

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЙ  
МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ**

Федеральное государственное учреждение  
«Российский ордена Трудового Красного Знамени  
научно-исследовательский институт  
травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена  
Федерального агентства по высокотехнологичной  
медицинской помощи»

(ФГУ «РНИИТО им. Р. Р. Вредена Росмедтехнологий»)  
197046, Санкт-Петербург, Александровский парк, д. 5

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧРЕСКОСТНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ  
КОМПЬЮТЕРНОЙ НАВИГАЦИИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ  
ПАЦИЕНТОВ С ПЕРЕЛОМАМИ И ДЕФОРМАЦИЯМИ  
ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ**

(Медицинская технология)

Санкт-Петербург

2010

## **Аннотация**

Медицинская технология заключается в выполнении алгоритма действий, который позволит применить чрескостный аппарат, работающий на основе пассивной компьютерной навигации. Устройство аппарата и точный математический расчет, обеспечиваемый программой компьютерной навигации, позволяют одноэтапно, с математической точностью, выполнить коррекцию деформации или репозицию перелома длинной трубчатой кости. Аналогов данной медицинской технологии в России нет. Зарубежные аналоги по ряду параметров уступают конструкции и программе, представленным в данной медицинской технологии.

Медицинская технология предназначена для врачей травматологов-ортопедов, работающих в специализированных стационарах и прошедших обучение по данной технологии.

## **Заявители:**

ФГУ «РНИИТО Р.Р. Вредена Росмедтехнологий»

## **Авторы медицинской технологии:**

д.м.н. профессор Л.Н.Соломин, А.И. Утехин, к.м.н. В.А. Виленский, к.м.н. П.Н. Кулеш, К.Л. Корчагин, А.Н. Иванов

## ВВЕДЕНИЕ

Чрескостный остеосинтез имеет несомненные преимущества при лечении открытых и некоторых видов закрытых переломов, последствий переломов, врожденных и приобретенных деформаций. В России наибольшее распространение получили аппарат и метод Илизарова [1, 4, 6, 7]. Однако при лечении патологии длинных трубчатых костей технология, разработанная в РНЦ «ВТО», имеет ряд недостатков.

Так, при лечении переломов для окончательной репозиции на операционном столе необходим неоднократный рентгенологический контроль. Имеющиеся приемы репозиции, основанные на предварительном изгибе спиц, тракции за спицы с упором не всегда позволяют эффективно воздействовать на костные фрагменты. При невозможности выполнить операцию в полном объеме (массовое поступление пострадавших, тяжесть состояния пациента) накладывают «фиксационный» вариант аппарата, что в последующем предполагает его перемонтаж с этапным рентгенологическим контролем за качеством репозиции. При коррекции сложных деформаций необходим многократный, до 3–5 раз, перемонтаж репозиционных узлов [4, 8, 10]. Эти манипуляции достаточно трудоемки, что повышает трудозатраты и время пребывания больного в стационаре. Кроме этого, при устранении, практически, каждого компонента деформации необходим рентгенологический контроль, что повышает лучевую нагрузку на пациента и медицинский персонал. Аппарат Илизарова достаточно громоздок: используется не менее 3-4 внешних опор.

Предлагаемая медицинская технология, позволяет оптимизировать лечение переломов, последствий переломов и деформаций длинных трубчатых костей за счет применения нового аппарата оригинальной конструкции Орто-СУВ, работающего на основе компьютерной навигации.

## **ПОКАЗАНИЯ И ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ**

### **Показания**

Метод разработан для лечения пациентов с врожденными и приобретенными деформациями длинных трубчатых костей, диафизарными и метадиафизарными переломами и последствиями переломов (срастание при неправильном положении костных фрагментов, замедленная консолидация, ложные суставы, дефекты).

### **Противопоказания**

1. Тяжелая сопутствующая патология в стадии декомпенсации.
2. Психическая неадекватность пациента, связанная с возрастом, психоэмоциональным состоянием (в т.ч. психические заболевания, являющиеся следствием злоупотребления алкоголем, наркотическими веществами).
3. Относительным противопоказанием являются сосудистые и неврологические расстройства, наличие инфекционного процесса кости и мягких тканей оперируемого сегмента.

## **МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

1. Комплект имплантатов, инструментов, аппаратов и приспособлений для стабильно-функционального остеосинтеза «ОСТЕОМЕД». Комплект включает детали для сборки аппарата Орто-СУВ и компьютерную программу, на основе которой работает аппарат Орто-СУВ. Регистрационное удостоверение № ФСР 2008/02377.

2. Комплект для чрескостного остеосинтеза по Г.А. Илизарову, регистрационное удостоверение № ФСР 2007/00756.

## **ОПИСАНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

### **Устройство аппарата**

Аппарат Орто-СУВ (рис. 1) состоит из двух внешних опор: основной (1) и перемещаемой (2), которые соединены между собой узлом,

представляющим собой, условно говоря, «универсальное репозиционное устройство». Используют опоры, входящие в комплект для чрескостного остеосинтеза по Илизарову. Из этого же комплекта используют чрескостные элементы и их фиксаторы к опорам.

«Универсальное репозиционное устройство» состоит из шести последовательно соединенных между собой телескопических штанг специальной конструкции – страт (3). Страты, пластики для их соединения с опорами, а также компьютерная программа, на основе которой работает аппарат Орто-СУВ, входят в комплект имплантатов, инструментов, аппаратов и приспособлений для стабильно-функционального остеосинтеза «ОСТЕОМЕД».

Универсальное репозиционное устройство крепится к каждой из опор (основной и перемещаемой) в трех точках при помощи платиков (рис. 2 – 1.2).

Базовая опора, посредством чрескостных элементов фиксирует основной костный фрагмент, перемещаемая опора, соответственно, – перемещаемый костный фрагмент. В случае необходимости жесткость остеосинтеза может быть увеличена путем использования дополнительных стабилизирующих опор.

**Страта** (рис. 2 а, б) состоит из трех основных элементов: кардана (1), резьбового стержня М6 (2) и узла изменения длины страты (3). Кардан (рис. 2), в свою очередь, состоит из болта (1.1), при помощи которого он фиксируется к пластику (1.2), и отверстия (1.3) для соединения со смежной стратой. С торца кардана имеется резьбовое отверстие М6 (1.4) для соединения с резьбовым стержнем М6 (2). Резьбовой стержень М6 имеет блокирующую шайбу (2.1), малую контргайку (2.2) и большую контргайку (2.3). Узел изменения длины страты состоит из блока режима репозиции перелома (3.1), блока коррекции деформации (3.2). В свою очередь, блок режима репозиции перелома состоит из коннекторной резьбовой втулки

(3.3), корпуса (3.4), винта-фиксатора №1 – (3.5). Блок коррекции деформации состоит из корпуса (3.6), имеющего шестигранник под ключ M10 (3.7); винта-фиксатора №2 (3.8); резьбовой втулки (3.9); оси для соединения с карданом смежной страты (3.10); контргайки M12 (3.11). При этом направление резьбы резьбового стержня и резьбовой втулки блока коррекции деформации должно быть разным. На втулке блока коррекции деформации имеется шкала с делением 1 мм (3.12). Также имеется индикатор изменения длины страты (3.13).

### **Соединение опор и страт**

Исходная компоновка аппарата: кардан №1 расположен по передней поверхности базового кольца напротив кости, при этом, страта №1 "приходит" в него справа, а страта №2 "выходит" из него влево (рис. 3).

### **Общие принципы перемещения опор друг относительно друга**

Для удобства клинического применения аппарата принято, что перемещаемая опора перемещается относительно «неподвижной» базовой опоры. Изменение длины даже одной из страт приведет к смещению перемещаемой опоры в трех плоскостях. Изменяя длину каждой из страт, добиваются смещения перемещаемой опоры в необходимом направлении на необходимую величину. Необходимую величину изменения длин каждой из страт рассчитывает компьютерная программа.

Существует два способа смещения перемещаемой опоры относительно базовой: «режим быстрых страт» и режим коррекции деформации.

### **Режим «быстрых страт»**

Данный режим работы аппарата используется при одномоментной репозиции перелома или коррекции деформации под визуальным контролем (контролем ЭОПа). Для этого полностью ослабляют большие контргайки и выполняют их «сгонку» по резьбовым стержням страт. Шестигранной отверткой (d-5,0) ослабляют винты-фиксаторы №1 страт и

«сгоняют» коннекторные резьбовые втулки страт по резьбовым стержням (рис. 4 а). Следующим шагом, путем перемещения опор относительно друг друга выполняют репозицию (рис. 4 б). Затем коннекторные резьбовые втулки «сгоняют» по резьбовым стержням страт и фиксируют винты-фиксаторы №1 в новом положении (рис. 4 в), тем самым фиксируя новые длины страт.

### **Режим коррекции деформации**

Данный режим работы аппарата используется для хронической во времени коррекции деформации или репозиции перелома. Для изменения длины страты (рис. 5) ослабляют большую контргайку (рис. 5 а). Вращением корпуса блока коррекции деформации «вручную» или ключом (за шестигранную головку М10) длину страты на изменяют требуемую величину (рис. 5 б). Вращение корпуса по часовой стрелке обеспечивает увеличение длины страты, против часовой стрелки – уменьшение. О величине изменения длины страты судят по изменению расположения индикатора длины страты относительно шкалы. После «подкрутки» страты контргайку «сгоняют» обратно по страте, тем самым фиксируя ее длину (рис. 5 в). Так поступают со всеми стратами, длины которых менялись.

Для точного управляемого перемещения костных фрагментов необходимо знать, на какую точную величину необходимо изменить длину каждой из страт. Для этого служит специальная компьютерная программа, позволяющей точно рассчитать указанные величины.

### **Компьютерная программа**

Работа с программой предполагает последовательное прохождение 12 шагов. При этом на любом шаге в случае необходимости возможен возврат на предыдущий шаг. Если не выполнены обязательные действия, требуемые на данном шаге, переход на следующий шаг невозможен.

Программа работает с цифровыми рентгенограмм любого формата: bmp, tiff, jpg и др.

Для начала работы с программой запускают файл SUV.exe. Появляется поле программы. Нажимают на кнопку «новый документ», что приводит к появлению поля нового документа и первой страницы «**Шаг 1**» (рис. 6). На поле нового документа имеются инструменты:

- линейка 1 и линейка 2, которые позволяют выполнять измерения;
- знак увеличить/уменьшить, который позволяет увеличивать или уменьшать размер рентгенограмм;
- знак переместить объект, который позволяет перемещать указатели страт, шарниров карданов и костных фрагментов.

Ниже рассмотрены детали выполнения каждого из шагов программы Орто-СУВ.

### **Шаг 1. Введение длин страт и величин сторон треугольников**

В поле «Данные о пациенте» (рис. 6) вводят фамилию, имя, возраст пациента и дату выполнения моделирования.

В поля «Страта 1 – Страта 6» вводят длины соответствующих страт. Длина страты – это расстояние от торца шарнира кардана соседней страты до конца узла изменения длины страты (рис. 7).

В поля «Треугольники А1 (осн.), В1 (осн.), С1 (осн.)» вводят длины сторон треугольника, вершинами углов которых являются карданы, крепящиеся к основной опоре. Длины сторон треугольников измеряют между центрами болтов, фиксирующих карданы (рис. 8). Таким образом, А1 (осн.) – это расстояние между карданами №1 и №5, В1 (осн.) – между карданами №5 и №3, С1 (осн.) – между карданами №3 и №1.

В поля «Треугольники А2 (перем.), В2 (перем.), С2 (перем.)» вводят длины сторон треугольника, вершинами углов которых являются карданы, которые крепятся к перемещаемой опоре. Длины сторон треугольников измеряются между центрами болтов, фиксирующих карданы (рис. 8). Таким образом, А2 (перем.) это расстояние между карданами №6 и №4, В2

(перем.) – между карданами №4 и №2, С2 (перем.) – между карданами №2 и №6.

После заполнения указанных полей нажимают на кнопку "Далее" и переходят к следующему шагу.

### **Шаг 2. Загрузка прямой (фасной) рентгенограммы**

Появляется перемещаемая панель. На ней имеется кнопка загрузки прямой рентгенограммы: «Прямая Рг» (рис. 9).

Для того, чтобы загрузить в программу прямую рентгенограмму, нажимают на кнопку «Прямая РГ». Появляется выпадающее меню, в котором при помощи функции «Обзор» выбирают заранее подготовленную прямую рентгенограмму. Рентгенограмма может быть расположена в любой папке на данном компьютере или сети Интернет. Далее нажимают на кнопку «Открыть». После этого программа возвращает пользователя обратно на Шаг 2. Необходимо отметить, что изображение на экране не появляется. После этого нажимают на кнопку «Далее» и переходят к следующему шагу.

### **Шаг 3. Загрузка боковой (профильной) рентгенограммы**

Загружают боковую цифровую рентгенограмму аналогично загрузке прямой рентгенограммы (рис. 10, 11).

После появления в окне программы рентгенограмм нажимают на кнопку «Далее» и переходят к следующему шагу.

### **Шаг 4. Масштабирование прямой рентгенограммы**

Для масштабирования прямой рентгенограммы на ней при помощи линейки отмечают т.н. «известное расстояние» – длина отрезка известной пользователю программы длины. Одним из вариантов известного расстояния является размер рентгенограммы: ее ширина или длина. Крайние точки линейки, используя левую кнопку компьютерной мыши, устанавливают на крайние точки известного расстояния. После этого в поле «Длина известного отрезка (прям. Рг)» вводят длину известного

расстояния в мм (рис. 12) и нажимают на кнопку «Далее» для перехода к следующему шагу.

### **Шаг 5. Масштабирование боковой рентгенограммы**

Масштабирования боковой рентгенограммы делают аналогично тому, как это было описано в шаге 4 (рис. 13). После этого нажимают на кнопку «Далее» и переходят к следующему шагу.

### **Шаг 6. Введение фокусного расстояния, определение проекций страт и карданов на прямой рентгенограмме**

В поле «Фокусное расстояние (прям. Pг)» вводят фокусное расстояние для прямой рентгенограммы: расстояние от анода рентгеновской трубки до кассеты в мм (миллиметрах).

Кроме этого, на изображении прямой рентгенограммы отмечают центр рентгеновского луча. Для этого перед рентгенологическим исследованием на кассету должна быть помещена небольшая (до размера копеечной монеты) рентгеноконтрастная метка.

После этого на изображении прямой рентгенограммы отмечают проекции страт и карданов (рис. 15, 16). Номера страт и карданов, указываемые в программе, должны соответствовать номерам страт и карданов в аппарате, для которого производятся расчеты. Наиболее простым путем определения на рентгенограмме номеров страт является использование рентгеноконтрастных ориентиров.

Для того, чтобы отметить страту, щелчком мыши отмечают поле страты соответствующего номера. Затем при нажатой левой кнопке мыши проводят линию по проекции данной страты на рентгенограмме (рис. 15 а). Маркер кардана состоит из одной линии с точкой на конце, окружности с точкой внутри. Номер кардана всегда соответствует номеру, приходящей в него страты (рис. 3). Для того чтобы отметить кардан, щелчком мыши отмечают поле кардана соответствующего номера. Затем наводят курсор на проекцию данного кардана на рентгенограмме и выполняют щелчок

левой кнопкой мыши. На экране появится маркер кардана (рис. 15 б). Для точного обозначения кардана стороны (линии) данного маркера располагают соосно страте, приходящей в кардан, и болту, фиксирующему кардан (рис. 15 в). Для этого наводят курсор на конец линии маркера кардана (выполнен в виде красной точки). При нажатой левой кнопке мыши проводят линию вдоль оси болта, фиксирующего кардан. Затем наводят курсор мыши на точку красного цвета внутри окружности маркера. При нажатой левой кнопке мыши проводят линию вдоль оси страты, приходящей в кардан. При этом не имеет значения, какой из линий маркера будет отмечена страта, а какой болт. Маркеры страты и соответствующего ей кардана имеют одинаковую, соответствующую им, цветовую окраску. Маркеры страт и карданов разных номеров имеют разную цветовую окраску.

Для работы программы, как правило, достаточно отметить 3 страты и 1 кардан. При этом номер кардана должен отличаться от номеров отмеченных страт (рис. 16).

Как только программа получает достаточную для расчетов информацию, надпись на кнопке "Далее" окрашивается в зеленый цвет и становится возможным следующий шаг.

### **Шаг 7. Введение фокусного расстояния, определение проекций страт и карданов на боковой рентгенограмме**

В поле «Фокусное расстояние (бок. Pг)» вводят фокусное расстояние, отмечают центр рентгеновского луча, как это было описано в шаге 6 (рис. 17).

После этого на изображении прямой рентгенограммы отмечают проекции страт и карданов (рис. 18, 19) так, как это было указано в шаге 6.

Как только программа получает достаточную информацию, надпись на кнопке "Далее" окрашивается в зеленый цвет и становится возможным следующий шаг.

После нажатия кнопки «Далее» программа выполняет расчет должной проекции страт на прямой и боковой рентгенограммах, т.е. такой проекции, которая должна быть при правильном введении всех вышеперечисленных параметров. После того, как программа произведет расчет, на изображениях рентгенограмм появляются красные линии: 6 линий на изображении прямой рентгенограммы и 6 линий на изображении боковой рентгенограммы. Совпадение красных линий со стратами является критерием правильности введения в программу всех данных (рис. 20). Если красные линии совпадают со всеми стратами аппарата, нажимают кнопку «Да» и переходят к следующему шагу. Если красные линии и оси страт не совпадают (даже одна из линий), следует нажать «Нет», что автоматически возвращает пользователя на шаг 7. Следует вернуться и к предыдущим шагам программы, последовательно проверить правильность введения всех данных.

### **Шаг 8. Обозначение осей костных фрагментов**

Для обозначения осей основного и перемещаемого костных фрагментов на прямой и боковой рентгенограммах используют специальный инструмент программы: указатели костных фрагментов. Указатель основного фрагмента имеет зеленый цвет, указатель перемещаемого фрагмента – фиолетовый.

Указатели костных фрагментов состоят из следующих элементов (рис. 21): осевой линии (1), центрирующей линии (2), указателя угла (3), линии указателя угла (4), указателя точки совмещения (5), линии указателя точки совмещения (6).

В ходе работы с программой осевые линии указателей костных фрагментов устанавливаются в соответствии с анатомическим осям костных фрагментов (их среднедиафизарными линиями), используя стандартные действия с использованием компьютерной мыши (рис. 22–26).

После этого устанавливают указатели точек совмещения (рис. 21 – 5). Имеются различия в применении данного указателя в зависимости от требуемого эффекта. При переломах указывают точки на проксимальном и дистальном костных фрагментах, которые надо совместить. Данную процедуру выполняют для обеих рентгенограмм (рис. 27).

Если указатель точки, принадлежащий указателю основного фрагмента, установить ниже уровня конца основного костного фрагмента и (или) указатель точки, принадлежащий указателю перемещаемого фрагмента – выше конца перемещаемого костного фрагмента, то программа будет рассчитывать дистракцию (рис. 28). Для того, чтобы задать компрессию (сближение костных фрагментов), следует поместить указатель точки, принадлежащий указателю основного фрагмента, проксимальнее уровня конца основного костного фрагмента, а указатель точки принадлежащий указателю перемещаемого фрагмента – дистальнее конца перемещаемого костного фрагмента (рис. 29).

Для того, чтобы точно (в мм) измерить величину дистракции или компрессии расстояние между указателями точек совмещения измеряют имеющейся в наборе инструментов программы линейкой (рис. 30).

В программе также заложена возможность расположение осевых линий в соответствии с механическими осями костных фрагментов, и, соответственно, возможность коррекции деформаций и репозиции переломов, используя при планировании механические оси фрагментов.

После установки маркеров костных фрагментов нажимают кнопку «Далее».

### **Шаг 9. Построение скиаграмм**

При выполнении этого шага сплошной или прерывистой линией желтого цвета, используя левую кнопку компьютерной мыши, обводят контур перемещаемого костного фрагмента на изображениях прямой и боковой рентгенограмм (рис. 31). Если последний фрагмент линии был

проведен неправильно, используют кнопку «Удалить последнюю линию». После построения скиаграмм нажимают кнопку «Далее».

### **Шаг 10. Обозначение сечений скиаграмм**

Сечение скиаграммы (рис. 32) – это линия, соответствующая среднедиафизарной линии фрагмента, скиаграмма которого выполнена. Для прямой рентгенограммы сечением скиаграммы будет линия, соответствующая плоскости, по которой идет срез для получения боковой скиаграммы (рис. 32 а). Для боковой рентгенограммы сечением скиаграммы будет линия, соответствующая плоскости, по которой идет срез для получения прямой скиаграммы (рис. 32 б). Если кость имеет много изгибов, то сечение скиаграммы будет повторять все эти изгибы подобно среднедиафизарной линии.

Для обозначения сечения скиаграммы на прямой рентгенограмме проводят среднедиафизарную линию перемещаемого фрагмента (рис. 33). Для обозначения сечения скиаграммы на боковой рентгенограмме проводят среднедиафизарную линию перемещаемого фрагмента (рис. 33). Если при проведении линий допущена ошибка, используют кнопку «Удалить последнюю линию». После обозначения сечений скиаграмм, нажимают кнопку «Далее».

### **Шаг 11. Выбор режима перемещения костного фрагмента**

После выполнения шага 10 и нажатия кнопки «Далее» в поле рентгенограмм появятся конечные скиаграммы красного цвета (рис. 34). Эти скиаграммы указывают расположение перемещаемого костного фрагмента после коррекции деформации или репозиции костных фрагментов.

На данном шаге возможна коррекция положения «красной скиаграммы», если показанное программой результирующее положение перемещаемого костного фрагмента по каким либо причинам не удовлетворяет хирурга: планируется реконструктивная операция,

необходима «гиперкоррекция» и т.п. Для этого используют перемещение указателя перемещаемого фрагмента.

После того, как конечная скиаграмма займет должное положение, выбирают режим «**Репозиция перелома**» или «**Коррекция деформации**». Для этого ставят метку («галочку») в соответствующее поле программы (рис. 35).

Особенностями режима "Репозиция перелома" является то, что при расчетах, наряду с совмещением осей фрагментов, реализуется слияние ранее отмеченных точек совмещения. Это позволит устранить все компоненты смещения фрагментов, включая ротационный. Режим «Коррекция деформации» может быть использован как при коррекции деформации, так и при репозиции переломов. При выборе этого режима программа игнорирует указатели точек совмещения, вследствие чего необходимо ввести величину ротации. Для этого ставят метку в соответствующее поле (наружная или внутренняя ротация) и указывают величину ротации в градусах (рис. 35).

При выполнении Шага 11 также вводят вспомогательные данные для расчета времени коррекции деформации (репозиции перелома). Для этого на изображениях рентгенограмм отмечают 2 точки – «точки структур риска». Первую точку (пересечение двух прямых зеленого цвета) устанавливают, используя левую кнопку компьютерной мыши, на линии остеотомии (перелома) в том месте, где в дальнейшем, при движении перемещаемого костного фрагмента, эта точка до своего конечного пункта пройдет наибольшее расстояние. При углообразных деформациях эта точка будет находиться на вогнутой стороне (рис. 36, 37 а). После установки первой точки на выбранных местах на прямой и боковой рентгенограммах, нажимают кнопку «Ввести первую точку» (рис. 37 а).

Вторую точку (пересечение тех же двух прямых зеленого цвета) устанавливают в проекции магистральных сосудов и нервов там, где они

при коррекции деформации будут растянуты на наибольшую величину (36, 37 б).

После установки второй точки на выбранных местах на прямой и боковой рентгенограммах, нажимают кнопку «Ввести вторую точку» (рис. 37 б).

После обозначения точек структур риска нажимают кнопку «Далее».

### **Шаг 12. Изменение длин страт**

Для определения темпа устранения деформации (репозиции перелома) заполняют поле «Скорость коррекции» (единица измерения – мм/сут) (рис. 38).

После этого нажимают кнопку «Старт», и программа рассчитывает количество дней, которое требуется для коррекции данной деформации. Результаты расчета появляются в поле «Рекомендуемое количество дней» (рис. 39). Эти данные отражают ситуацию, когда ни одна из точек структур риска не будет перемещаться больше, чем на выбранную величину, например, 1 мм в сутки.

Пользователь по своему усмотрению может ввести любое произвольное значение количества дней для коррекции деформации, изменив значение в соответствующем поле. После определения количества дней коррекции деформации (репозиции перелома) нажимают кнопку «Вывести». После расчетов программа в правом нижнем поле экрана покажет таблицу значений ежедневного изменения длин каждой из страт (рис. 40).

Первый столбец таблицы отражает день с начала коррекции. Шесть последующих столбцов отражают длину каждой из страт. В строках, соответственно, отражаются целые значения (в мм) длин страт на данный день. В межстрочных интервалах указан параметр  $\Delta/0,25$  для каждой страты, который указывает сколько раз и в какую сторону надо изменить длину страты на 0,25 мм для того, чтобы выполнить дневную норму.

Если дальнейшей коррекции темпа и времени коррекции деформации (репозиции перелома) не требуется, то нажимают на кнопку «Печатать» и получают твердую копию рекомендаций по ежедневному изменению длин каждой из страт. При помощи кнопки «Очистить» поле значений изменения длин каждой из страт можно очистить. Эта функция нужна в случае, если требуется перерасчет.

Данный файл может быть сохранен на любом электронном носителе. Для этого нажимают кнопку «Сохранить» панели инструментов.

### КЛИНИЧЕСКИЙ ПРИМЕР

Пациент С. 26 лет, поступил в РНИИТО им. Р.Р. Вредена 18.01.08 с диагнозом: сложная пятикомпонентная трехплоскостная травматическая деформация левого бедра на уровне средней трети, укорочение бедра 5 см (рис. 41 а).

При помощи программы Орто-СУВ произведено планирование коррекции деформации. 22.01.08 выполнена операция: наложение аппарата Орто-СУВ, кортикотомия с остеоклазией левого бедра на высоте деформации (рис. 41 б). Программа рассчитала, что дана деформация может быть «одноэтапно» устранена за 27 дней (рис. 41 в). Устранение деформации начато на 5 сутки после операции и через 27 дней констатировано устранение всех ее компонентов (рис. 41 г) После этого страты заменены на штанги аппарата Илизарова (рис. 41 д). Через 117 дней после операции аппарат демонтирован. Через 1 месяц после демонтажа аппарата констатировано восстановление функции нижней конечности (рис. 41 е).

## **ВОЗМОЖНЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ**

### **Специфические**

1. Ошибка компьютерной навигации на шаге 7, причиной которой может быть неправильно выполненные измерения, неправильное

расположение рентгенограмм на экране или неправильная компоновка аппарата. Пути устранения: точное выполнение измерений, правильное расположение рентгенограмм в окне программы, правильная компоновка аппарата.

1. Неточная репозиция перелома, связанная с неправильным указанием совмещаемых точек или отсутствием диастаза между костными фрагментами. Пути устранения: правильное указание совмещаемых точек, репозиция костных фрагментов с созданием первым этапом диастаза между костными фрагментами 2–3 мм

**Неспецифические** (характерные для чрескостного остеосинтеза в целом)

1. Воспаление мягких тканей, окружающих чрескостные элементы. Пути устранения: комплекс консервативного лечения.

2. Дерматит. Пути устранения: исключение аллергена, купирование воспалительного процесса медикаментозным лечением.

3. Нейроваскулярные расстройства. Пути устранения: снижение величины или временное прекращение дистракции (компрессии), направленное медикаментозное лечение, ФТЛ.

4. Контрактуры. Пути устранения: интенсивная ЛФК.

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА**

Данная медицинская технология основана на экспериментально-теоретических исследованиях, а также анализе результатов лечения 70 пациентов с переломами, последствиями переломов и врожденной патологией голени, бедра и плеча. Результаты лечения, оцененные с помощью шкал SF-36, DASH, LEFS, Любошица-Маттиса-Шварцберга показали, что в 98% случаев получены хорошие и отличные результаты лечения. Осложнения зарегистрированы в 7,2% случаев (из них 5% – инфекционные) и в абсолютном большинстве не повлияли на конечный результат.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Девятов, А.А. Чрескостный остеосинтез / А.А. Девятов. – Кишинев : Штиинца, 1990. – 316 с.
2. Метод исследования жесткости чрескостного остеосинтеза при планировании операций : медицинская технология № ФС-2005/021 / сост. : Н.В. Корнилов, Л.Н. Соломин, С.А. Евсеева, В.А. Назаров, П.И. Бегун. – СПб., 2005. – 21 с. ([http://rniito.org/solomin/download/rigidity\\_Test.pdf](http://rniito.org/solomin/download/rigidity_Test.pdf))
3. Патент РФ №2336842. Аппарат для чрескостного остеосинтеза "SUV-Frame" / Л.Н. Соломин, А.И. Утехин, В.А. Виленский (РФ). – № 2006136763/14; заявлено 16.10.2006; опубликовано 27.04.2008. – Бюл. №30.
4. Соломин. Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза аппаратом Г.А.Илизарова : монография / Л.Н. Соломин. – СПб. : МОРСАР АВ, 2005. – 544 с.
5. Соломин, Л.Н. Сравнительный анализ репозиционных возможностей чрескостных аппаратов, работающих на основе компьютерной навигации, и аппарата Илизарова / Л.Н. Соломин, В.А. Виленский, А.И. Утехин, В. Террел // Гений ортопедии. – 2009. – №1. – С. 45–51.
6. Шевцов, В.И. Псевдоартрозы, дефекты длинных костей верхней конечности и контрактуры локтевого сустава (базовые технологии лечения аппаратом Илизарова) / В.И. Шевцов, В.Д. Макушин, Л.М. Куфтырев. – Курган : Зауралье, 2001. – 406 с.
7. Ilizarov, G.A. Transosseus osteosynthesis. Theoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue / G.A. Ilizarov. – Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 1992. – 800 p.
8. Paley, D. Principles of deformity correction / D. Paley. – New York : Springer-Verlag, 2002. – 806 p.
9. Solomin, L.N. Multifactorial comparative analysis of Ilizarov apparatus and external fixation devices on the base of computer navigation (Taylor Spatial Frame, Ilizarov Hexapod Apparatus, SUV-Frame) / L.N. Solomin, V.A.

Vilensky, W. Terrell, J. Odessky // 5<sup>th</sup> Meeting of the ASAMI International Program and Abstracts Book. – St. Petersburg, 2008. – P. 52.

10. Solomin L.N. The Basic Principles of External Fixation using the Ilizarov Device. Milan: Springer-Verlag, 2008. – 357 p.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

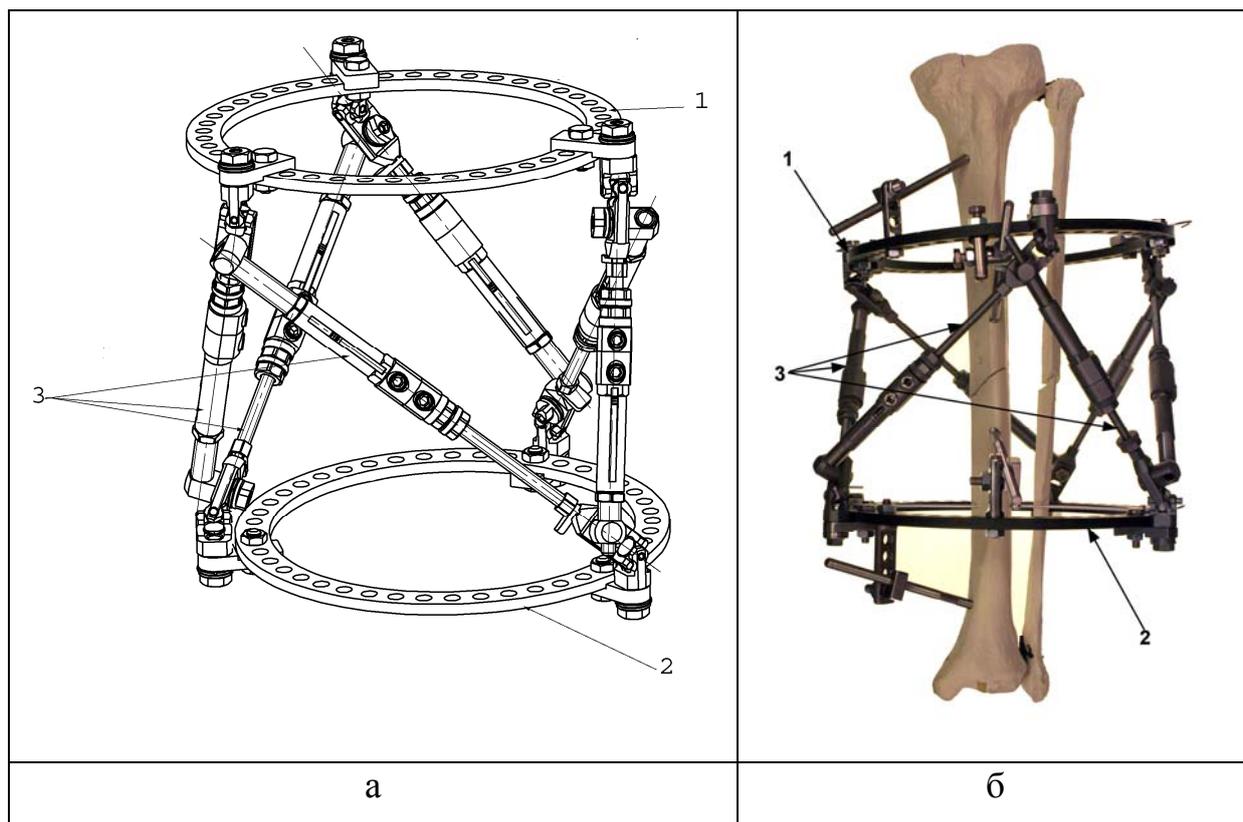


Рис. 1. Аппарат для чрескостного остеосинтеза Орто-СУВ: а – схема; б –фотография модели; 1 – основная опора; 2 – перемещаемая опора; 3 – универсальный репозиционный узел из 6 страт

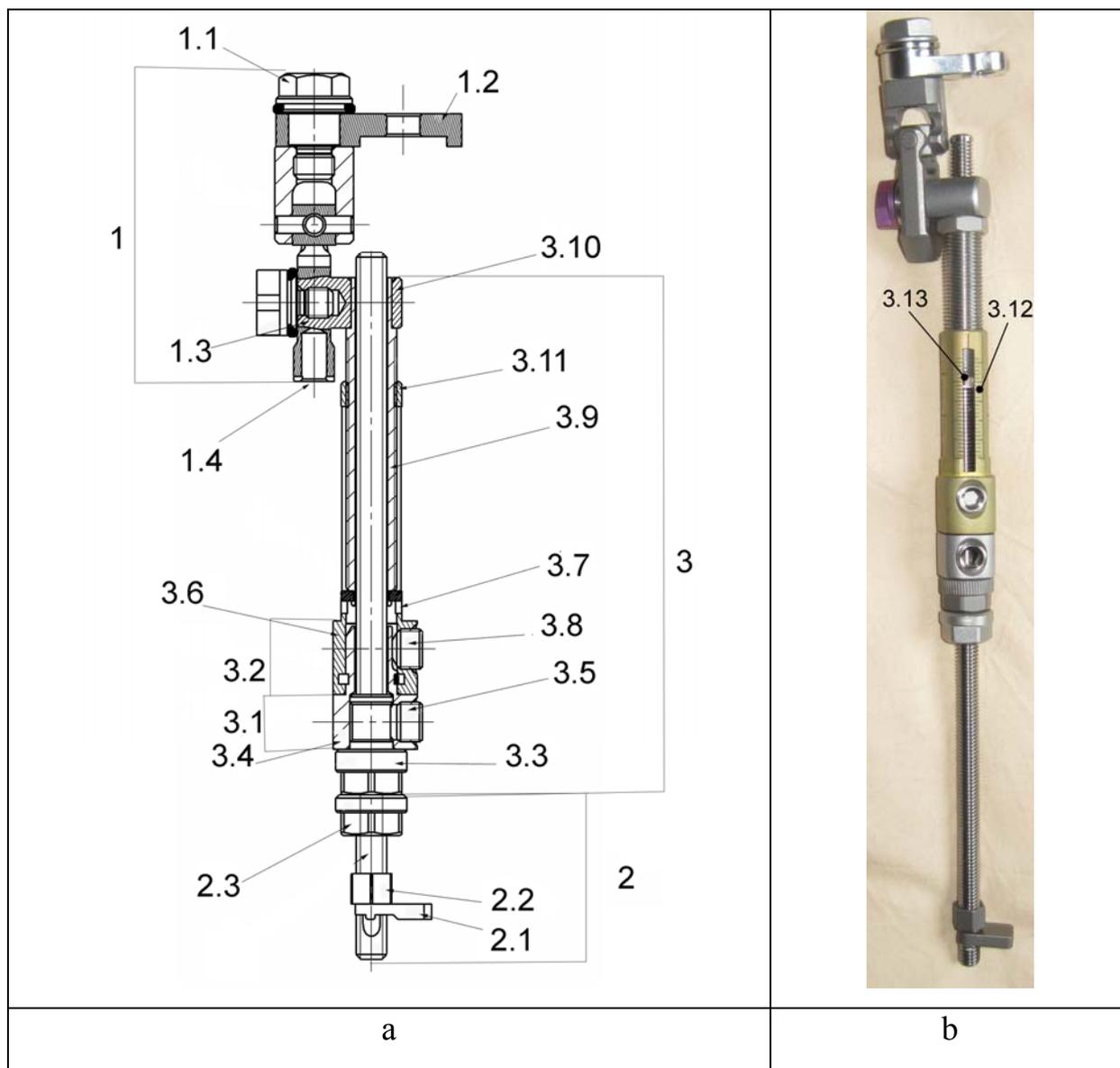


Рис. 2. Телескопическая штанга (страта) аппарата Орто-СУВ: а – схема; б – фотография; 1 – кардан, 1.1 - болт фиксации к пластику шарнира кардана, 1.2 – пластик шарнира кардана, 1.3 - отверстие для соединения со смежной телескопической штангой, 1.4 - резьбовое отверстие М6; 2 - резьбовой стержень М6, 2.1 – блокирующая штанга, 2.2 – малая контргайка, 2.3 – большая контргайка; 3 - узел изменения длины страты, 3.1 – блок режима репозиции перелома, 3.2 – блок коррекции деформации, 3.3 – коннекторная резьбовая втулка, 3.4 – корпус, 3.5 – винт-фиксатор №1, 3.6 – корпус, 3.7 – шестигранник под ключ, 3.8 – винт-фиксатор №2, 3.9 – резьбовая втулка, 3.10 – ось, 3.11 – контргайка М12, 3.12 – шкала, 3.13 - индикатор изменения длины страты

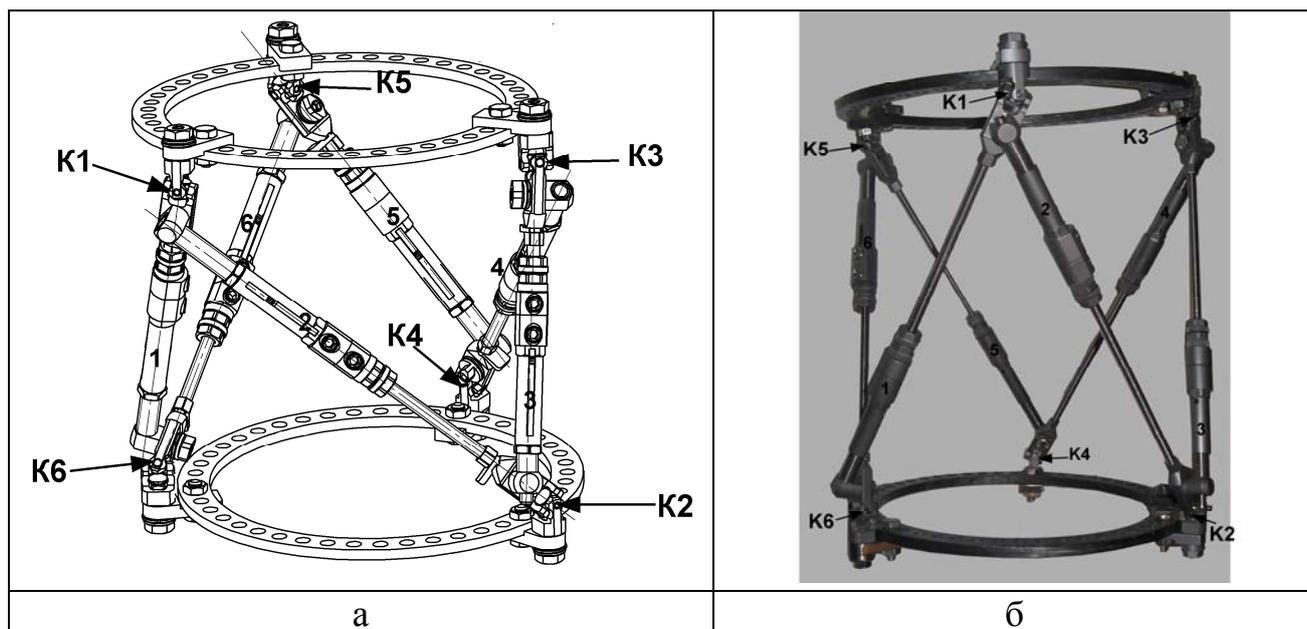


Рис. 3. Компоновка опор и страт: а – схема, вид сбоку, б – фотография; 1,2,3,4,5,6 – номера страт; К1, К2, К3, К4, К5, К6 – номера карданов

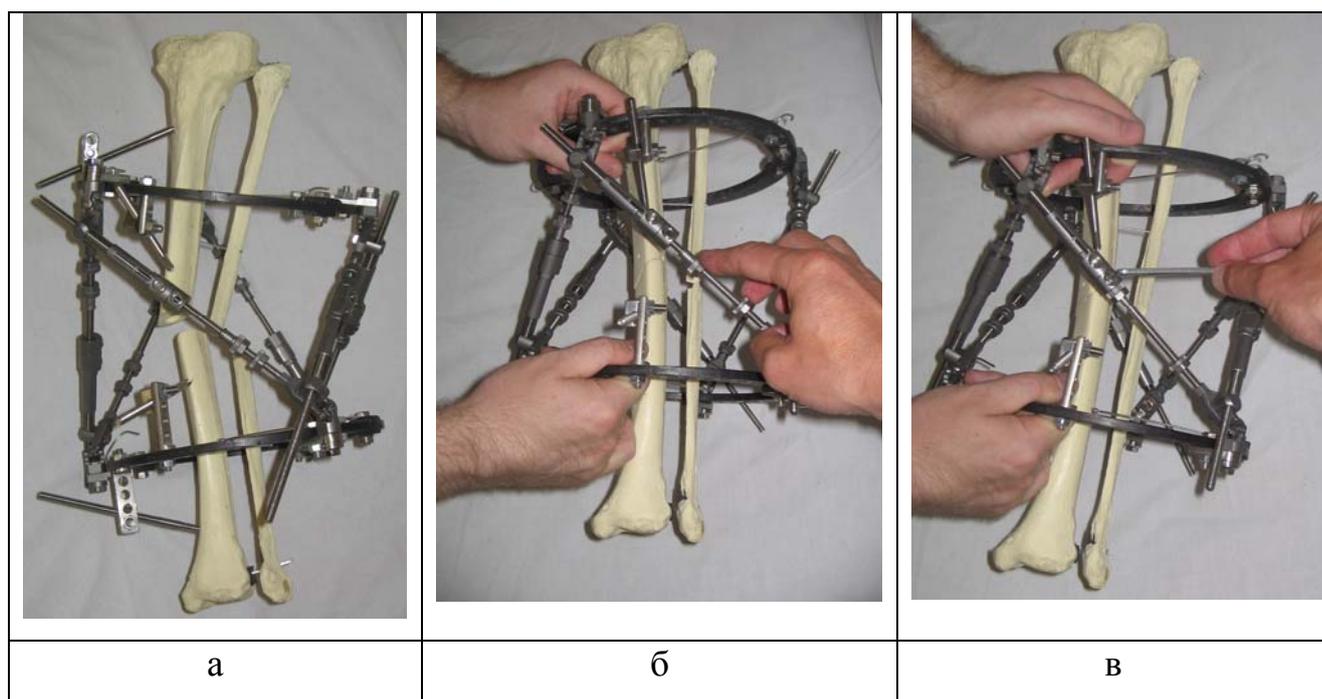


Рис. 4. Режим «быстрых страт»: а – «сгонка» контргаяк и коннекторных резьбовых втулок; б – репозиция костных фрагментов; в – фиксация новых длин страт

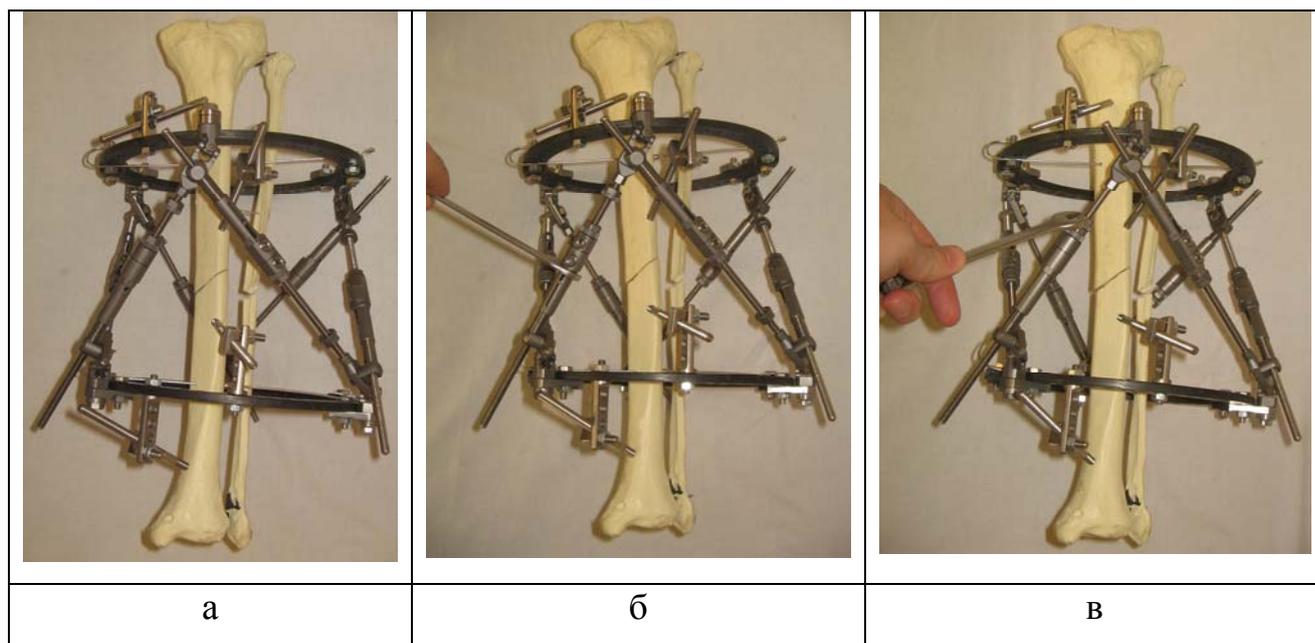


Рис. 5. Изменение длины страты: а – ослабление и сгонка большой контргайки; б – изменение длины страты вращением корпуса блока коррекции деформации; в – фиксация длины страты

SUV reposition program - [NONAME1]

File Edit Window Help

Линейка 1  Линейка 2

**Шаг 1**

**Данные о пациенте**

Фамилия

Имя

Возраст

Дата

**Длины страт    Треугольники**

Страта 1     А 1 (осн.)

Страта 2     В 1 (осн.)

Страта 3     С 1 (осн.)

Страта 4     А 2 (пер.)

Страта 5     В 2 (пер.)

Страта 6     С 2 (пер.)

Рис. 6. Вид окна программы Орто-СУВ после выполнения Шага 1: введены данные о пациенте, длины страт и длины треугольников

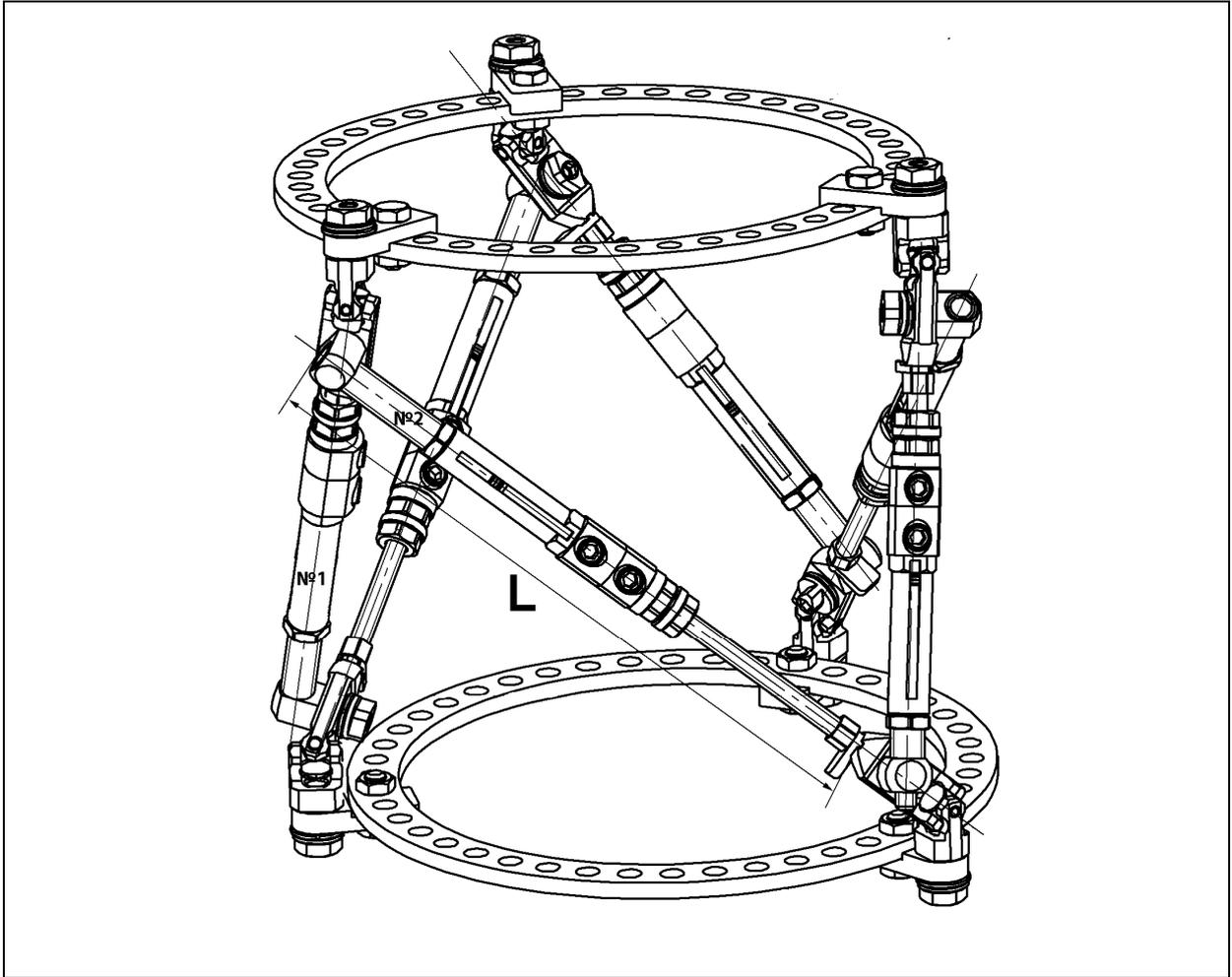


Рис. 7. Измерение длин страт: L – длина страты №1

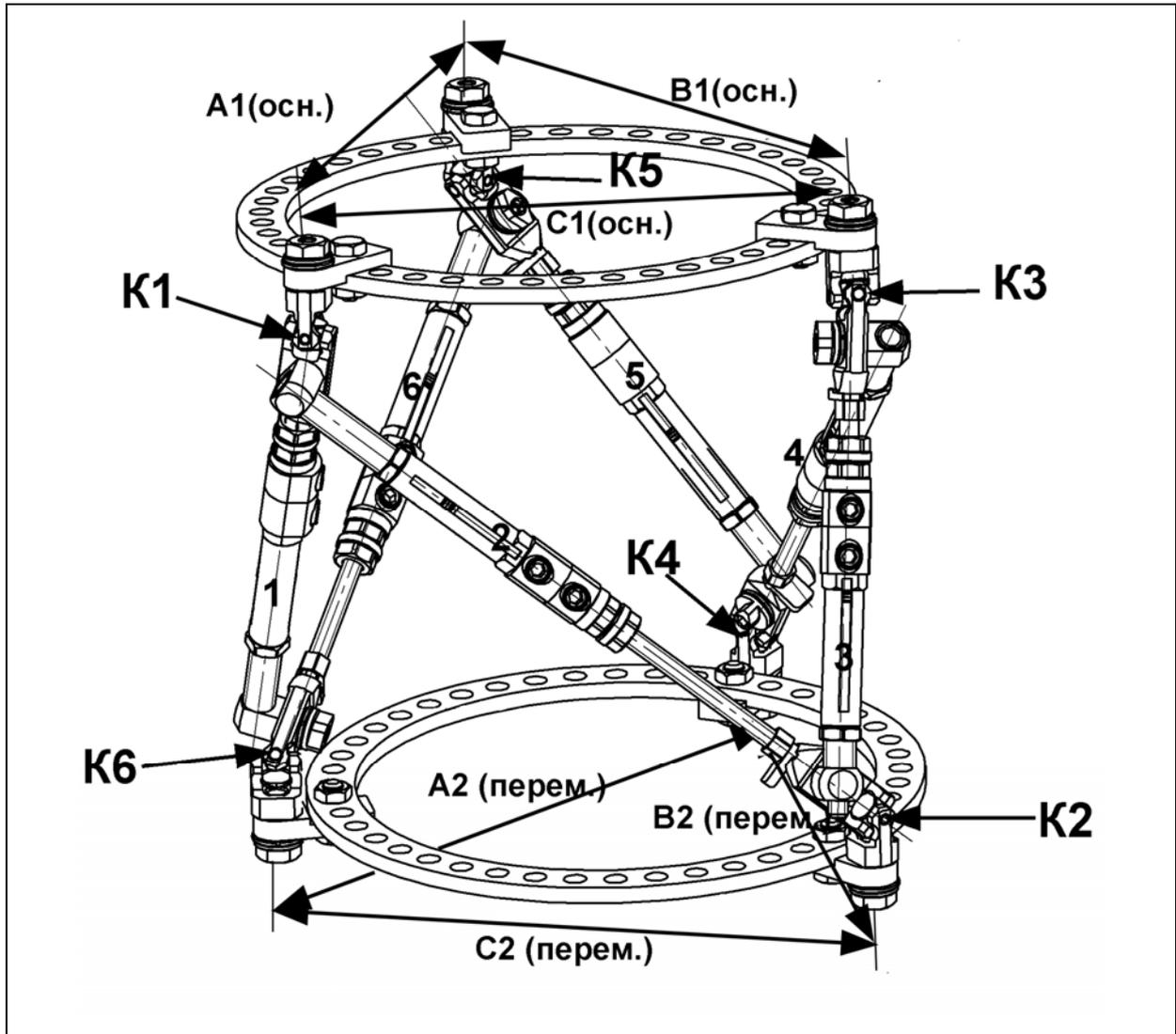


Рис. 8. Измерение длин сторон треугольников, образованными карданами страт

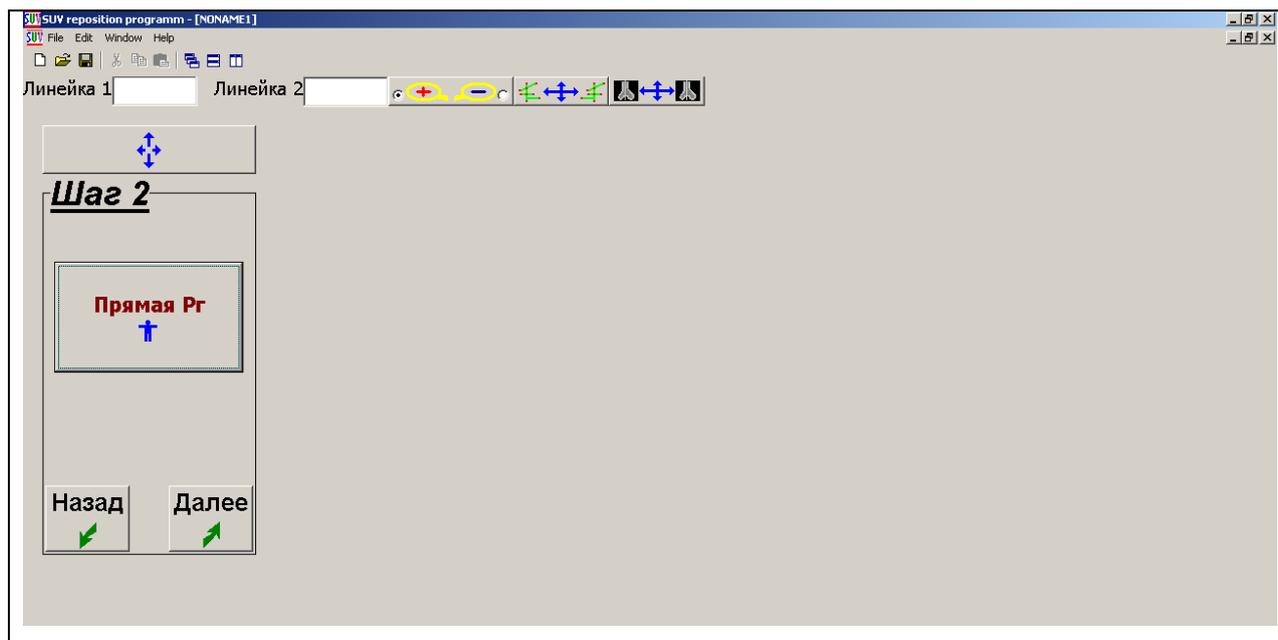


Рис. 9. Вид окна программы Орто-СУВ перед выполнением Шага 2: «Введение прямой рентгенограммы»

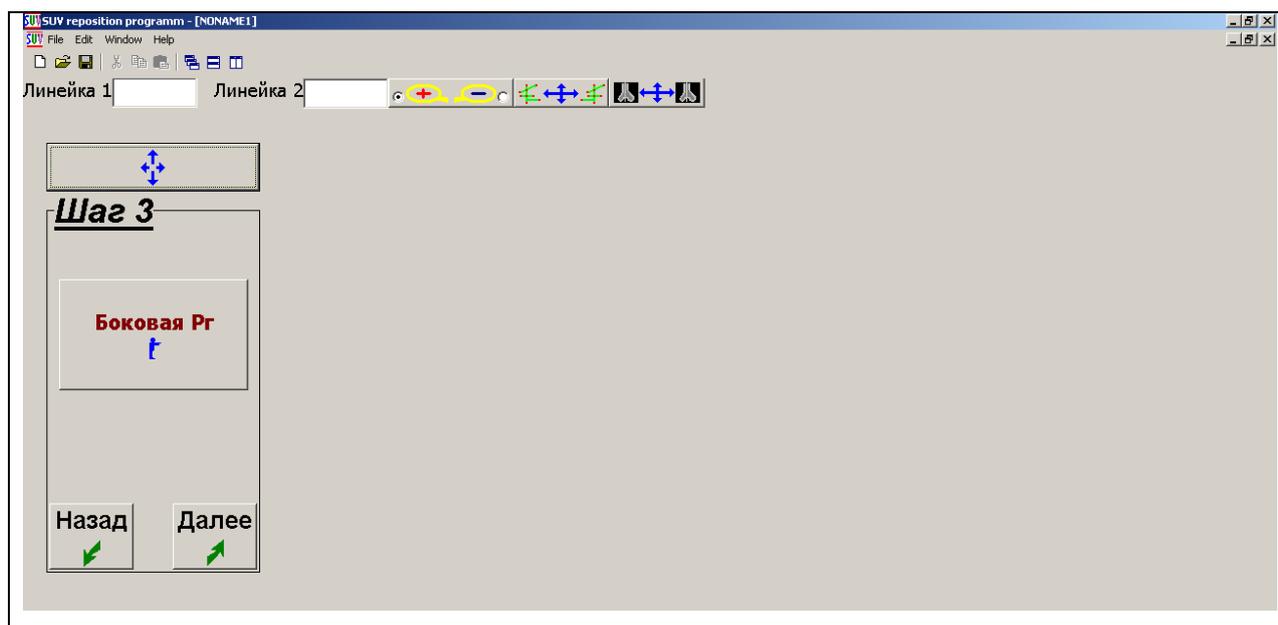


Рис. 10. Вид окна программы Орто-СУВ перед выполнением Шага 3: «Загрузка боковой рентгенограммы»

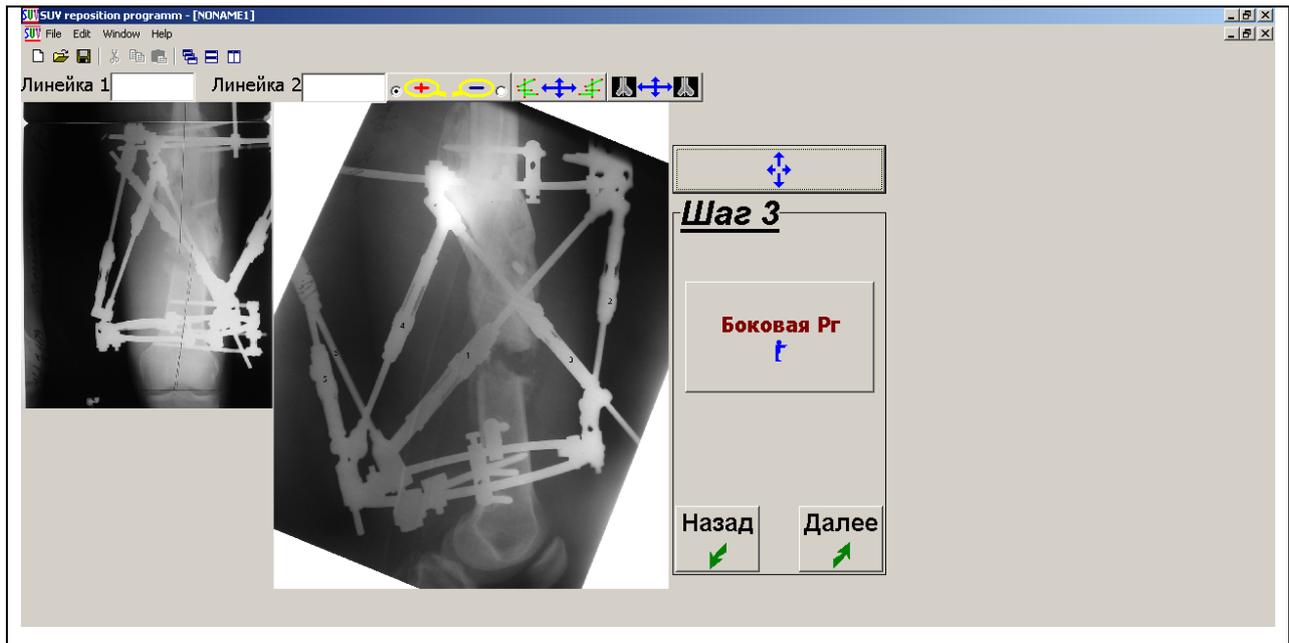
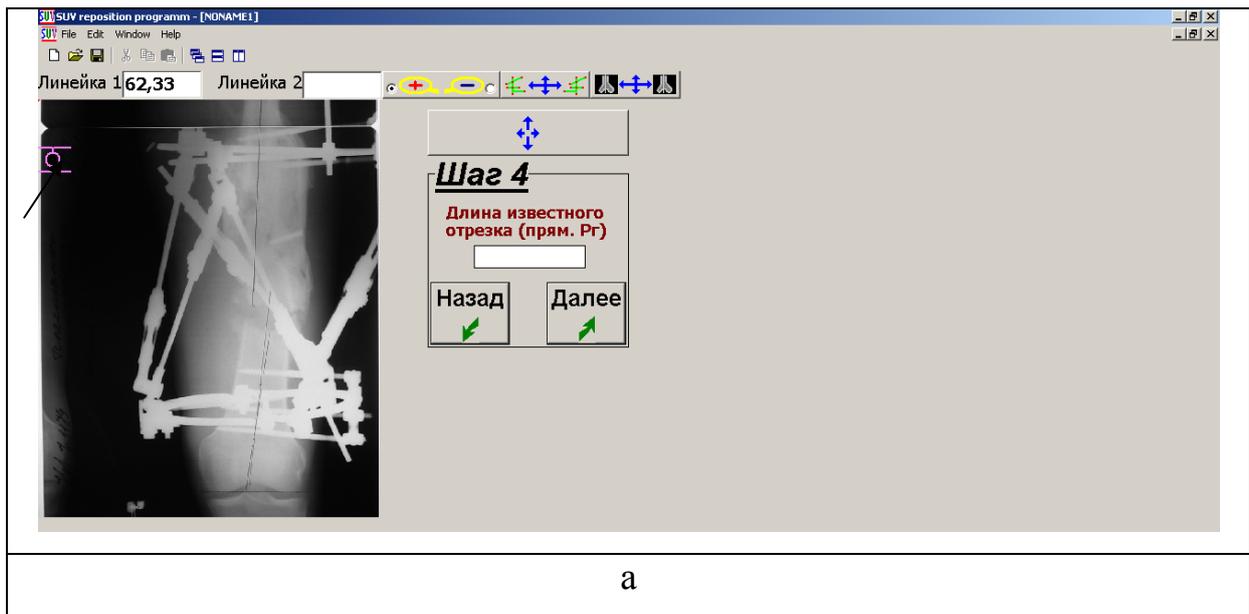


Рис. 11. Вид окна программы Орто-СУВ после выполнения Шага 3: появились изображения прямой и боковой рентгенограмм



а

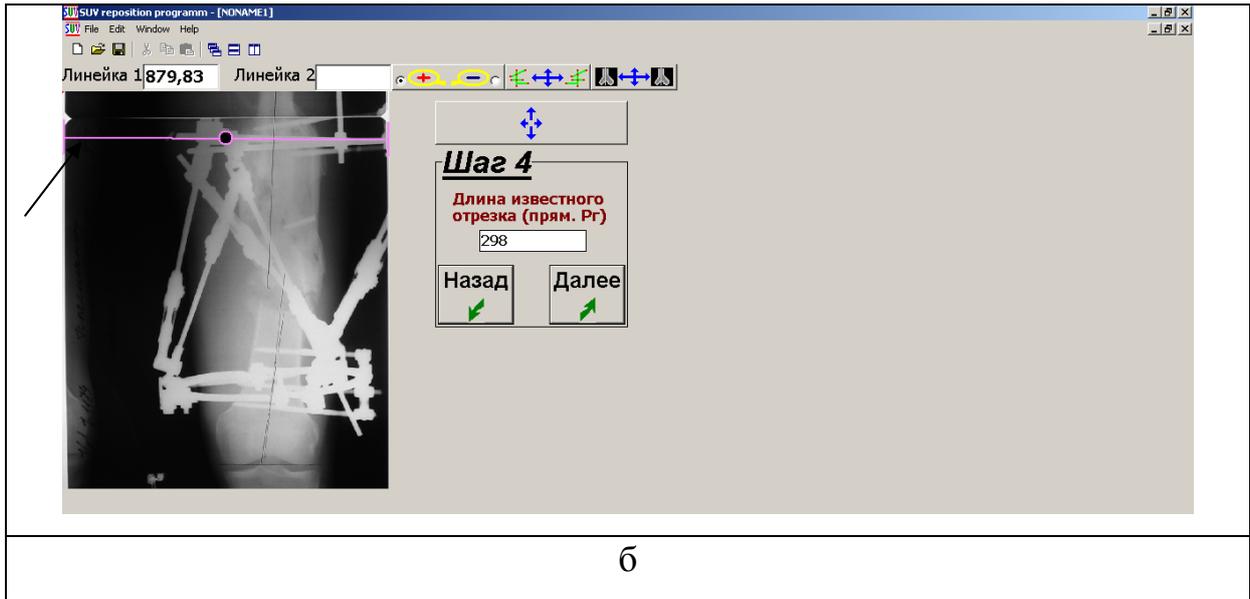
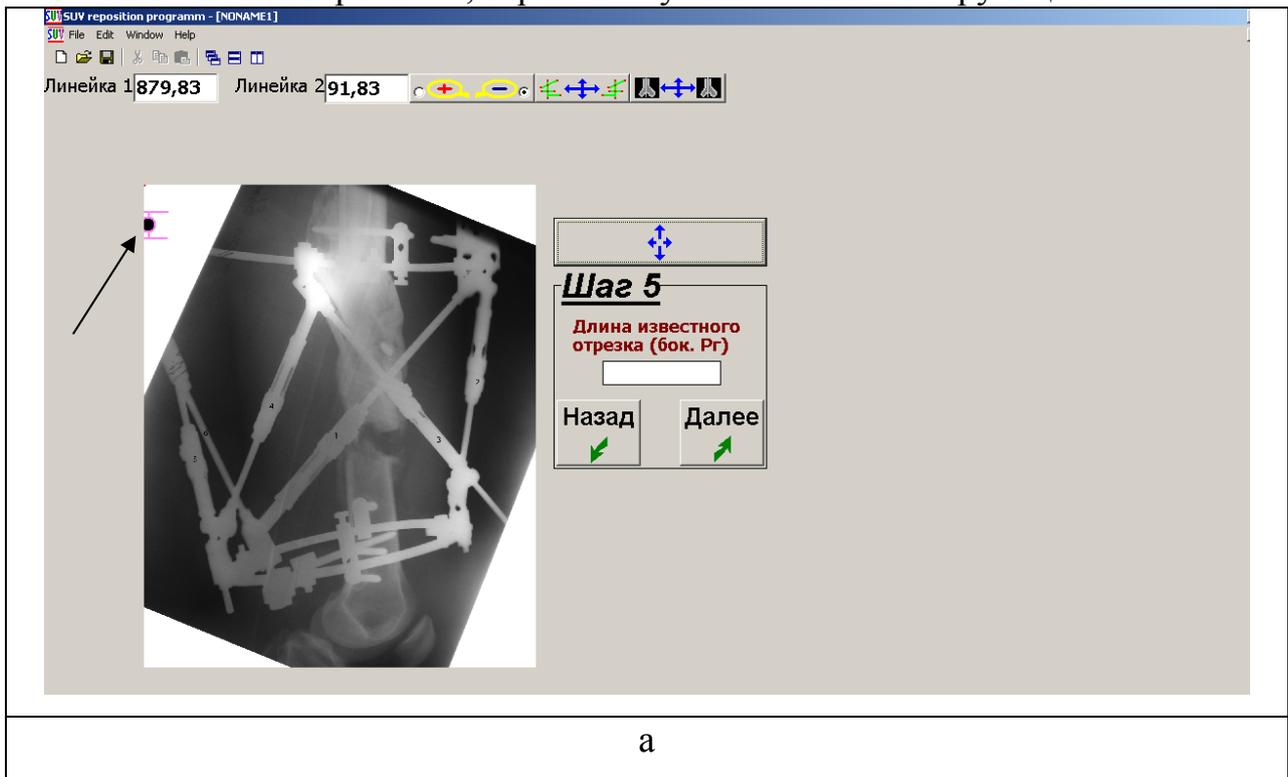


Рис. 12. Вид окна программы Орто-СУВ после выполнения Шага 4 «Масштабирование прямой рентгенограммы»: а – до масштабирования; б – после масштабирования; стрелками указаны масштабирующие линейки



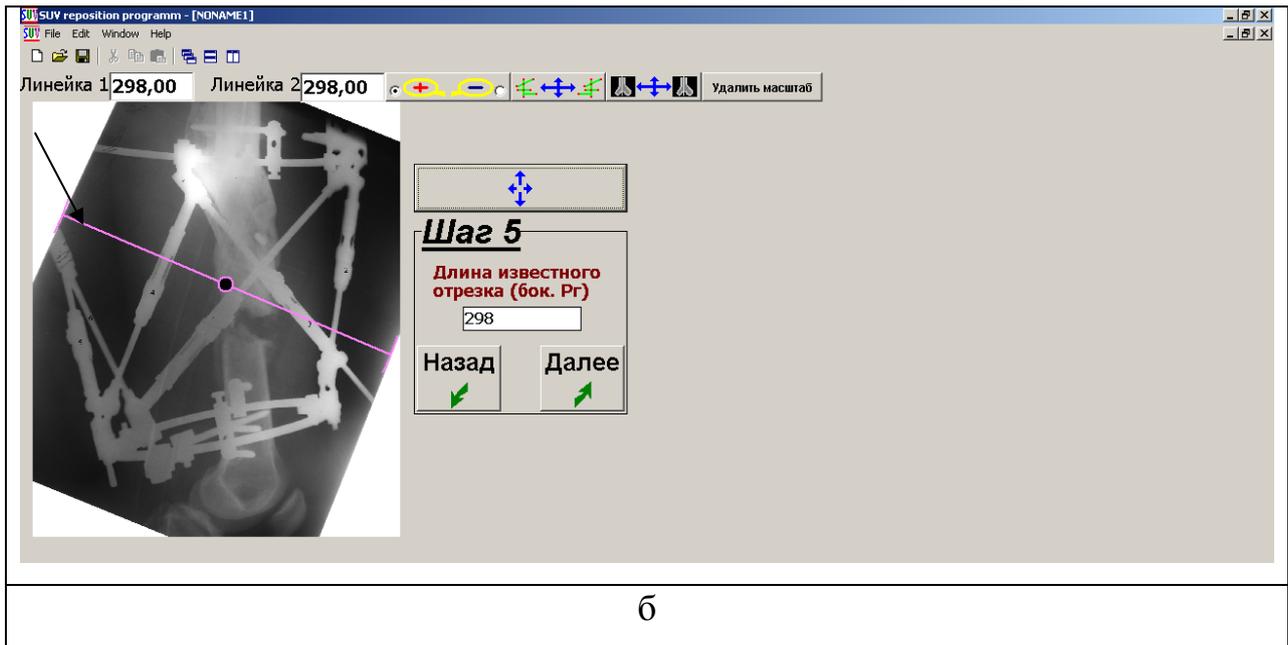


Рис. 13. Вид окна программы Орто-СУВ после выполнения Шага 5 «Масштабирование боковой рентгенограммы»: а – до масштабирования; б – после масштабирования; стрелками указаны масштабирующие линейки

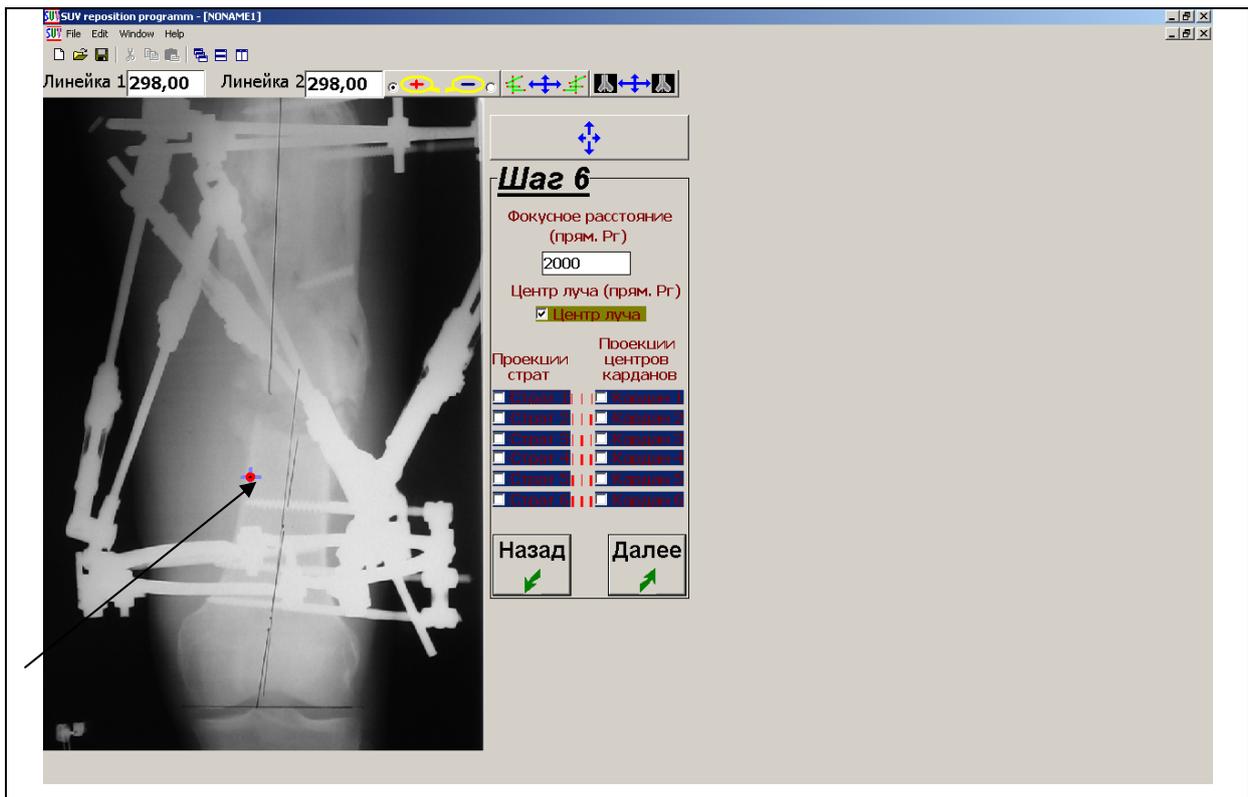


Рис. 14. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 6 после введения величины фокусного расстояния и отметки на прямой рентгенограмме центра рентгеновского луча, стрелкой отмечен маркер центра рентгеновского луча

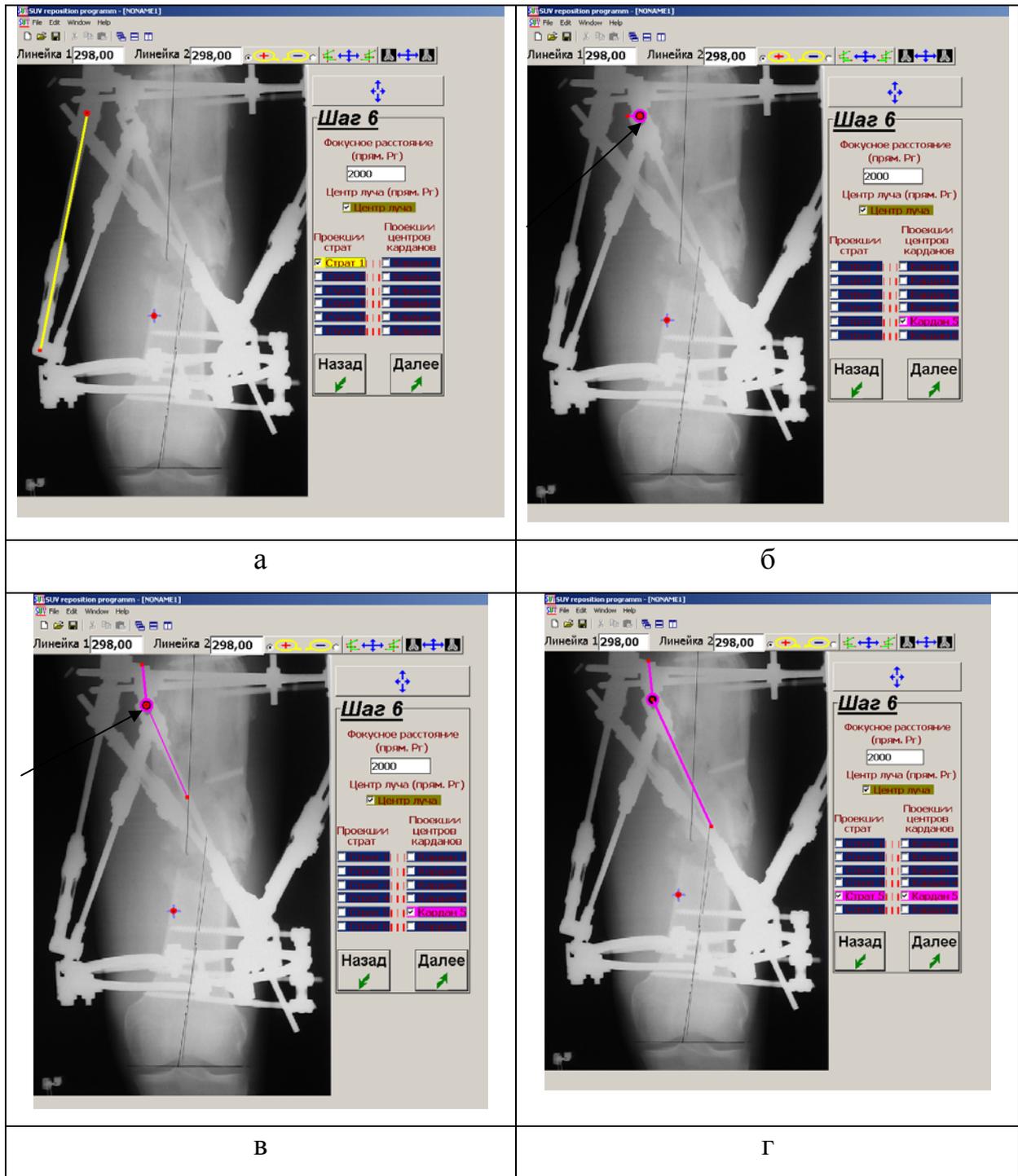


Рис. 15. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении шага 6, при проведении маркеров страт и карданов: а – маркер страты №1; б – маркер кардана №5 после появления на экране; в – маркер кардана №5 после его установки соосно болту и страте; г – маркировка страты при наличии отмеченного кардана соответствующего номера; стрелками указан маркер кардана №5

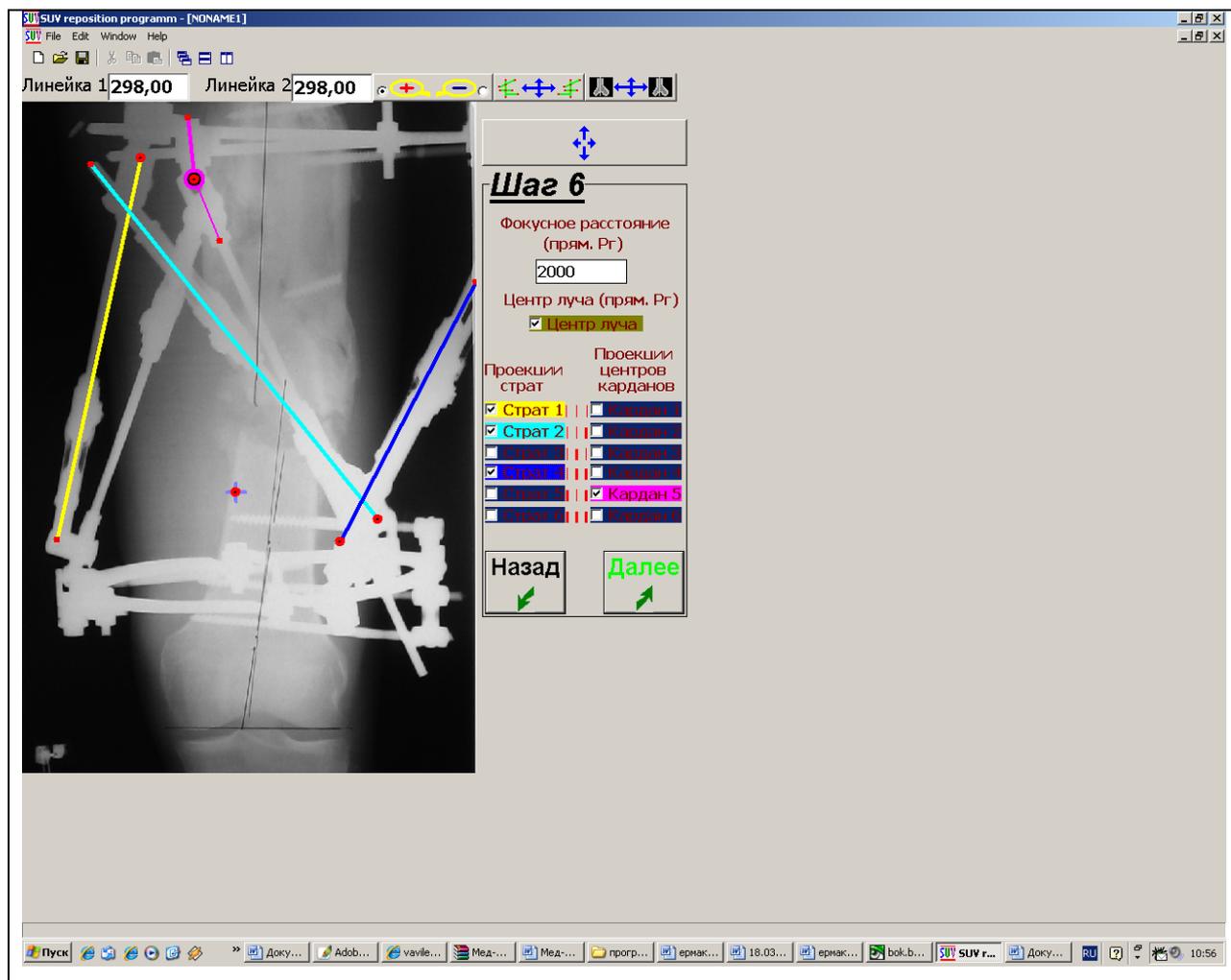


Рис. 16. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 6 после определения на прямой рентгенограмме проекций 1, 2 и 4 страт и кардана №5

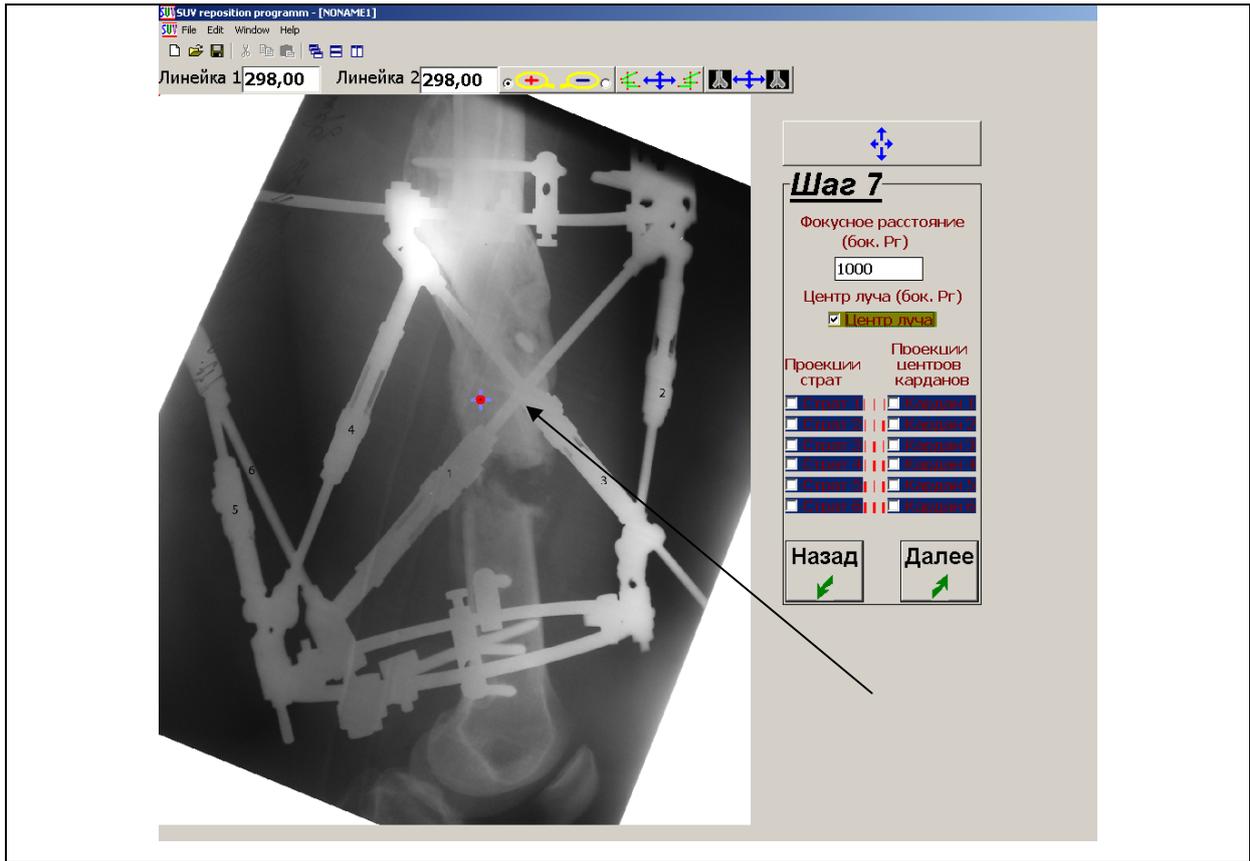
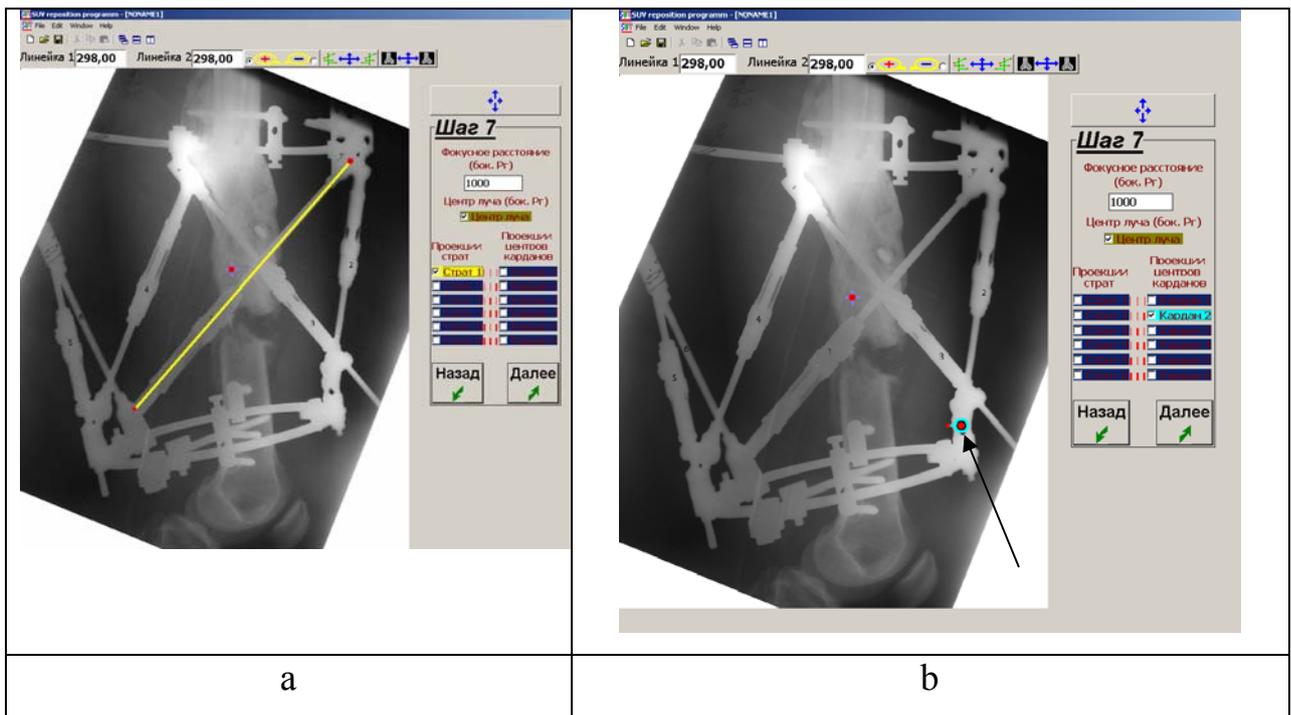


Рис. 17. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 6 после введения величины фокусного расстояния и отметки на прямой рентгенограмме центра рентгеновского луча. Стрелкой отмечен маркер центра рентгеновского луча



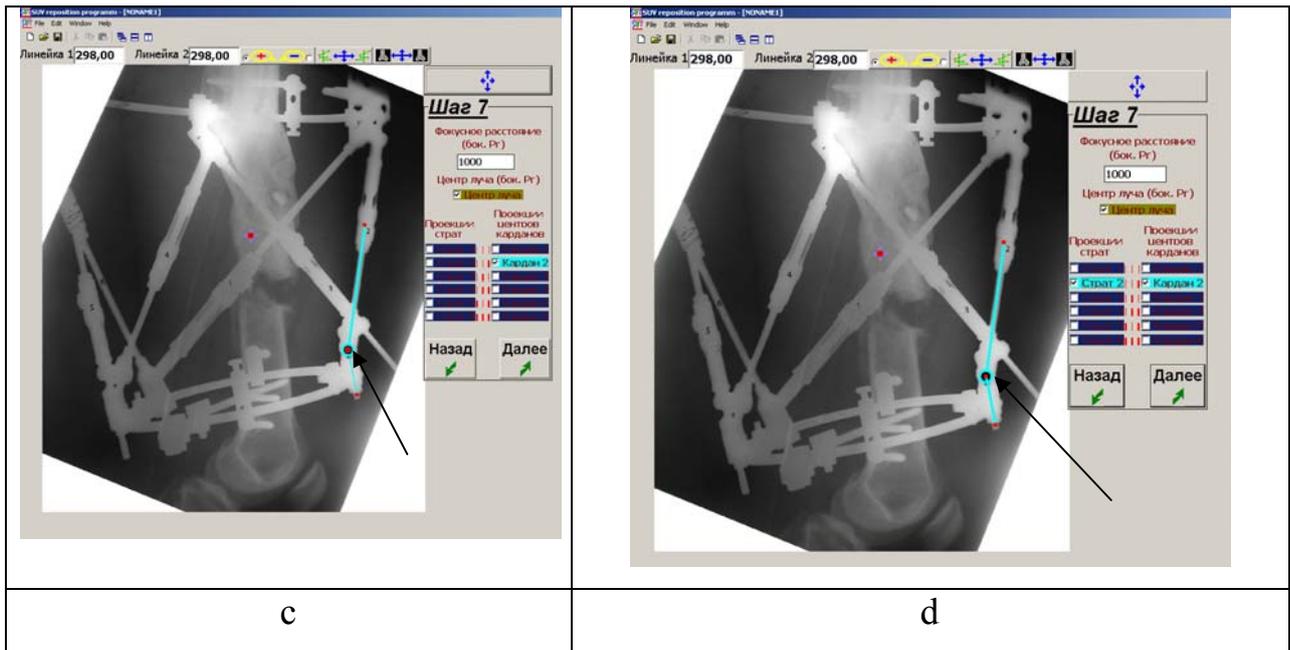


Рис. 18. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении шага 7, при проведении маркеров страт и карданов: а – маркер страты №1; б – маркер кардана №2 после появления на экране; в – маркер кардана №2 после его установки соосно болту и страте; г – маркировка страты при наличии отмеченного кардана соответствующего номера; стрелками указан маркер кардана №5

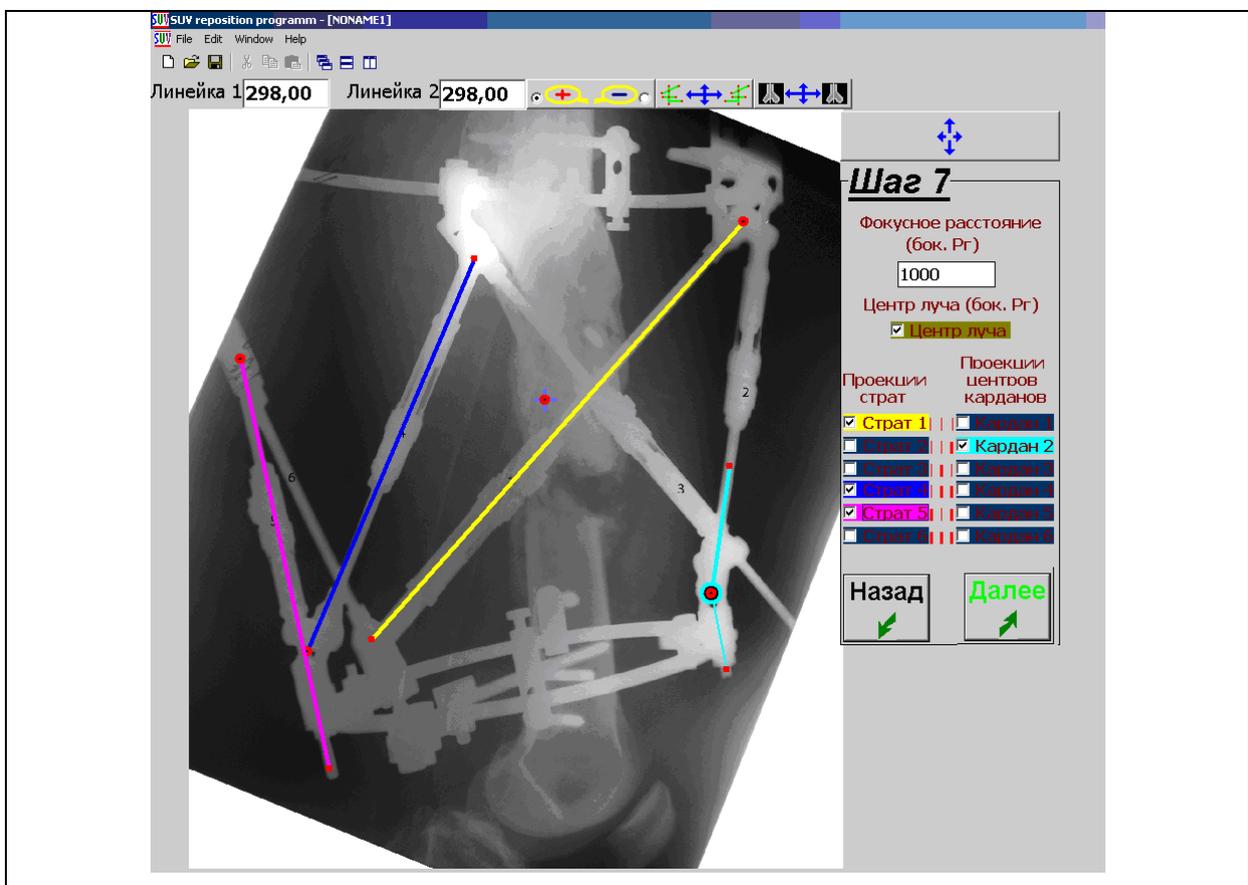


Рис. 19. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 7 после определения на прямой рентгенограмме проекций 1, 4 и 5 страт и кардана №2

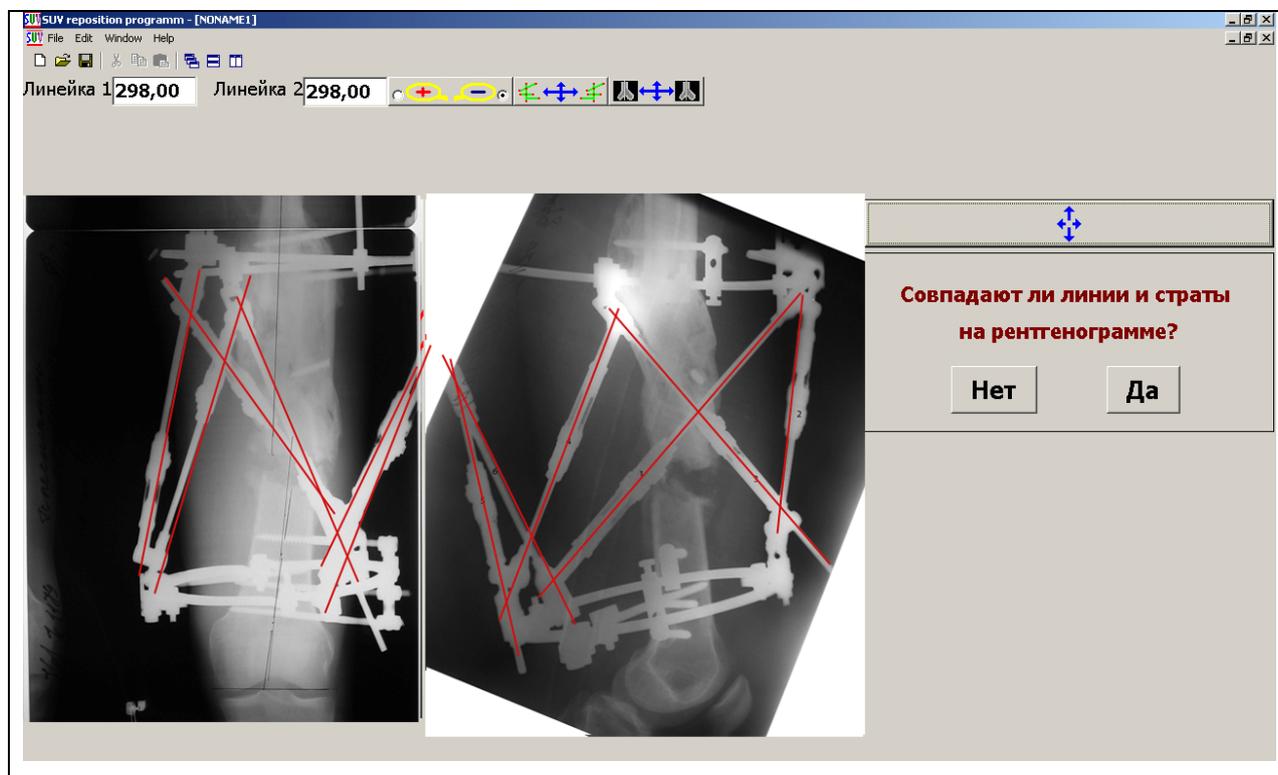


Рис. 20. Вид окна программы Орто-СУВ после выполнения Шага 7: появление красных линий, которые должны соответствовать проекциям страт

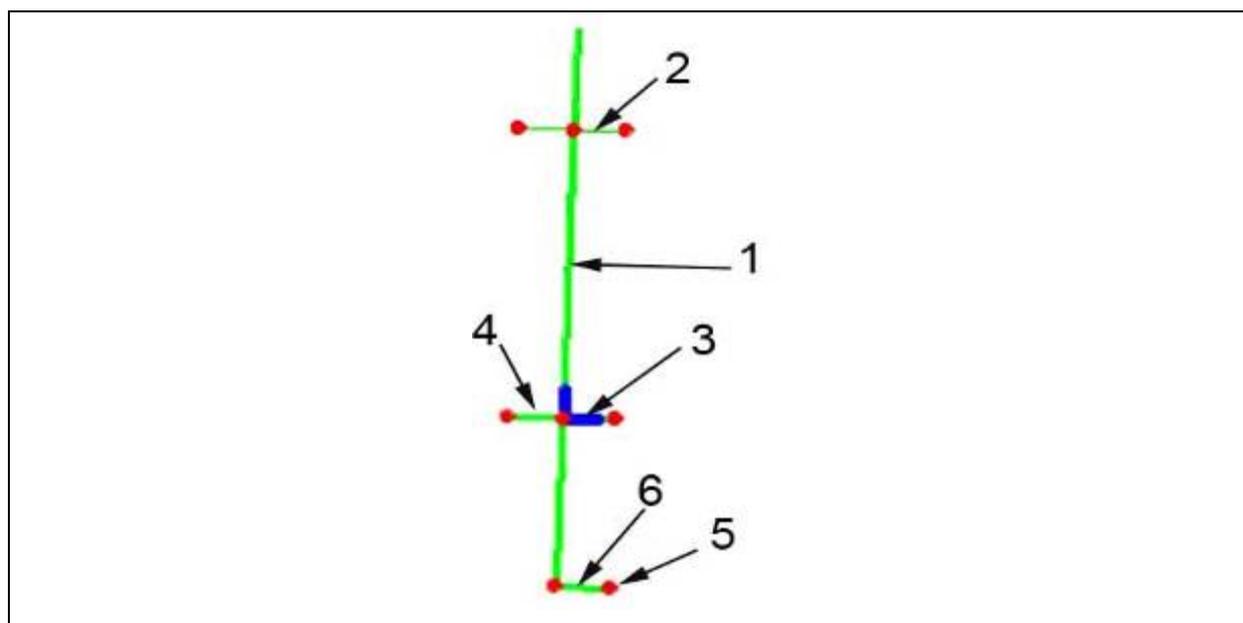


Рис. 21. Указатель костного фрагмента программы Орто-СУВ: 1 – осевая линия; 2 – центрирующая линия; 3 – указатель угла; 4 – линия указателя угла; 5 – указатель точки совмещения; 6 – линия указателя точки совмещения

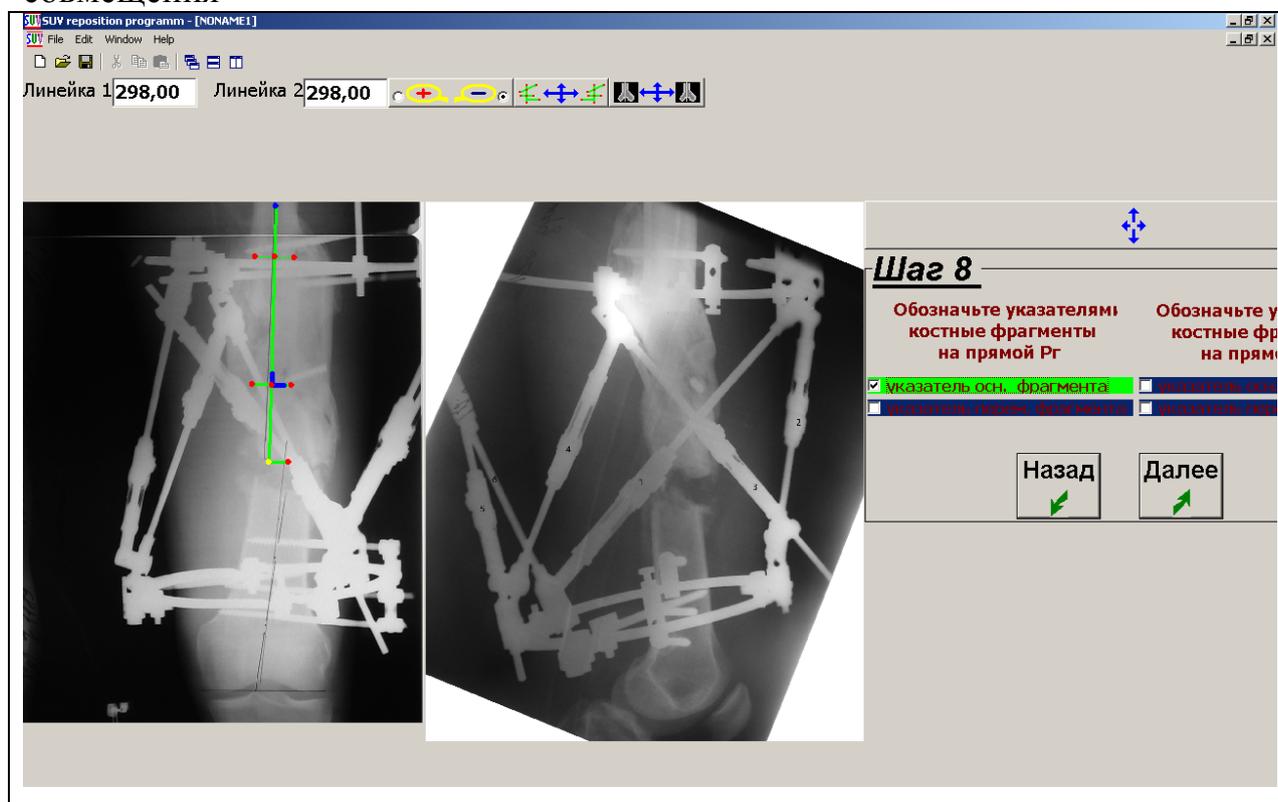


Рис. 22. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 8 после обозначения указателем на прямой рентгенограмме проксимального костного фрагмента

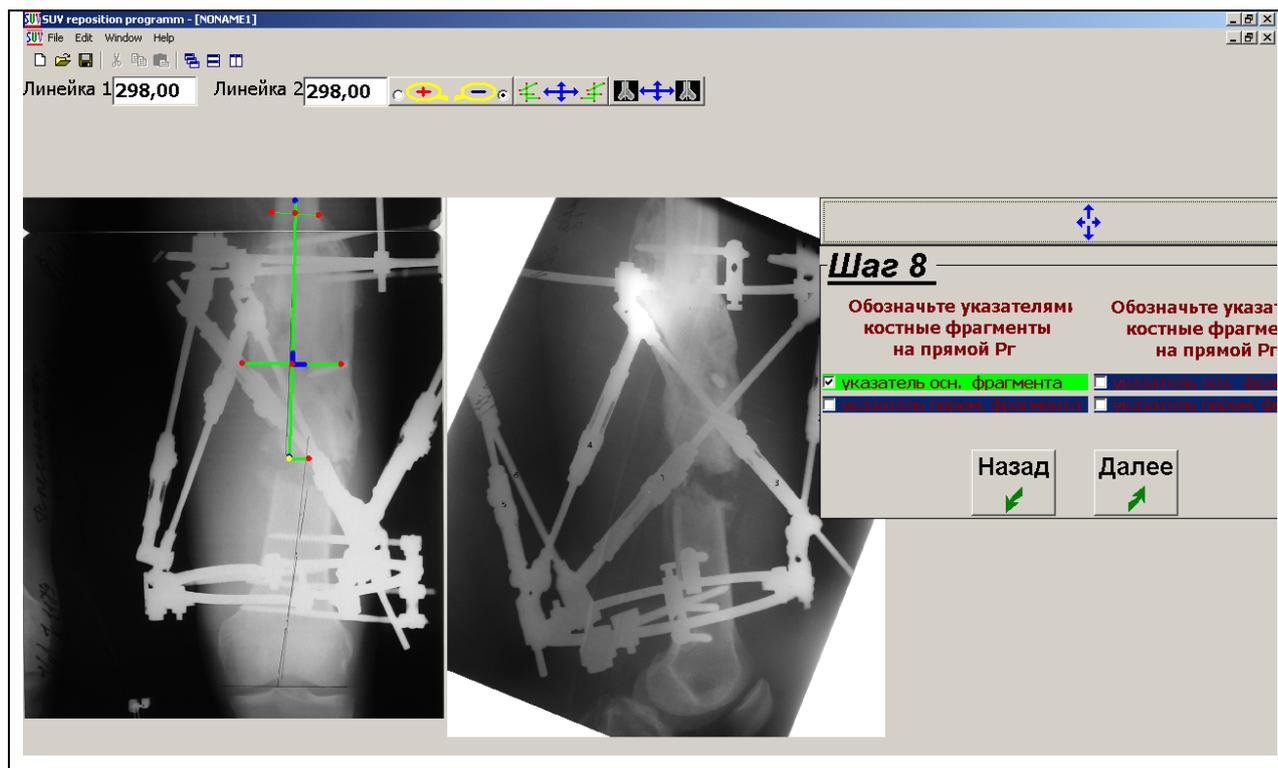


Рис. 23. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 8 после определения на прямой рентгенограмме оси проксимального фрагмента

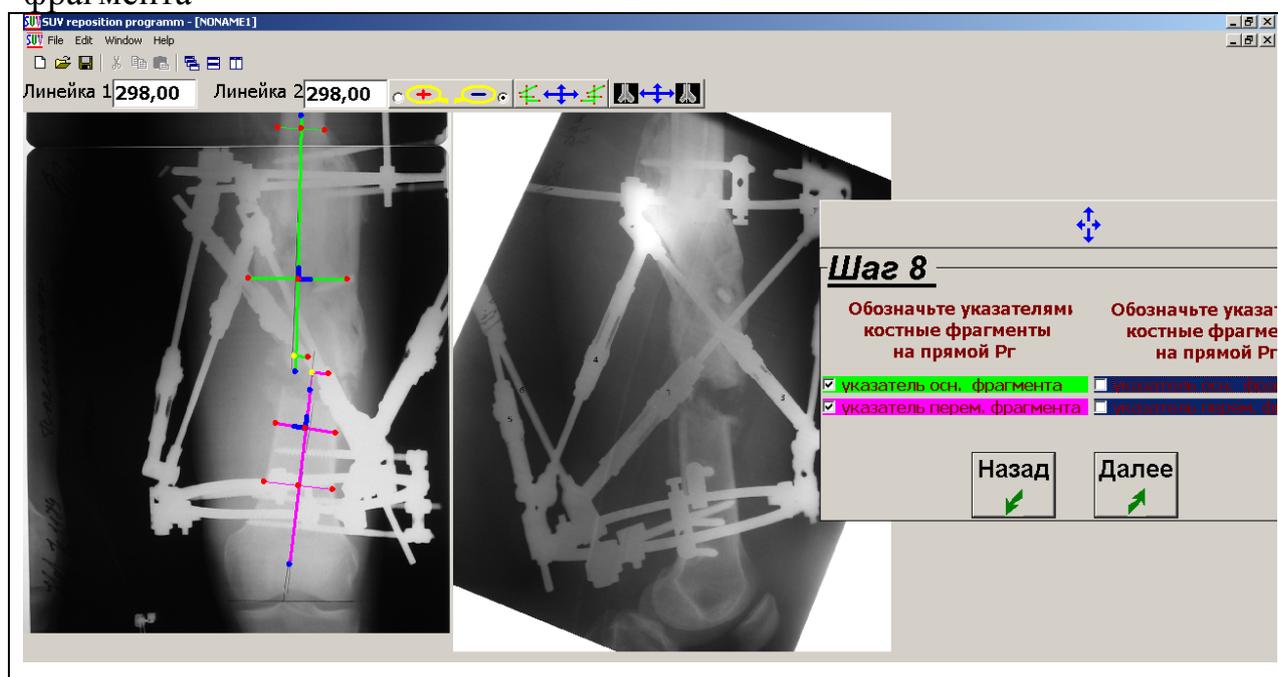


Рис. 24. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 8 после определения на прямой рентгенограмме осей проксимального и дистального костных фрагментов

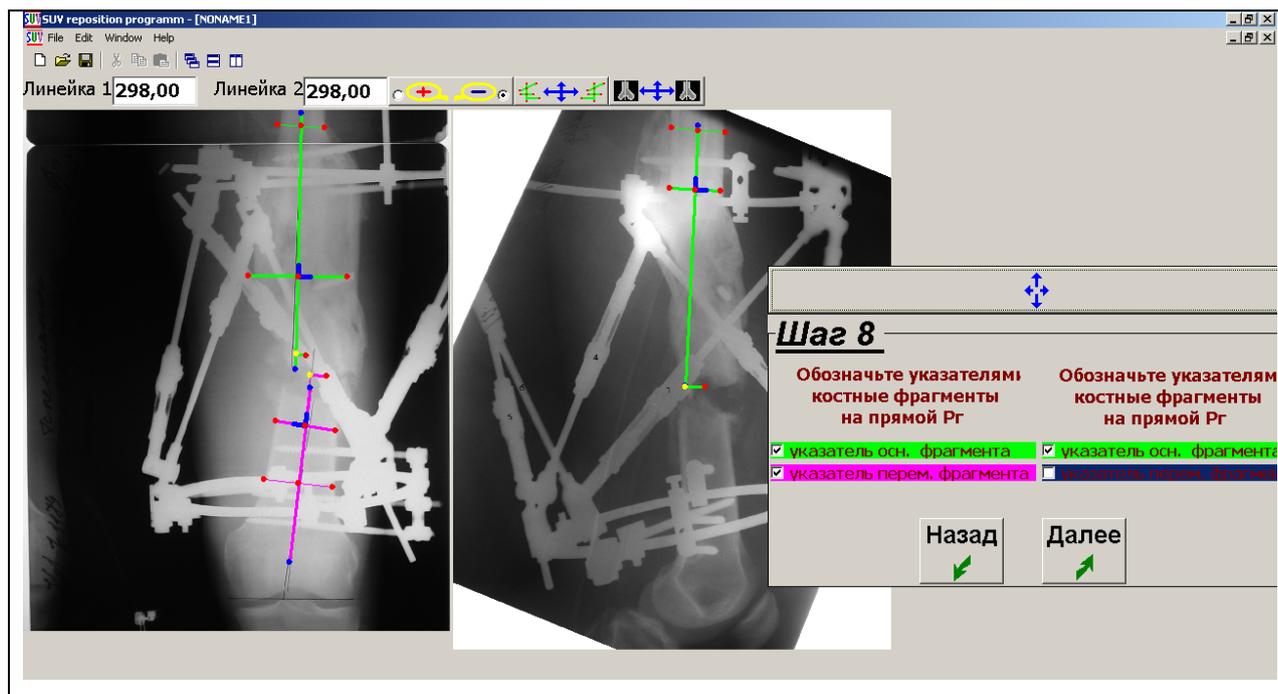


Рис. 25. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 8 после определения на боковой рентгенограмме оси проксимального фрагмента

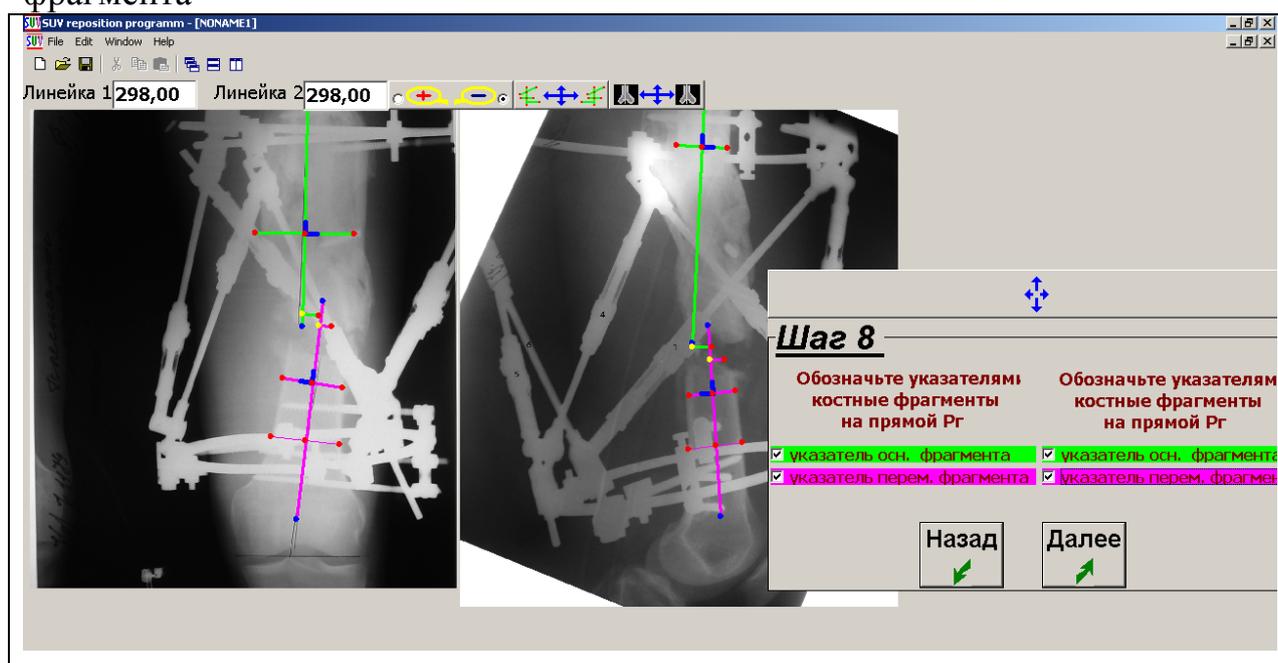


Рис. 26. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 8 после определения на прямой и боковой рентгенограммах осей проксимального и дистального костных фрагментов

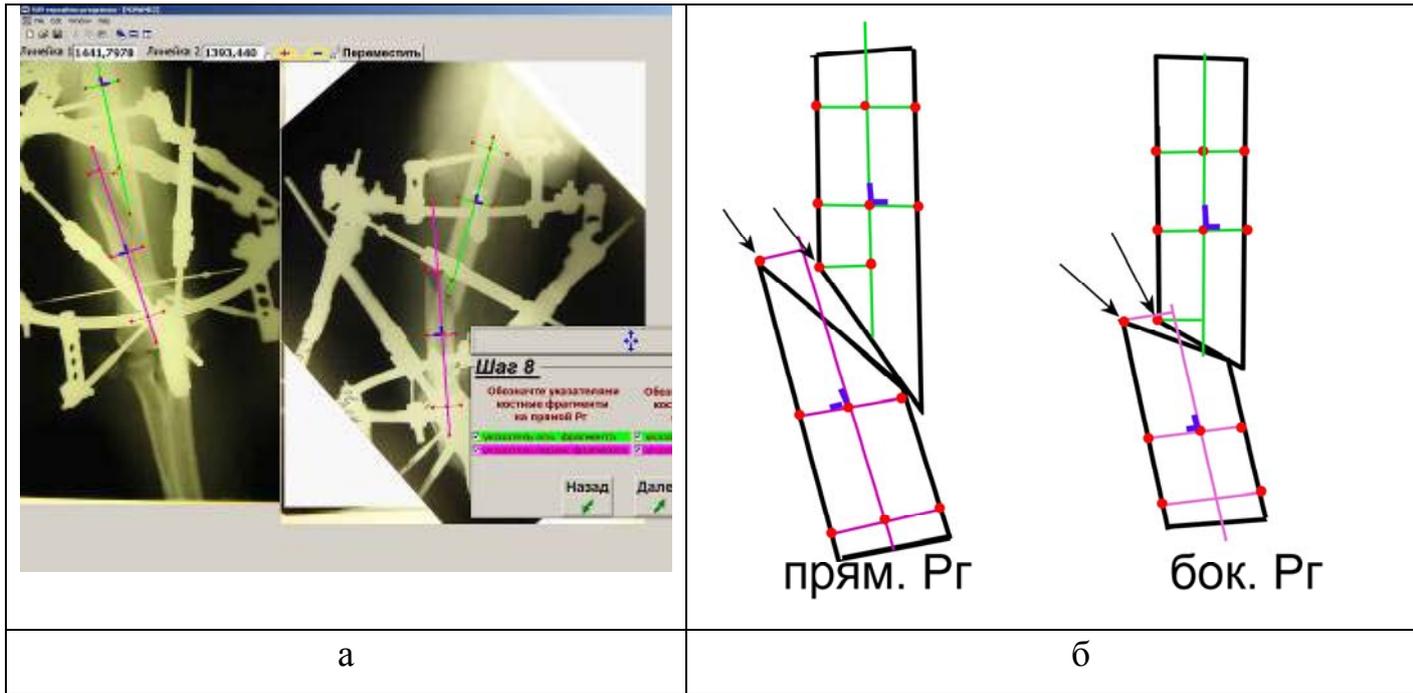


Рис. 27. Указатели точек совмещения установлены в проекции тех точек проксимального и дистального костного фрагментов, которые необходимо совместить для репозиции перелома. а – окно программы Орто-СУВ. б – схема: стрелками указаны точки совмещения

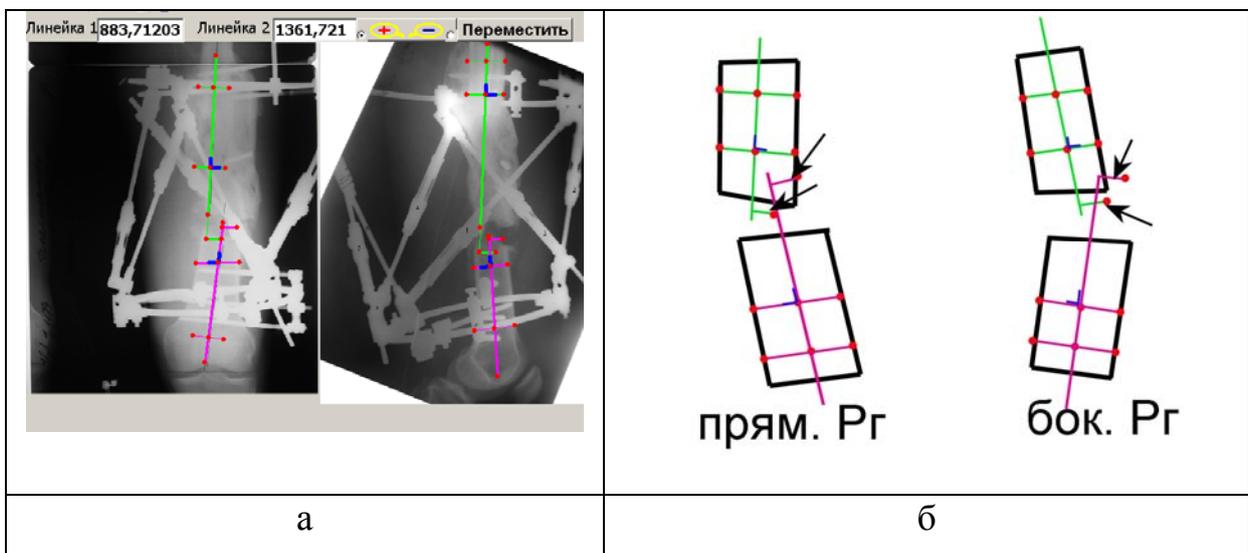


Рис. 28. Программа Орто-СУВ: установка линий указателей точек для разведения костных фрагментов («дистракция»): а – окно программы Орто-СУВ; б – схема: стрелками указаны линии указателей точек

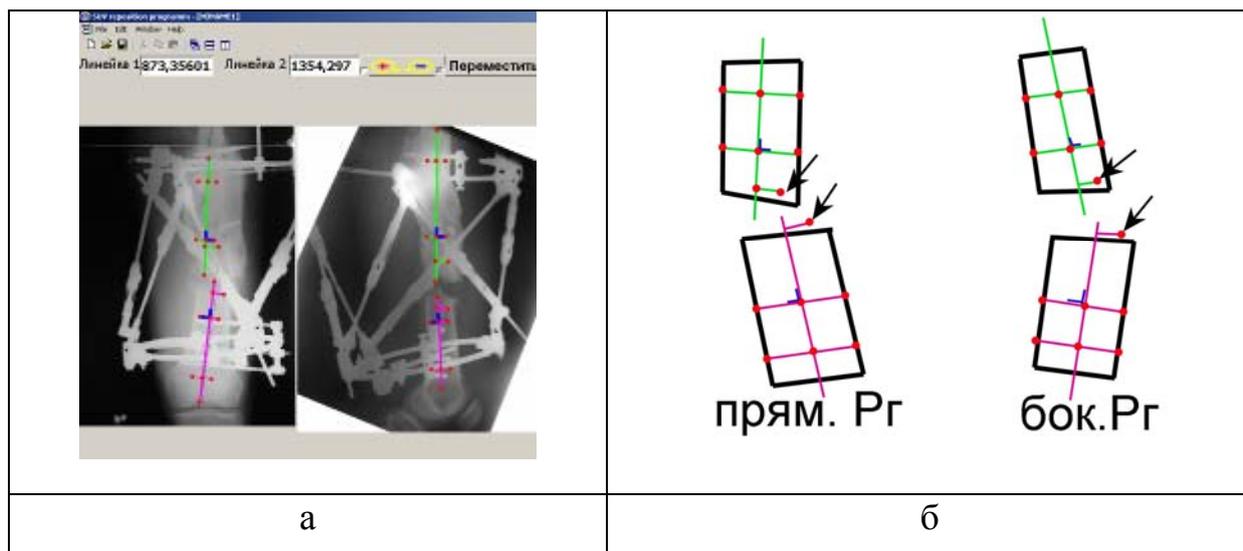


Рис. 29. Программа Орто-СУВ: установка линий указателей точек для сближения костных фрагментов («компрессия»): а – окно программы Орто-СУВ; б – схема: стрелками указаны линии указателей точек

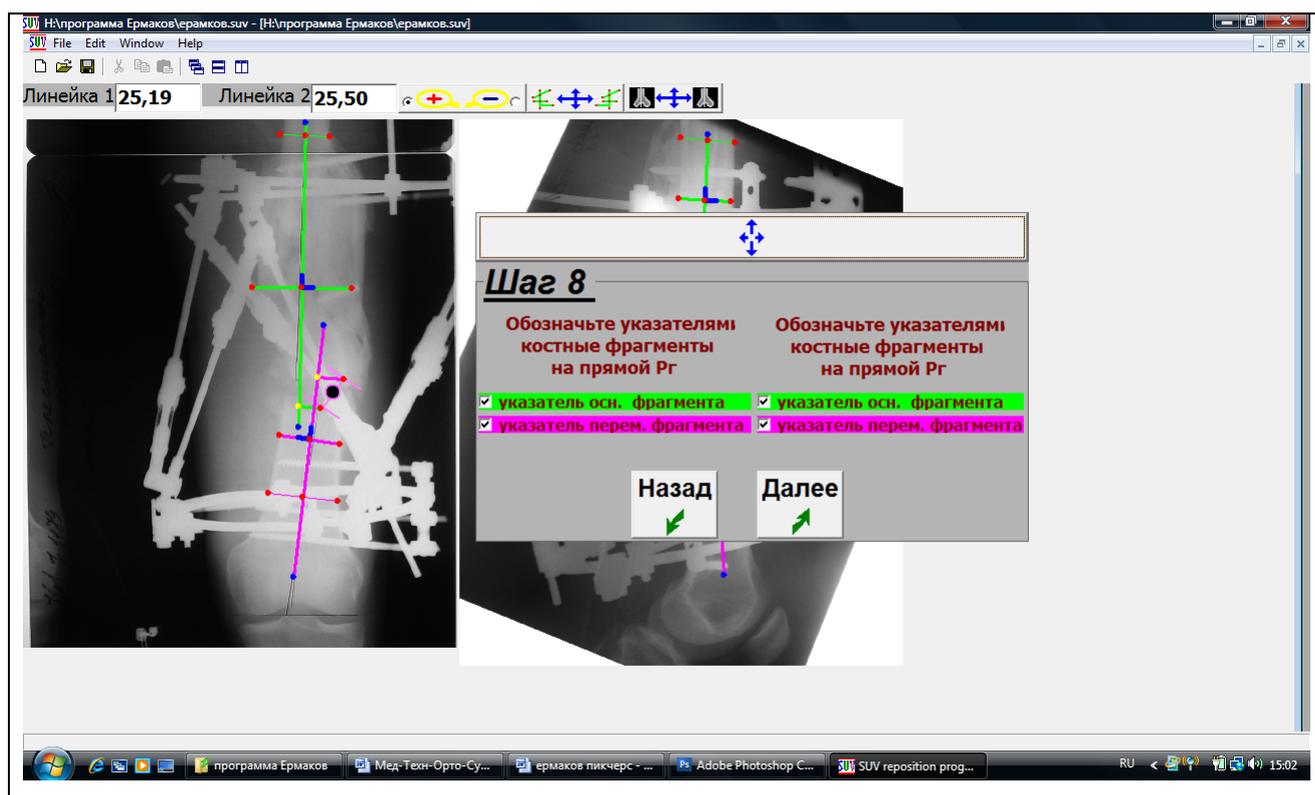


Рис. 30. Программа Орто-СУВ: измерение расстояния между линиями точек совмещения

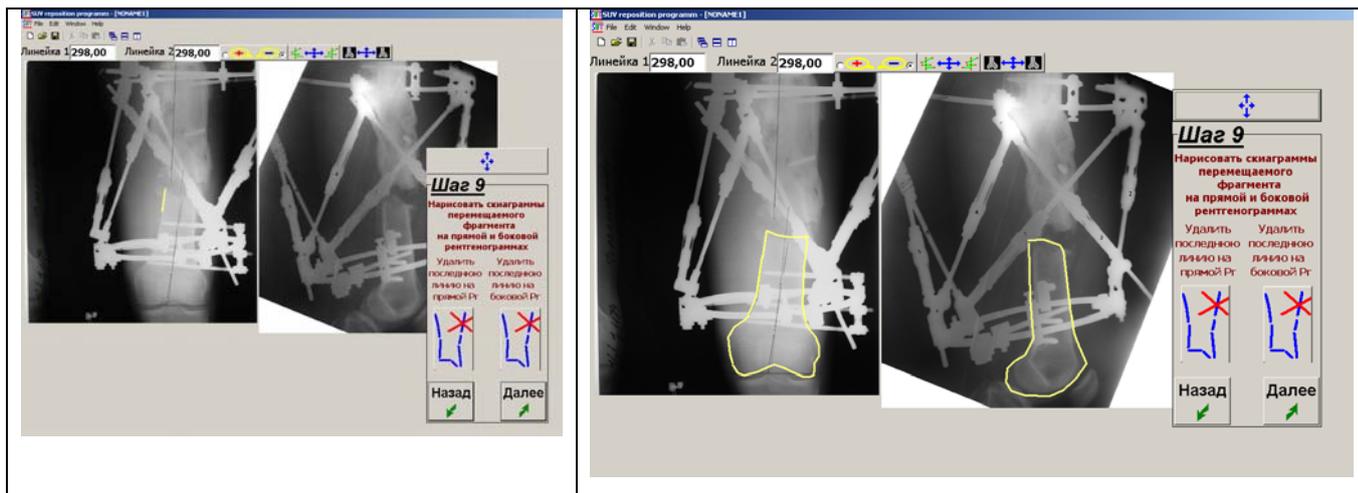


Рис. 31. Вид окна программы Орто-СУВ после выполнения Шага 9: а – на прямой рентгенограмме проведена линия; б – перемещаемый фрагмент на прямой и боковой рентгенограммах обведен желтой линией

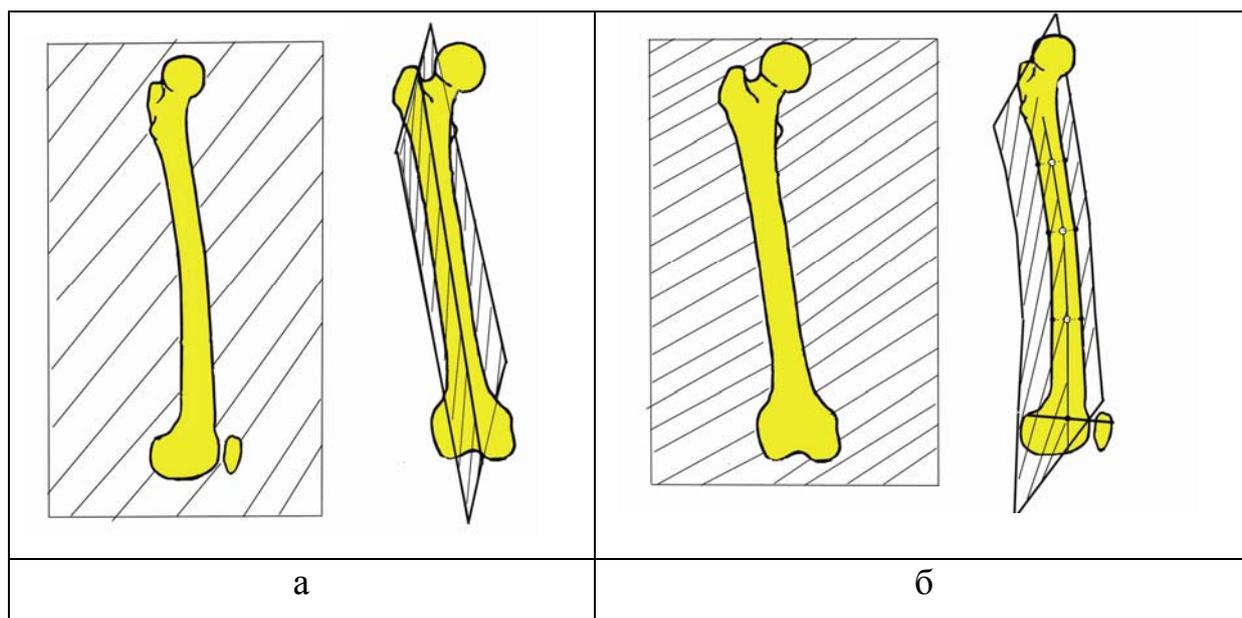


Рис. 32. Схема, поясняющая «сечение скиаграммы»: а – «сечение боковой скиаграммы»; б – «сечение боковой скиаграммы»

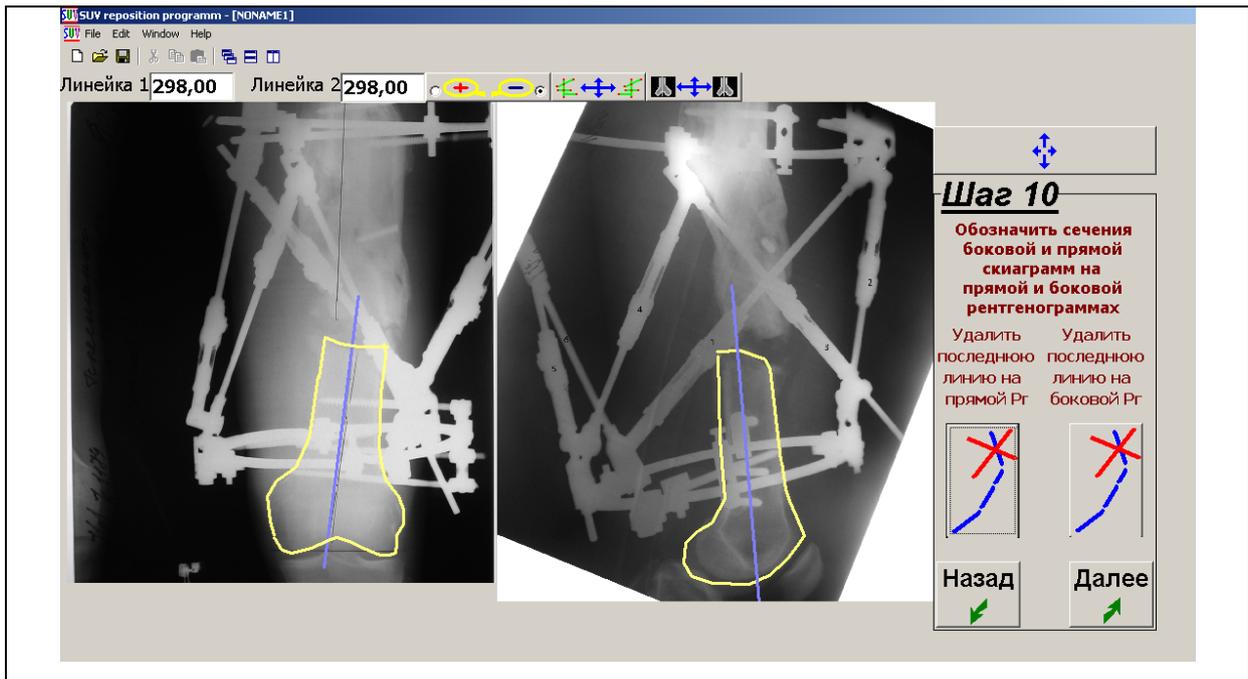


Рис. 33. Вид окна программы Орто-СУВ после выполнения Шага 10: на прямой и боковой синими линиями рентгенограммах обозначены сечения скиаграмм

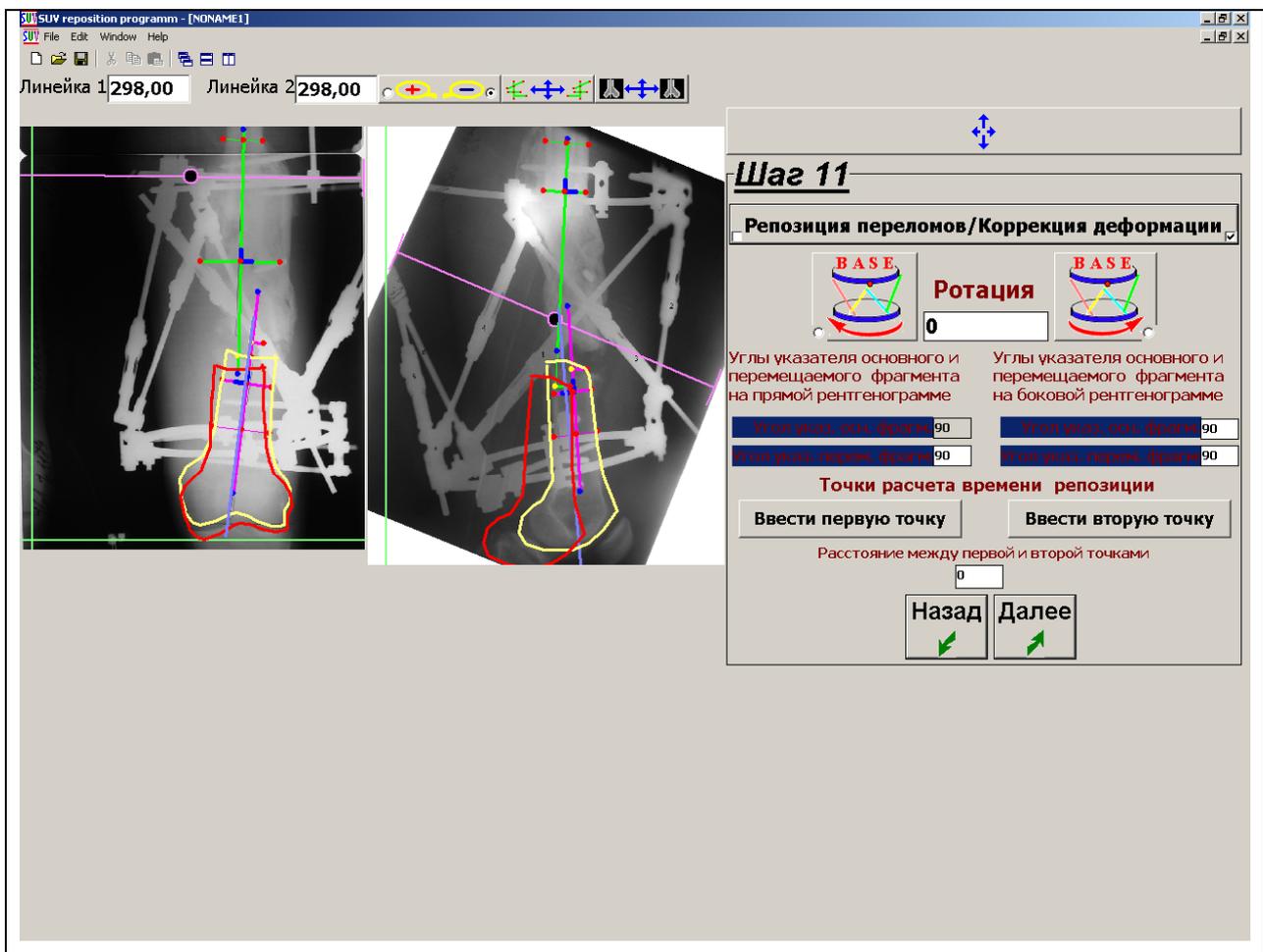


Рис. 34. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 11: появление конечных скиаграмм

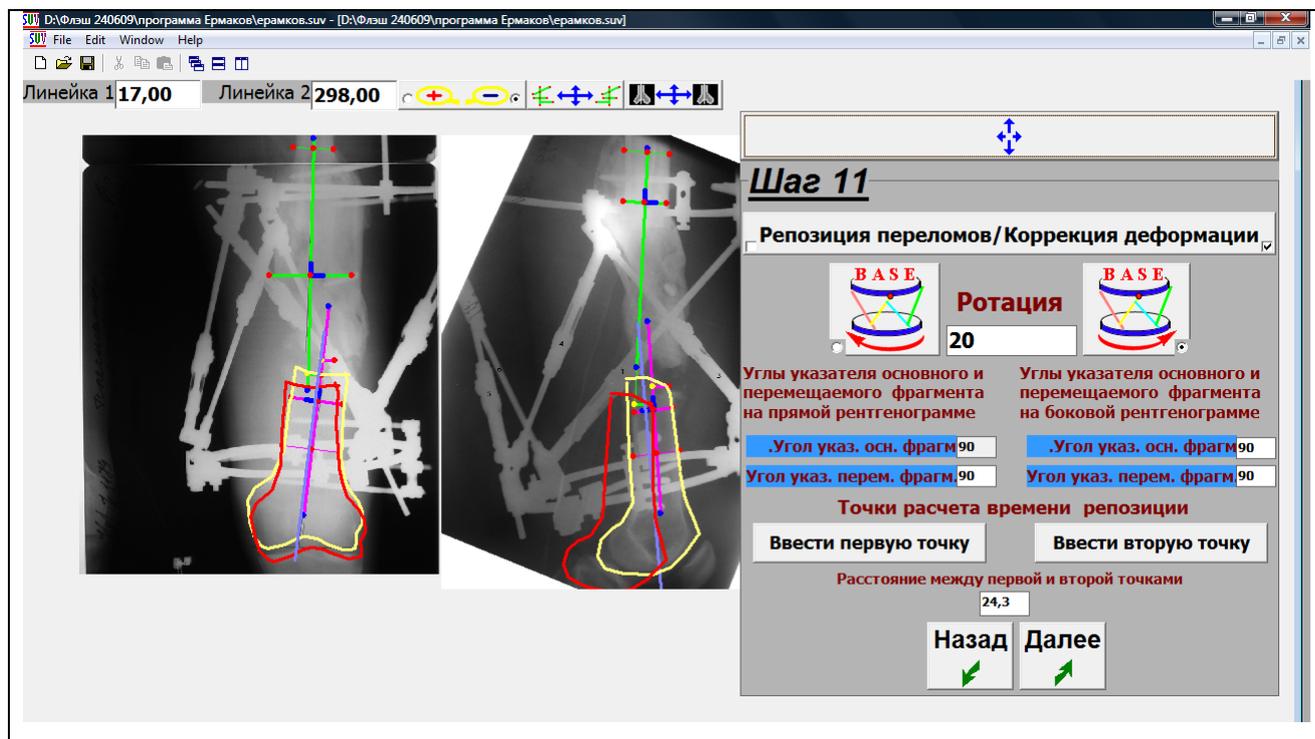


Рис. 35. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 11: выбран режим «Коррекция деформации», указаны величина и направление ротации перемещаемого костного фрагмента

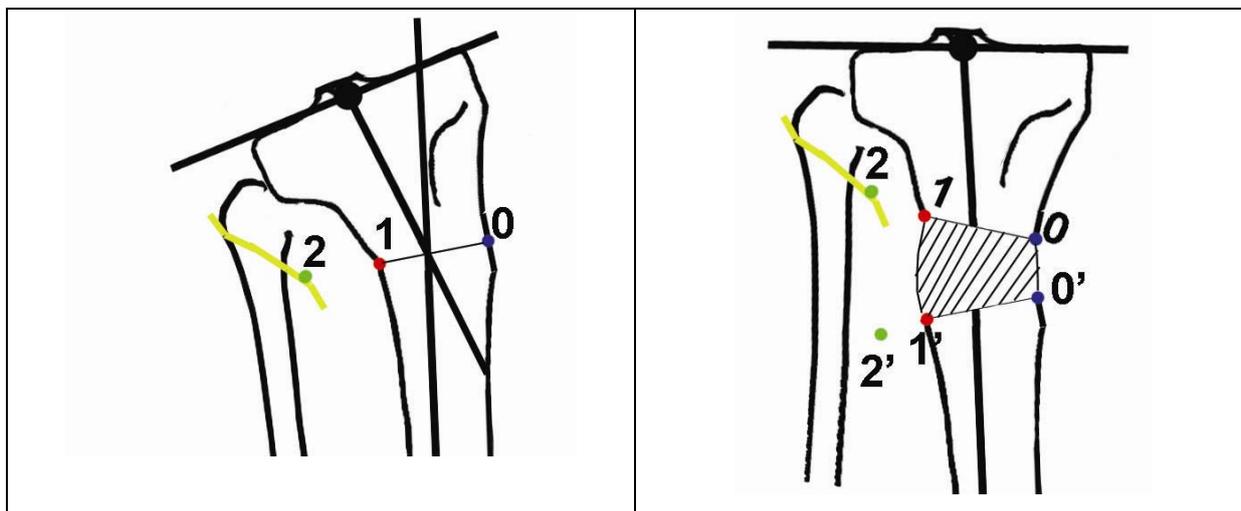
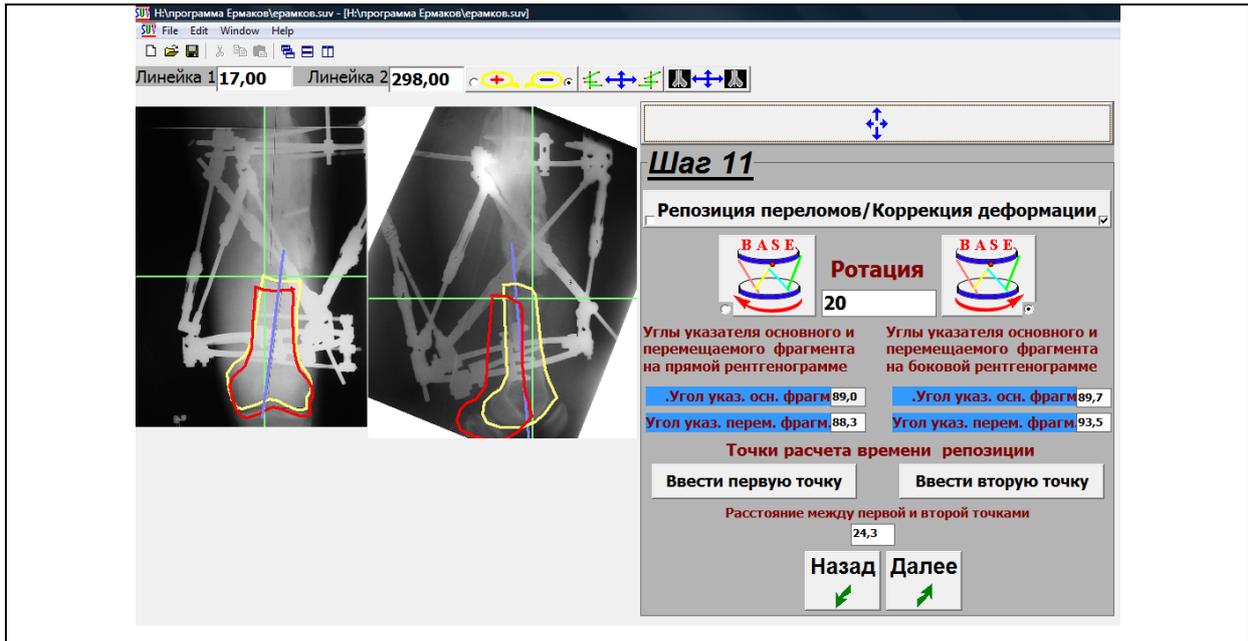
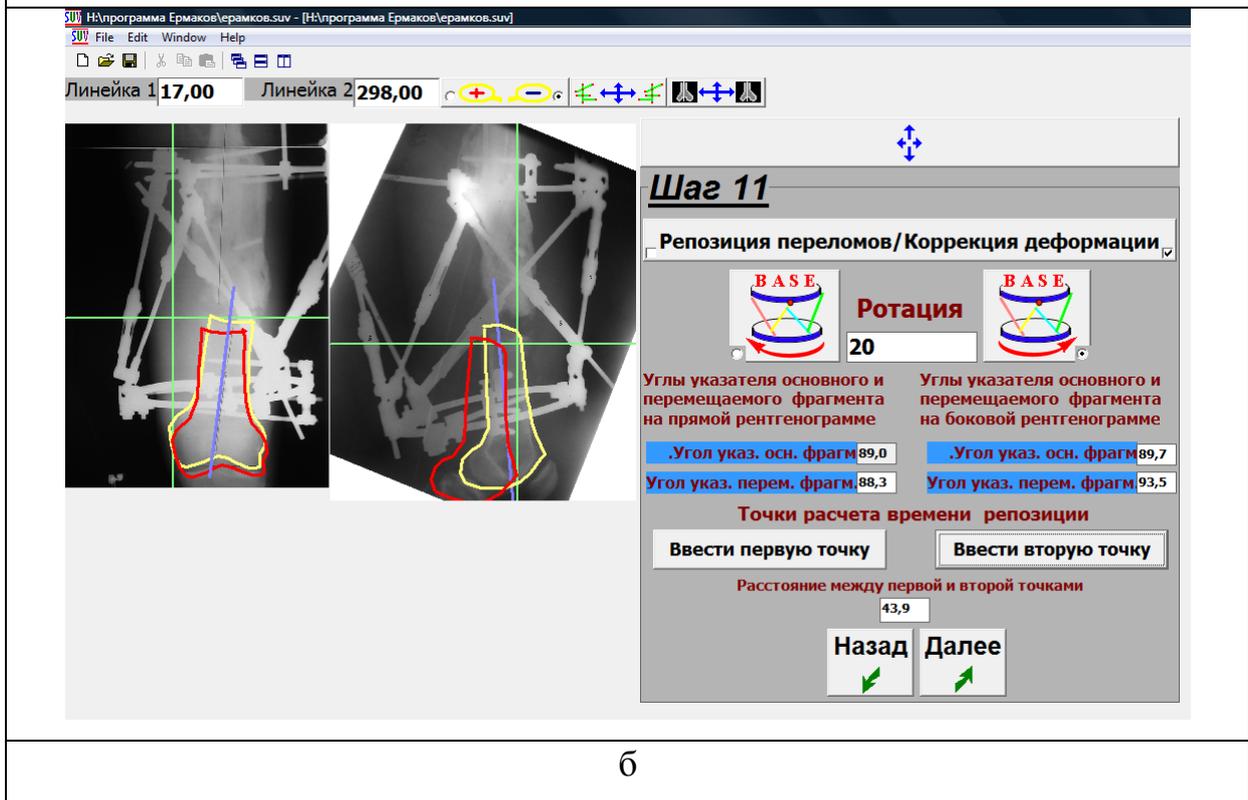


Рис. 36. Точка 1 при коррекции деформации должна пройти расстояние (1-1') больше, чем точка 0 (0-0'), но меньше, чем точка 2(2-2'), расположенная в проекции малоберцового нерва



а



б

Рис. 37. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 11: выбраны точки, которые при коррекции деформации пройдут наибольшее расстояние: а - точка 1 соответствует наиболее удаляемым участкам костной раны; б - точка 2 соответствует проекции сосудисто-нервного пучка

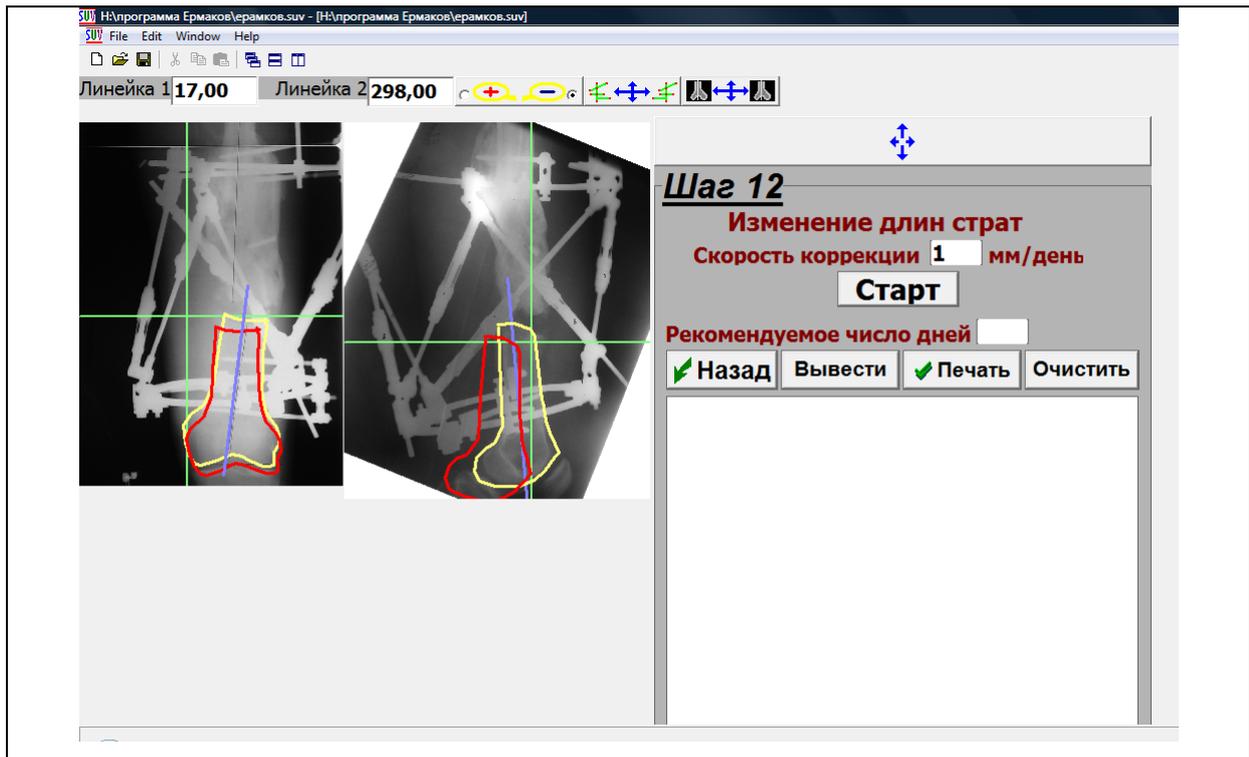


Рис. 38. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 12: введена скорость коррекции деформации

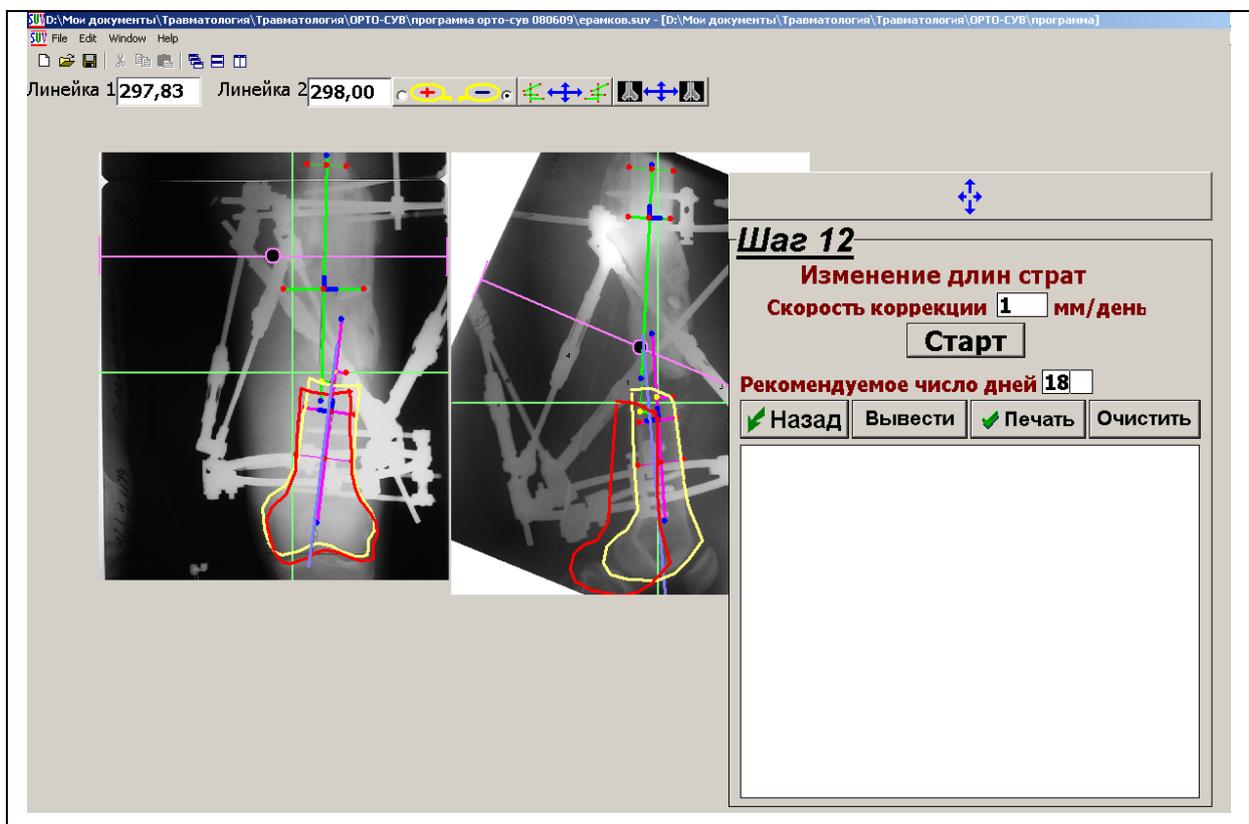


Рис. 39. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 12: программа рассчитала рекомендуемое количество дней для коррекции деформации при скорости коррекции 1 мм/сут

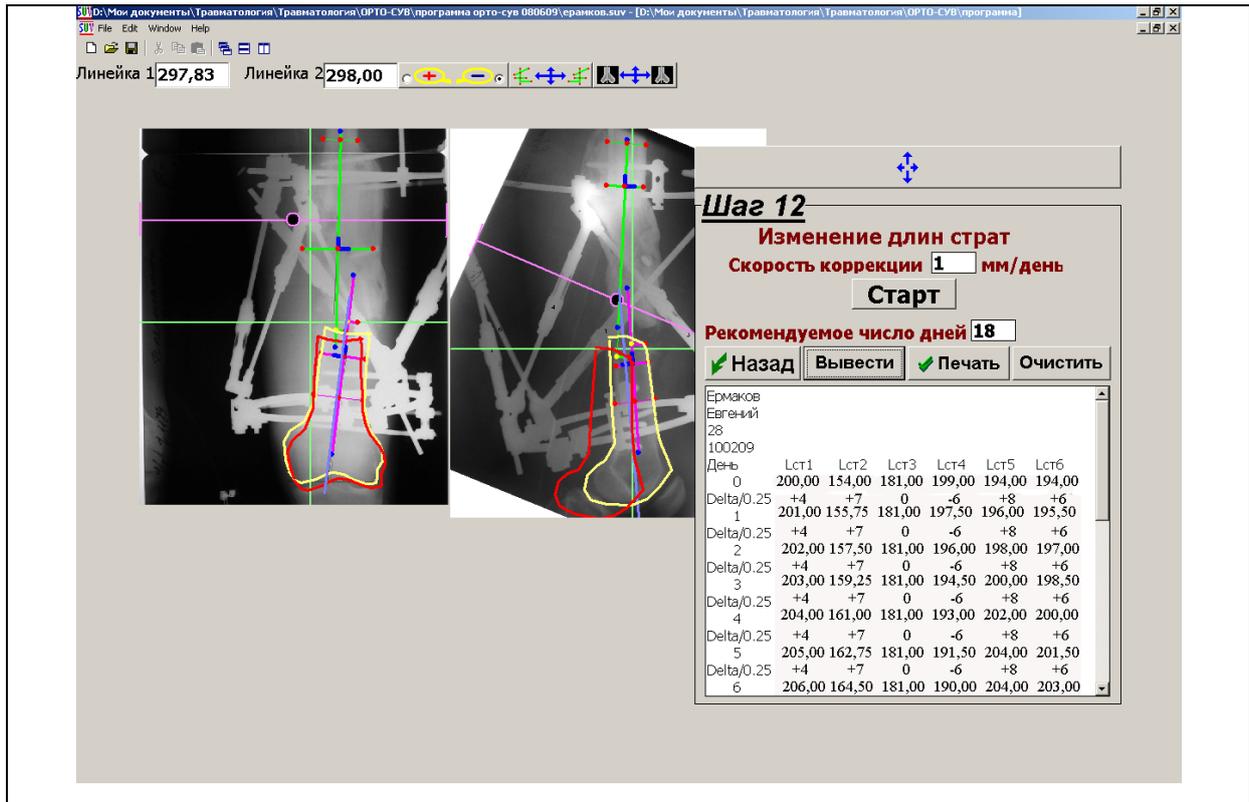
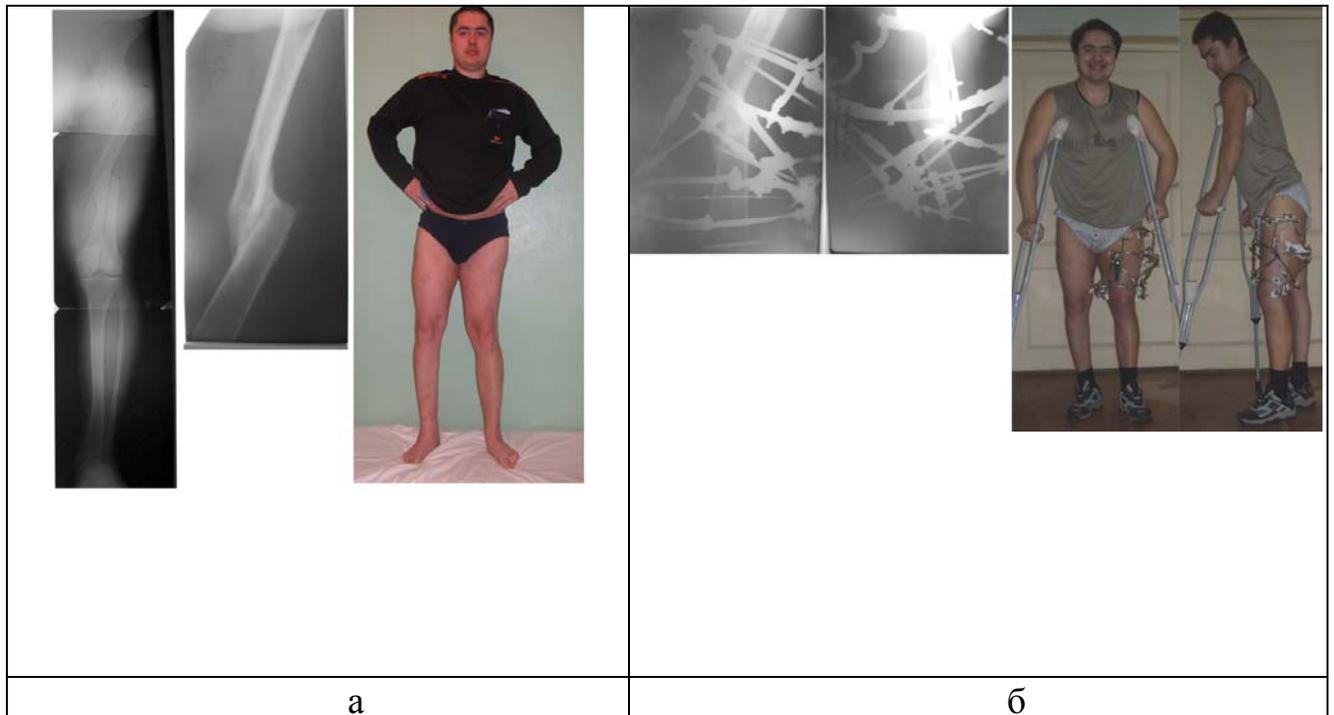


Рис. 40. Вид окна программы Орто-СУВ при выполнении Шага 12: программа рассчитала ежедневное изменение длин каждой из страт для достижения коррекции деформации



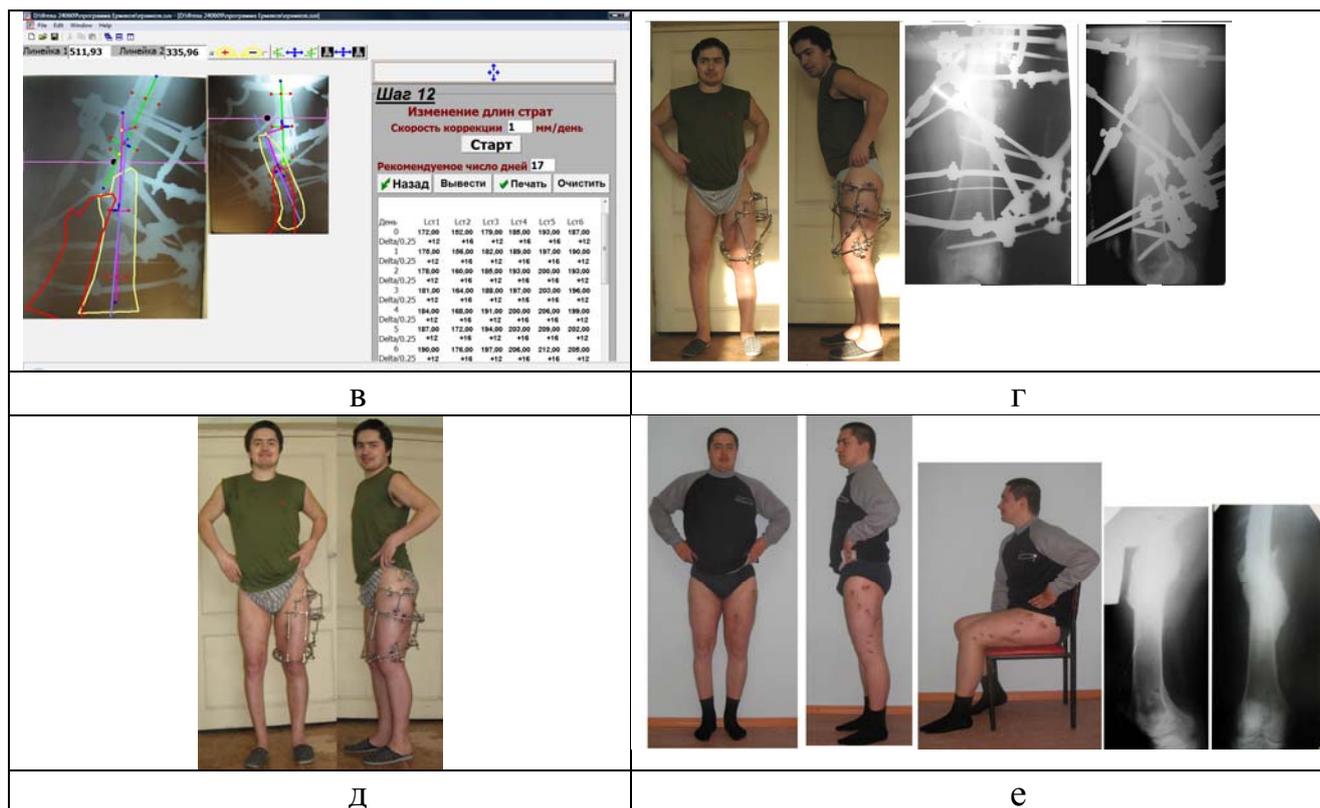


Рис. 41. Фотографии и рентгенограммы пациента С.: а – до коррекции деформации, б, в, г, д – во время, е – после лечения



Серия АА 0000490

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

## РАЗРЕШЕНИЕ

НА ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

ФС № 2009/ 397 от « 10 » декабря 2009 г.

**«Использование чрескостного аппарата на основе компьютерной навигации при лечении пациентов с переломами и деформациями длинных трубчатых костей»**

Разрешение выдано на имя: ФГУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена Росмедтехнологий».  
(197046, г. Санкт-Петербург, Александровский парк, д. 5).

**Показание к использованию медицинской технологии:**

- Врожденные и приобретенные деформации длинных трубчатых костей.
- Диафизарные и метафизарные переломы.
- Последствия переломов (срастание при неправильном положении костных фрагментов, замедленная консолидация, ложные суставы, дефекты).

**Противопоказания к использованию медицинской технологии:**

- Тяжелая сопутствующая патология в стадии декомпенсации.
- Психическая неадекватность пациента, связанная с возрастом, психоэмоциональным состоянием (в т.ч. психические заболевания, являющиеся следствием злоупотребления алкоголем, наркотическими веществами).
- Относительными противопоказаниями являются сосудистые и неврологические расстройства, наличие инфекционного процесса кости и мягких тканей оперируемого сегмента.

**Возможные осложнения при использовании медицинской технологии и способы их устранения:**

**1. Специфические**

1.1. Ошибка компьютерной навигации на шаге 7, причиной которой может быть неправильно выполненные измерения, неправильное расположение рентгенограмм на экране или неправильная компоновка аппарата.

ФГУП «ИТЦ «АТЛАС», г. КРАСНОЯРСК, 2007 г., УРОВЕНЬ -Б-

Серия АБ



0004751

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ  
ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И СОЦИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Пути устранения: точное выполнение измерений, правильное расположение рентгенограмм в окне программы, правильная компоновка аппарата.

1.2. Неточная репозиция перелома, связанная с неправильным указанием совмещаемых точек или отсутствием диастаза между костными фрагментами. Пути устранения: правильное указание совмещаемых точек, репозиция костных фрагментов с созданием первым этапом диастаза между костными фрагментами 2-3 мм.

**2. Неспецифические** (характерные для чрескостного остеосинтеза в целом)

2.1. Воспаление мягких тканей, окружающих чрескостные элементы. Пути устранения: комплекс консервативного лечения.

2.2. Дерматит. Пути устранения: исключение аллергена, купирование воспалительного процесса медикаментозным лечением.

2.3. Нейроваскулярные расстройства. Пути устранения: снижение величины или временное прекращение distraction (компрессии), направленное медикаментозное лечение, ФТЛ.

2.4. Контрактуры. Пути устранения: интенсивная ЛФК.

Руководитель



(подпись, печать)

Н.В.Юргель