгиоКТ”

по создание микросекундной ангиографической системы с функциями КТ томографа (со сдвигом на год от начала проекта):

Этап 1:

- | | |
|---|-------------|
| a. Разработка и создание ангиографической системы | - 2 года. |
| b. Апробация и сертифицирование | - 1.5 года. |

Этап 2:

- | | |
|---|----------|
| c. Подготовка к мелкосерийному производству | - 1 год. |
|---|----------|

Всего на проект "Микросекундная Рентгенология" требуется 5 лет.

Ориентировочная стоимость проекта

Ориентировочная стоимость проект "Микросекундная Рентгенология":

1. Ступень I “Микросекундной Рентгенологии” - “МСП-Комплект”

по созданию компонентов рентгеновских систем (в миллионах руб.):

- | | |
|--|----------|
| a. Этап 1. Разработка и создание компонентов | - 1788,8 |
| b. Этап 2. Подготовка м/с производства | - 691,4 |

Итого создание компонентов	- 2480,2
----------------------------	----------

2. Ступень II “Микросекундной Рентгенологии” - “МСП-АнгиоКТ”

по создание микросекундной ангиографической системы

(со сдвигом на год позже):

- | | |
|--|---------|
| a. Этап 1. Разработка и создание компонентов | - 838,4 |
| b. Этап 2. Подготовка м/с производства | - 590,0 |

Итого создание ангио-комплекса	- 1428,4
--------------------------------	----------

Всего проект “Микросекундная Рентгенология”	- 3908,6
---	----------

Контактное лицо от заявителя

Технический директор ООО “КУРС-АС1” Авшаров Евгений Михайлович, (дипломированный инженер фирмы Siemens и General Electric).

Главный архитектор и технический руководитель проекта “Микросекундная Рентгенология”, Tel: +79851531220 .

Site: <http://www.course-as.ru>

Email: ejen@course-as.com ejen@course-as.ru

Tel: +74995505096

Согласны ли Вы на передачу заявки другим потенциальным заказчикам – нет.

Конкурентный анализ

Существующие отечественные и зарубежные идеи для решения проблемы.
Современное состояние исследований по данному направлению

Проект "Микросекундная Рентгенология", построен на новых физических принципах создания рентгенологических диагностических систем, не имеет ни зарубежных, ни отечественных аналогов, и не имеет предпосылок для их возникновения в ближайшем будущем, т.к. современное развитие идет в сторону увеличения мощности рентгеновского излучения, т.е. увеличения мощности рентгеновских трубок и рентгеновских генераторов, борьба же с перегревом рентгеновского излучателя находится на пределе технических возможностей охлаждения анода рентгеновской трубки, рентгеновские детекторные системы получения изображений приближаются к своему пределу чувствительности.

Проведенные к настоящему времени и планируемые научные исследования в данной области, организуемые в стране и за рубежом. Краткое изложение основных полученных результатов. Трудности, с которыми столкнулись разработчики при решении проблемы или аналогичной задачи, возможные пути их решения.

В 2016 году в Санкт-Петербургском Государственном Электротехническом Университете "ЛЭТИ", специалистами НПП "КУРС-АС1" совместно с сотрудниками кафедры "Электронных приборов и устройств" факультета электроники СПб ГЭТУ, на созданном ПАО "Красногвардеец" стенде, были проведены экспериментальные съемки специального рентгеновского теста фирмы "Siemens" для подтверждения одного из базисных положений технологии "Микросекундная Рентгенология" – возможность уменьшения рентгеновской дозы на порядок и более с одновременным увеличением разрешающей способности получаемых изображений.

Съемки подтвердили возможность получения диагностически значимых изображений высокого разрешения в 16-ть мегапикселей с использованием микрофокусного излучателя и детектора, построенного на CMOS камере, при уменьшении рентгеновской дозы в 20 раз при разрешении до 50mkm, даже при масштабировании объекта в 5-ть раз.

В 2017 году по расчетам НИИ НПО "ЛУЧ" ГКО РОСАТОМ на основании данных, представленных НПП "КУРС-АС1", был проведен тепловой расчет для микросекундной рентгеновской трубки, который определил предельные технические параметры для режима мульти-импульсной работы трубки и системы управления излучением.

В 2015-2017 годах НПП "КУРС-АС1" продолжило расширение языка параллельного программирования CAPER4 - до прямого управления ядрами многоядерных процессоров средствами языка (CAPER5), тестирование которого показало возможность запуска более 1-го миллиона параллельных процессов языка CAPER на восьми ядерном процессоре при обработке массива изображений, он является базовым компонентом для построения конвейерных многоядерных систем обработки и визуализации потока изображений сверхвысокого разрешения реального времени.

Результаты экспериментальной съемки, результаты теплового расчета

микросекундной рентгеновской трубки и результаты тестирования языка CAPER5 легли в основу технологии “Микросекундная Рентгенология”, которая была представлена 24 ноября 2017 года в Санкт-Петербургском Государственном Электротехническом Университете "ЛЭТИ" на "IV-ой Всероссийской научно-практической конференции производителей рентгеновской техники".

Предлагаемое решение проблемы

Новизна идей и технических решений. Раскрытие сущности используемых инноваций, изобретений, и других решений, лежащих в основе проекта (*предлагаемая идея должна быть новой, впервые сформулированной, должны быть отражены научные исследования, в результате которых она возникла*):

Новизна проекта “Микросекундная Рентгенология” заключается в совмещении в одной системе, состоящей из четырех взаимосвязанных компонентов – рентгеновской трубки, высоковольтного генератора, рентгеновского детектора и системы обработки и визуализации реального времени, части технологий, примененных ранее в разных, несовместимых между собой, рентгеновских системах, с изменением конструктивных, технологических и управленческих функций во всех компонентах рентгеновской системы, что и представляет собой разработанную НПП “КУРС-АС1” технологию “Микросекундная Рентгенология”.

Проект “Микросекундная Рентгенология” предлагает технологию объединения, взяв лучшие наработки в отрасли на сегодняшний день:

1. Рентгеновские излучатели: трубки с вращающимся анодом, с сеточным управлением и катодом прямого накала – взяты из стандартной рентгенологии;
2. Система фокусировки электронного пучка на поверхность анода для получения микрофокуса – взято из микрофокусной рентгенологии;
3. Мульти-импульсный режим работы рентгеновского излучения для получения каждого кадра изображения со значительным уменьшением рентгеновской дозы, – взят из наносекундной рентгенологии;
4. Динамические рентгеновские детекторы сверхвысокого разрешения, построенные на чувствительных элементах по CMOS технологии;
5. Высоковольтные высокочастотные генераторы регулируемого постоянного напряжения, взяты из стандартной рентгенологии;
6. Конвейерные многоядерные системы обработки и визуализации потока изображений реального времени с вычислением характеристик получаемых изображений в реальном времени, с системой измерений всех параметров излучения, с управлением параметрами излучения реального времени на основе результатов вычислений, полученных от предыдущих изображений, взято из технологии конвейерной 2D обработки и визуализации реального времени потока изображений высокого разрешения, разработанной НПП “КУРС-АС1”.

Описание существующих принципов и технологий, которые лежат в основе проекта

Все существующие принципы и технологии, которые положены в основу настоящего проекта давно известны и хорошо технологически отработаны, но работают порознь в разных сегментах отрасли.

Экспертам НПП «КУРС-АС1» удалось, за счет нового концептуального подхода к построению рентгеновских систем, совместить в единое целое несовместимые ранее такие требования, как уменьшение в 4-5 раз фокусного пятна при увеличении разрешения во столько же раз, при одновременном уменьшении рентгеновской дозы в 20 раз и более.



Для этого потребуются НИОКР (конструкторская разработка) небольшой линейки компонентов, как системотехнического конструктора, для создания цифровых рентгеновских систем для диагностического рентгенологического оборудования, для промышленных систем неразрушающего рентгеновского контроля и систем рентгеновского досмотра и безопасности.

Существующие в настоящее время аргументы против решения поставленной проблемы предложенным способом, а также известные и возможные альтернативные варианты ее решений

Не известны

Существующие препятствия организационного и юридического плана на пути решения проблемы предлагаемым способом, например, сведения о выполнении проекта или аналогичных работ в рамках федеральных (ведомственных или иных) программ, по заказам иных заказчиков (ФОИВ), международные патенты, принятые в данной области методики и правила и т.д.

Не существует

Научно-технический задел, имеющийся у заявителя и обеспечивающий решение поставленной проблемы

ООО НПП “КУРС-АС1” -

Концептуальный разработчик технологии и программы

"Микросекундная Рентгенология".

Зарегистрировано в 2002 в г. Москва, Российская Федерация.

Направление деятельности НПП “КУРС-АС1” – Адаптивные Системы – сфокусировано на разработке новых технологий и систем в областях:

- Обработка изображений высокого разрешения реального времени.
- Рентгеновские системы высокого разрешения реального времени.
- Профессиональные системы 2D Обработки и Визуализации DICOM изображений высокого разрешения реального времени.
- DICOM Принтеры профессионального класса на бумажном носителе.
- Многомашинные многоядерные параллельные вычисления.

На базе этих технологий НПП “Курс-АС1” разработаны и производятся:

- Цифровые Рентгеновские Системы Реального Времени - AS_RTDR-1M30/60 “Michelangelo” для захвата потока 16-ти битных изображений формата 1k*1k при 30/60fps с потоковой 2D обработкой и визуализацией, включая DSA режим.
- Диагностические мультимодальные DICOM станции AS_GSV “Michelangelo” для 2D Обработки и Визуализации реального времени медицинских DICOM изображений для общей радиологии, маммологии, ангиографии, компьютерной и ЯМР томографий и т.п.
- PACS системы “AS_VIMeN-RT” с DICOM Серверами, работающие в режиме 7/24/365, масштабируемыми DICOM Хранилищами под управлением Графической Базы Данных.
- DICOM принтеры экспертного класса для печати на бумажных носителях по DICOM протоколу, основанных на профессиональных промышленных принтерах диагностического качества.

Данные об используемых и внедряемых технологиях ООО “КУРС-АС1”

НПП “КУРС-АС1” является разработчиком технологии конвейерной 2D обработки и визуализации реального времени медицинских изображений высокого разрешения. Получен сертификат об официальной регистрации № 2007613679 от 28 августа 2007 года:

Радиологическая PACS система приема, сканирования, оцифровки TV сигнала высокого разрешения, систематизации, хранения, обработки, визуализации и печати DICOM файлов медицинских изображений и сопроводительных PDF документов – “Микеланджело”.

Для обработки в реальном времени распараллеливаемых вычислительных процессов продолжается разработка и реализация языка параллельных вычислений **CAPER5** - как высокоуровневого процесса управления параллельными вычислениями на многоядерных мультипроцессорных вычислительных платформах:

*"CAPER" CPU & GPU Accelerated Technology for
MultiCore and Multiprocessor Parallel Computing.*

Увеличение скорости вычисления, по сравнению с лучшими зарубежными языками параллельного программирования (SystemC) достигает 4-х и более раз – проверено на архитектурном моделировании современных СБИС.

Количество параллельных CAPER-процессов без проблем может достигать более сотни тысяч процессов на каждом процессорном ядре.

Кооперация, необходимая для решения проблемы (*обосновывается возможная кооперация, необходимая для реализации проекта*)

ООО “КУРС-АС1”, Москва, разработка и м/с производство.

Концептуальное, схмотехническое и инженерное проектирование компонентов проекта “Микросекундная Рентгенология”:

- Общее системотехническое и схмотехническое руководство проектом, согласование работ для партнеров проекта.
- Конвейерные многоядерные системы обработки и визуализации потока изображений реального времени и измерения их параметров.
- Системы измерения параметров излучения реального времени.
- Система управления излучением реального времени.
- Системы управления компонентами штативных устройств.
- Медицинские программные модули по модальностям аппаратов.

НИИТФА, (ГК "РОСАТОМ"), г.Москва. разработка и м/с производство.

Административное сопровождение проекта, стендовое проектирование и инженерное сопровождение испытаний и сертификация разработанных компонентов проекта “Микросекундная Рентгенология”, интегратор II Ступени проекта - МСР-АнгиКТ, его сертификация.

НИИ Скорой Помощи им. Н.В.Склифосовского, г.Москва.

Апробация изделий, разработанных в рамках проекта " Микросекундная Рентгенология ", разработка новых медицинских методик и документов, (нормативных) для аппаратуры, созданной под эгидой проекта.

НИИЯФ МГУ, лаборатория “Медицинские компьютерные системы”.

Разработка специализированных медицинских программных модулей.

ПАО “Красногвардеец”, С-Пб, разработка с НПП “КУРС-АС1”.

Подразделение разработки и м/с производство медицинских систем. Микросекундные динамические рентгеновские детекторы.

ООО "ВедаПроект", Москва, разработка с НПП “КУРС-АС1”.

Подразделение разработки и м/с производство.

Электронные компоненты измерения и управления микросекундными рентгеновскими излучателями (трубками).

Электронные компоненты для микросекундных динамических рентгеновских детекторов и модулей штативных устройств.

ФГУП НИИ НПО "ЛУЧ", (ГК "РОСАТОМ"), разработка совместно с НПП "КУРС-АС1". Подразделение разработки X-Ray трубок
Микросекундные металлокерамические рентгеновские трубки.

АО "Светлана-Рентген", С-Пб, подразделение производства.
Микросекундные рентгеновские трубки (производство и тестирование).

ПАО НПО "Энергомодуль", Чебоксары, разработка с НПП "КУРС-АС1".
Подразделение разработки и м/с производство.
Интеллектуальные инверторные высокочастотные модули для микросекундных рентгеновских генераторов.

ООО "С.П. Гелпик", Москва, разработка совместно с НПП "КУРС-АС1".
Подразделение разработки X-Ray генераторов и м/с производство.
Микросекундные высоковольтные рентгеновские генераторы для моноблочного исполнения.

ФГУП ВНИИ Автоматики, (ГК "РОСАТОМ"), разработка с "КУРС-АС1".
Подразделение разработки и м/с производство X-Ray генераторов.
Микросекундные промышленные рентгеновские генераторы.

Потребности в организации международного сотрудничества для решения проблемы предполагаемым способом

Не требуется

Научно-техническая часть проекта

Описание ожидаемого научно-технического результата проекта (*формулируются создаваемые в рамках проекта образцы, демонстраторы. Дается описание ожидаемых характеристик создаваемых образцов, новых видов или качественного изменения продукции, появляющихся в результате реализации проекта. Дается оценка возможности достижения качественно новых (прорывных) результатов в сферах: военно-технической; технологической; социально-экономической*)

Научно-технический результат проекта "Микросекундная Рентгенология":

**I. Создание мелкосерийного производства в Российской Федерации:
Ассортимента компонентов микросекундных рентгеновских систем
для производства (сборки) диагностического микросекундного
рентгеновского оборудования сторонними производителями "МСР-
Компонент":**

А. Производства микросекундных рентгеновских трубок:

- микрофокусной низковольтной:

$U_a \leq 50 \text{ kV}$, $F_{oc} = (0.10 \times 0.10) \text{ mm}$ (12°), $t_{integ}/fr = (0.1-20)ms$,

$N_{imp} = 12.5 \text{ kW}$, $N_{integ} \leq 0.62 \text{ kW}$,

- микрофокусной средневольтной:

$U_a \leq 125 \text{ kV}$, $F_{oc} = (0.10 \times 0.10) \text{ mm}$ (12°), $t_{integ}/fr = (0.1-20)ms$,
 $N_{imp} = 15 \text{ kW}$, $N_{integ} \leq 0.75 \text{ kW}$,

- микрофокусной высоковольтной с динамическим фокусом:
 $U_a \leq 150kV$, $F_{oc} = (0.10 \times 0.10)/(0.15 \times 0.15) \text{ mm}$ (12°),
 $N_{imp} = 15/30 \text{ kW}$, $N_{integ} \leq 0.75/1.5 \text{ kW}$, $t_{integ}/fr = (0.1-20)ms$,

В. Производства микросекундных рентгеновских генераторов:

- малой мощности: $U_a \leq 125 \text{ kV}$, $N_{imp} = 15 \text{ kW}$, $N_{integ} = 1.0 \text{ kW}$,
- большой мощности: $U_a \leq 150 \text{ kV}$, $N_{imp} = 30 \text{ kW}$, $N_{integ} = 2.0 \text{ kW}$,

С. Производства динамических матричных детекторов сверхвысокого разрешения для микросекундной рентгенологии:

- Динамический Рентгеновский Детектор **75/50 mkm** с разрешением **10/2.5 Mpix** при **15/30 кадр/сек.** (до **300 MB/s**) с 2-мя переключаемыми форматами кадров:

Формат 75/150 mkm - активная зона **285*195 mm** ($12'' \times 8''$):
 (15/30) fps @ (3800*2600 / 1900*1300), 12bit, (10 / 2.5) Mpix,
75/150 mkm, (6.5 / 3.2) lp/mm, $M = (1:1 / 1:2)$;

Формат 50/100 mkm - активная зона **190мм*130мм** ($8'' \times 5''$):
 (15/30) fps @ (3800*2600 / 1900*1300), 12bit, (10 / 2.5) Mpix,
50/100 mkm, (10 / 5.0) lp/mm, $M = (1:1 / 1:2)$.

- Динамический Рентгеновский Детектор **50 mkm** с разрешением **20.0/5.0Mpix** при **30/60кадр/сек.** (до **1200 MB/s**):

Формат 50/100mkm - активная зона **250мм*190мм** ($10'' \times 8''$):
 30/60 fps @ (5000*3800 / 2500*1900), 12bit, 20/5.0Mpix,
50/100 mkm, (10/5.0) lp/mm, $M = (1:1 / 1:2)$, аппаратный биннинг;

Формат 100mkm - активная зона **250мм*190мм** ($10'' \times 8''$):
 30fps @ 2500*1900, 14bit, 5.0Mpix, $M = 1:2$,
100mkm, 5.0 lp/mm, программный биннинг.

- Динамический Рентгеновский Детектор **100 mkm** с разрешением **20.0/5.0Mpix** при **30/60кадр/сек.** (до **1200 MB/s**):

Формат 100/200 mkm - активная зона **500мм*380мм** ($17'' \times 17''$):
 30/60 fps @ (5000*3800 / 2500*1900), 12bit/14bit, (20/5.0)Mpix,
100/200 mkm, (5.0 / 2.5) lp/mm, $M = (1:1 / 1:2)$, аппаратный

биннинг;

Формат 200 mkm - активная зона **500мм*380мм** ($17'' \times 17''$):
 30fps @ 2500*1900, 14bit, 5.0Mpix;
200 mkm, 2.5 lp/mm, $M = 1:2$ программный биннинг;

- Динамический Рентгеновский Детектор **100mkm** с разрешением **12/3Mpix** при **60/240 кадр/сек.** (до 1440 MB/s) с 4-мя переключаемыми форматами кадров:

Формат 100mkm - активная зона **400мм*300мм** (16"x12"):

60 (75) fps @ 4000*3000, 12bit, (12Mpix),

100 mkm, 5.0 lp/mm, M = 1:1;

Формат 100mkm - активная центральная зона **200мм*150мм** (8"x6"):

240(300) fps @ 2000*1500, 12bit, 3.0Mpix,

100 mkm, 5.0 lp/mm, M = 1:1;

Формат 200mkm - активная зона **400мм*300мм** (16"x12"):

240(300) fps @ 2000*1500, 12bit (3.0Mpix),

200 mkm, 2.5 lp/mm, M = 1:2, аппаратный биннинг;

Формат 200mkm - активная зона **400мм*300мм** (16"x12"):

60 (75) fps @ 2000*1500, **14bit** (3.0Mpix),

200 mkm, 2.5 lp/mm, M = 1:2, программный биннинг.

D. Производства систем обработки реального времени и визуализации потоков рентгеновских изображений сверхвысокого разрешения:

1. Конвейер потоковой 2D Обработки и Визуализации Реального Времени - *2D Real Time Stream Processing and Visualization Medical Images* –

1.1. Функции конвейерной 2D обработки реального времени:

- Режимы цифровой субтракционной ангиографии реального времени (*Digital Subtraction Angiographic - DSA*);
- Цифровая потоковая взвешенная фильтрация реального времени (до 4-х 16-ти битных матричных фильтров последовательно, включая один сложно - составной фильтр);
- Цифровая потоковая нелинейная фильтрация с изменяемыми параметрами реального времени (до 2-х 16-ти битных нелинейных LUT преобразований последовательно – логарифмического и S-образного);
- Выбор Зоны Интереса и применение спектрального анализа в зоне на каждом шаге конвейера 2D обработки реального времени (4-е вида работы с зоной);
- Масштабирование изображений высокого разрешения с функциями “программного биннинга” для максимально качественной визуализации, включая многокадровые серии.

Технические возможности 16-ти битного Конвейера 2D Обработки:

Images format 5 (not less) 4096 * 3072 (12 Mpix) @ 30fps;

Images format 4 (not less) 4096 * 4096 (16 Mpix) @ 30fps;

Images format 3 (not less) 3072 * 3072 (9 Mpix) @ 60fps;

Images format 2 (not less) 2048 * 2048 (4 Mpix) @ 120fps;

Images format 1 (not less) 1536 * 1536 (2 Mpix) @ 240fps;

Images format 0 (not less) 1024 * 1024 (1 Mpix) @ 480fps;

1.2. Функции потоковой 2D визуализации:

- Цифровая потоковая нелинейная фильтрация с регулируемыми параметрами реального времени, аппаратно реализуется графическим адаптером, пять 8-ти битных функций нелинейных LUT преобразований с сохранением параметров;
- Визуализация параллельная процедур на несколько мониторов одновременно (форматом 2k*2k с текущими параметрами работы);
- Визуализация в полном разрешении 12Mpix (4k*3k) на 15-ти мегапиксельных мониторах в полном разрешении.
- Мульти-кадровый вывод на мониторы сверхвысокого разрешения.

Функциональные элементы (FE) Конвейера 2D Обработки:

Multiple 16b Mathematical Operations on frames or parts of frames;
 Programmable sequential 16b Transformation of the Spectrum;
 Programmable sequential up to four 16b Weighted Matrix Filters;
 Programmable sequential 16b Nonlinear Conversion Functions.

2. Медицинские Технологии в 2D Конвейера Обработки Реального Времени

- 2.1. Рентгеновское излучение во всех режимах находится в MultiPulsed mode, частотой до 60fps.
- 2.2. Автоматическое вычисление параметров излучения по измеренным параметрам кадров.
- 2.3. Режим Плавного Масштабирования Smooth Zooming при визуализации с возможностью динамического изменения позиции & масштабирования частей кадра при отображении:
 от 2048 x 2048 (4 Mpix) Zoom = 0.5 :- 2.0 и
 до 4096 x 4096 (16 Mpix) Zoom = 0.25 :- 4.0
- 2.4. Режим Субтракционной Ангиографии Реального Времени - Digital Subtraction Angiography (DSA) сверх высокого разрешения 12Mpix / 30fps или 3Mpix / 60fps.
- 2.5. Режим Ротационной Ангиографии Rotational Angiography (RA) сверх высокого разрешения 16Mpix at 30fps, включая DSA режим.
- 2.6. Режим Real Time X-Ray Stereo – на основе двух лучевой Микросекундной X-Ray трубки с разнесенными фокусами.
- 2.7. Режим Stereo-Visualization (post-processing) в формате высокого разрешения 12Mpix/60fps при ротационной съемке, т.е. для каждой проекции по 12Mpix/30fps, или по результатам СТ-серии.
- 2.8. Режим Dynamic Dual Energy (DDE) в формате высокого разрешения 12Mpix/60fps – съемка последовательных кадров на двух значениях kV – (60:-70) kV и (120:-140) kV.
- 2.9. Режим Tomosynthesis (TS) в формате сверхвысокого разрешения до 16Mpix/60fps для линейной и ротационной томографии.
- 2.10. Режим HR-CT mode для 3D-реконструкции сверхвысокого разрешения на основании ротационной серии, матрица реконструкции до 1.5k*1.5k и более ^{1*}, против текущего значения 0.5k*0.5k (1k=1024).

I Создание 3D реконструкций высокого разрешения, на основе реконструкции данных, полученных от матричных детекторов сверхвысокого разрешения на базе X-Ray Panel Detector-ов (XPD), стандартной методики съемки по дуге 180°, микрофокусной трубки с размером фокуса в пределах 0.15-:-0.10 мм, требует создания новых физико-математических моделей и алгоритмов реконструкции, для срезов сверхвысокого разрешения в CT серии и создания 3D изображений с разрешением 1.5k*1.5k и более.*

II. Создание мелкосерийного производства в Российской Федерации: Ангиографической системы сверхвысокого разрешения с конвейерной 2D обработкой и визуализацией реального времени и интегрированным компьютерным томографом высокого разрешения “МСР-АнгиоКТ”:

Существенное усложнение в последние годы медицинских технологий привело к значительному превосходству стоимости интеллектуальной части ангиографического комплекса над суммарной стоимостью аппаратных частей комплекса (электронной и механической). Соотношение программной и аппаратной частей достигает значения от 1:1 до 2:1 и более!

Ангиографические комплексы, построенные на серийно производимых модулях (комплектующих), использующих самую современную аппаратную элементную базу, приводит к возможности быстрого внедрения новых технологий за счет унификации, при гибкости комплектации и медицинского наполнения комплексов.

Результатом реализации всего проекта станет существенное уменьшение стоимости разработки, сокращение сроков создания ангиографических комплексов, существенно уменьшение стоимости ангиографических систем, поставляемых заказчику при беспрецедентном качестве визуализации тончайших анатомических структур.

Унификация даст возможность создания модельного ряда как ангиографических систем для широкого диапазона медицинских приложений, а так же модельного ряда цифровых рентгеновских систем, как основы для оснащения или модернизации рентгеновских диагностических аппаратов.

Центральная (ведущая) часть разрабатываемого ангиографического комплекса – цифровая микросекундная рентгенологическая система реального времени, при некотором сокращении программно-аппаратных возможностей, может использоваться в дальнейшем в рентгенологии для создания диагностических цифровых рентгеновских аппаратов для:

- универсальных аппаратов общей рентгенологии с набором функций динамических исследований высокого разрешения,
- ангиографических исследований с использованием КТ технологий высокого разрешения,
- маммографических динамических исследований,

- рентгенологических исследований для перинатальной медицины,
- модернизации устаревших цифровых систем, как ангиографических комплексов, так и существующего парка рентгенодиагностических аппаратов и систем.

А. Описание продукта и технологий проекта “МСР-АнгиоКТ”.

Ангиографический комплекс с цифровой микросекундной рентгеновской системой реального времени, построенной, на представленных выше компонентах “Микросекундной Рентгенологии”, объединенных единой гибкой системы управления и контроля параметров системы, включая параметры и форму рентгеновского излучения (kV, mA и mS) для каждого кадра в отдельности.

Это существенно упрощает как процедуру адаптации к разным модулям системы, автоматизацию процесса наладки и сервиса ангиографического комплекса, а так же работу комплекса в эксклюзивных диагностических режимах.

Система контроля и управления обеспечивает:

- а. Управление в реальном времени двух потоков 16-ти битных данных:
 - Поток цифровых параллельных каналов ввода, обработки и визуализации 12/14/16-ти битных кадров изображений форматом до 4k*3k (4k*4k в пределе) со скоростью не менее 60 кадров/сек., или форматом 2.0k*1.5k в со скоростью до 240 кадров/сек.
 - Поток цифровых параллельных данных состояния и управления всего рентгеновского ангиографического комплекса и его аппаратных модулей - измерение всех параметрических данных в реальном времени и управление реальным временем исходя на основе этих измерений и алгоритмов управления.
- б. Захват и управление программно-аппаратным 16-ти битным конвейером попиксельной нормализации реального времени микросекундного рентгеновского детектора по стандарту “CameraLink” или “PCI-e”.
- с. Управление параметрами 16-ти битного конвейера потоковой 2D обработки и визуализации реального времени, организованного на многоядерных адаптерах с использованием специализированных пультов аппаратного управления параметрами обработки.

Работа в разных диагностических режимах - скопии, киносъемки, периферической съемки, а также съемки одиночных кадров, возможна для следующих режимов работы ангиографического комплекса, обеспечивается мульти-импульсным режимом работы рентгеновского генератора:

- а. Съемка или просмотр с использованием взвешенного рекурсивного фильтра динамического шумоподавления с пространственным фильтром компенсации движения.

- b. Высококонтрастной съемки на пониженных значениях kV с бесступенчатым регулированием внутри разрешенного диапазона параметров.
- c. Низко-дозовой съемки каждого 2-го, 3-го, 4-го, ... 30-го, ..., 120-го кадра при непрерывной визуализации из кадрового буфера.
- d. Специального режима “Двойной Энергетический Диапазон kV” (Dual Energy) для серийной и по кадровой съемки.
- e. Мульти-мониторной системой отображения с разрешением 4k*2k в процедурном кабинете, и на мониторах с разрешением 5k*3k (вывод пикселей 1:1) в кабинетах врача и пультавой.

Работа ангиографического комплекса в режиме цифровой субтракционной ангиографии (DSA) в режиме реального времени:

- a. Высококонтрастный, нормальный или низко-дозовый DSA режим.
- b. DSA режим с наложением (без наложения) исходных изображений.
- c. Ротационная ангиография с DSA режимом.
- d. Ротационная ангиография с 3D реконструкцией реального времени.
- e. Функция “RoadMapping” реального времени.
- f. Панорамная реконструкция периферической съемки DSA.
- g. Подфункции DSA постобработки:
 - Стеноз сосудов (QCA – Quantitative Coronary Arteriography),
 - Функция левого желудочка (LVA – Left Ventricular Analysis).

В. Постпроцессинг цифровой системы сверхвысокого разрешения

- a. Обработка реального времени над потоком видео данных в полной битности исходных изображений (12, 14 или 16) бит, включая съемку с накоплением в режиме интеграции кадров вплоть до 32 бит/пиксель.
- b. Сохранение снятых серий и кадров высокого разрешения в LossLess формате (сжатие без потерь) по стандарту DICOM.
- c. Долговременная память на жестких носителях большого объема Хранилища DICOM серий (файлов) от 16TB (32TB в RAID10) на 1,000,000 кадров форматом 4k*3k, или на 4,000,000 кадров форматом 2.0k*1.5k, на каждой “машине хранения”. Технология масштабируемой многомашинной системы хранилищ

предусматривает увеличение объема хранения добавлением в систему “машин хранения”.

- d. Встроенный DICOM Сервер для полноценной интеграции в цифровую клиническую / радиологическую (HIS/RIS) инфраструктуру клиники, поддерживающей стандарт представления и передачи медицинских изображений и документов - DICOM 3.0.
- e. Многокадровая печать обработанных кадров изображений на профессиональных принтерах высокого разрешения и/или на DICOM принтерах (DICOM Print) при произвольном расположении, обрезании, масштабировании и перекрытии кадров изображений.
- f. Быстрый поиск и скоростной доступ при визуализации, благодаря использованию Графической Базы Данных пациентов – Графической истории болезни пациентов.
- g. Автоматическая калибровка рентгеновской трубки совместно с рентген генератором по измеренным параметрам излучения с периодичностью, задаваемым персоналом.
- i. Автоматическая калибровка цифрового тракта с пиксельной коррекцией параметров цифрового детектора и всего цифрового тракта изображений в целом.

Таким образом, с добавлением системы построения в реальном времени трехмерных изображений сосудистой системы высокого разрешения, и не только, ангиографический комплекс приобретают функции компьютерного томографа высокого разрешения.

Совмещение в одном комплексе функции сразу 2-х аппаратов высокого разрешения, позволит не перемещать пациента по кабинетам, существенно сократит время исследования и финансовые средства, а также уменьшит воздействие такого вредного фактора, как рентгеновское излучение.

В таблице, представленной ниже, показаны основные медико-технические характеристики ангио-комплекса “МСР-АнгиоКТ”, которые будут результатом реализации Ступени II проекта “Микросекундная Рентгенология”.

<p align="center">Ангиографическая система сверхвысокого разрешения с конвейерной 2D обработкой и визуализацией реального времени и интегрированным компьютерным томографом высокого разрешения “МСР-АнгиоКТ”.</p>	
<u>Микросекундный рентгеновский детектор</u>	
Interface Detector connection	PCI-e v.2.0
Active Pixel Area	400mm(h) x 300mm(v) (16” x 12”)
Pixel matrix	4000(h) x 3000(v)
Pixel Pitch	100 mkm * 100 mkm
Limiting resolution	~ 5.0 lp/mm @ 60 FPS (binning 1x1) ~ 2.5 lp/mm @ 240 FPS (binning 2x2)
Maximal Acquisition Frames Fluoro, Cine/DA, DSA	60 FPS @ 4000x3000x12b (binning 1x1) = 12Mp 240 FPS @ 2000x1500x12b (binning 2x2) = 3Mp 60 FPS @ 2000x1500x14b (binning 2x2) = 3Mp
Minimal Acquisition Frames	0.25 FPS
Dynamic Range Fluoro Mode	From 4000 (12bit) up to 16000 (14bit) in to 16b
Dynamic Range X-Ray Frame & DSA	Up to 16000 (14bit) in to 16b (64000)
Energy Range. Work Temperature Range.	(20 – 160) kV. (0 – 40)C°
Size X-Ray Detector	380mm x 460mm x 360mm
<u>Микросекундный рентгеновский генератор</u>	
High voltage, Power imp., Power integ.	40 – 150 kV, 15/30kW, 0.75/1.5kW
Focus, duty cycle	0.10x0.10 / 0.15x0.15 / 0.30x0.30 mm, >=20:1
Stereo Fluoro, Cine	Dual cathode mode of operation
<u>Real Time Video Processor</u>	
	MSR-12M60 “COURSE-AS1” 19” 4U Sixteen Core/ 64GB RAM/ 2 x 4GB Video Memory
Real Time Conveyor Video Processing & Visualization - Size frames of RT Processing - Size frames of RT Visualization	16b Real Time Video Processing & Visualization <= 4000 x 3000 pixels (12.0 Mpix) <= 2666 x 2000 pixels (4.0 Mpix)
DSA acquisition mode (max)	60 FPS @ 4000 x 3000 (binning 1x1) = 12 Mp 240 FPS @ 2000 x 1500 (binning 2x2) = 3 Mp
Operation Video Memory Ring Buffer Fluoro, Cine DA & DSA	Up to 16 GB RAM Up to 8 GB RAM
Operation Images Storage Buffer	PCI-e SSD RAID 2000GB (1.5 GB/s)
X-Ray Generator Impulse Control	for Fluoro & Cine (1ms -:- 40ms) for DA & DSA (4ms -:- 0.25s)
X-Ray Generator kV & mA Control	
Video Monitor for 2 or 1 images Монитор изображения на 2 кадра	DICOM Diagnostic monitor 36” 4096x2160x10b (8.8Mpix)
<u>DICOM Image Monitors:</u>	
! for 1 images ! 4000 x 3000, zoom = ~1:1 ! for 2 images ! 2000 x 1500, zoom = ~1:2	Interface – (HDMI or DPort)/monitor 27” DICOM monitor 5120 x 2880 pix (15Mp) 31.5” DICOM monitor 3840 x 2160 pix (8.3Mp)
Control Monitor	24” DICOM monitor 1920 x 1200 pix (2.3Mp) DVI, DP, HDMI 1.4.
DICOM Standard	DICOM 3.0
DICOM Server Data Base	In Firebird 2.0 Client-Server DB
DICOM Server Storage	(16 -:- 24)TB in RAID 60 HDD

Назначение или область использования результата реализации проекта

Проект “Микросекундная Рентгенология” предназначен для:

1. Медицинской диагностической рентгенологии;
2. Промышленных систем неразрушающего рентгеновского контроля;
3. Промышленных рентгеновских компьютерных томографов;
4. Систем рентгеновского контроля и досмотра.

Основные преимущества создаваемых образцов по сравнению с лучшими российскими и зарубежными аналогами *(подтверждаются сравнением числовых параметров по ключевым показателям, характеризующим свойства сравниваемых образцов, рекомендуется представлять данные в табличной форме. При отсутствии аналогов дается сравнение с альтернативными решениями проблемы)*

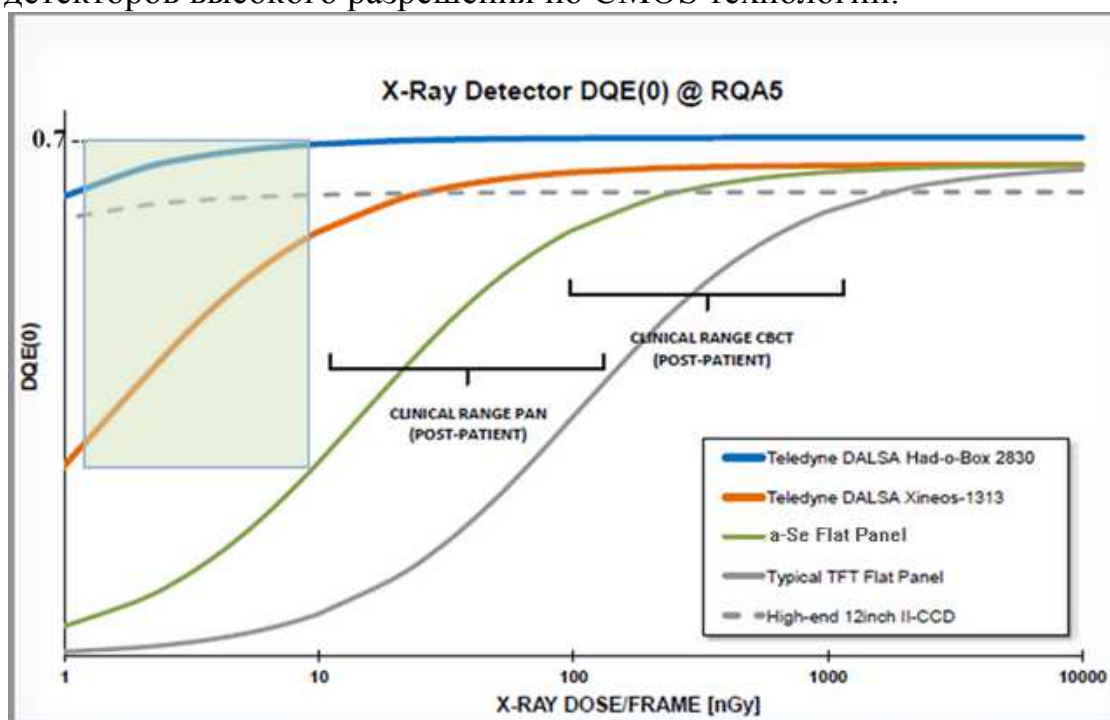
Цифровые рентгеновские системы в сравнении

Основные параметры	Стандартная, Микрофокусная и Наносекундная.	Микросекундная Рентгенология
Рентгеновская доза на кадр	Номинальное значение Ro	Ro:20 или меньше!
Фокусное пятно/ Мгновенная мощность/ Интегральная мощность/ Длительность импульса	Стандартная: 0.5mm/40kW/ /10mS 0.3mm/8kW/ /6mS Сильный нагрев! Микрофокусная: 0.1mm/1kW/ /4mS Сильный нагрев! Наносекундная: 1.5mm/40kW/4kW/20nS До 0.5-1.0млн импульсов	Микросекундная: 0.10mm/15kW/0.75kW 0.15mm/30kW/1.5kW up to (0.30mm/60kW/3.0kW) Скважность 20:1 и более 2.0 mkS -:- 20mS Нет нагрева трубки при непрерывной съемке!
Достижимое динамическое рентгеновское разрешение H*V / Fr per sec. / Pixel (1k=1024)	Стандартная: (1k*1k/ 0.5k*0.5k) / (30/60) fps / (200-400) mkm Микрофокусная: (3k*3k) / (0.1) fps / (50-100) mkm Наносекундная: (2k*2k) / (0.5) fps / (400-800) mkm	Микросекундная: (4k*3k / 2k*1.5k) / (60/240) fps / (50/75/100) mkm
Динамическая H*V / FPS Визуализация	Монитор (1k*1k) / 30fps	(2k*2k) / 60fps (4k*3k) / 60fps
Разрешение СТ срезов / толщина среза / кол-во кадров (H*V) / d mm / Nfr	Стандартная: (0.5k*0.5k) / (0.5-:-0.125)mm / Up to 4000	(1.5k*1.5k) / Up to (0.10-0.05)mm / Up to 20000
Разрешение 3D H*V*Z визуализации СТ срезов	0.5k*0.5k*2.0k	1.5k*1.5k*6.0k
Возможности конвейера обработки H*V*b / FPS	1k*1k*16b / 30fps	Up to 4k*4k*16b / 30fps
Стерео-скопия, стерео- кино, стерео-DSA.	Нет	Есть
Функция КТ высокого разрешения	Нет	Есть

Обоснование выбора технических решений (принципов, подходов), заявленных параметров, технических характеристик создаваемых образцов/технологий, обеспечивающих преимущества перед аналогами или альтернативными решениями:

Технические решения, обеспечивающие глобальное преимущество технологии “Микросекундная Рентгенология”:

1. Возможность уменьшения рентгеновской дозы более чем на порядок, приходящейся на кадр динамического изображения, заложена изначально в технологии “Наносекундная рентгенология”.
2. Возможность дополнительного уменьшения рентгеновской дозы на кадр подтверждается графиками Квантовой Эффективности DQE(0) фирмы DALSA в диапазоне малых доз, подтверждается созданием рентгеновских детекторов высокого разрешения по CMOS технологии.



Полупрозрачная область рентгеновских детекторов "Микросекундной Рентгенологии".

3. Основная возможность увеличения реальной разрешающей способности рентгеновских изображений, заложена в технологии “Микрофокусная рентгенология”, при использовании фокусного пятна размером порядка (0.1*0.1) mm, вплоть до размеров фокусного пятна в (30-50) μm .
4. Уменьшение интегральной мощности рентгеновского высоковольтного генератора более чем на порядок, автоматически вытекает как следствие существенного уменьшения рентгеновской дозы, указанного в первом пункте настоящего подраздела.
5. Возможность математической обработки мощного потока изображений высокого разрешения реальном времени, необходимой для уменьшения рентгеновского шума и улучшения четкости изображений, опирается на концептуальных возможностях языка параллельного программирования CAPER - инструмента управления многопроцессорными многоядерными аппаратными устройствами, при этом исключаются серьезные проблемы неэффективного распараллеливания вычислений как операционными системами, так и сторонними языками параллельного программирования.

Ожидаемые результаты реализации проекта с указанием прогнозируемых характеристик создаваемого продукта

Главные характеристики компонентов микросекундной рентгенологии:

1. Рентгеновские микросекундные трубки на мгновенную мощность 30/15kW и интегральной мощностью в пачке импульсов 1.5/0.75kW, с фокусом 0.15/0.10mm, включая стерео трубки.
2. Рентгеновские микросекундные высоковольтные генераторы мощностью 3.0/1.5kW на напряжение 50/75/150kV.
3. Рентгеновские микросекундные динамические детекторы с разрешением 12/20Mpix при 60/30 кадрах в секунду.
4. Система измерения, управления, захвата, обработки и визуализации потока изображений до 1500 мегабайт в секунду.

Основные отличительные характеристики микросекундной ангиографии с функциями КТ томографа:

1. Глобальное уменьшение (более чем в 20-ть раз) рентгеновской дозы и интегральной мощности рентгеновского генератора (при отсутствии нагрева микросекундной рентгеновской трубки) для любых видов исследований, проведенных на микросекундной ангиографической рентгеновской.
2. Увеличение разрешающей способности динамических изображений: 12Mpix - (4k*3k)*12b*60fps / 3Mpix - (2k*1.5k)*12b/14b*240/60fps, или 20Mpix - (5k*3.75k)*12b*30fps / 5Mpix - (2.5k*1.88k)*12/14b*60/30fps против формата 1Mpix (1k*1k)*12b*30/60fps в настоящее время.
3. Увеличение разрешающей способности КТ изображений: для формата среза - 1.5*1.5k (0.15mm) против 0.5*0.5k (0.5mm), для толщиной среза – (0.05-0.10)mm против (0.50-0.25)mm, для трехмерных изображений - 1.5*1.5k*8.0k против 0.5*0.5k*2.0k.

Внедрение проекта

Наличие в разработке элементов интеллектуальной собственности, без знания которых невозможно или затруднительно несанкционированное использование проекта

Элементы интеллектуальной собственности авторов проекта и технологии “Микросекундная Рентгенология”:

1. Концептуальные особенности, механические характеристики и электрические параметры микросекундных рентгеновских трубок.
2. Электротехнические и схмотехнические особенности построения микросекундного рентгеновского высоковольтного генератора.
3. Конструктивные и схмотехнические особенности микросекундного динамического рентгеновского детектора сверхвысокого разрешения.
4. Программная реализация на языке CAPER 5 системы управления параллельными вычислениями и работой аппаратно-программного конвейера обработки и визуализации реального времени потока изображений сверхвысокого разрешения.

Сведения о патентном поиске в Российской Федерации и за рубежом с указанием глубины поиска (*указываются конкретные аналоги*)

Патента или аналога, близкого к концепции и технологии, заложенных в проекте и технологии “Микросекундная Рентгенология”, не найдено.

Возможность и целесообразность практического применения (внедрения) ожидаемых результатов в интересах обороны страны и безопасности государства. Сведение о потенциальных потребителях результатов проекта с указанием видов и родов Вооруженных Сил Российской Федерации, войсковых подразделений, ВВСТ, структур и/или объектов, иных ФОИВ). Оценка приемлемости предложенного решения задачи для существующих условий эксплуатации

Целесообразность применения компонентов по проекту и технологии “Микросекундная Рентгенология” в интересах обороны и безопасности:

- при создании промышленных компьютерных томографов,
- при создании промышленных систем неразрушающего контроля,
- при создании систем рентгеновского досмотра для системы безопасности,
- при комплектации передвижных и стационарных военных госпиталей цифровыми микросекундными рентгеновскими системами.

Создание приложений военного назначения с применением языка CAPER5 для управления и ускорения вычислений в системах реального времени.

Потребности в проведении согласований и уточнений ТТХ изделий с потенциальным потребителем

Для рентгенологических систем промышленного назначения потребуется согласование параметров, для создания оптимальной линейки компонентов, выполненных по технологии “Микросекундная Рентгенология”.

Оценка последствий практического применения (внедрения) результатов проекта в парировании угроз безопасности государства

Создание фактически новой отрасли машиностроения в Российской Федерации – диагностической микросекундной рентгенологии – как для системы здравоохранения, так и для рентгенологических промышленных систем для производства и рентгенологических систем безопасности.

Далее потребуется замена морально устаревающего рентгеновского оборудования (не путать с импортозамещением) на высокотехнологичное, отечественной разработки и производства, выполненное по технологии “Микросекундная Рентгенология”, технико-экономические параметры которого на порядок превысят лучшие зарубежные аналоги.

При этом существующие на сегодняшний день системы стандартной диагностической рентгенологии, микрофокусной и наносекундной рентгенологий станут не актуальны и со временем будут заменены, по мере финансовых возможностей потребителей.

Существует также возможность частичной замены старой цифровой рентгеновской системы на цифровую систему, выполненную по технологии “Микросекундная Рентгенология”.

Структура цены проекта

Проект состоит из 2-х ступеней:

Ступень I – создание компонентов технологии “Микросекундная Рентгенология” в два этапа:

Этап-1 - разработка и создание опытных образцов базовых компонентов проекта “Микросекундная Рентгенология”,

Этап-2 - подготовка к мелкосерийному производству компонентов проекта “Микросекундная Рентгенология”.

Ступень II – создание ангиографической системы сверхвысокого разрешения с функциями КТ высокого разрешения, с использованием набора компонентов, созданных на первой ступени проекта, в два этапа:

Этап-1 – разработка и создание опытного образца аппаратно-программного Ангио-КТ комплекса, разработка медицинских программных модулей, апробация и сертификация комплекса;

Этап-2 – подготовка к мелкосерийному производству Ангио-КТ комплекса.

Ступень I-A проекта “Микросекундная Рентгенология” = MSR_X-Tube:

Разработка линейки микросекундных рентгеновских трубок (изготовление по 3 комплекта):

- $N_{imp} = 12.5kW$, $N_{integ} \leq 0.62kW$, $U_A = 15-50kV$, $Foc = (0.10*0.10)$ mm. (маммография)
- $N_{imp} = 15kW$, $N_{integ} \leq 0.75kW$, $U_A = 20-125kV$, $Foc = (0.10*0.10)$ mm, моноблок.
- $N_{imp} = (30/15)kW$, $N_{integ} \leq (1.5/0.75)kW$, $U_A = 150kV$, $Foc = (0.15*0.15/0.10*0.10)$ mm, моноблок, стерео, с 2-мя катодами с электронной динамической перефокусировкой.

№	Наименование статей расходов	Всего (тыс. руб.)	В том числе по этапам (тыс. руб.)	
			1 этап	2 этап
1	Материалы	60000	45000	15000
2	Спецоборудование для научных (экспериментальных) работ	75000	75000	---
3	Фонд заработной платы:	220000	151000	69000
3.1.	- Фонд заработной платы работников лаборатории	150000	105000	45000
3.1.1.	<i>фонд заработной платы работников, оформленных на полную ставку</i>	140000	100000	40000
3.1.2	<i>фонд заработной платы работников с занятостью менее ставки</i>	10000	5000	5000
3.2.	- Премирование до 30% от фонда заработной платы (п.3.1.1) за качественное и своевременное выполнение работ	42000	28000	14000
3.3	- Авторское вознаграждение за создание РИД до 10% от фонда заработной платы (п.3.1)	12000	8000	4000
3.4.	- Фонд заработной платы работников Исполнителя, не входящих в состав лаборатории	16000	12000	4000
4	Отчисления на социальные нужды, в том числе:	65400	45700	19700

4.1.	штатных сотрудников (до 30.2% к п. 3.1.)	45300	31700	13600
4.2.	(до 30.2% к п. 3.2.)	12700	8500	4200
4.3.	(до 27.3% к п. 3.3.)	3300	2200	1100
4.4.	(до 27.1% к п. 3.4.)	4300	3300	1000
5	Затраты по работам, выполняемым соисполнителями	92000	68000	24000
6	Прочие прямые затраты	12600	5000	7600
7	Затраты для определения накладных расходов (п.1 + п. 3 + п.4 +п.6)	358000	246700	111300
8	Накладные расходы: (до 10 % к п.7)	25000	18000	7000
9	Себестоимость	550000	407700	142300
10	НДС	99000	73400	25600
11	Цена	649000	481100	167900

Разработка: АО "Светлана-Рентген", ФГУП НИИ НПО "ЛУЧ.

Мелкосерийное производство: АО "Светлана-Рентген".

Концептуальная разработка и руководитель работ: ООО "КУРС-АС1".

Ступень I-B проекта "Микросекундная Рентгенология" = MSR_X-Generator:

Разработка линейки микросекундных рентгеновских генераторов (изготовление по 3 компл.):

a. $N_{imp} = 15kW$, $N_{integ} = 1.0kW$, $U_A = (15-50)kV$.

b. $N_{imp} = 15kW$, $N_{integ} = 1.0kW$, $U_A = (20-125)kV$, моноблочный.

c. $N_{imp} = 30kW$, $N_{integ} = 2.0kW$, $U_A = (40-150)kV$, моноблочный.

№	Наименование статей расходов	Всего (тыс. руб.)	В том числе по этапам (тыс. руб.)	
			1 этап	2 этап
1	Материалы	50000	30000	20000
2	Спецоборудование для научных (экспериментальных) работ	63000	63000	---
3	Фонд заработной платы:	163500	115000	48500
3.1.	- Фонд заработной платы работников лаборатории	116000	773000	38700
3.1.1.	<i>фонд заработной платы работников, оформленных на полную ставку</i>	102000	67300	34700
3.1.2	<i>фонд заработной платы работников с занятостью менее ставки</i>	14000	11000	3000
3.2.	Премирование до 30% от фонда заработной платы (п.3.1.1) за качественное и своевременное выполнение работ	34800	25900	8900
3.3	Авторское вознаграждение за создание РИД до 10% от фонда заработной платы (п.3.1)	10500	6000	4500
3.4.	Фонд заработной платы работников Исполнителя, не входящих в состав лаборатории	12000	9000	3000
4	Отчисления на социальные нужды, в том числе:	51500	35100	16400

4.1.	штатных сотрудников (до 30.2% к п. 3.1.)	34800	23300	11500
4.2.	(до 30.2% к п. 3.2.)	10500	7800	2700
4.3.	(до 27.3% к п. 3.3.)	2900	1600	1300
4.4.	(до 27.1% к п. 3.4.)	3300	2400	900
5	Затраты по работам, выполняемым соисполнителями	104000	68000	36000
6	Прочие прямые затраты	12600	5000	7600
7	Затраты для определения накладных расходов (п.1 + п. 3 + п.4 +п.6)	277600	185100	92500
8	Накладные расходы: (до 10 % к п.7)	24000	16000	8000
9	Себестоимость	468600	332100	136500
10	НДС	84400	59800	24600
11	Цена	553000	391900	161100

Разработка и м/с производство: ООО “С.П. Гелпик”, ФГУП ВНИИ Автоматики,
ПАО НПО “Энергомодуль”, ООО “КУРС-АС1”.

Концептуальная разработка и руководитель работ: ООО “КУРС-АС1”.

Ступень I-C проекта “Микросекундная Рентгенология” = MSR_X-Detector:

Разработка линейки динамических микросекундных рентгеновских детекторов (по 2 компл.):

- Двухпольного **10 Mpix** микросекундного детектора = **10M15-BU** с форматами кадра **285x195/190x130 mm**, разрешение **75/50 mkm**, **(3.8k*2.6k/1.9k*1.3k)*12b*15/30fps**.
- Маммографического **20Mpix** микросекундного рентгеновского детектора = **20M30-XPe**, формат **250x190 mm**, **50 mkm**, **(5k*3.75k)*12b*30fps**, до 1200MB/s.
- Ангиографического **12Mpix** микросекундного рентгеновского детектора = **12M60-XPe**, формат **410x307mm**, **100 mkm**, **(4k*3k/2.0k*1.5k)*60/240fps*12b/14b**, до 1440MB/s.
- Динамического **20Mpix** микросекундного рентгеновского детектора = **20M30-XPe**, формат **510x375mm**, **100mkm**, **(5k*3.75k/2.5k*1.88k)*30/60fps*12b/14b/16b**, 1200MB/s.

№	Наименование статей расходов	Всего (тыс. руб.)	В том числе по этапам (тыс. руб.)	
			1 этап	2 этап
1	Материалы	72000	47000	25000
2	Спецоборудование для научных (экспериментальных) работ	32000	32000	---
3	Фонд заработной платы:	275000	185000	90000
3.1.	- Фонд заработной платы работников лаборатории	187500	125000	62500
3.1.1.	<i>фонд заработной платы работников, оформленных на полную ставку</i>	175500	121000	54500
3.1.2	<i>фонд заработной платы работников с занятостью менее ставки</i>	12000	4000	8000
3.2.	- Премирование до 30% от фонда заработной платы (п.3.1.1) за качественное и своевременное выполнение работ	56200	37500	18700
3.3	- Авторское вознаграждение за создание РИД до 10% от фонда заработной платы (п.3.1)	15000	10000	5000

3.4.	- Фонд заработной платы работников Исполнителя, не входящих в состав лаборатории	12000	8000	4000
4	Отчисления на социальные нужды, в том числе:	81000	54000	27000
4.1.	штатных сотрудников (до 30.2% к п. 3.1.)	56500	37700	18900
4.2.	(до 30.2% к п. 3.2.)	17000	11400	5600
4.3.	(до 27.3% к п. 3.3.)	4200	2800	1400
4.4.	(до 27.1% к п. 3.4.)	3300	2200	1100
5	Затраты по работам, выполняемым соисполнителями	176000	118000	58000
6	Прочие прямые затраты	9000	6000	3000
7	Затраты для определения накладных расходов (п.1 + п. 3 + п.4 +п.6)	417000	272000	145000
8	Накладные расходы: (до 10 % к п.7)	39000	26000	13000
9	Себестоимость	684000	468000	216000
10	НДС	123100	84200	38900
11	Цена	807100	552200	254900

Разработка: ООО "КУРС-АС1",

Соисполнители и м/с производство: ПАО "Красногвардеец", ООО "ВедаПроект".

Концептуальная разработка и руководитель работ: ООО "КУРС-АС1".

Ступень I-D проекта "Микросекундная Рентгенология" = MSR_X-Processing: (3 компл.)

- Разработка аппаратно-программной системы захвата и сохранения потока 16-ти битных изображений сверхвысокого разрешения до 12 мегапикселей при 60 кадрах в секунду (поток 1440MB/s) с попиксельной нормализацией и шумоподавлением реального времени.
- Разработка аппаратно-программного комплекса конвейерной 2D обработки и визуализации реального времени потока 16-ти битных изображений сверхвысокого разрешения (поток до 1500MB/s), поступающих от системы захвата и сохранения потока кадров.

№	Наименование статей расходов	Всего (тыс. руб.)	В том числе по этапам (тыс. руб.)	
			1 этап	2 этап
1	Материалы	65000	65000	---
2	Спецоборудование для научных (экспериментальных) работ	45000	45000	---
3	Фонд заработной платы:	149100	99400	49700
3.1.	- Фонд заработной платы работников лаборатории	84000	56000	28000
3.1.1.	<i>фонд заработной платы работников, оформленных на полную ставку</i>	72000	48000	24000
3.1.2	<i>фонд заработной платы работников с занятостью менее ставки</i>	12000	8000	4000
3.2.	Премирование до 30% от фонда заработной платы (п.3.1.1) за качественное и своевременное выполнение работ	21600	14400	7200

3.3	Авторское вознаграждение за создание РИД до 10% от фонда заработной платы (п.3.1)	7500	5000	2500
3.4.	Фонд заработной платы работников Исполнителя, не входящих в состав лаборатории	36000	24000	12000
4	Отчисления на социальные нужды, в том числе:	43100	28700	14400
4.1.	штатных сотрудников (до 30.2% к п. 3.1.)	24800	16500	8300
4.2.	(до 30.2% к п. 3.2.)	6500	4300	2200
4.3.	(до 27.3% к п. 3.3.)	2100	1400	700
4.4.	(до 27.1% к п. 3.4.)	9700	6500	3200
5	Затраты по работам, выполняемым соисполнителями	64000	48000	16000
6	Прочие прямые затраты	9000	6000	3000
7	Затраты для определения накладных расходов (п.1 + п. 3 + п.4 +п.6)	266200	199100	67100
8	Накладные расходы: (до 10 % к п.7)	24000	16000	00
9	Себестоимость	399200	308100	91100
10	НДС	71900	55500	16400
11	Цена	471100	363600	107500

Разработка и производство: ООО "КУРС-АС1".

Соисполнители: ООО "ВедаПроект".

Концептуальная разработка и руководитель работ: ООО "КУРС-АС1".

Степень II проекта "Микросекундная Рентгенология" = МСР-АнгиоКТ: (2 компл.)

- Разработка ангиографической микросекундной рентгеновской системы сверхвысокого разрешения с функциями компьютерного томографа высокого разрешения.
- Апробация и сертифицирование ангиографической микросекундной рентгеновской системы.
- Подготовка к мелкосерийному производству ангиографической микросекундной системы.

№	Наименование статей расходов	Всего (тыс. руб.)	В том числе по этапам (тыс. руб.)	
			1 этап	2 этап
1	Материалы	220000	150000	70000
2	Спецоборудование для научных (экспериментальных) работ	151000	95000	56000
3	Фонд заработной платы:	425000	245400	179600
3.1.	- Фонд заработной платы работников лаборатории	280000	168000	112000
3.1.1.	<i>фонд заработной платы работников, оформленных на полную ставку</i>	250000	150000	100000
3.1.2	<i>фонд заработной платы работников с занятостью менее ставки</i>	30000	18000	12000
3.2.	Премирование до 30% от фонда заработной платы (п.3.1.1) за качественное и своевременное	84000	50400	33600

	выполнение работ			
3.3	Авторское вознаграждение за создание РИД до 10% от фонда заработной платы (п.3.1)	25000	15000	10000
3.4.	Фонд заработной платы работников Исполнителя, не входящих в состав лаборатории	36000	12000	24000
4	Отчисления на социальные нужды, в том числе:	126500	73300	53200
4.1.	штатных сотрудников (до 30.2% к п. 3.1.)	84500	50700	33800
4.2.	(до 30.2% к п. 3.2.)	25400	15200	10200
4.3.	(до 27.3% к п. 3.3.)	6800	4100	2700
4.4.	(до 27.1% к п. 3.4.)	9800	3300	6500
5	Затраты по работам, выполняемым соисполнителями	176000	92000	84000
6	Прочие прямые затраты	36000	9000	27000
7	Затраты для определения накладных расходов (п.1 + п. 3 + п.4 +п.6)	807500	477700	329800
8	Накладные расходы: (до 10 % к п.7)	76000	45800	30200
9	Себестоимость	1210500	710500	500000
10	НДС	217900	127900	90000
11	Цена	1428400	838400	590000

Разработчик и руководитель работ: ООО "КУРС-АС1".

Соисполнители: ООО "ВедаПроект", ПАО "Красногвардеец", НИИТФА, НИИ Склифосов., НИИЯФ МГУ лаборатория "Медицинские компьютерные системы".

Итого цена проекта "Микросекундная Рентгенология" составит:

№	Наименование расходов	Всего (тыс. руб.)	В том числе по этапам (тыс. руб.)	
			1 этап	2 этап
I-a	Ступень I - MSR_X-Tube	649000	481100	167900
I-b	Ступень I - MSR_X-Generator	553000	391900	161100
I-c	Ступень I - MSR_X-Detector	807100	552200	254900
I-d	Ступень I - MSR_X-Processing	471100	363600	107500
I	Ступень I - МСР-Комплект итого:	2480200	1788800	691400
II	Ступень II - МСР-АнгиоКТ итого:	1428400	838400	590000
	Цена всего проекта:	3908600	2627200	1281400

26.02.2018г. Технический директор

_____ Авшаров Е.М.

М.П.

Тематическая карточка на реализацию проекта “Микросекундная Рентгенология”

Наименование проекта. Организация-заявитель	Сроки реализации проекта		Общая стои- мость проекта, тыс.руб.	Объемы годового финансирования проекта, тыс.руб.			
	Начало	Оконча- ние		2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г. 2022 г.
В том числе - Ступень I:							
1. Разработка рентгеновских трубок	07.2018	07.2022	649000	245000	206000	133000	65000
2. Разработка рентгеновских генераторов	07.2018	07.2022	553000	212000	161000	121000	59000
3. Разработка рентгеновских детекторов	07.2018	07.2022	807100	284000	239000	164000	120100
4. Разработка рентгеновских систем управления, обработки и визуализации	07.2018	07.2021	471100	206000	157600	107500	
Ступень I проекта всего:	07.2018	07.2022	2480200	947000	763600	525500	244100
В том числе Ступень II:							
5. Разработка ангиографической системы с функциями КТ высокого разрешения	05.2019	07.2023	1428400		385000	442600	370400 230400
Наименование проекта - “Микросекундная Рентгенология”, всего: Организация: ООО “КУРС-АСІ”, НИИТФА (ГК РОСАТОМ)	07.2018	07.2023	3908600	947000	1148600	968100	614500 230400