

Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова

Институт физики и математики

Кафедра теоретической и
экспериментальной физики



Медицинская физика
в Кабардино-Балкарском
государственном университете

Коков З.А., Хоконов М.Х.

khokon6@mail.ru



Медицинская физика в высшей школе России – 19 лет



Специальность «Медицинская физика»

- начало подготовки (первый набор) – 2000 г.
- КБГУ (физический факультет) – первый в РФ получил лицензию на подготовку по специальности 010707.65 Медицинская физика.
- осуществлены выпуски – 2005–2018 гг.

Направление «Физика»

- с 2011 года – переход на 2-х уровневую систему подготовки в рамках направления «Физика»:
 - бакалавриат (4 года, профиль «Медицинская физика»)
 - магистратура (2 года, программа «Медицинская физика»)

Клинические и производственные Базы подготовки медицинских физиков

1. Лечебно-диагностические учреждения Минздрава КБР (Республиканская клиническая больница, ГКБ №1 и 2, Онкодиспансер, Медицинский консультативно-диагностический центр, Республиканская детская клиническая больница, Противотуберкулезный диспансер), ООО ГК «ЛЕНАР», МЦ «Виддер-Юг», СКУ «Эльбрус» и многие др.
2. Научно-исследовательские центры (МИФИ, ИРСиУ ЮФУ в Таганроге, МИ «Рентгеновская оптика», БНО ИЯИ РАН и др.).
3. Промышленные предприятия (ООО «Севкаврентген-Д»).

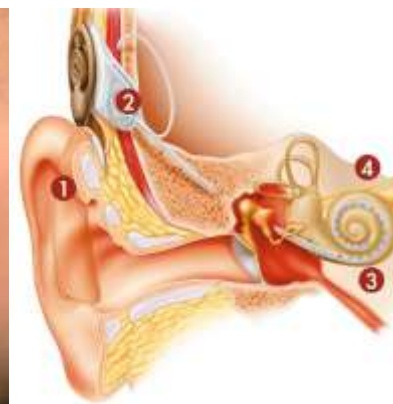


Направления исследований по медицинской физике:



- разработка эффективных рентгенопреобразующих устройств для цифровой рентгеновской диагностики в медицине и ветеринарии;
- разработка и организация серийного производства трехмерного конусно-лучевого рентгеновского компьютерного томографа на базе ООО «СЕВКАВРЕНТГЕН-Д»;
- создание программно-аппаратных автоматизированных комплексов для рентгеновской и ультразвуковой диагностики;
- разработка комплексов для исследований нарушений и коррекции двигательного стереотипа человека;
- создание электронных систем регистрации ЭКГ, физиологических параметров, хронометража и контроля во время соревнований и др.
- система рентгеновского досмотра большегрузного автотранспорта

Студент Руслан Кертиев – докладывает о технологии кохлеарного протезирования слуха



Взаимодействие науки и производства



О совместных проектах ООО «СеvКавРентген-Д» и Кабардино-Балкарского госуниверситета

Более 18 лет сотрудничества

1. Совместная Научно-производственная лаборатория «Рентгенотехника»
2. Базовая кафедра «Рентгеновская диагностика»

Подготовка специалистов для ООО «СеvКавРентген-Д»

- инженеров, медицинских физиков, конструкторов, электронщиков, программистов, менеджеров и др. специальностей

Студенты на практике КБГУ в ООО «Севкавурентген-Д» (г.Майский, КБР) экскурсию проводит выпускник физического факультета Аскер Табухов и Александр Сизько



Технологический процесс изготовления, монтажа и наладки Динамической платформы

Проектирование и подготовка
конструкторской документации



Инструментальный цех
– изготовление и
покраска элементов
конструкции



Монтаж и
наладка



Отработка
программного
управления
режимами работы

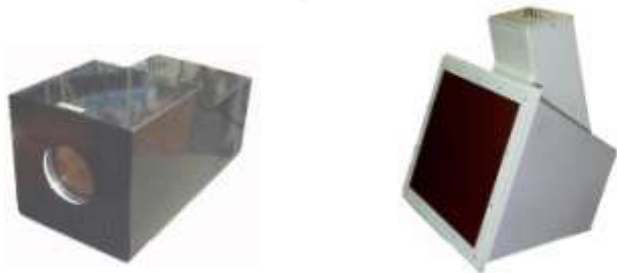


Кабардино-Балкарский
государственный
университет
ООО «Севкав рентген-Д»



**Проект № 1. Разработка и производство
ветеринарного цифрового рентгеновского
диагностического
комплекса ВЦРДК-500**

Цель проекта: организация
серийного (промышленного)
производства комплекса
ВЦРДК-500 на базе КБГУ и
ООО «Севкав рентген-Д»



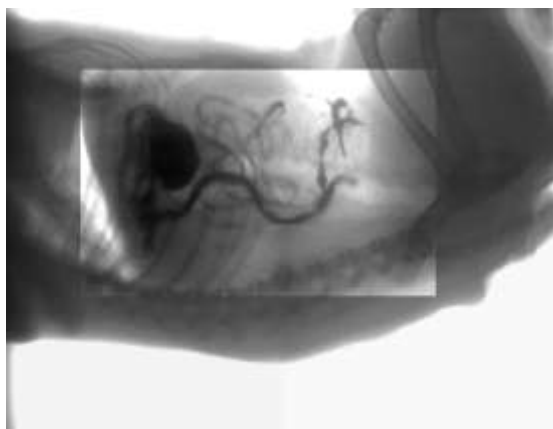
Состав комплекса ВЦРДК-500

1. **Источник рентгеновского излучения 12П6**
2. **Рентгенопрозрачный стол с системой фиксации животных**
3. **4-х камерный усилитель рентгеновского изображения УРИ-500**
4. **Персональный компьютер**



Now-How

Ветеринарный цифровой рентгеновский диагностический комплекс ВЦРДК-500



Потенциальные потребители

Предприятия, выпускающие рентгеновское диагностическое оборудование, в первую очередь медицинского назначения (ООО «Севкаврентген-Д», «Мосренттген», «Актюбрентген» и др.).

Диапазон применения

1. Рентгеновская диагностика в медицине и ветеринарии.
2. Промышленная дефектоскопия.
3. Рентгеновский досмотр в таможне и МВД.
4. Рентгеновская микроскопия и др.



Разработанный
в КБГУ рентгенов-
ский диагностичес-
кий комплекс
ВЦРДК-500



Конкурентоспособность 29

Рентгеновские снимки
получены с помощью
ВЦРДК-500 КБГУ

Преимущества экранов нового

типа:

- ✓ снижение лучевой нагрузки на исследуемый объект на 100%
- ✓ повышение чувствительности почти на 100%
- ✓ Снижение стоимости УРИ на их основе в 5-7 раз по сравнению с плоскопанель-ными детекторами.

**На изобретение в
2013 году получен
Патент РФ**



Стоимость комплекса и оценка рынка:

- **Планируемая рыночная стоимость комплекса ВЦРДК-500 в зависимости от комплектации составит 0.5 –1.5 млн. руб. (зарубежные аналоги дороже в 1.5-2 раза)**
- **Потребность в комплексах ВЦРДК-500 по :**
 - КБР > 5 ед.,**
 - ЮФО и СКФО > 100 ед.**
- **Окупаемость проекта – 2-3 года**

**Проект № 2. РАЗРАБОТКА И ОРГАНИЗАЦИЯ
СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ТРЕХМЕРНОГО
КОНУСНО-ЛУЧЕВОГО РЕНТГЕНОВСКОГО
КОМПЬЮТЕРНОГО ТОМОГРАФА
НА БАЗЕ ООО «СЕВКАВРЕНТГЕН-Д»**

З.А. КОКОВ

КАБАРДИНО-БАЛКАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ, г. Нальчик

Р.Н. ПОНОМАРЕНКО, Ю.П. РЫЖКОВ

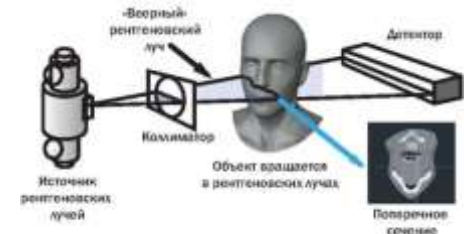
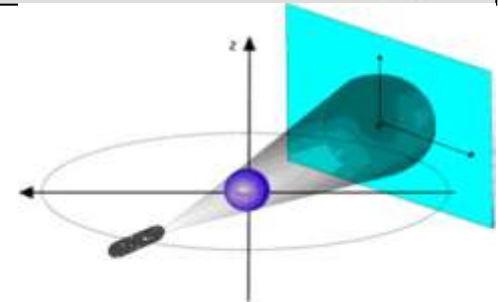
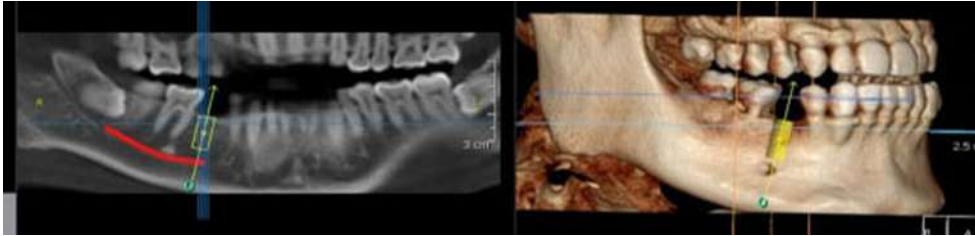
ООО «СЕВКАВРЕНТГЕН-Д», г. Майский, КБР

Инвестиции – 400 млн. руб., срок реализации – 3 года



Конусно-лучевая томография проект с ООО «Севкав рентген-Д»

Now-Now

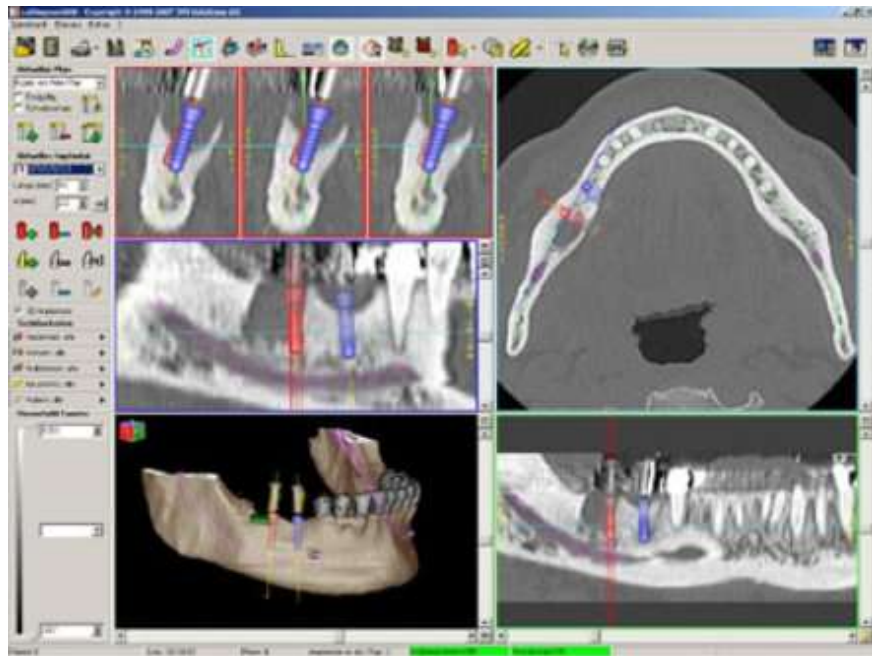


Компьютерная томография

Дентальная имплантация - метод вживления искусственного корня (имплантата) в верхнюю или нижнюю челюсть.

Рост дентальной имплантации – 15 % в год.

ТРК дентальная томография - новый высокоинформативный метод для дифференциальной диагностики заболеваний челюстно-лицевой области и определения объема оперативного вмешательства и характеристики зоны дентальной имплантации.



Преимущества 3D

визуализации перед 2D :

- ❖ выявление положения, формы, размеров и строения исследуемых структур;
- ❖ определение топографо-анатомических отношений расположенных рядом органов и тканей;
- ❖ вращение трехмерных реконструкций под любыми углами;
- ❖ выполнение линейных и угловых измерения в трех плоскостях;
- ❖ определение денситометрической плотности костных и мягкотканых структур;
- ❖ визуализация всех анатомических образований челюстно-лицевой области, наружного слухового прохода, полости среднего уха, внутреннего уха и т.д.

В России сегодня более 12000

стоматологических клиник, оснащенных в основном системами 2D

*интроскопии:
интраоральными
рентгенап-паратами,*



Панорамный снимок верхней и нижней челюсти

Orthoralix® 8500 DDE

2D





Кабардино-Балкарский государственный
университет им. Х.М. Бербекова

Физический факультет

ООО «Севкаврентген-Д»

ПРОЕКТ № 3. РАЗРАБОТКА
РЕНТГЕНОПРЕОБРАЗУЮЩИХ
ЭКРАНОВ НОВОГО ТИПА

Авторский коллектив:

КБГУ : В. Ширяев, Х.Хоконов, З.Коков,
Б.Карамурзов

ООО «Севкаврентген-Д»: А.Табухов,
Р. Пономаренко



Нальчик 2019 г.

Цели проекта:



Усилитель рентгеновского изображения УРИ-45 КБГУ



- ✓ Разработка рентгенопреобразующих экранов со сверхвысоким энергетическим выходом
- ✓ Разработка и отработка технологии промышленного производства экранов



УРИ - 440
КБГУ

Медицинская рентгенография

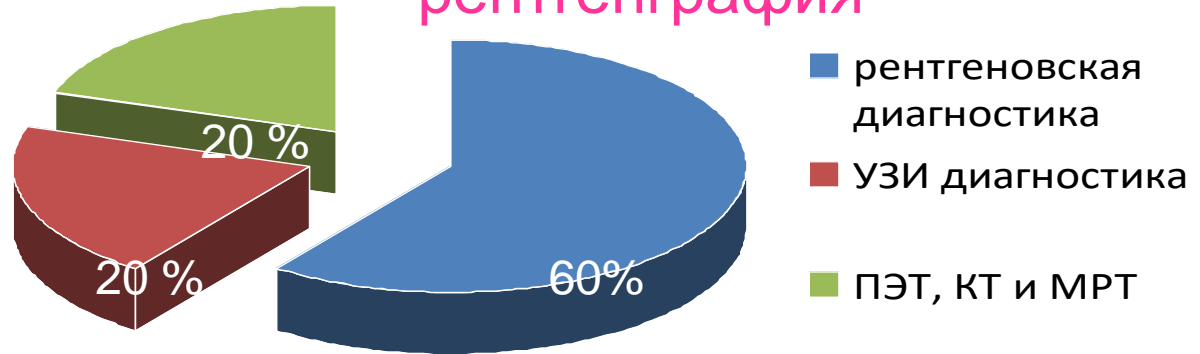
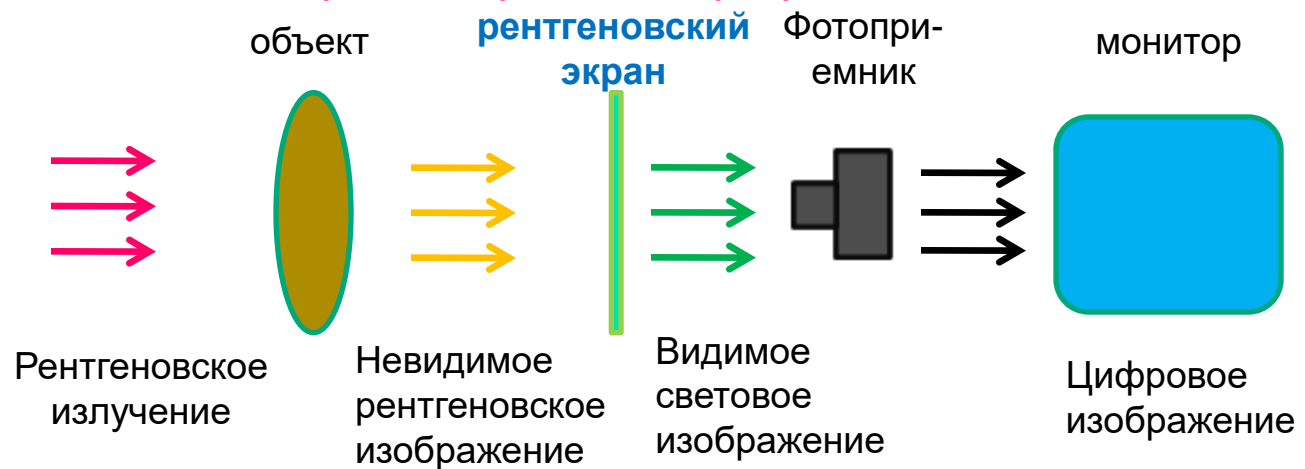
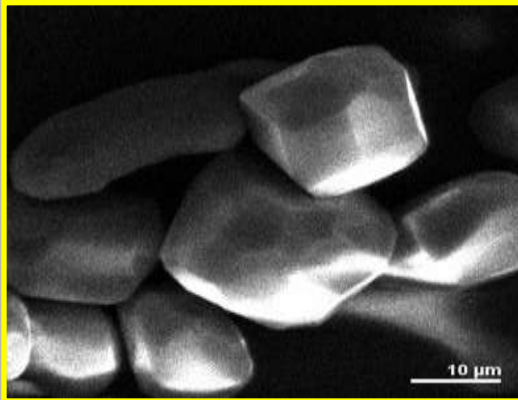


Схема работы рентгенографических систем





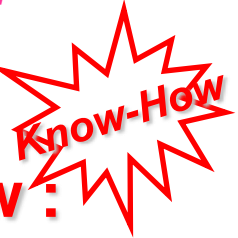
Металлизированный экран на основе ВОД



Новизна

Разработан новый тип рентгенопреобразующего экрана со сверхвысоким энергетическим выходом!

(превышает эффективность традиционно применяемых экранов на 80-100 %)



Суть предлагаемого know-how :

- ✓ Введение в конструкцию экрана светоотражающей металлической пленки.
- ✓ Применение прозрачной подложки (обратный ход э/м излучения).

люминофорный
слой

оптически
непрозрачная
подложка

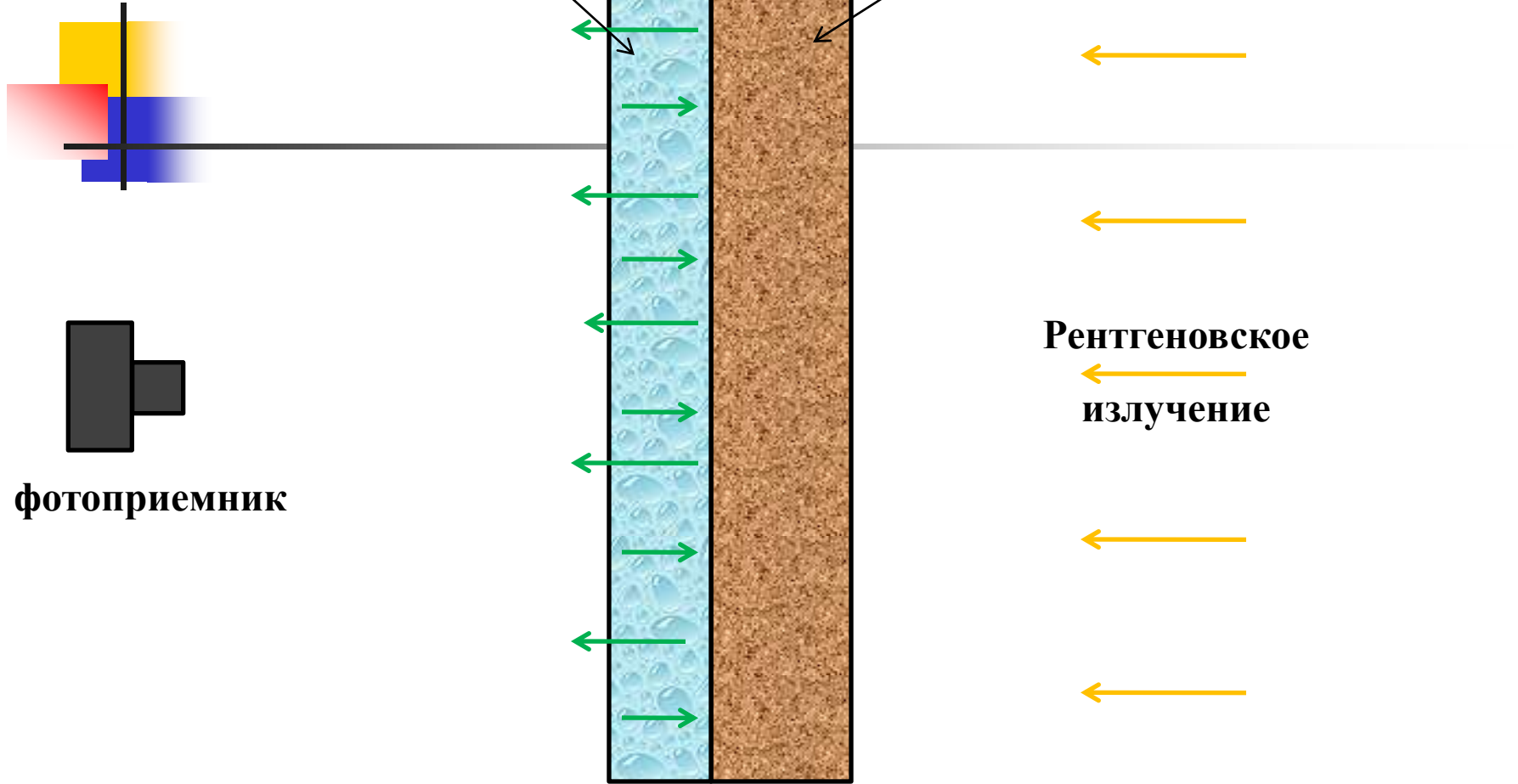


Рис. 1. Схема работы рентгеновского экрана традиционной конструкции

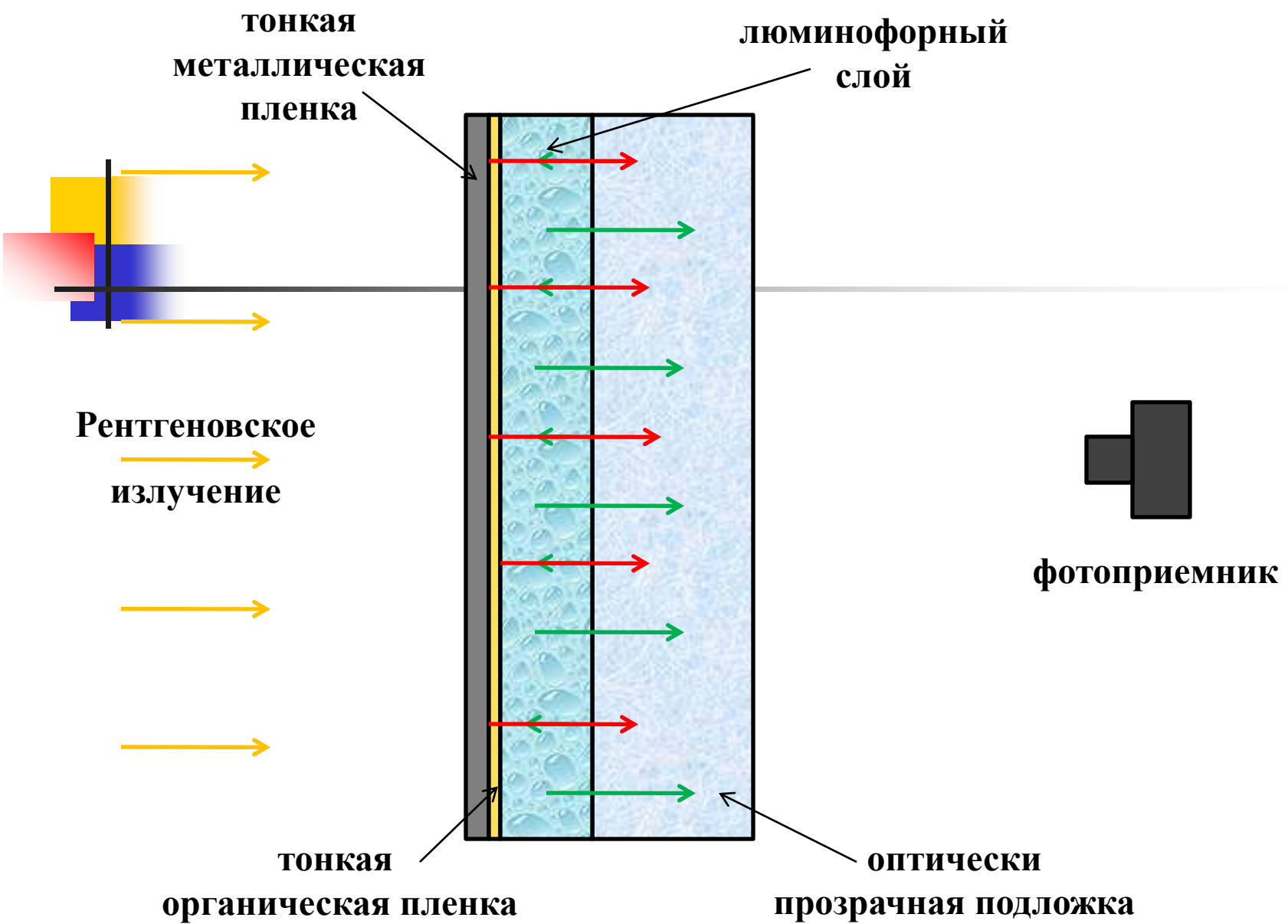
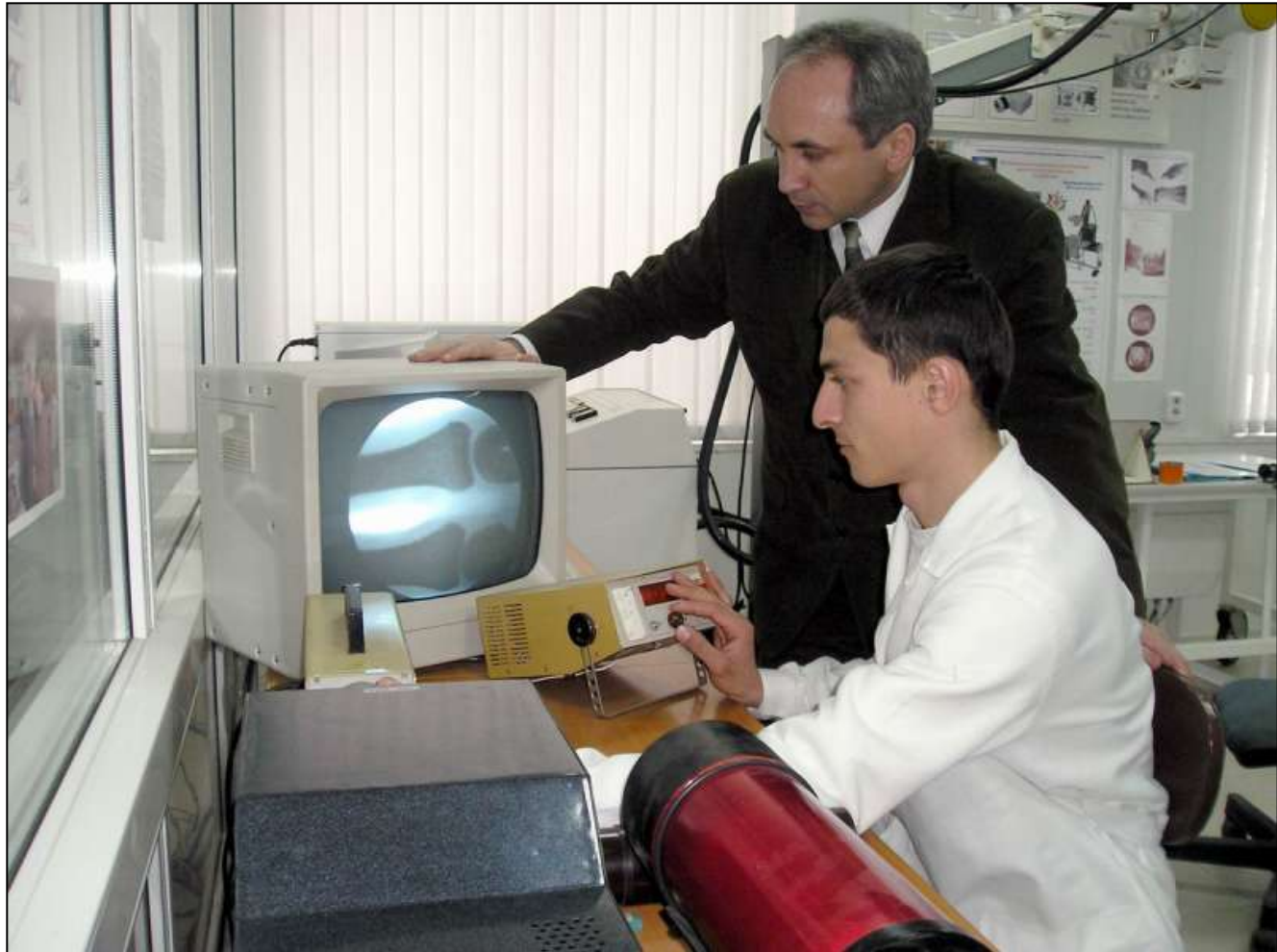


Рис. 2. Схема работы рентгеновского экрана нового типа (с металлической отражающей пленкой и прозрачной подложкой).

Настройка уникального преобразователя рентгеновского изображения УРИ-45

студент – медицинский физик Мухамед Кочесоков
и доцент З.А. Коков



Стоимость продукции, рынки сбыта



ВЦРДК-500

Стоимость алюминированных рентгеновских экранов (в зависимости от типа рентгенолюминофора, назначения и формата) - от 400 до 15 000 рублей.

Стоимость конкурирующих плоскпанельных полупроводниковых детекторов – 33 - 40 тыс. \$.

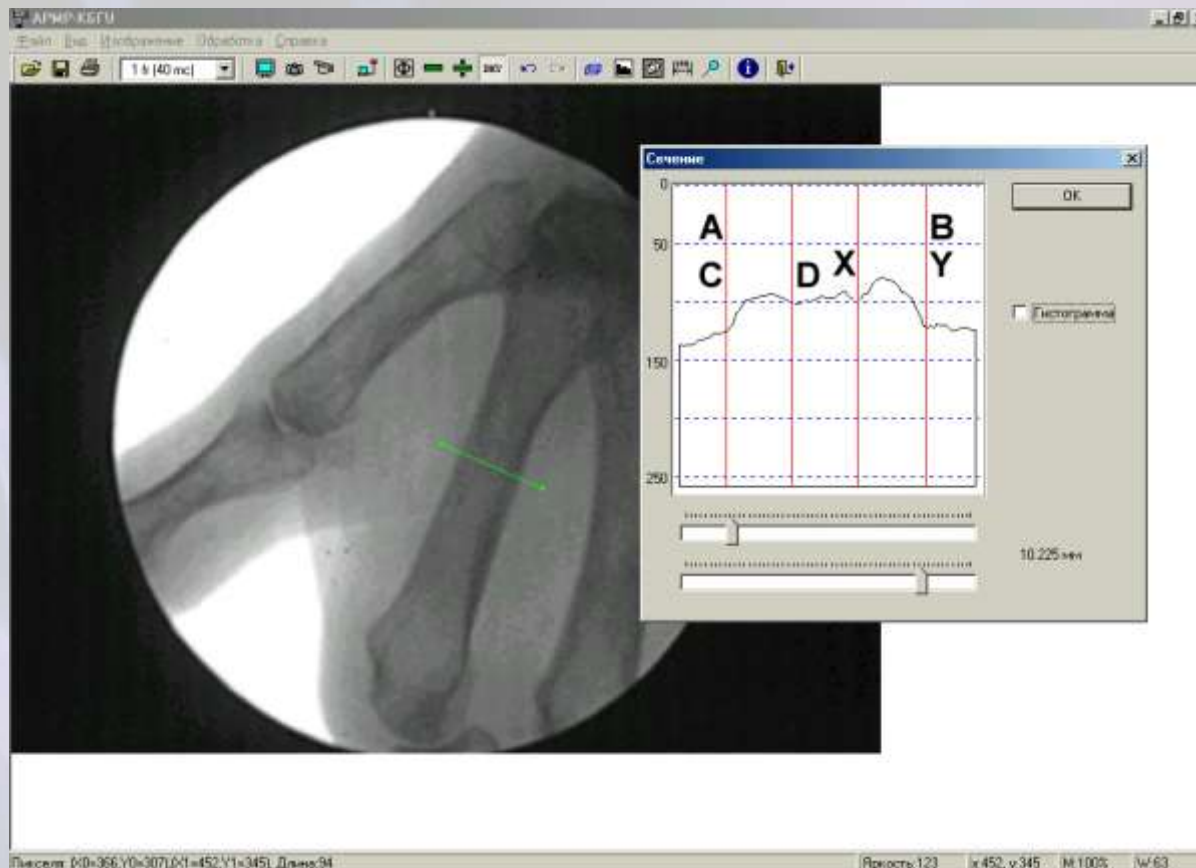
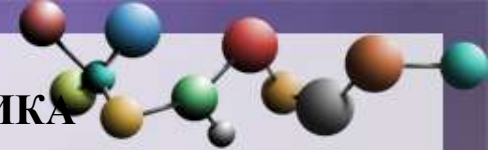
Стоимость УРИ на основе алюминированных экранов меньше в 5-8 раз чем плоскпанельных полупроводниковых детекторов. Экономия на 1-м детекторе (УРИ) 33 тыс. – 7 тыс. \$ = 25 тыс. \$

По СКФО и ЮФО потребности только в рентгенографических системах для диагностики в травматологии в медицине и ветеринарии (аналогичных ВЦРДК-500), оцениваются в более 300 единиц при рыночной стоимости - 750 тыс. – 1250 тыс. рублей.

Экономический эффект – до 7.5 млн \$.



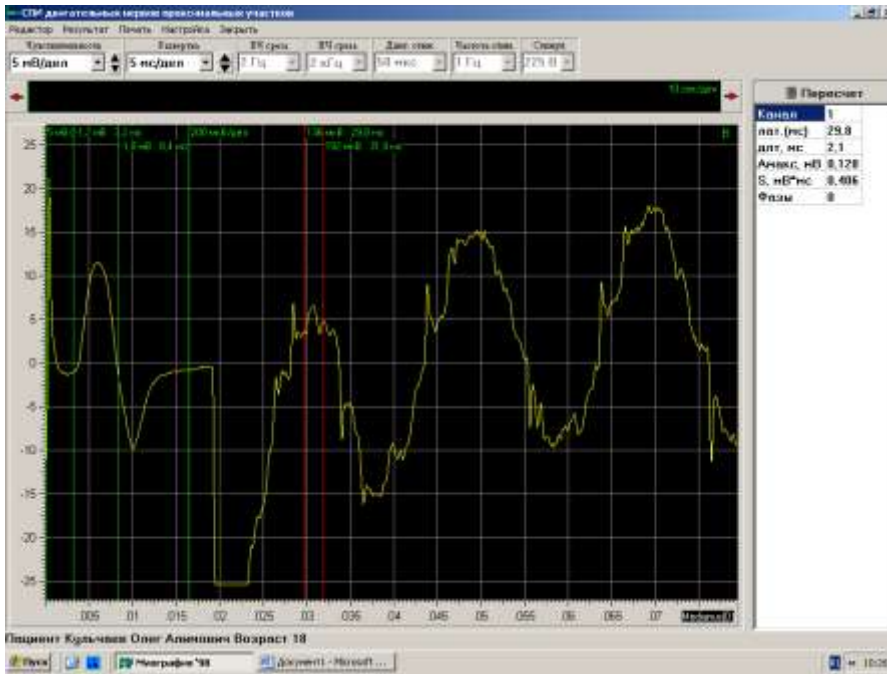
РЕНТГЕНОМОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА признаков остеопороза по кортикальному индексу пястной кости



КОРТИКАЛЬНЫЙ ИНДЕКС ПЯСТНОЙ КОСТИ

(в норме должен превышать 43%)

$$\text{Kindex} = (CD+XY)/AB \times 100\% = \\ (3.561+3.495)/10.225 \times 100\% = 69.0 \%$$



Медицинский центр

Карта обследования и лечения пациента

Дата обследования: 23.09.2008 9:53:38

Пол: Пациент: Жалобы:

АД: 150/90 мм.рт.ст. Электролиты:

Аллергия по 1/2 таблетки 1 раз в день

Обследования: Социальный: Препараты: Лечение: Психологическая консультация: 4000

Общий анализ крови: Общий анализ мочи: Спектрография:

Д S

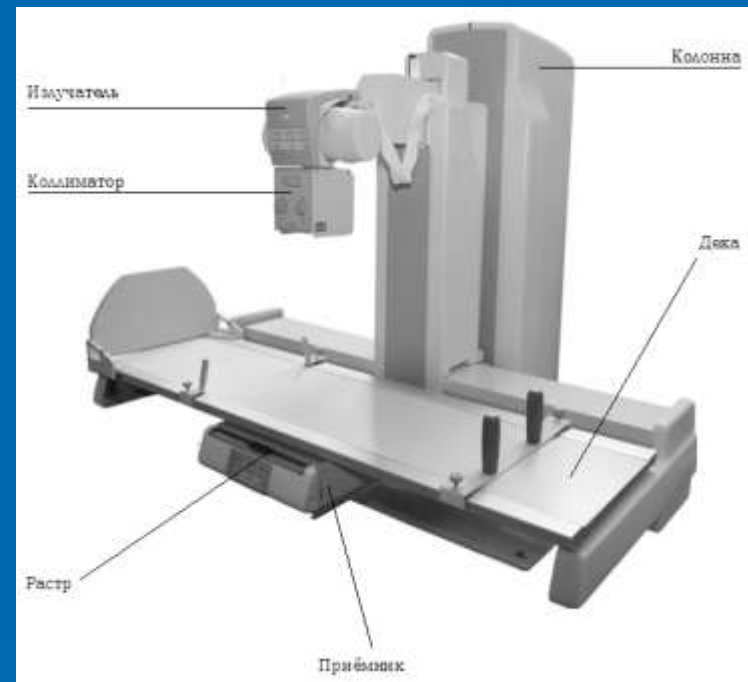
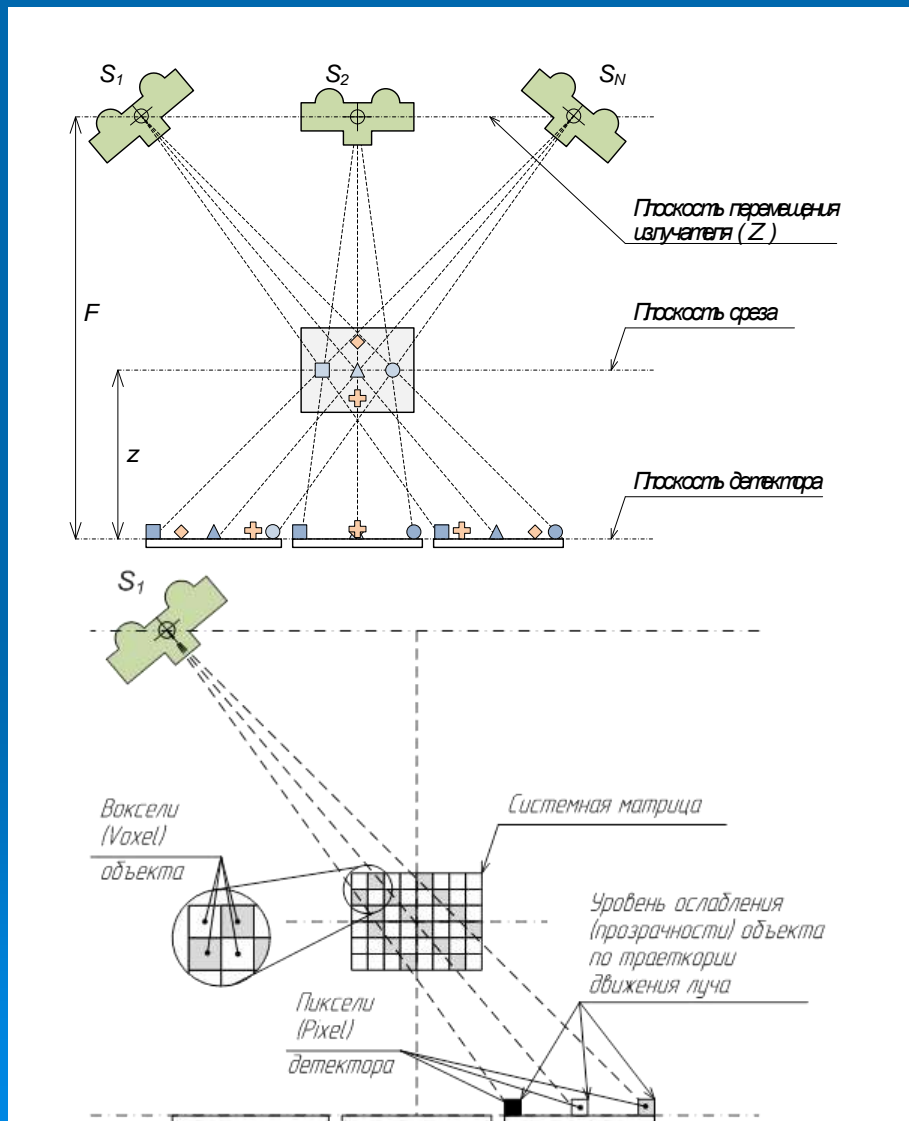
6.6 8.8

Панель Закрыть

Фамилия И.О.	Дата
КАЗОВ ЗАКИМ ВАЛЕРЬЕВИЧ	24.10.2003 14:58:27
БЕГЛОВА ТАТЬЯНА МАГМЕТОВНА	23.10.2003 10:58:20
РАШИЕВ САРАДЖИМУРТАЛИЕВИЧ	23.09.2003 09:51:14
ГУСЬЕВ ИБРАГИМ КАМАЛОВИЧ	21.10.2003 12:28:27
ИВАНОВ ИГОРЬ АНАТОЛЬЕВИЧ	18.09.2003 15:53:59
КОРШЕВНИК ИММУНИИ ВЛАДИСЛАВ	22.09.2003 12:27:55
КУДЯВЦЕВ АЛЕКСАНДРОВИЧ	17.10.2003 13:01:20
ТАОВА РИТА АЛЕКСАНДРОВНА	15.10.2003 14:02:10
ИВАНКОВ ТИМУР ЗАЙТУНОВИЧ	28.10.2003 12:58:47
БАЛАНТОВ КУСЕЙН МУХАММЕТОВИЧ	17.10.2003 13:27:35



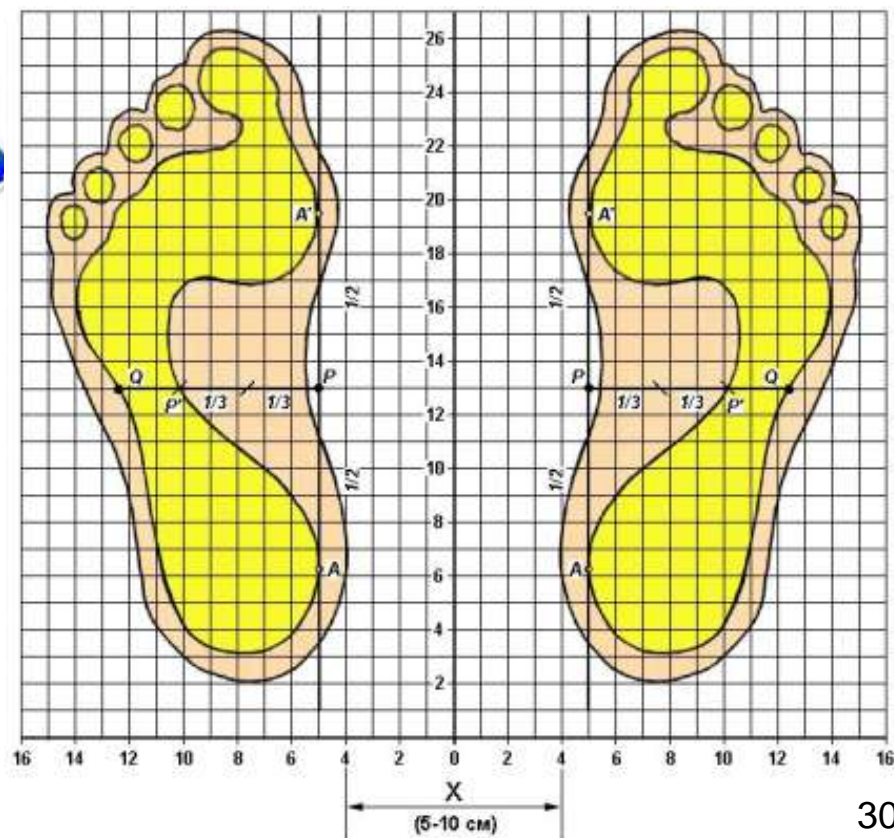
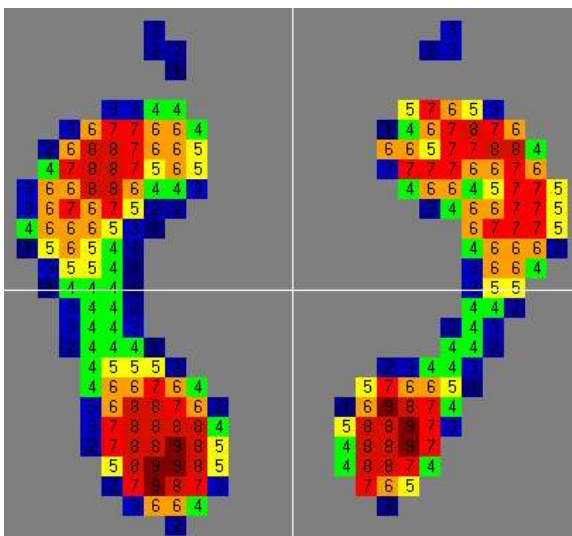
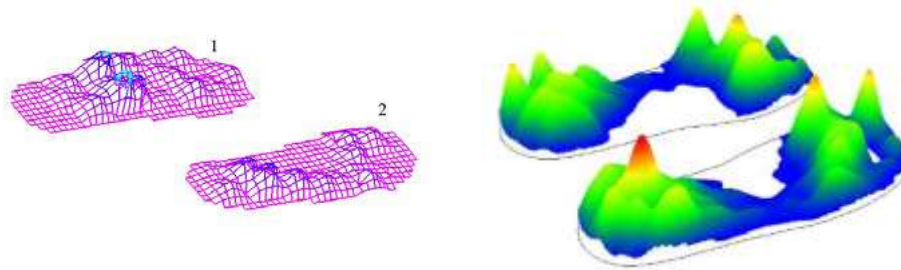
Телеуправляемый стол-штатив «Космос-Д» в составе КОМПЛЕКСА «ДИАКОМ»



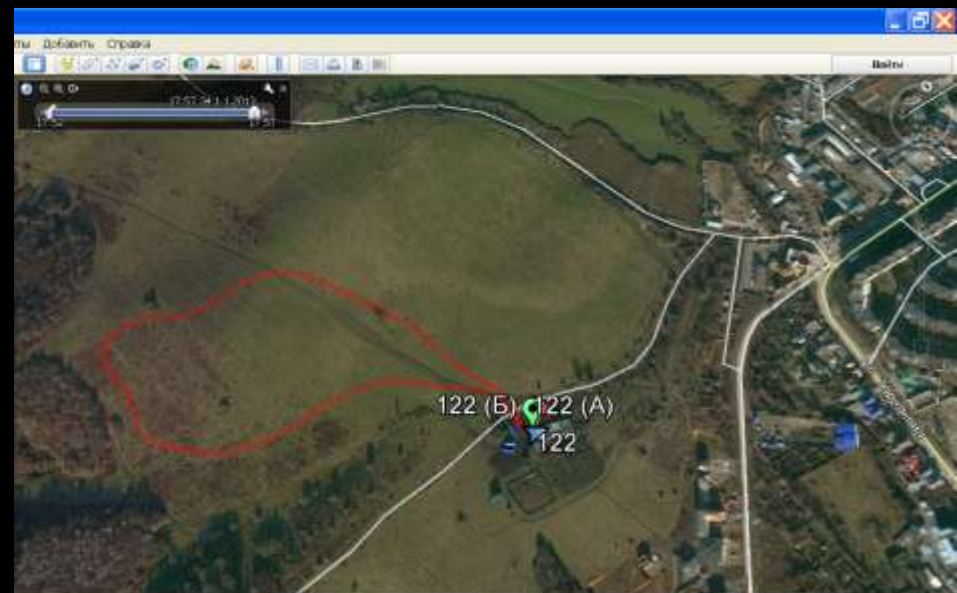
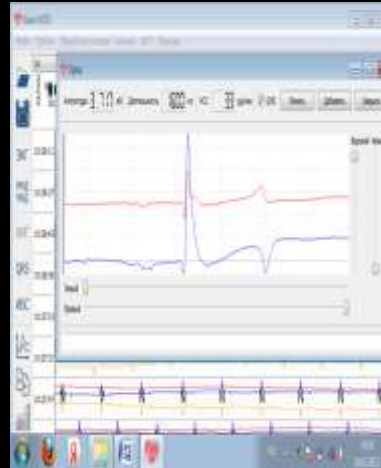
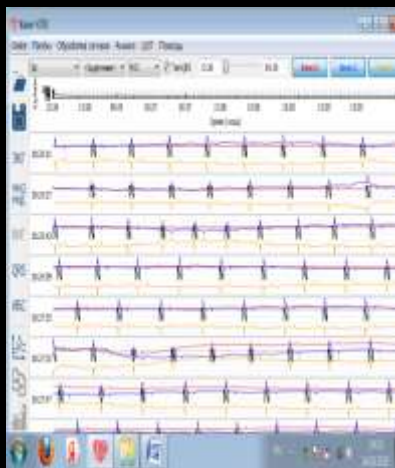
Принцип цифрового томографического синтеза изображений

$$I(\vec{r}; z) = \frac{1}{N} \sum_{s=1}^N P_s \left(\frac{F}{F-z} \vec{r} - \frac{z}{F-z} \vec{r}_s \right)$$

Исследование распределения давления по стопе



Испытания Электрокардиографа ЭК-02 в полевых условиях





ПРОВЕДЕНИЕ ГЕНЕТИКО-ПОПУЛЯЦИОННОГО АНАЛИЗА И СОСТАВЛЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ КАБАРДИНСКОЙ ПОРОДЫ ЛОШАДЕЙ

Population genetic analysis and compilation of the genetic profile of Kabardian horse breed

ПОДДЕРЖАН ФОНДОМ



VolkswagenStiftung (Germany)



Берлинский университет имени Гумбольдта



Кабардино-Балкарский государственный университет



ВНИИ коневодства



КБИИМСК ФАНО РФ



ИКНА



ИРТСу ЮФУ

ОСНОВНЫЕ ИСПОЛНИТЕЛИ И УЧАСТНИКИ ПРОЕКТА

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА
- комплексное исследование генома кабардинской породы лошадей. Результаты исследований послужат основой для ведения селекционно-племенной работы на современном уровне с одной из лучших отечественных горских пород лошадей.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ
Российская и зарубежная популяции лошадей кабардинской породы.

СРОКИ ВЫПОЛНЕНИЯ НИР
2 года: 1 июля 2013 г. - 30 июня 2015 г.



ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Составлен генетический паспорт (профиль) кабардинской породы лошадей по микросателлитным локусам.
2. Создана оригинальная электронная база "KABARDIAN HORSE BASE" для архивирования и генетико-популяционного анализа данных по стандартному и расширенному набору генетических маркеров племенного ядра породы, оценки биологического разнообразия в популяции и достоверности происхождения, степени дифференциации внутривидовых мужских линий и маточных семейств и др.
3. Проведено гентипирование (скрининг) генома кабардинских лошадей с помощью генетических биочипов серии Equine SNP 70 BeadChip.
4. Проведено секвенирование митохондриальной ДНК, выявившее высокий уровень генетического разнообразия, свидетельствующим о длительном существовании породы в виде отдельной популяции.
5. Проведен специальный "Горный тест" - конный переход, во время которого у исследуемой группы лошадей регистрировались важнейшие физиологические, кинематические и биохимические показатели с помощью оригинальных программно-аппаратных комплексов на базе смартфона и цифрового пульсометра «Zephyr».
6. Разработана оригинальная система «RIDE-2» для электронного хронометража и документирования соревнований по конным пробам.
7. Подготовлены высококвалифицированные специалисты в области молекулярной генетики.



ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

1. Д-р Райссман М. - заведующий лабораторией центра молекулярной генетики Берлинского университета имени Гумбольдта (руководитель).
2. Кокоев З.А. - доцент КБГУ (руководитель).
3. Амеликсов Х.К. - Главный регистратор кабардинских лошадей, заведующий опорным пунктом ВНИИ коневодства в Нальчике.
4. Зайцев А.М. - заместитель директора по науке ВНИИ коневодства.
5. Хаудов А.Д. - аспирант КБГУ.
6. Дудуев А.С. - аспирант КБГУ.
7. Жекамухов М.Х. - заместитель директора по науке КБИИМСК.
8. Кнопф Т. - Президент ИКНА.
9. Буздур В.Х. - Вице-президент ИКНА.
10. Синютин С.А. - заведующий кафедрой ВС ИРТСу ЮФУ.



POPULATION GENETIC ANALYSIS AND COMPILATION OF THE GENETIC PROFILE OF KABARDIAN HORSE BREED

SUPPORTED BY THE FOUNDATION



VolkswagenStiftung (Germany)



Humboldt University of Berlin



Kabardino-Balkarian State University



ARRIH



KBRIA



IKHA



RESM SFU

MAIN EMPLOYEES AND PARTICIPANTS

AIM OF THE PROJECT
- the complex study of the genome of the Kabardian breed of horses is the purpose of this Project.

The results of the investigations would lay the grounds for the selection and pedigree work on a contemporary level the same as for the best Russian horse breeds.

OBJECT OF THE PROJECT
The objects of the research are the Russian and Abroad populations of the Kabardian breed of horses.

TIMELINE OF THE PROJECT
The project lasts 2 years starting from 1 July 2013 and finishing on 30 June 2015.



TOPICS OF THE PROJECT

1. The genetic passport (profile) of the Kabardian horse breed is composed on the basis of the microsatellite loci.
2. The original electronic database "KABARDIAN HORSE BASE" is created for archiving and genetic-population analysis of the data on standard and extended set of the genetic markers of the pedigree core of the breed, as well as for estimating of the biological diversity within the population and reliability of the origin, degree of differentiation of inter-breed paternal lines and mare families and so on.
3. The genotyping (screening) of the genome of the Kabardian horses is performed with help of Equine SNP 70 BeadChip biochips.
4. The sequencing of the mitochondrial DNA is carried out which reveals the high level of the genetic diversity revealing the prolonged existence of the breed in separate populations.
5. The special event - "The mountain test" - the horse ride is realized during which the most important physiological, kinematic and biochemical parameters were checked in a focused group of horses availing the original programmed complexes based on a smartphone and a digital pulseometer "Zephyr".
6. The original system "RIDE-2" is devised for the electronic time-checking and documenting of the horse-ride competitions.
7. The highly-skilled specialists in area of molecular genetics are trained.

TEAM

1. Doctor M. Reissman - head of the laboratory of the center of the molecular genetics of the Humboldt University of Berlin (co-leader).



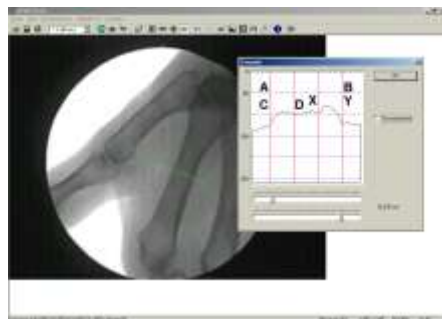
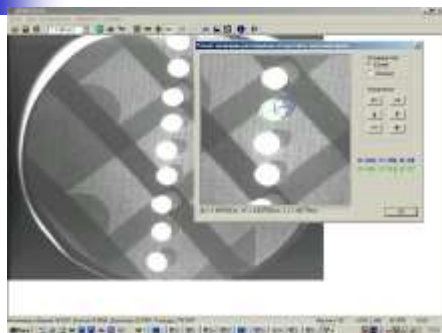
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ГРУППА

2. Doctor Z.A. Kokov - Docent of the Kh.M.Berbekov Kabardino-Balkarian State University (KBSU, co-leader).
3. Kh.K. Amshokov - Chief recorder of the Kabardian horses, head the Nalchik office of the All-Russian Research Institute of Horses (ARRIH).
4. Doctor A.M.Zaytsev - deputy director on science of the ARRIH.
5. A.D. Khaudov - post graduate student of the Kh.M.Berbekov KBSU.
6. A.S. Duduev - post graduate student of the Kh.M.Berbekov KBSU.
7. Doctor M.Kh. Zhekamukhov - deputy director on science of the Kabardino-Balkarian Research Institute of Agriculture (KBRIA).
8. T. Knopf - president of the International Kabardian Horse Association (IKHA).
9. V.Kh. Buzdov - vice president of IKHA.
10. Doctor S.A. Sinyutin - head of the chair of the built-in systems of Institute of radio engineering systems and management of the Southern Federal University (RESM SFU).



Now-Now

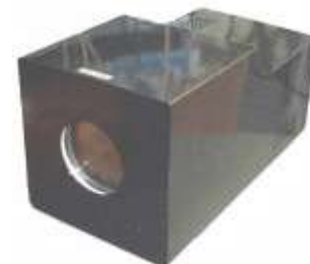
Рентгеновская дефектоскопия, системы контроля, диагностика остеопороза



Диагностика многослойных
электронных печатных плат,
сварных швов, пороховых
зарядов, рентгеновская
микроскопия

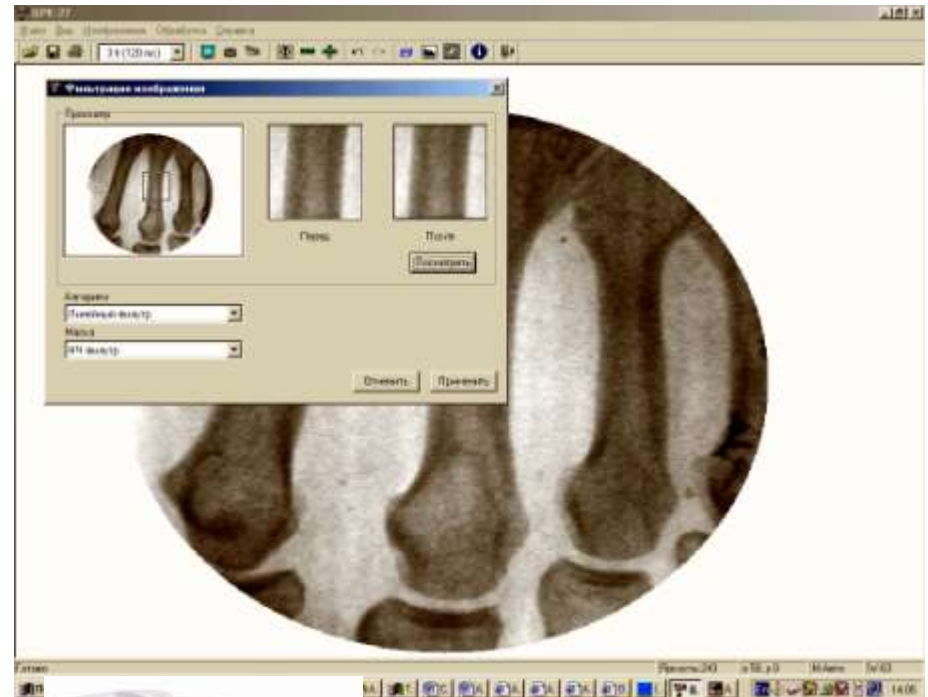
Системы контроля в МВД,
ФСБ и таможни

Диагностика остеопороза
в медицине



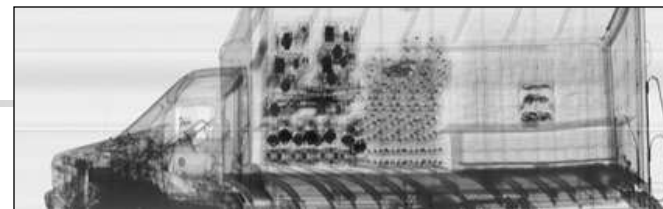
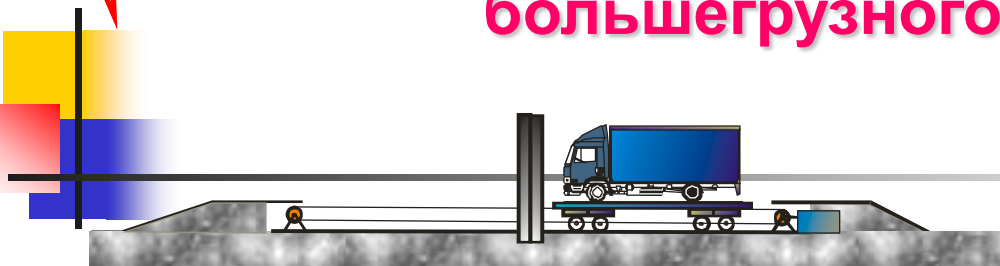
Now-Now

Программно-аппаратный комплекс «Автоматизированное рабочее место врача – КБГУ»



Now-Now

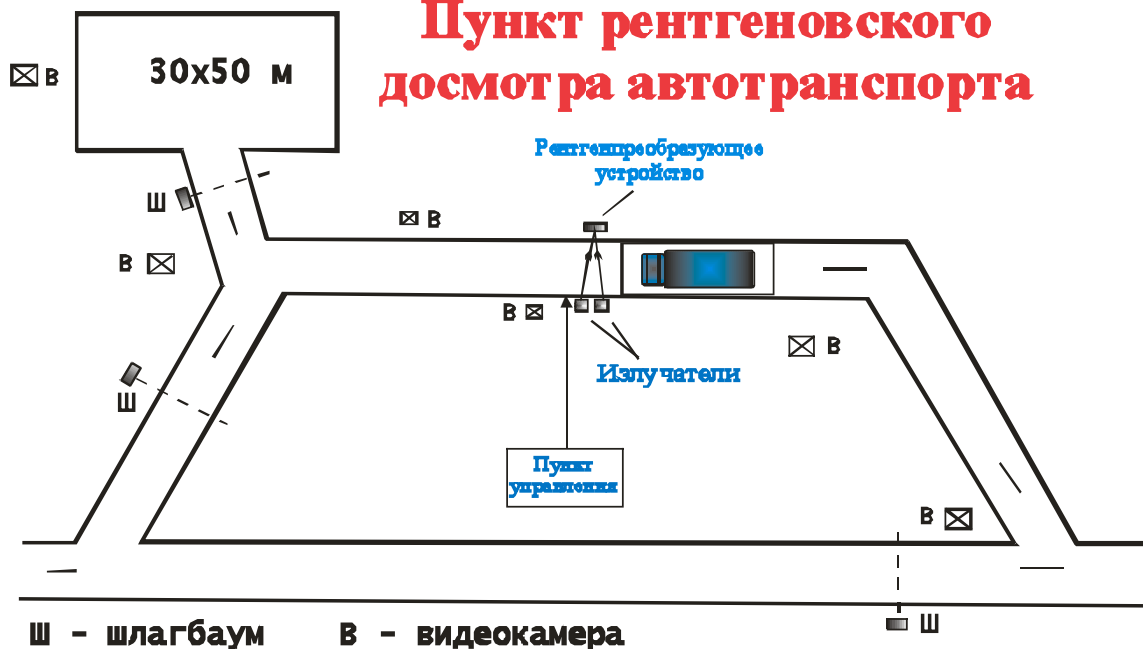
Система рентгеновского досмотра большегрузного автотранспорта



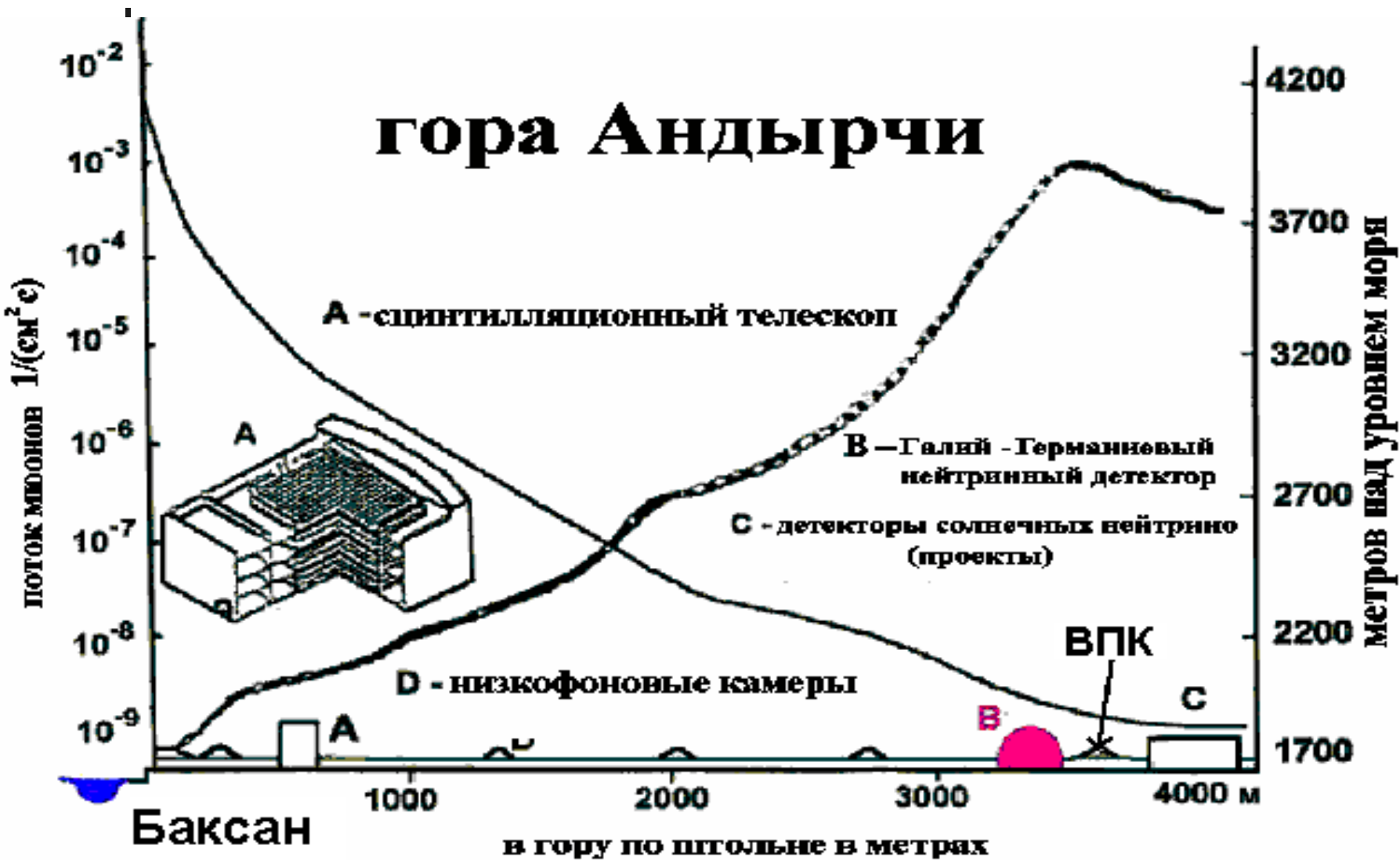
Состав системы:

- ❖ источники рентгеновского излучения «Д-501» (500 кВ) и V&G-1000 (1Мв)
- ❖ рентгенпреобразующее устройство
- ❖ вычислительный комплекс с системой ввода и обработки видео- информации
- ❖ система перемещения контролируемого автотранспорта
- ❖ система оповещения и безопасности

Пункт рентгеновского досмотра автотранспорта



Баксанская нейтринная обсерватория ИЯИ РАН



Калий 40

Содержание в природе- 0,012%

Содержание в биосфере- 0,25%

Содержание в человеке 0,27%

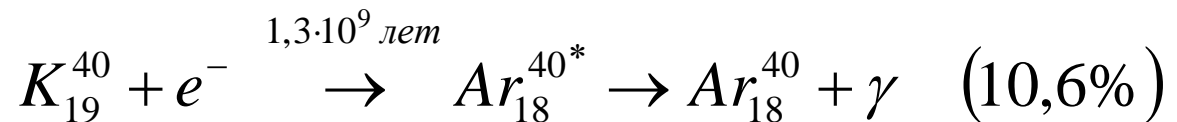
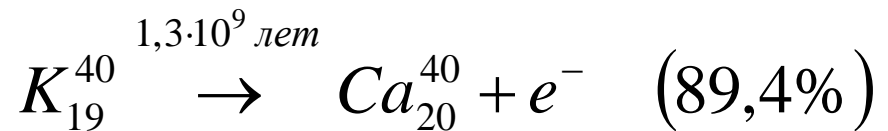
(по результатам химического исследования тканей)

Калий(39) - 93,08 %

Калий(40) - 0,0119 %

Калий(41) - 6,91 %

В теле человека (M=80 кг) находится 250г Калия, что даёт 600 фотонов в секунду.

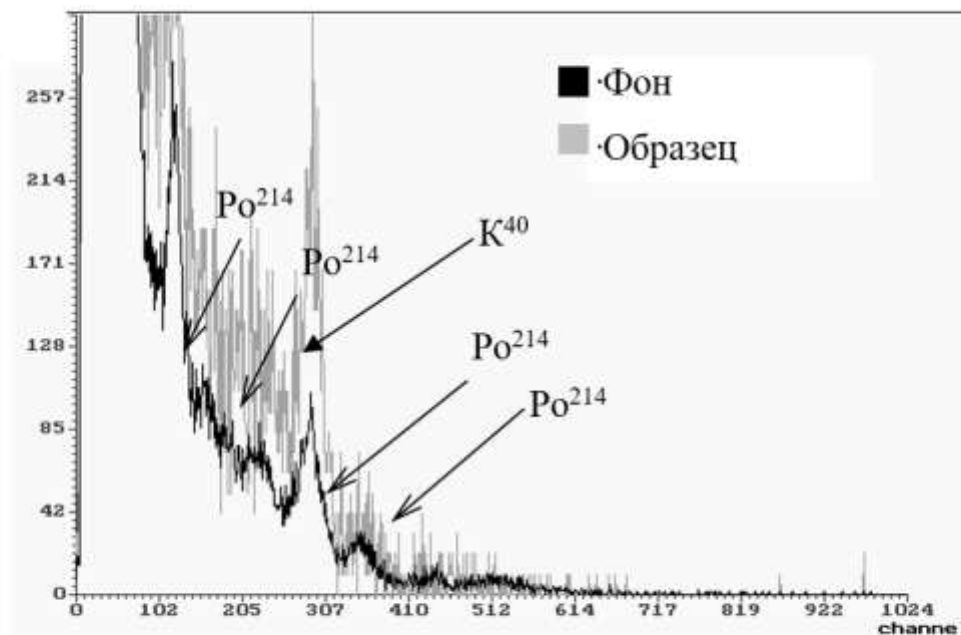


$$E(\gamma) = 1,464 \text{ кэВ}$$

Спектр куриной ткани (Сердце, печёнка).

Хранилась в замороженном виде 2 дня. Масса – 450 гр.

Суммарная эффективность детектирования – 0.6%. Калибровка спектра – 5 кэВ/канал



ОИЯИ, ИЯИ, КБГУ

октябрь 2019

- 1 Изучение особенностей протекания молекулярно-биологических процессов в условиях низкого радиационного фона
- 2 Измерение содержания радиоактивных изотопов природного и техногенного происхождения в различных биологических образцах



Ожидаемые результаты

- В ходе изучения протекания молекулярно-биологических процессов в условиях низкого радиационного фона ожидается впервые получить данные по оценке **влияния естественного радиационного фона на базовые процессы жизнедеятельности модельного организма *Drosophila melanogaster***, в том числе на уровне полного транскриптома и на уровне экспрессии отдельных генов. Полученные данные позволят оценить адаптивный ответ организма на естественный радиационный фон, выявить гены, отвечающие за него, и **изучить последствия развития организма в отсутствие стандартных условий радиационного фона Земли**. Измерение содержания радиоактивных изотопов природного и техногенного происхождения в различных биологических образцах позволит **разработать новые методические подходы для оценки скорости накопления/выведения различных радиоактивных изотопов** и оценить степень загрязненности радиоактивными изотопами живых объектов из разных природных и промышленных зон

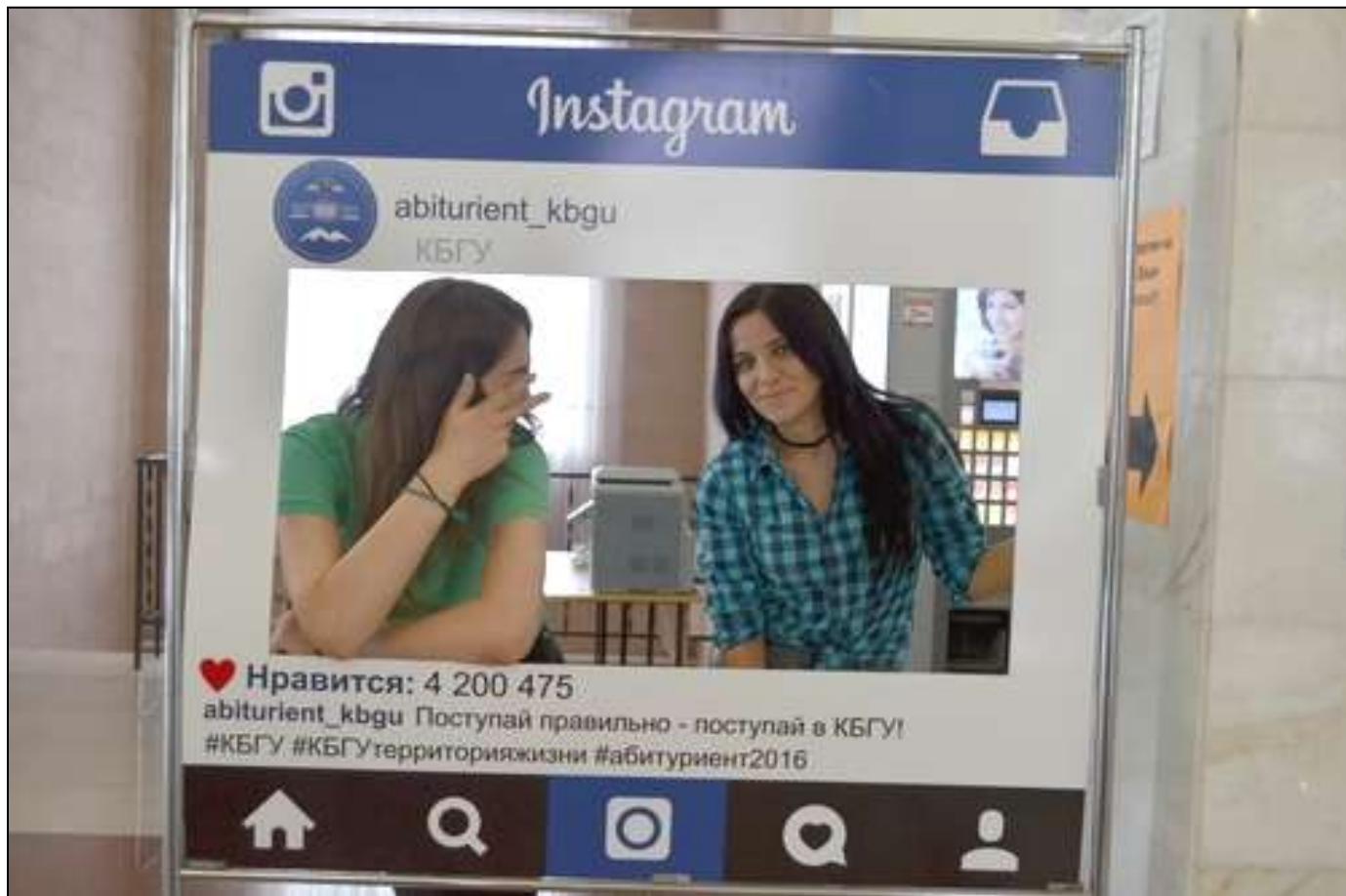
Лаборатория астрофизики и физики космических лучей ИЯИ РАН и КБГУ



**Ускоритель электронов
ЭЛУ-4, 4 МэВ**



Поступай правильно – поступай в КБГУ!





**Спасибо
за внимание !**