 <p>QA technologies</p>	<p>ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34</p>	<p>Лист 1 / 81</p>
--	--	--------------------


## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

### **ТГКвизор**

Руководство оператора  
RU.СЦТГ.00001-01 01 34

## Содержание

<b>1</b>	<b>НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>3</b>
1.1	НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ .....	3
1.2	ОБОЗНАЧЕНИЕ И НАИМЕНОВАНИЕ ПРОГРАММЫ .....	3
1.3	ЯЗЫКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ, НА КОТОРЫХ НАПИСАНА ПРОГРАММА .....	3
<b>2</b>	<b>УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>5</b>
3.1	ЗАПУСК ПРОГРАММЫ.....	5
3.2	ОСНОВНОЙ ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММЫ .....	5
3.3	ВКЛАДКА АВТОУСТАНОВКА.....	6
3.3.1	Функциональные кнопки во вкладке Автоустановка .....	7
3.3.2	Пошаговый интерфейс проведения автоустановки .....	8
3.3.3	Таблица результатов автоустановки.....	13
3.4	ВКЛАДКА ОЧЕРЕДЬ .....	13
3.4.1	Функциональные кнопки во вкладке Очередь .....	14
3.4.2	Окно создания скана .....	14
3.4.3	Окно создания очереди .....	20
3.4.4	Файловая система во вкладке Очередь .....	25
3.4.5	Интерфейс формирования очереди измерений .....	26
3.5	ВКЛАДКА ИЗМЕРЕНИЕ .....	28
3.6	ВКЛАДКА ПОСТОБРАБОТКА.....	29
3.6.1	График во вкладке Постобработка .....	30
3.6.2	Панель инструментов во вкладке Постобработка.....	32
3.6.3	Таблица измерений во вкладке Постобработка.....	37
3.6.4	Таблица анализа во вкладке Постобработка.....	40
3.7	ВКЛАДКА СРАВНЕНИЕ .....	43
3.7.1	Функциональные кнопки во вкладке Сравнение .....	44
3.7.2	Интерфейс настроек сравнения.....	45
3.7.3	Таблица результатов сравнения .....	48
3.7.4	График во вкладке Сравнение.....	48
3.8	ВКЛАДКА ТОЧЕЧНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ .....	49
3.8.1	Панель управления электрометра во вкладке Точечные измерения .....	50
3.8.2	Панель запуска измерения во вкладке Точечные измерения.....	53
3.8.3	Таблица результатов во вкладке Точечные измерения.....	56
3.8.4	График во вкладке Точечные измерения .....	58
3.9	БОКОВАЯ ПАНЕЛЬ .....	58
3.9.1	Интерфейс управления положением датчика излучения .....	59
3.9.2	Интерфейс отображения данных от электрометра.....	60
3.9.3	Статусная строка выполнения очереди измерений.....	61
3.9.4	График текущего измерения.....	61
3.10	ГЛАВНОЕ МЕНЮ.....	61
3.11	СТАТУСНАЯ ПАНЕЛЬ.....	64
<b>4</b>	<b>СООБЩЕНИЯ ОПЕРАТОРУ .....</b>	<b>65</b>
	<b>ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ .....</b>	<b>66</b>
	<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРОТОКОЛЫ АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ КЛИНИЧЕСКОЙ ДОЗИМЕТРИИ В ПО ТГКВИЗОР .....</b>	<b>67</b>

	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 3 / 81
---	---	-------------

## **1 НАЗНАЧЕНИЕ ПРОГРАММЫ**

### **1.1 Назначение программы**

ПО предназначено для сбора, хранения и обработки данных при проведении клинической дозиметрии; при проведении дозиметрических исследований в метрологических лабораториях, при аттестации рентгеновских аппаратов и промышленных рентгеновских и электронных установок; управления многоканальным электрометром и совместимым водным дозиметрическим фантомом.

### **1.2 Обозначение и наименование программы**

Программное обеспечение АРМ оператора для программно-аппаратного комплекса для сбора, хранения, обработки и визуализации данных, полученных при клинической дозиметрии «ТГКвизор» номер: RU.СЦТГ.00001-01.

### **1.3 Языки программирования, на которых написана программа**

Программное обеспечение для проведения клинической дозиметрии на аппаратах дистанционной лучевой терапии «ТГКвизор». разработано в среде разработки MS Visual Studio 2023 на языке программирования C# 10 с использованием программной платформы .NET 6.

## 2 УСЛОВИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

Программы выполняется при её установке согласно Руководству системного программиста RU.СЦТГ.00001-01 01 32.

Для работы программы также необходим действующий лицензионный ключ, для его получения обратитесь в ООО «Технологии гарантии качества» по следующему email: qa-tech@inbox.ru .

Минимальные системные требования:

Операционная система	Windows 10
Процессор	X86 2х ядерный с частотой более 1ГГц (уровень Intel i5 2500)
ОЗУ	8 Гб
Объём жёсткого диска	2 Гб свободного объема
Память видеокарты	-
Разрешение экрана	1080 p

### 3 ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОГРАММЫ

#### 3.1 Запуск программы

Запуск программы происходит при помощи ярлыка создаваемого в процессе установки. Подробнее с процессом установки можно ознакомиться в Руководстве системного программиста RU.СЦТГ.00001-01 01 32.

При первом запуске программы появиться окно активации лицензии, после успешной активации данное окно появляться не будет.

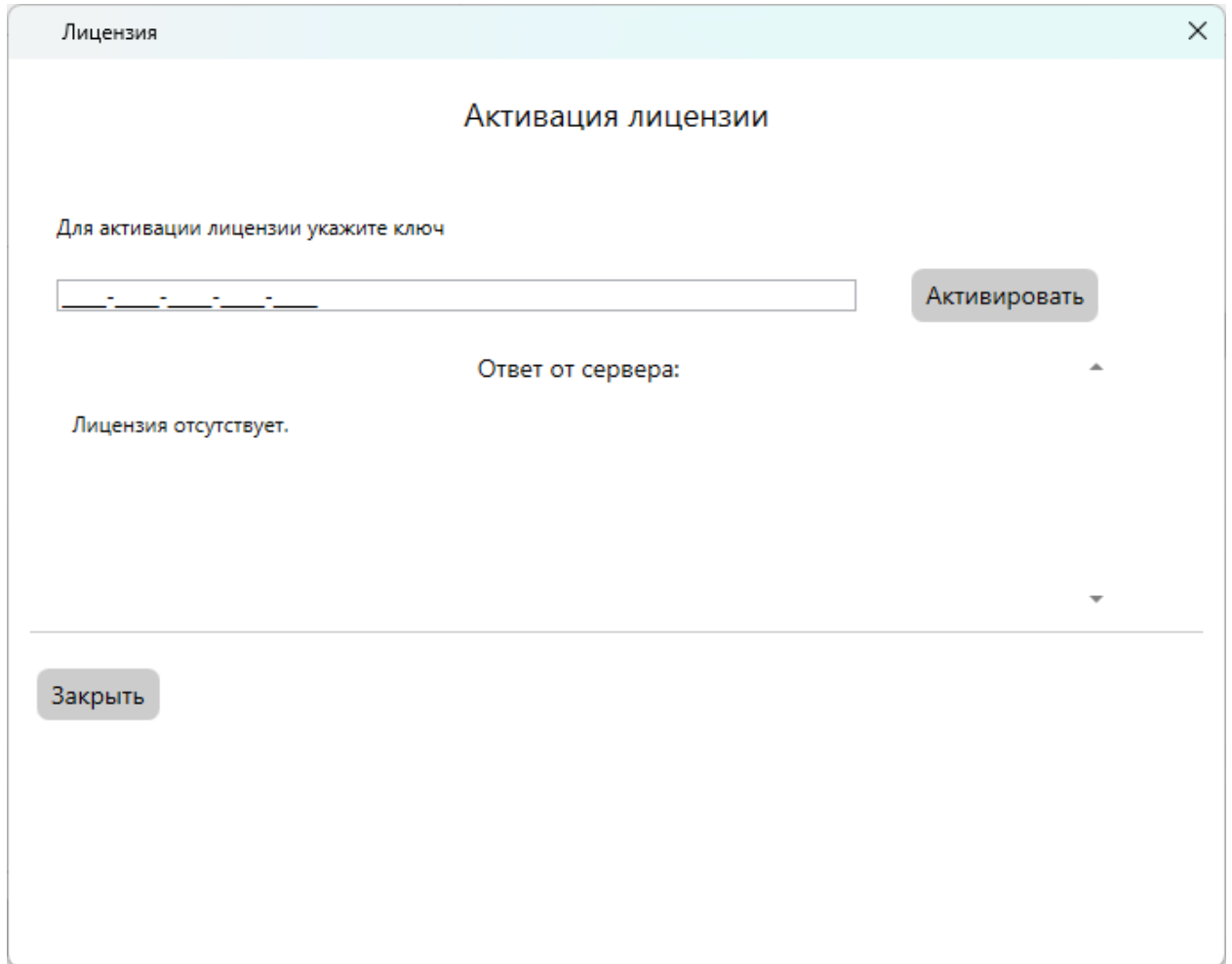


Рисунок 1 - Окно ввода лицензионного ключа



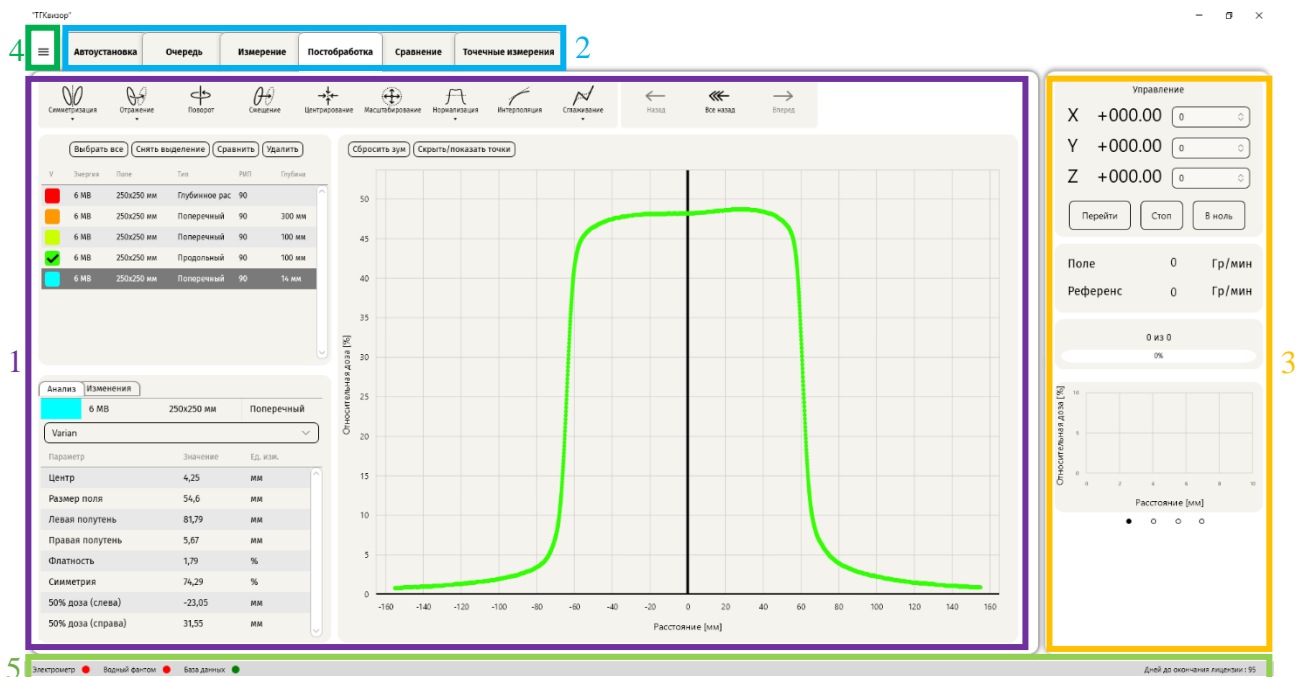
**Внимание:** Для активации лицензионного ключа необходимо подключение к сети интернет!

Если у вас нет лицензионного ключа обратитесь в ООО «Технологии гарантии качества» по следующему email: [qa-tech@inbox.ru](mailto:qa-tech@inbox.ru).

#### 3.2 Основной интерфейс программы

После запуска открывается основной экран программы, интерфейс которого включает в себя:

- 1) Основной экран, функционал которого полностью зависит от открытой вкладки.
- 2) Вкладки, с помощью которых можно переключать интерфейс основного экрана. Всего доступно 6 вкладок: Автоустановка, Очередь, Измерение, Постобработка, Сравнение и Точечные измерения.
- 3) Боковая панель, предназначенная для ручного контроля положением датчика излучения и индикации текущего значения мощности дозы. При необходимости панель можно свернуть или развернуть.
- 4) Главное меню для доступа к открытию файлов, сохранению, настройкам и т.д.
- 5) Статусная панель, отображает текущий статус подключения к внешним устройствам.



**Рисунок 2 - Основной интерфейс ПО**

1 – основной экран, 2 – вкладки, 3 – боковая панель, 4 – главное меню, 5 – статусная панель

### 3.3 Вкладка Автоустановка

Перед началом проведения дозиметрических исследований на аппаратах дистанционной лучевой терапии необходимо корректно установить и настроить водный фантом, а также корректно установить аппарат лучевой терапии. Для облегчения этого процесса служит вкладка Автоустановка.

Интерфейс вкладки включает в себя:

- 1) Кнопки перехода в настройки и загрузки последней автоустановки.
- 2) Пошаговый интерфейс проведения автоустановки.

### 3) Таблица с текущими результатами автоустановки.

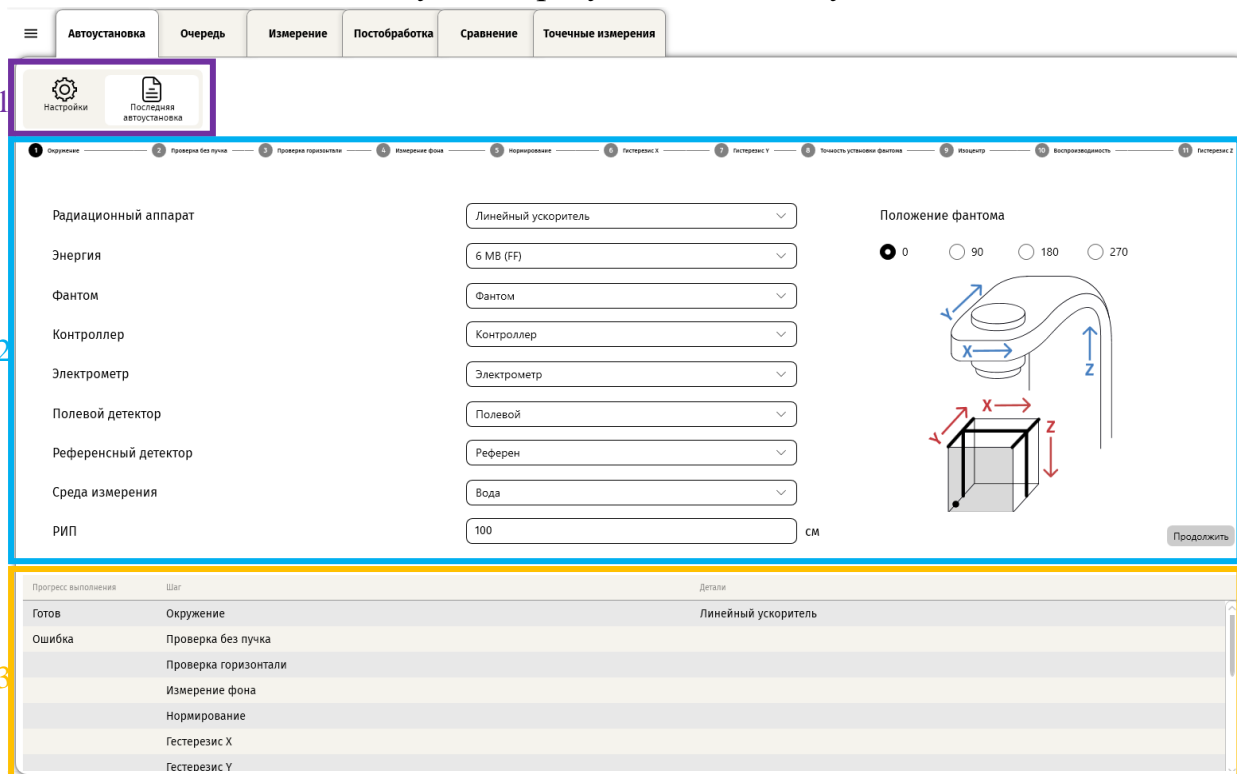


Рисунок 3 – Автоустановка

1 – кнопки, 2 – пошаговый интерфейс, 3 – таблица с текущими результатами

#### 3.3.1 Функциональные кнопки во вкладке Автоустановка

Во вкладке Автоустановка доступны 2 кнопки:

- 1) Настройки. При нажатии на эту кнопку происходит открытие окна с настройками программы для добавления нового оборудования и иных параметров в базу данных.
- 2) Последняя автоустановка. При нажатии на эту кнопку происходит загрузка последней успешной автоустановки.

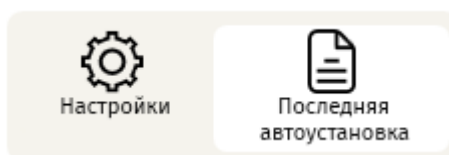


Рисунок 4 – Кнопки



**Внимание:** Пользуйтесь кнопкой Последняя автоустановка только в том случае, если уверены, что параметры водного фантома и терапевтического аппарата не были изменены!

### 3.3.2 Пошаговый интерфейс проведения автоустановки

Интерфейс включает в себя 11 шагов, переход между шагами происходит по нажатию на кнопки «Предложить» и «Назад». На каждом шаге отображается инструкция о том, что необходимо сделать для корректной установки оборудования. Для проведения автоустановки необходимо, чтобы был подключен водный фантом и электрометр.

#### Шаг 1. Окружение

На этом шаге в левой части экрана предлагается выбрать оборудование, которое впоследствии будет корректно установлено. Если в выпадающем списке отсутствует необходимое оборудование, добавьте его в базу данных при помощи кнопки «Настройки».

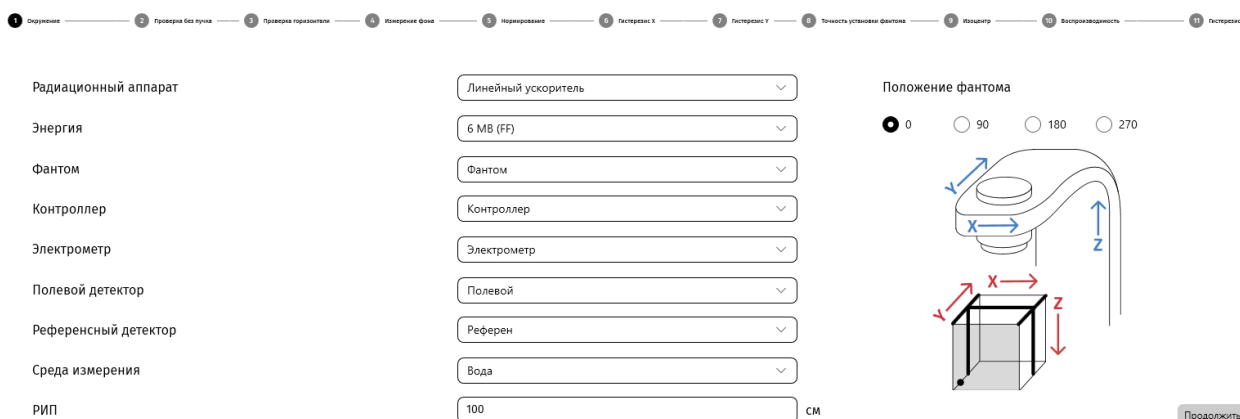


Рисунок 5 - Автоустановка. Окружение

В правой части экрана располагается схема расположения водного фантома относительно терапевтического аппарата. Оптимальное расположение: 0°, но при необходимости возможно расположить и под другими углами. Затемнённая сторона – это основная сторона водного фантома, на которой расположено сливное отверстие и коммутационный блок.

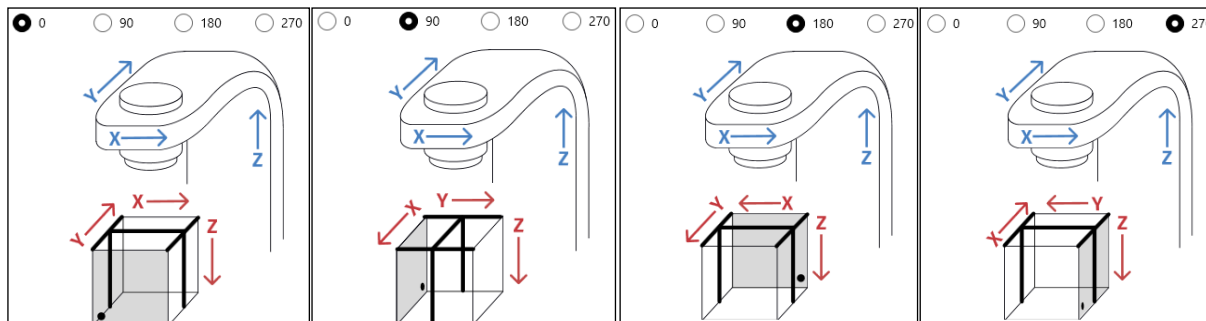


Рисунок 6 – Варианты установки водного фантома относительно терапевтического аппарата



## Шаг 2. Проверка без пучка

На этом шаге предлагается пройти поэтапно 11 проверок корректности установок терапевтического аппарата и водного фантома, которые невозможно осуществить в автоматическом режиме. Проверки появляются друг за другом при установке флажка в соответствующем поле. Если не будут установлены все флажки, невозможно перейти к следующему этапу автоустановки.

1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 — 11

Проверьте следующие параметры:

1) Угол гантри 0 по внешнему поверенному угломеру	<input checked="" type="checkbox"/>	7) Положение сканирующей рамы фантома не отклоняется более чем на 0.1 градус	<input checked="" type="checkbox"/>
2) Угол коллиматора 0	<input checked="" type="checkbox"/>	8) Камера подключена и установлена по колпачку, колпачек снят	<input checked="" type="checkbox"/>
3) Для открытых полей МЛК в убраном положении	<input checked="" type="checkbox"/>	9) Значение утечек на камерах до 200 фА	<input checked="" type="checkbox"/>
4) Перекрестье светового поля попадает на риски на дне фантома	<input checked="" type="checkbox"/>	10) Реальное значение РИП соответствует значению, указанному в ПО	<input checked="" type="checkbox"/>
5) Ножи фиксированы, оси координат соответствуют заявленной геометрии	<input checked="" type="checkbox"/>	11) Референсная камера, если она не проходная, стоит на краю поля	<input checked="" type="checkbox"/>
6) Поверхность воды в фантоме параллельна рискам на фантоме	<input checked="" type="checkbox"/>		

Назад
Продолжить

Рисунок 7 – Автоустановка. Проверки без пучка

## Шаг 3. Проверка горизонтали

На этом шаге необходимо установить пределы перемещения каретки в водном фантоме, точку начала координат (ноль). После этого запустить автоматизированную проверку горизонтальности установки водного фантома при помощи датчика поверхности, расположенного на каретке. Программа сообщит о наклоне и о способе его скорректировать, либо о корректной установке водного фантома.

1 — 2 — 3 — 4 — 5 — 6 — 7 — 8 — 9 — 10 — 11

Произведите установку пределов с помощью ручного пульта управления.

Произведите установку нуля с помощью ручного пульта управления или с помощью панели управления и нажмите кнопку установить ноль.

Назад
Продолжить

Рисунок 8 – Автоустановка. Проверка горизонтали

### Шаг 4. Измерение фона

На этом шаге будет измерен радиационный фон в течение одной минуты. Если фон превысит характерные значения утечки для детектора излучения, появится предупреждение.

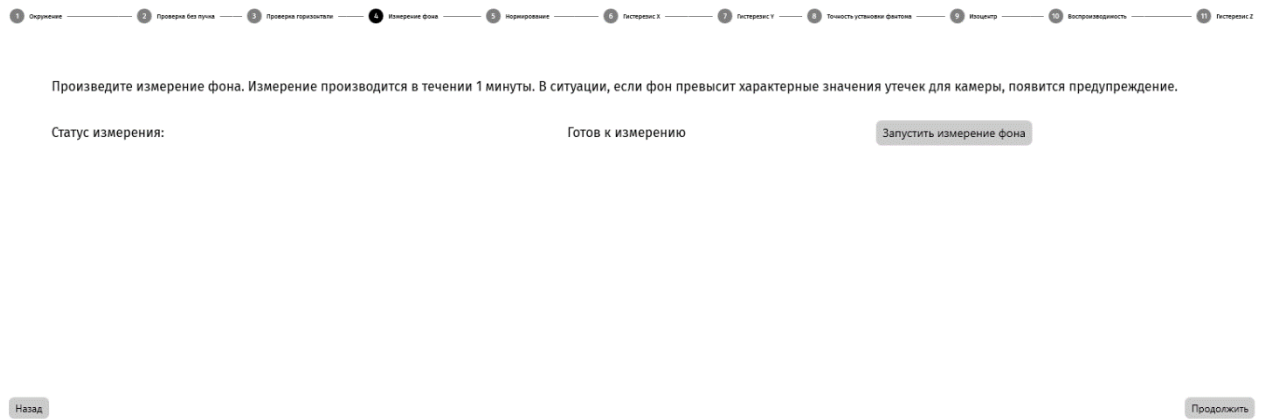


Рисунок 9 – Автоустановка. Измерение фона

### Шаг 5. Нормирование

На этом шаге необходимо установить на терапевтическом аппарате размер радиационного поля 150 x 150 мм и измерить дозу на референсной глубине (по умолчанию 4 см). Это измерение сохраняется для контроля уровня воды в водном фантоме.

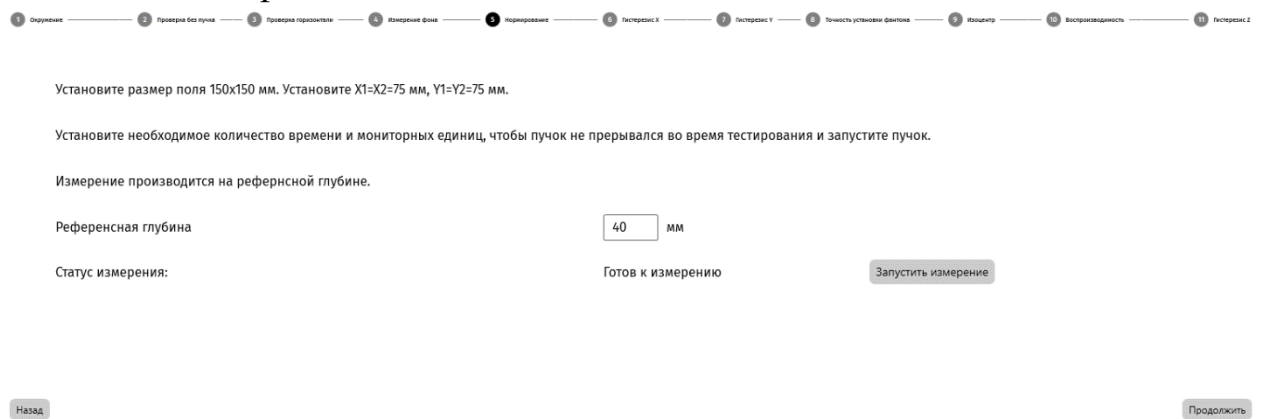


Рисунок 10 – Автоустановка. Нормирование

### Шаг 6. Гистерезис X

На этом шаге происходит проверка угла наклона радиационной головки терапевтического аппарата. Для этого происходят измерения профиля поля одинакового размера на двух разных глубинах: 4 и 25 см, если центр поля смещён более, чем на 1мм друг относительно друга, то появляется сообщение о необходимости проверить и скорректировать угол наклона гантри терапевтического аппарата.



Установите размер поля 150x150 мм и запустите пучок.

Будут произведены измерения на глубине 40 и 250 мм в направлении право-лево в одном направлении, а затем в противоположном направлении.

В случае смещения центра пучка на глубине 250 мм более чем на 1 мм проверьте угол наклона гантри.

Название	Центр

Запустить измерение

Назад

Продолжить

### Рисунок 11 - Автоустановка. Гистерезис X

#### *Шаг 7. Гистерезис Y*

Проверка происходит аналогично шагу 6, но по оси Y.



Установите размер поля 150x150 мм и запустите пучок.

Будут произведены измерения на глубине 40 и 250 мм в направлении к гантри - от гантри в одном направлении, а затем в противоположном направлении.

В случае смещения центра пучка на глубине 250 мм более чем на 1 мм проверьте угол наклона гантри.

Название	Центр

Запустить измерение

Назад

Продолжить

### Рисунок 12 - Автоустановка. Гистерезис Y

#### *Шаг 8. Проверка установки фантома*

На этом этапе происходит проверка установки водного фантома по углу. Будут сняты две основные диагонали и проверено смещение центра радиационного поля. При отличии более чем на 3 мм, будет предложено скорректировать угол коллиматора терапевтического аппарата.



Установите размер поля 150x150 мм и запустите пучок.

Будут произведены измерения диагоналей 45 и 315 градусов на глубине 100 мм

В случае смещения центра пучка более чем на 3 мм проверьте угол разворота коллиматора и совпадение светового поля с рисками на дне фантома.

Название	Центр

Запустить измерение

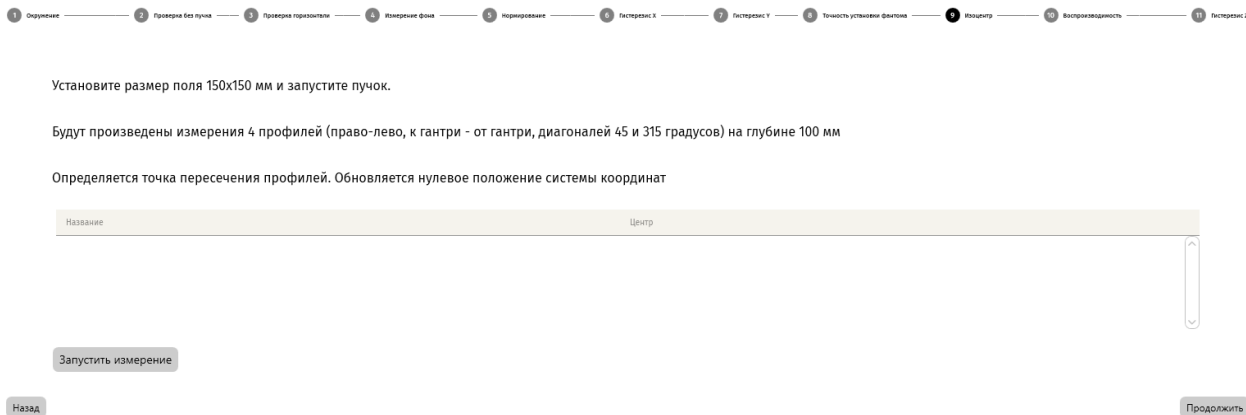
Назад

Продолжить

### Рисунок 13 - Автоустановка. Проверка установки фантома

### **Шаг 9. Изоцентр**

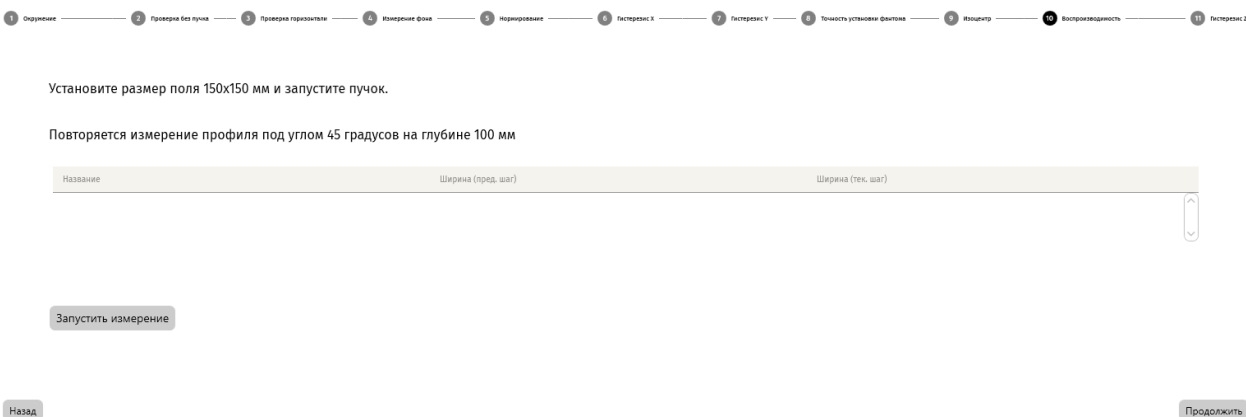
На этом этапе будут произведены измерения поперечных и продольных профилей поля, а также обе главные диагонали. Далее будет определён изоцентр и автоматически скорректировано начало координат в фантоме.



**Рисунок 14 - Автоустановка. Изоцентр**

### **Шаг 10. Воспроизводимость**

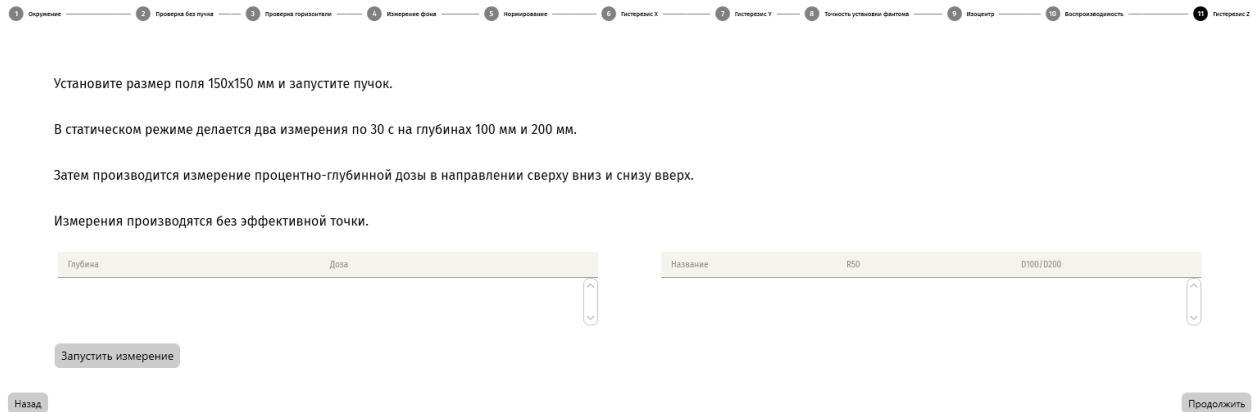
На этом этапе будут повторены измерения по шагу 9 для проверки корректности установки нового начала координат.



**Рисунок 15 - Автоустановка. Воспроизводимость**

### **Шаг 11. Гистерезис Z**

На этом этапе проводятся статические измерения дозы на глубинах 10 см и 20 см, рассчитывается их отношение. Далее снимается процентно-глубинное распределение в направлениях сверху вниз и снизу вверх, для обоих случаев определяется значение в 50% изодозы и определяется разница глубин для них. Также определяется разница в дозе при статических измерениях и динамических на глубинах 10 см и 20 см.



**Рисунок 16 - Автоустановка. Гистерезис Z**

### 3.3.3 Таблица результатов автоустановки

В таблице 4 строки:

- 1) Прогресс выполнения. Может быть, «Готов», если этап пройден или «В процессе», если выполняются предписанные действия.
- 2) Шаг – названия этапа автоустановки.
- 3) Детали. Содержит краткую информацию об результатах выполнения этапа автоустановки.

Строки таблицы – это шаги автоустановки, указанные выше.

Прогресс выполнения	Шаг	Детали
Готов	Окружение	Линейный ускоритель
Готов	Проверка без пучка	Ок
	Проверка горизонтали	
	Измерение фона	
	Нормирование	
	Гистерезис X	
	Гистерезис Y	

**Рисунок 17 - Таблица результатов автоустановки**

## 3.4 Вкладка Очередь

Данная вкладка предназначена для создания шаблонов измерений, менеджментом их в файловой системе и формирования очереди измерений. Интерфейс включает в себя:

- 1) Блок кнопок для создания скана, очереди и перехода в настройки.
- 2) Файловую систему с шаблонами параметров измерений.
- 3) Интерфейс формирования очереди измерений.

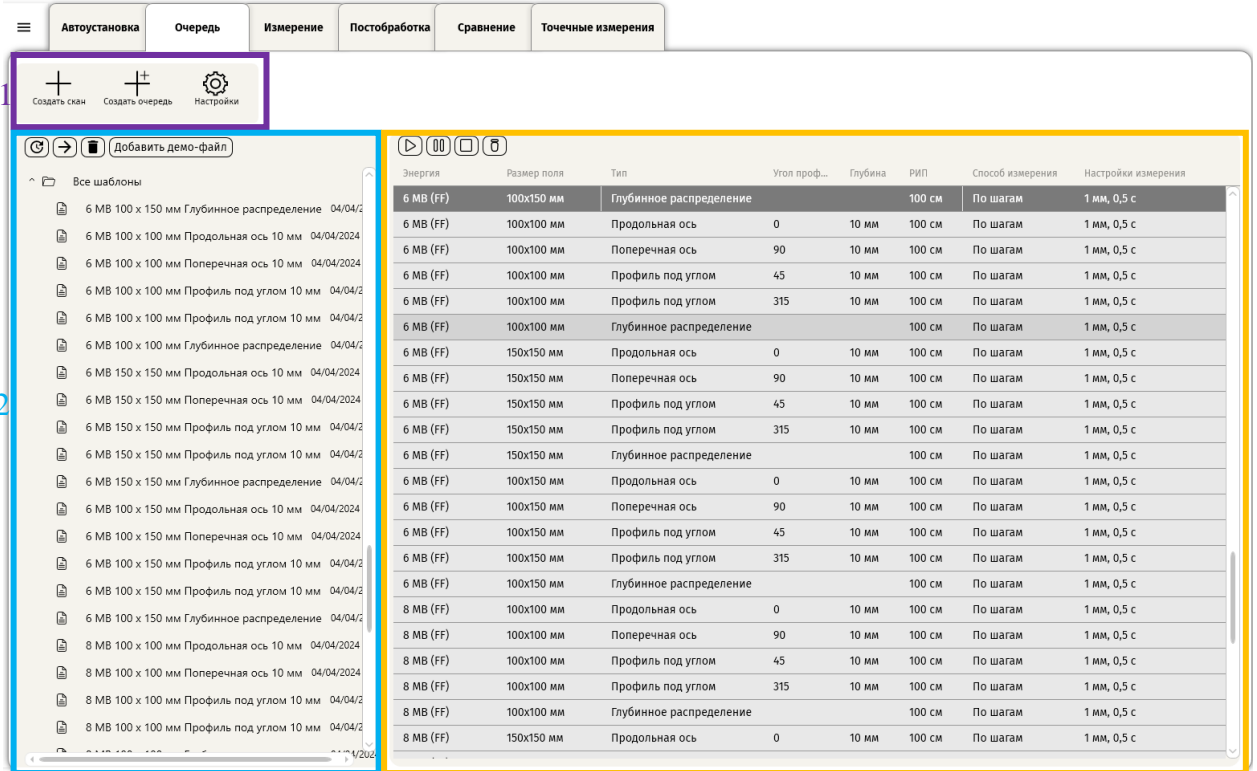


Рисунок 18 - Вкладка Очередь

1 – кнопки, 2 – файловая система, 3 – интерфейс формирования очереди

### 3.4.1 Функциональные кнопки во вкладке Очередь

Во вкладке очередь 3 функциональные кнопки:

- 1) Создать скан. При нажатии открывается окно создания скана.
- 2) Создать очередь. При нажатии открывается окно создания очереди.
- 3) Настройки. При нажатии открывается окно настроек.

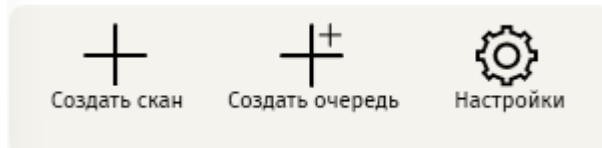


Рисунок 19 - Функциональные кнопки во вкладке Очередь

### 3.4.2 Окно создания скана

После нажатия на кнопку Создать скан открывается окно создания скана, которое позволяет пошагово указать все необходимые параметры для проведения измерения. Созданный скан сохраняется в файловой системе ПО, что в дальнейшем ускоряет и упрощает процесс проведения исследований и формирования очереди измерений. Также созданный скан сразу попадает в очередь измерений.

Остальной интерфейс программы не доступен, пока не завершён процесс создания скана, либо закрыто окно. Переход на следующий этап

создания скана происходит по нажатию на кнопку Продолжить, возврат на предыдущий шаг – нажатие на кнопку Назад.

### ***Шаг 1. Окружение***

На этом этапе предлагается указать оборудование, которое будет использовано в процессе измерений и расположение водного фантома.

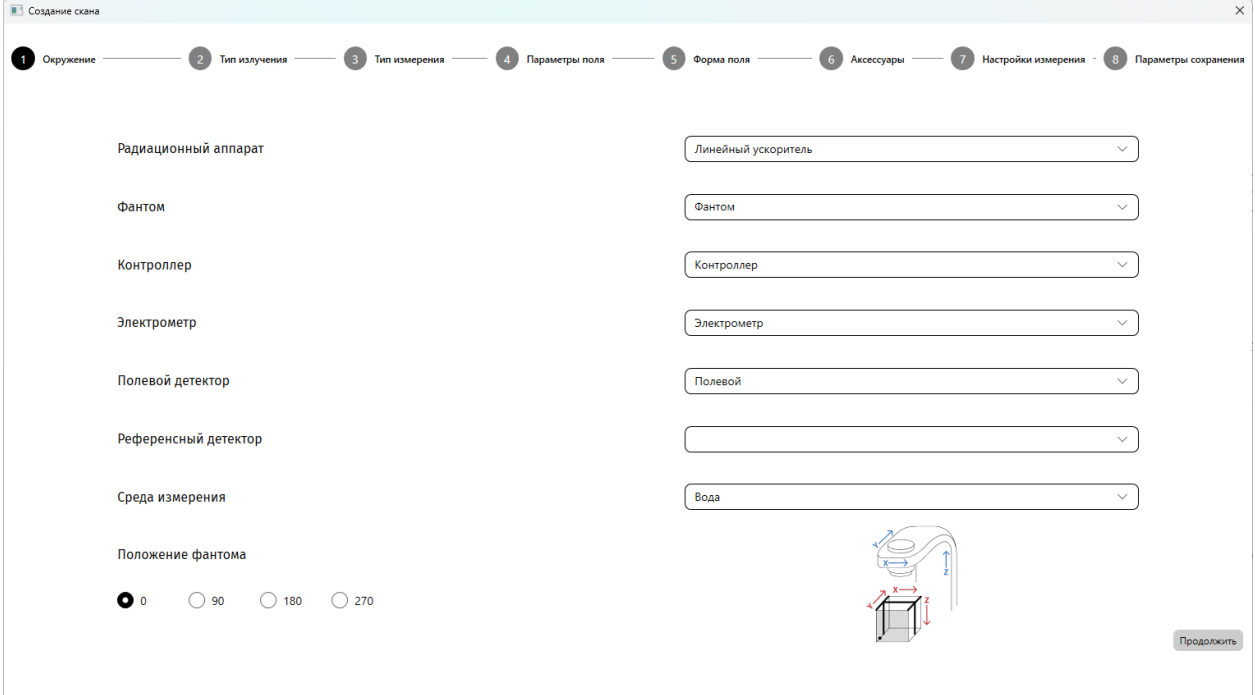


Рисунок 20 - Создание скана. Окружение

### ***Шаг 2. Тип излучения***

На этом этапе предлагается выбрать тип излучения, его энергию и наличие сглаживающего фильтра.

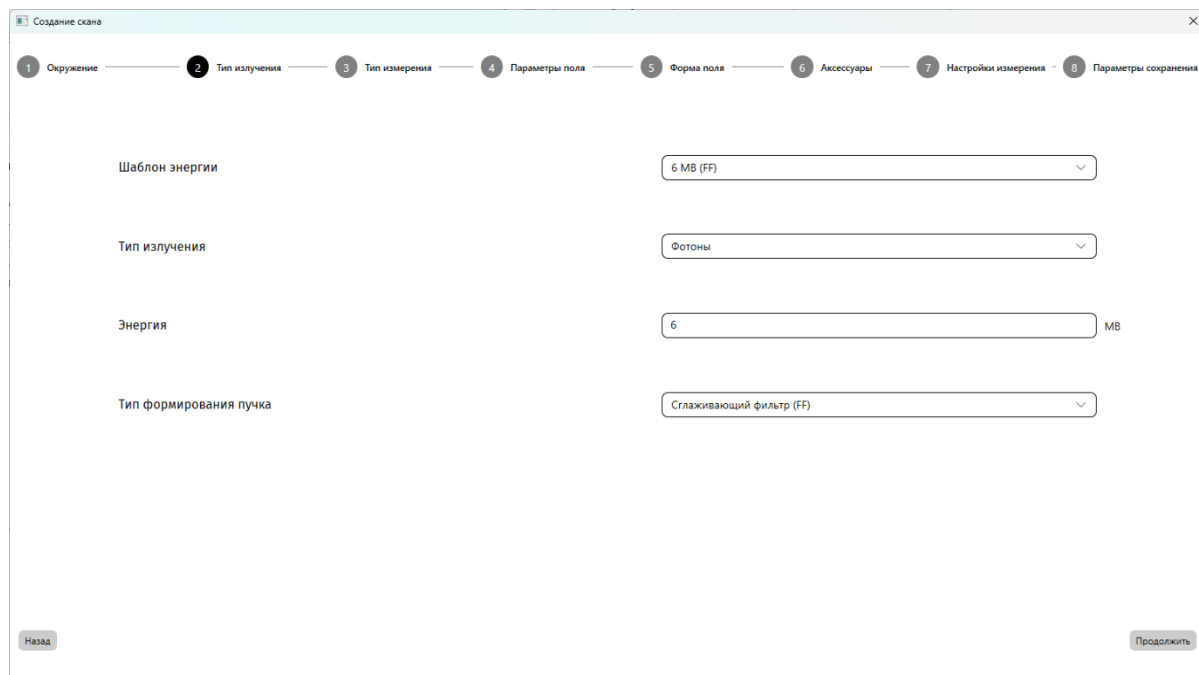


Рисунок 21 - Создание скана. Тип излучения

### Шаг 3. Тип измерения

На этом этапе предлагается выбрать что будет измерено: профиль поля вдоль поперечной или продольной оси, профиль поля под углом, глубинное распределение. В зависимости от выбранного типа необходимо указать соответствующие параметры.

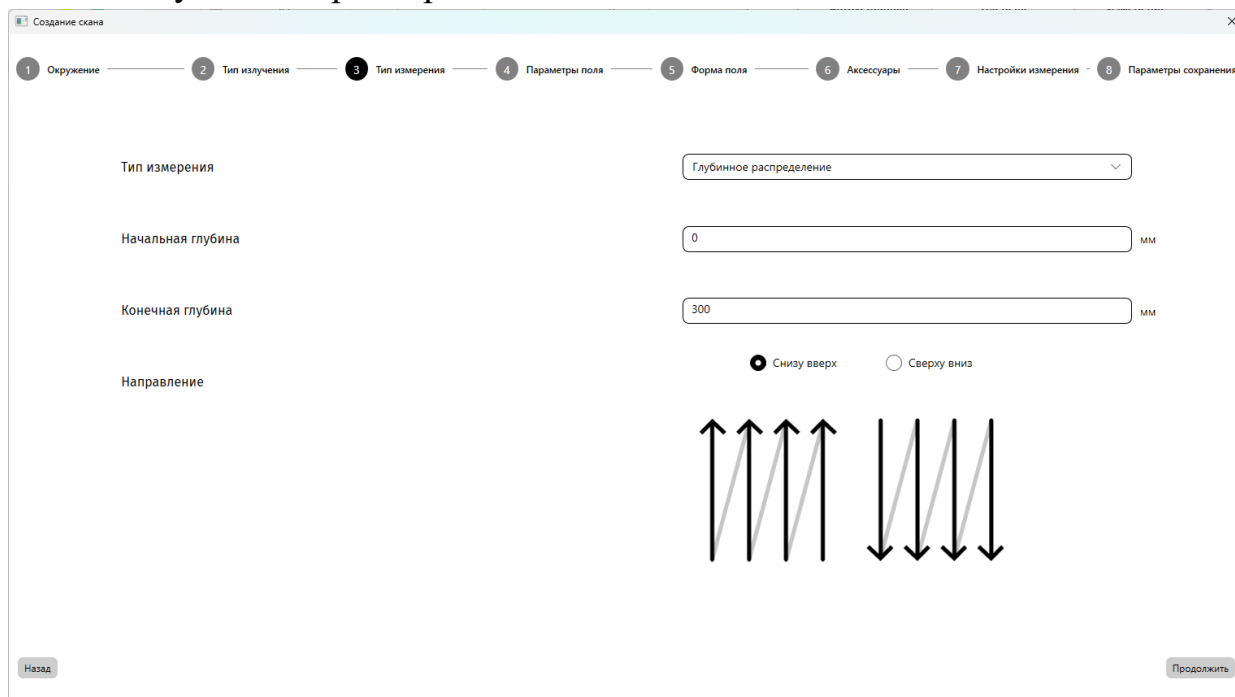


Рисунок 22 - Создание скана. Тип измерения



### Шаг 4. Параметры поля

На этом этапе предлагается выбрать характеристики радиационного поля, которое планируется измерить.

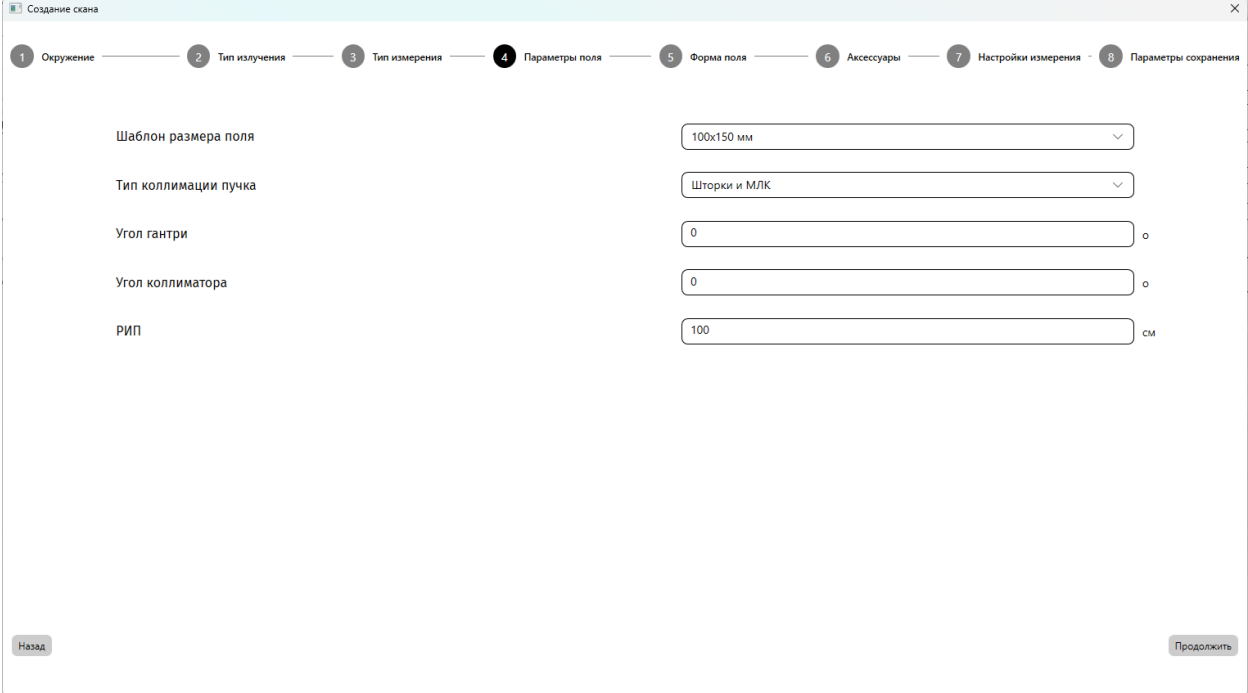


Рисунок 23 - Создание скана. Параметры поля

### Шаг 5. Форма поля

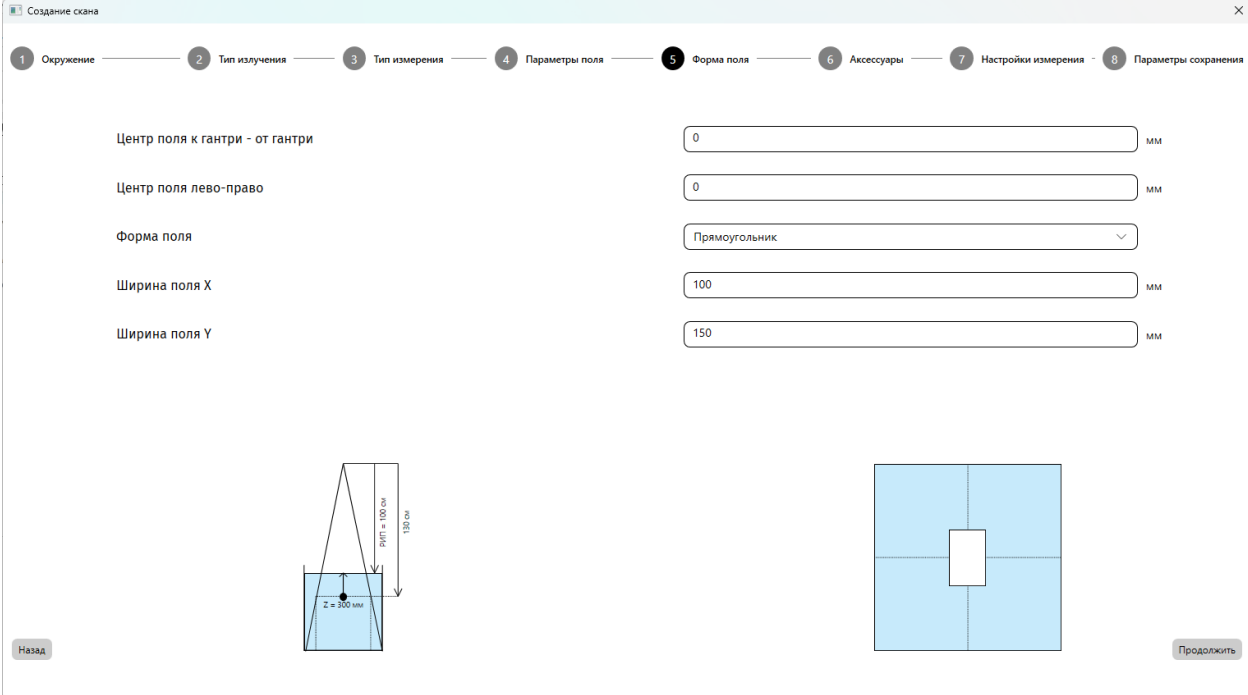


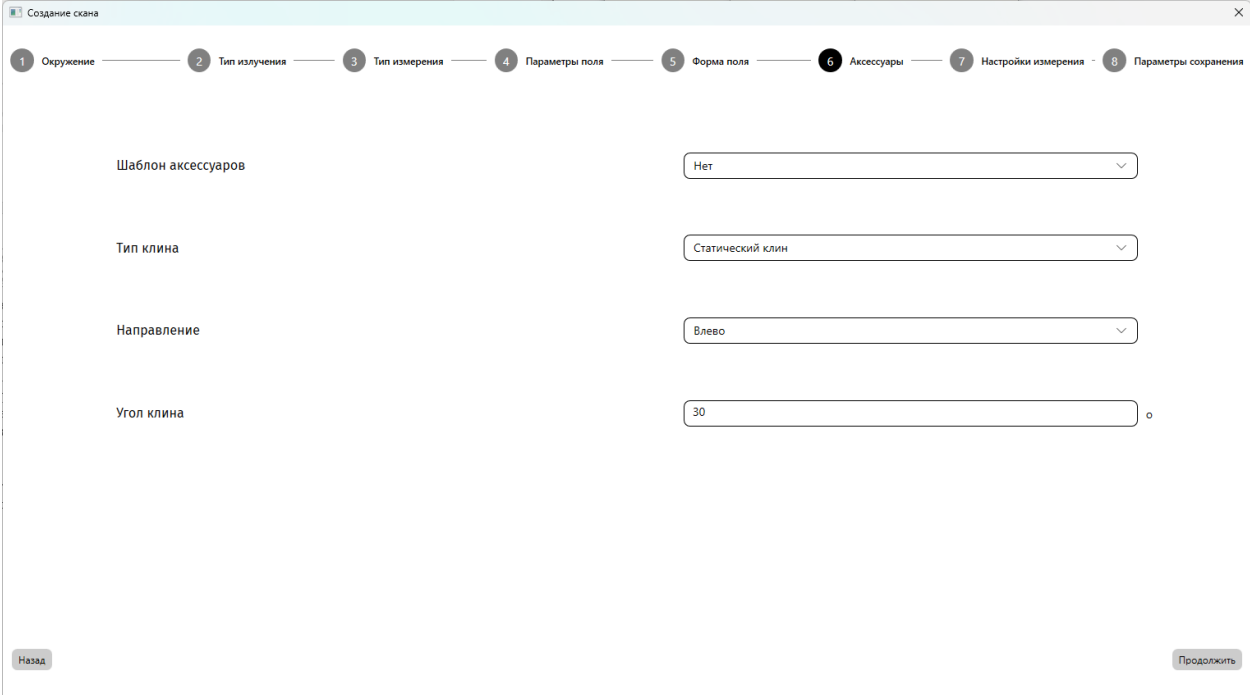
Рисунок 24 - Создание скана. Форма поля

На этом этапе предлагается выбрать форму радиационного поля, которое планируется измерить. Для выбора доступны следующие формы: квадрат, прямоугольник, ассиметричное поле, круг, фигурное поле. В зависимости от выбранной формы, необходимо указать соответствующие параметры.

Внизу на экране представлено схематичное изображение выбранных параметров. Слева – геометрия исследований с указанием расстояний. Справа – вид сверху на водный фантом с отображением выбранной формы поля.

### ***Шаг 6. Аксессуары***

На этом этапе предлагается выбрать установленные на терапевтический аппарат аксессуары такие, как клиновидный фильтр или свинцовые блоки. В зависимости от выбранного аксессуара необходимо указать соответствующие параметры.



Создание скана

1 Окружение 2 Тип излучения 3 Тип измерения 4 Параметры поля 5 Форма поля 6 Аксессуары 7 Настройки измерения 8 Параметры сохранения

Шаблон аксессуаров Нет

Тип клина Статический клин

Направление Влево

Угол клина 30 °

Назад Продолжить

Рисунок 25 - Создание скана. Аксессуары

### ***Шаг 7. Настройки измерения***

На этом этапе предлагается выбрать способ измерения: непрерывный, по шагам или по областям. В зависимости от выбранного типа необходимо указать соответствующие параметры

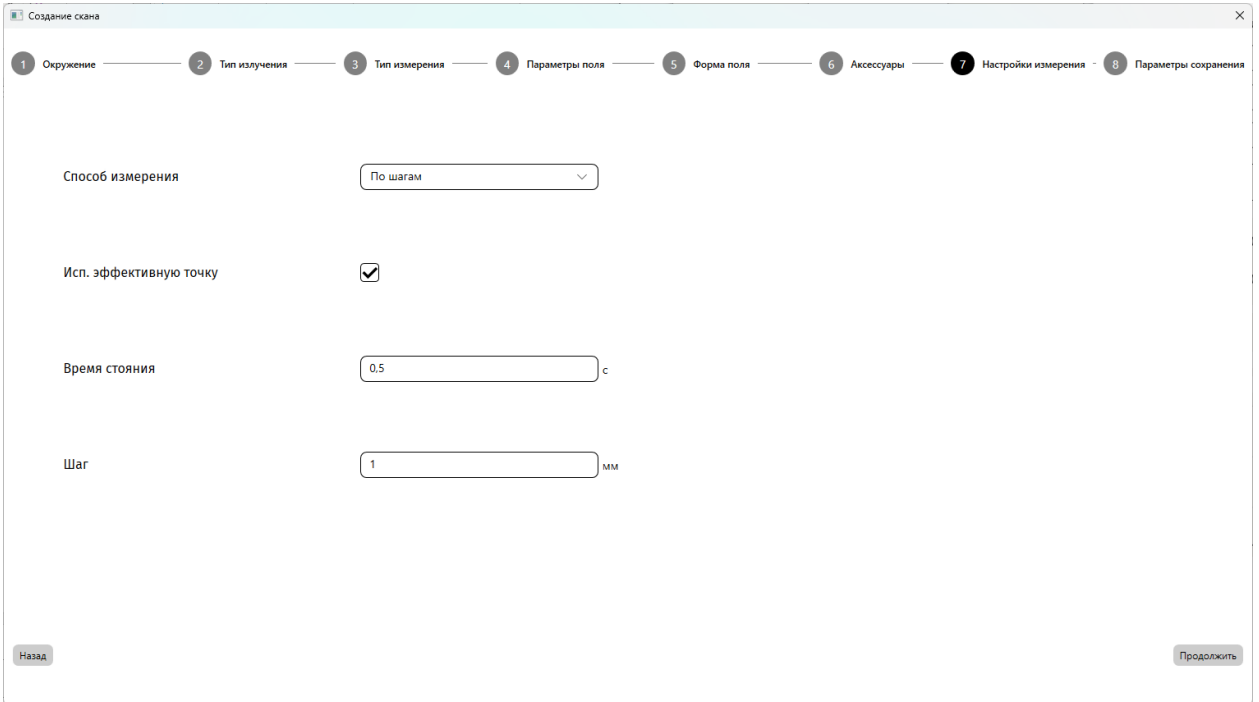


Рисунок 26 - Создание Скана. Параметры измерения

### ***Шаг 8. Параметры сохранения***

На этом этапе предлагается выбрать название скана, которое будет отображаться в файловой системе, а также скорректировать дополнительную длину скана.

Название и длина формируются автоматически на основании прошлых этапов, но при необходимости её можно скорректировать.

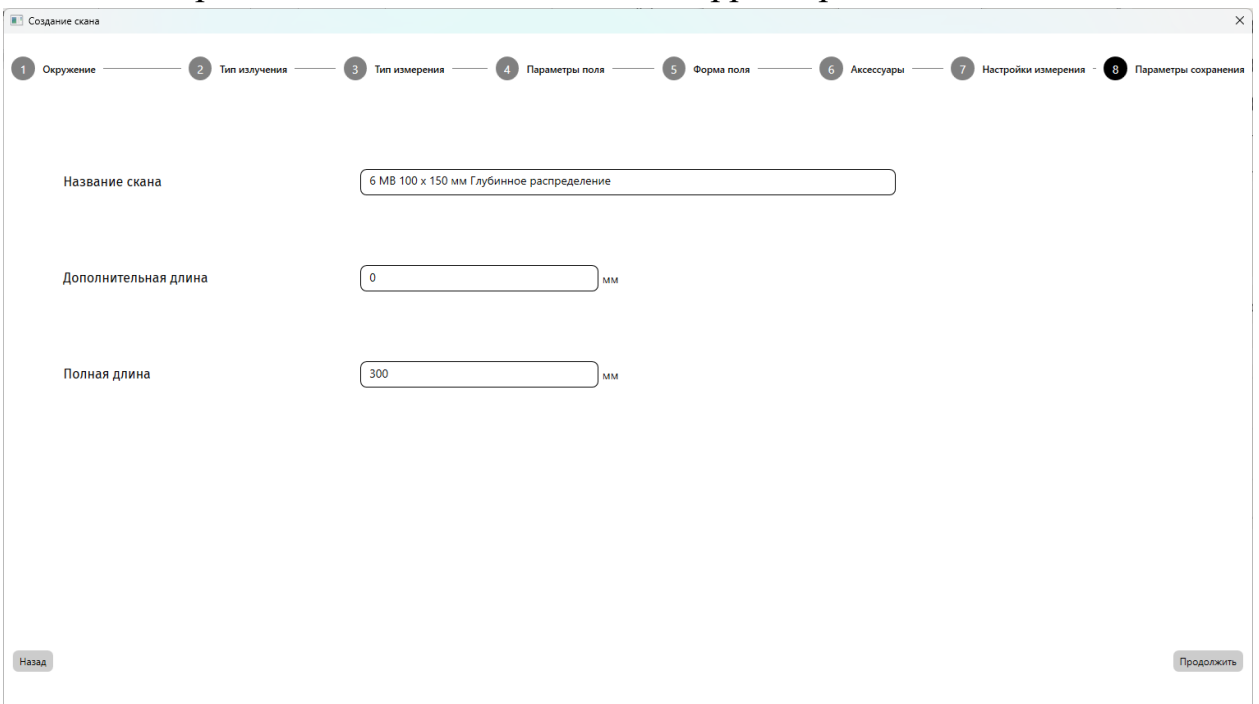


Рисунок 27 - Создание скана. Параметры сохранения

### 3.4.3 Окно создания очереди

После нажатия на кнопку Создать очередь открывается окно создания очереди сканов, которое позволяет пошагово указать все необходимые параметры для проведения серии измерений. Все сканы очереди сохраняются в файловой системе ПО, что в дальнейшем ускоряет и упрощает процесс проведения исследований. Также все созданные сканы в очереди сразу попадают в интерфейс очереди измерений.

Остальной интерфейс программы не доступен, пока не завершён процесс создания очереди, при этом возможно закрыть окно для выхода без сохранения. Переход на следующий этап создания очереди происходит по нажатию на кнопку Продолжить, возврат на предыдущий шаг – нажатие на кнопку Назад.

Процесс создания очереди повторяет процесс создания скана за тем исключением, что для некоторых параметров вместо одного можно указать сразу несколько, в итоге будет созданы сканы со всеми вариациями выбранных параметров.

#### **Шаг 1. Окружение**

На этом этапе предлагается указать оборудование, которое будет использовано в процессе измерений и расположение водного фантома.

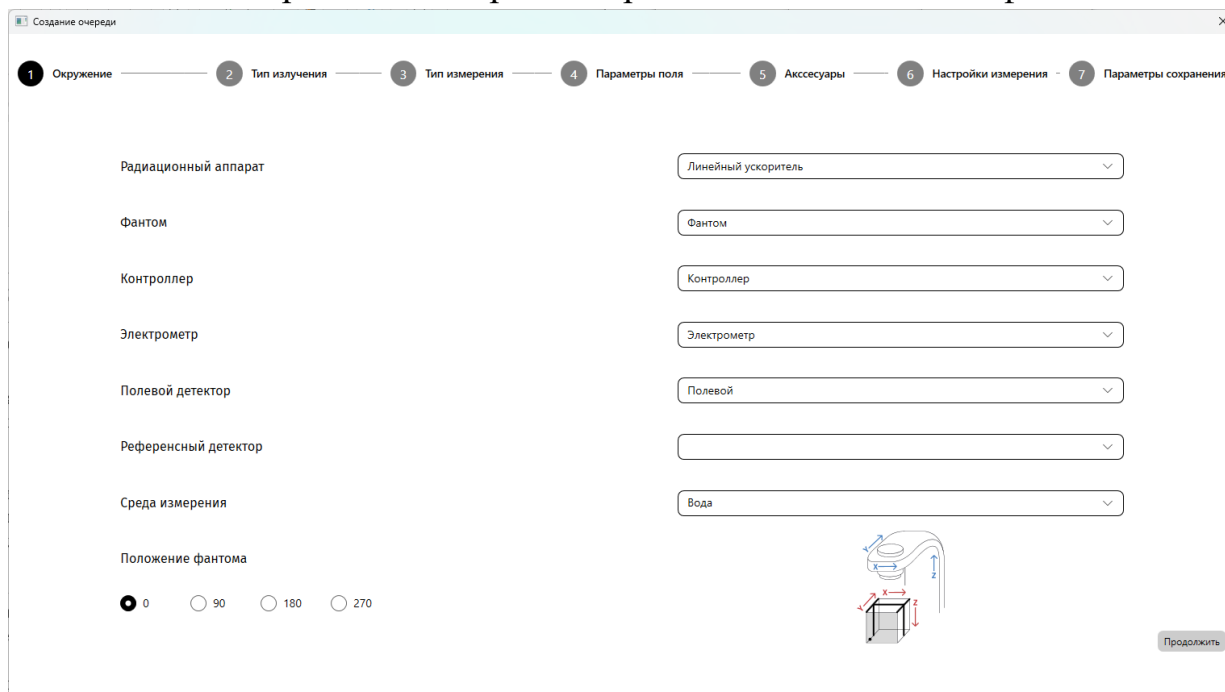


Рисунок 28 - Создание очереди. Окружение

#### **Шаг 2. Тип излучения**

На этом этапе предлагается выбрать тип излучения, его энергию и наличие сглаживающего фильтра.

После выбора параметров необходимо нажать кнопку «Добавить» справа от таблицы, после этого можно указать новые параметры и ещё раз нажать кнопку «Добавить», таким образом в таблице формируется список вариаций типов излучения, которые планируется исследовать во время очереди измерений. Возможное количество добавленных типов неограниченно.

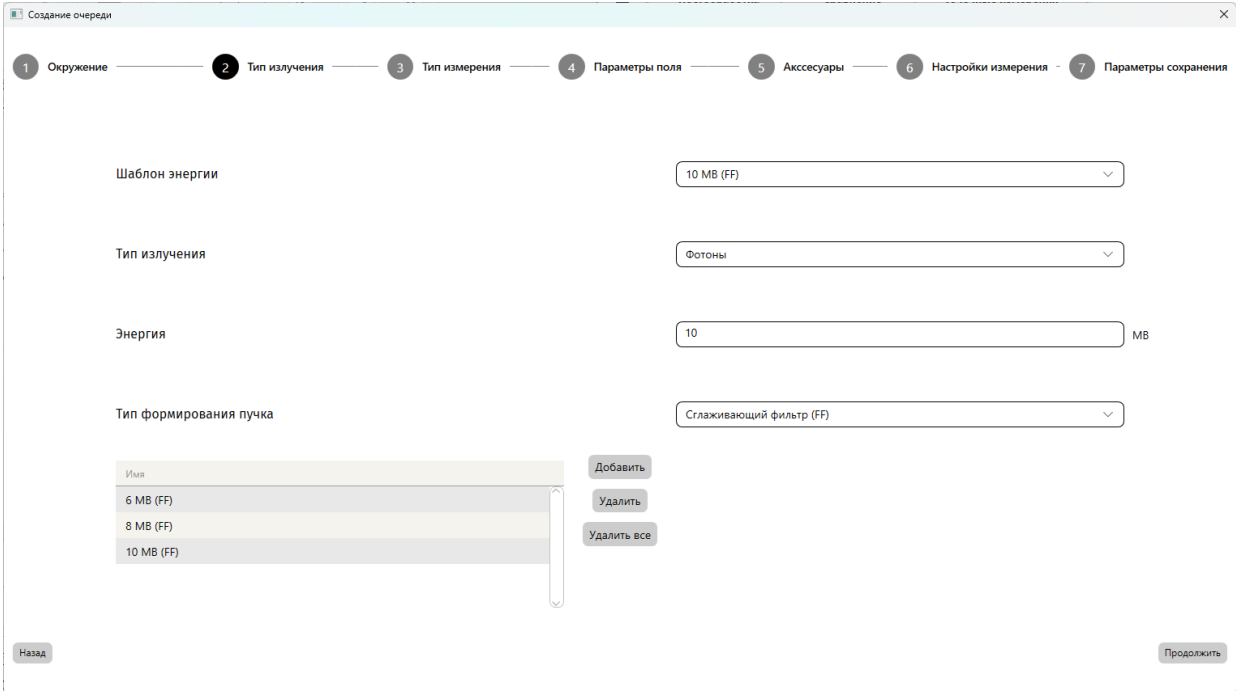
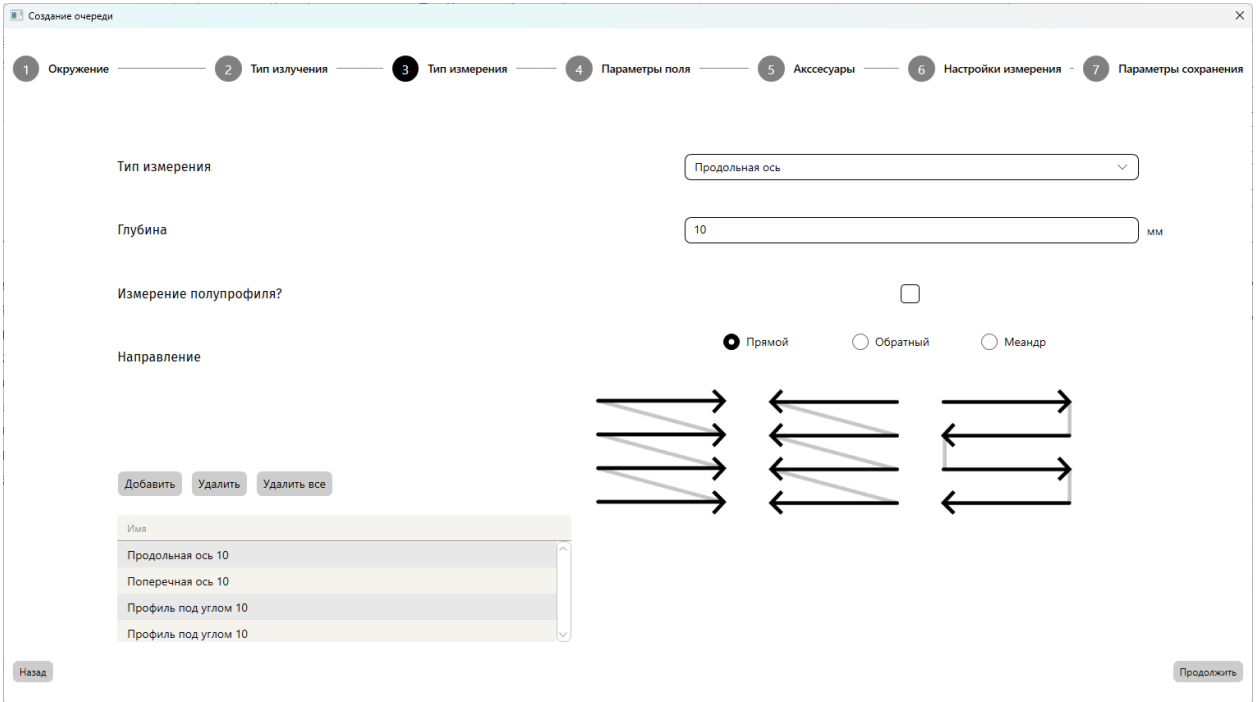


Рисунок 29 - Создание очереди - Тип излучения

### ***Шаг 3. Тип измерения***

На этом этапе предлагается выбрать что будет измерено: профиль поля вдоль поперечной или продольной оси, профиль поля под углом, глубинное распределение. В зависимости от выбранного типа необходимо указать соответствующие параметры.

После выбора параметров необходимо нажать кнопку «Добавить» сверху от таблицы, после этого можно указать новые параметры и ещё раз нажать кнопку «Добавить», таким образом в таблице формируется список вариаций типов измерения, которые планируется исследовать во время очереди измерений. Возможное количество добавленных типов неограниченно.



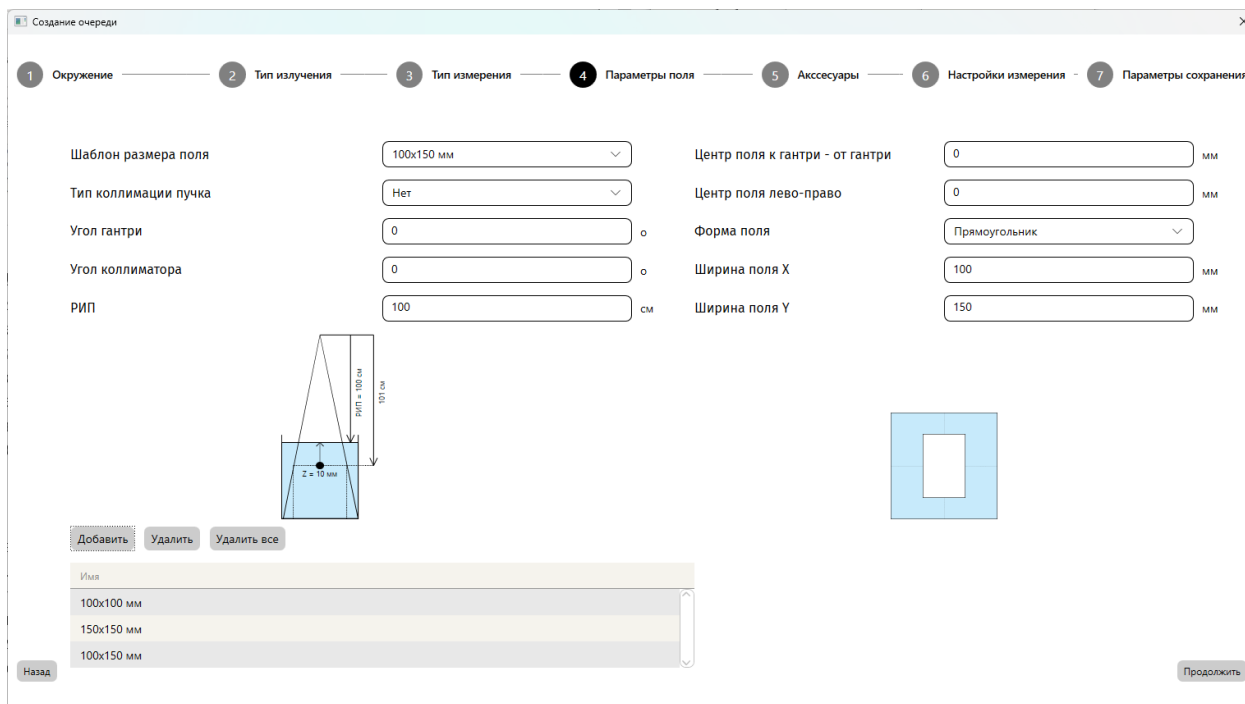
**Рисунок 30 - Создание очереди. Тип измерения**

#### ***Шаг 4. Параметры поля***

На этом этапе предлагается выбрать характеристики радиационного поля, которое планируется измерить, а также его форму. Для выбора доступны следующие формы: квадрат, прямоугольник, ассиметричное поле, круг, фигурное поле. В зависимости от выбранной формы, необходимо указать соответствующие параметры.

Внизу на экране представлено схематичное изображение выбранных параметров. Слева – геометрия исследований с указанием расстояний. Справа – вид сверху на водный фантом с отображением выбранной формы поля.

После выбора параметров необходимо нажать кнопку «Добавить» сверху от таблицы, после этого можно указать новые параметры и ещё раз нажать кнопку «Добавить», таким образом в таблице формируется список вариаций параметров поля, которые планируется исследовать во время очереди измерений. Возможное количество добавленных типов неограниченно.



Создание очереди

1 Окружение — 2 Тип излучения — 3 Тип измерения — 4 Параметры поля — 5 Аксессуары — 6 Настройки измерения — 7 Параметры сохранения

Шаблон размера поля: 100x150 мм

Тип коллимации пучка: Нет

Угол гантри: 0 °

Угол коллиматора: 0 °

РИП: 100 см

Центр поля к гантри - от гантри: 0 мм

Центр поля лево-право: 0 мм

Форма поля: Прямоугольник

Ширина поля X: 100 мм

Ширина поля Y: 150 мм

Диаграмма: z = 10 мм, РИП = 100 см, 100 см

Добавить Удалить Удалить все

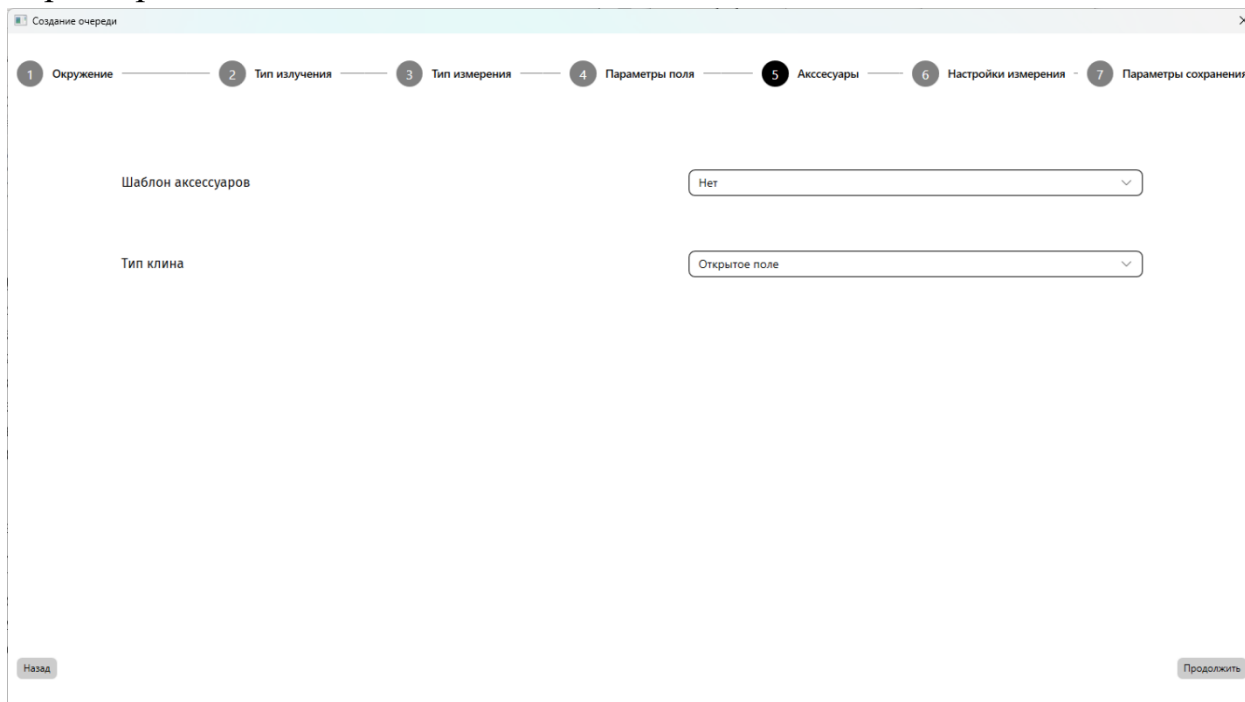
Имя: 100x100 мм, 150x150 мм, 100x150 мм

Назад Продолжить

Рисунок 31 - Создание очереди. Параметры поля

### Шаг 5. Аксессуары

На этом этапе предлагается выбрать установленные на терапевтический аппарат аксессуары такие, как клиновидный фильтр или свинцовые блоки. В зависимости от выбранного аксессуара необходимо указать соответствующие параметры.



Создание очереди

1 Окружение — 2 Тип излучения — 3 Тип измерения — 4 Параметры поля — 5 Аксессуары — 6 Настройки измерения — 7 Параметры сохранения

Шаблон аксессуаров: Нет

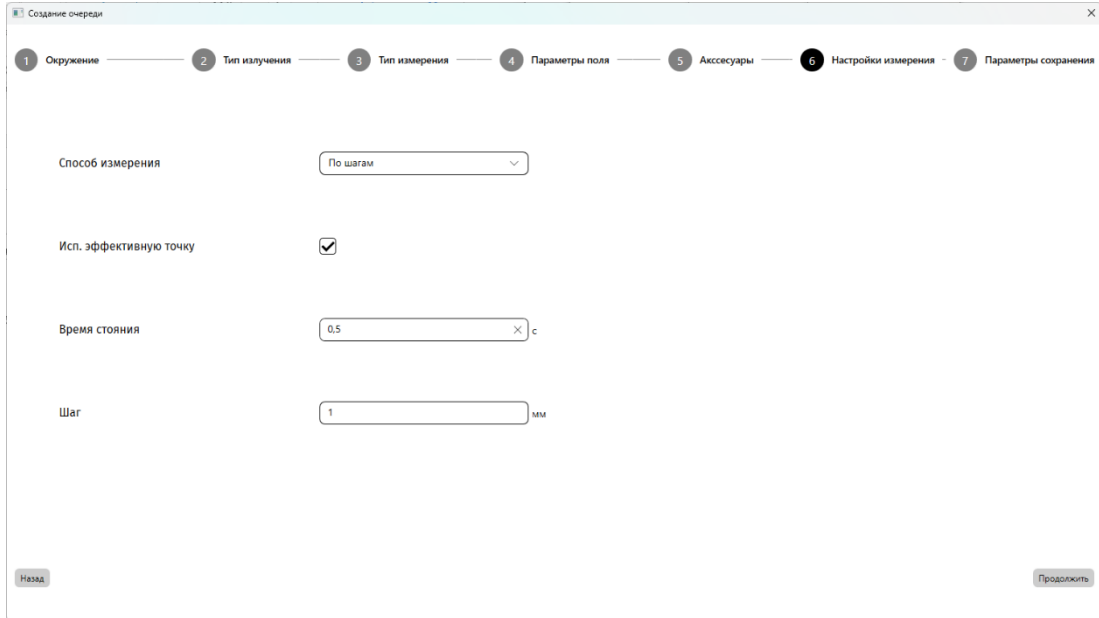
Тип клина: Открытое поле

Назад Продолжить

Рисунок 32 - Создание очереди. Аксессуары

### **Шаг 6. Настройки измерения**

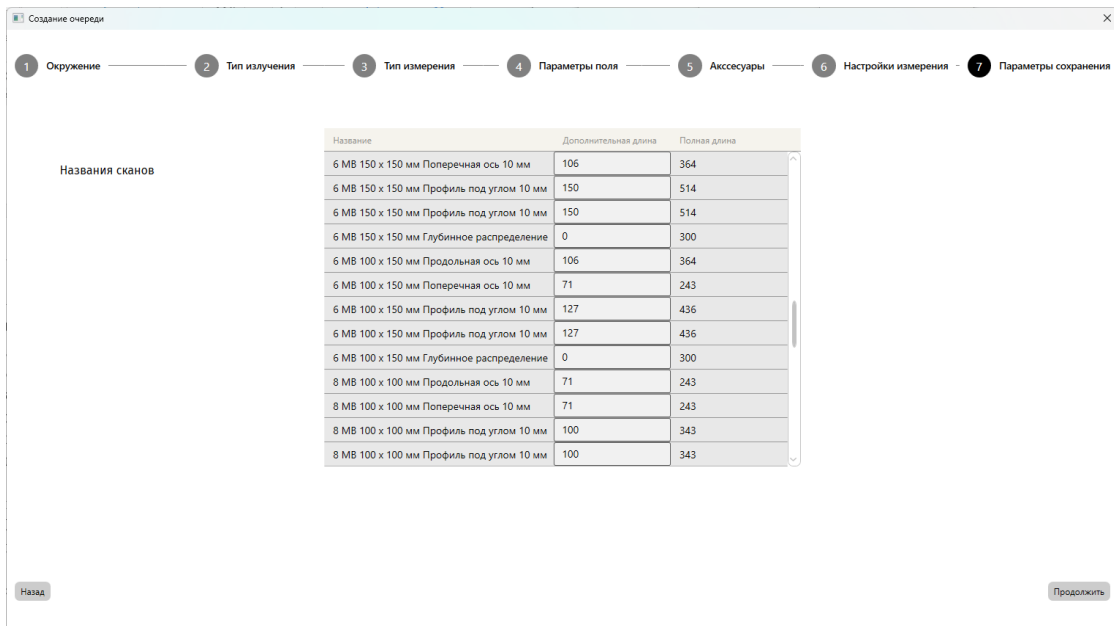
На этом этапе предлагается выбрать способ измерения: непрерывный, по шагам или по областям. В зависимости от выбранного типа необходимо указать соответствующие параметры



**Рисунок 33 - Создание очереди. Настройка измерения**

### **Шаг 7. Параметры сохранения**

На этом этапе отображается таблица со всеми созданными сканами в процессе создания очереди. Названия, дополнительная длина и полная длина формируются автоматически. При необходимости возможно скорректировать название или дополнительную длину любого из сканов.



Название	Дополнительная длина	Полная длина
6 MB 150 x 150 мм Поперечная ось 10 мм	106	364
6 MB 150 x 150 мм Профиль под углом 10 мм	150	514
6 MB 150 x 150 мм Профиль под углом 10 мм	150	514
6 MB 150 x 150 мм Глубинное распределение	0	300
6 MB 100 x 150 мм Продольная ось 10 мм	106	364
6 MB 100 x 150 мм Поперечная ось 10 мм	71	243
6 MB 100 x 150 мм Профиль под углом 10 мм	127	436
6 MB 100 x 150 мм Профиль под углом 10 мм	127	436
6 MB 100 x 150 мм Глубинное распределение	0	300
8 MB 100 x 100 мм Продольная ось 10 мм	71	243
8 MB 100 x 100 мм Поперечная ось 10 мм	71	243
8 MB 100 x 100 мм Профиль под углом 10 мм	100	343
8 MB 100 x 100 мм Профиль под углом 10 мм	100	343

**Рисунок 34 - Создание очереди. Параметры сохранения**



### 3.4.4 Файловая система во вкладке **Очередь**

После прохождения всех этапов создания скана или очереди, шаблоны измерения сохраняется в файловой системе, доступ к которой есть во вкладке **Очередь**.

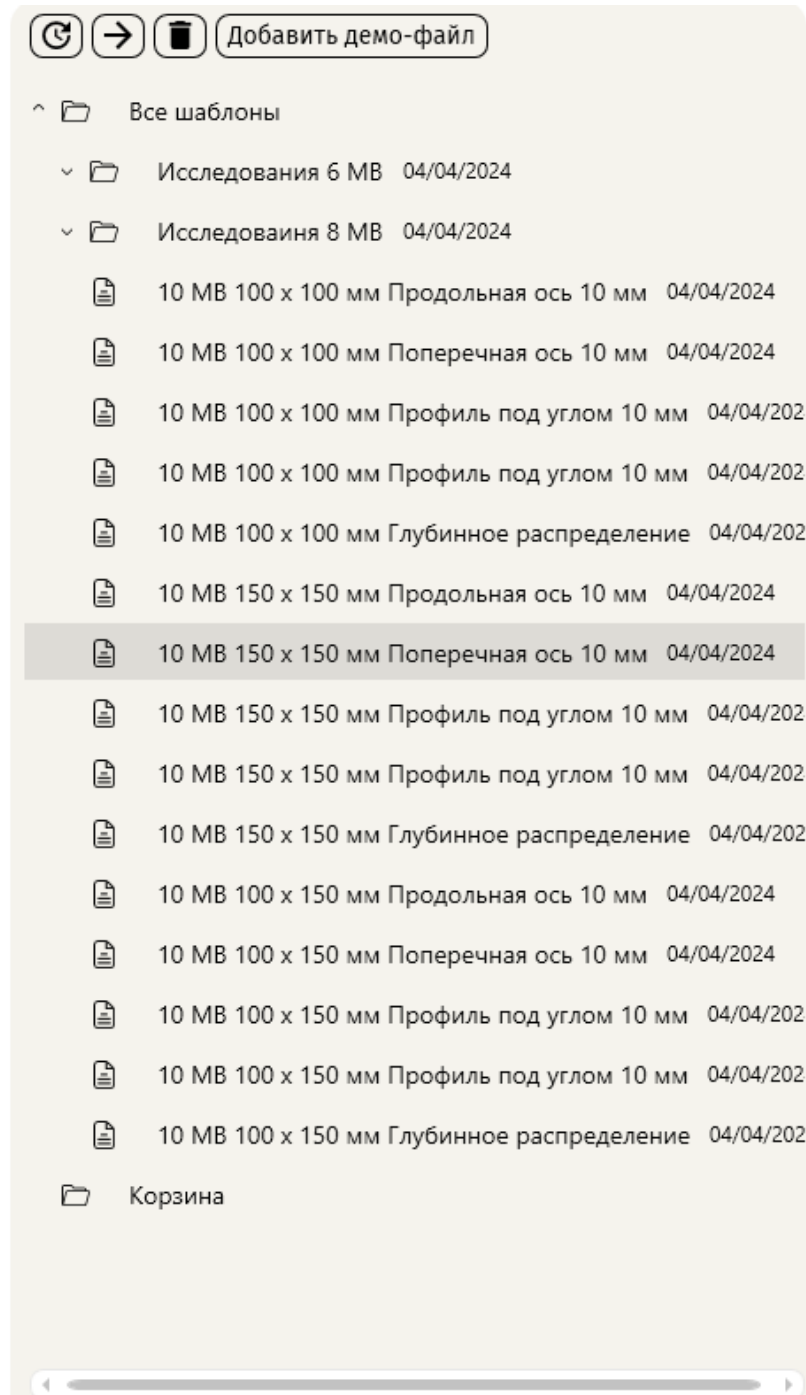


Рисунок 35 - Файловая система во вкладке очередь

У пользователя есть возможность создавать папки в файловой системе, для этого необходимо нажать правой кнопкой мыши в любом месте и выбрать «Создать папку». Для перемещения шаблона можно нажать на него правой

кнопкой мыши и выбрать «Вырезать», либо «Копировать» (если требуется создать дубликат шаблона). Также шаблоны можно выделять при помощи кнопок CTRL и SHIFT на клавиатуре и перемещать в папку, перетягивая их левой кнопкой мышки.

При помощи правой кнопки мыши можно также редактировать или удалить шаблон.

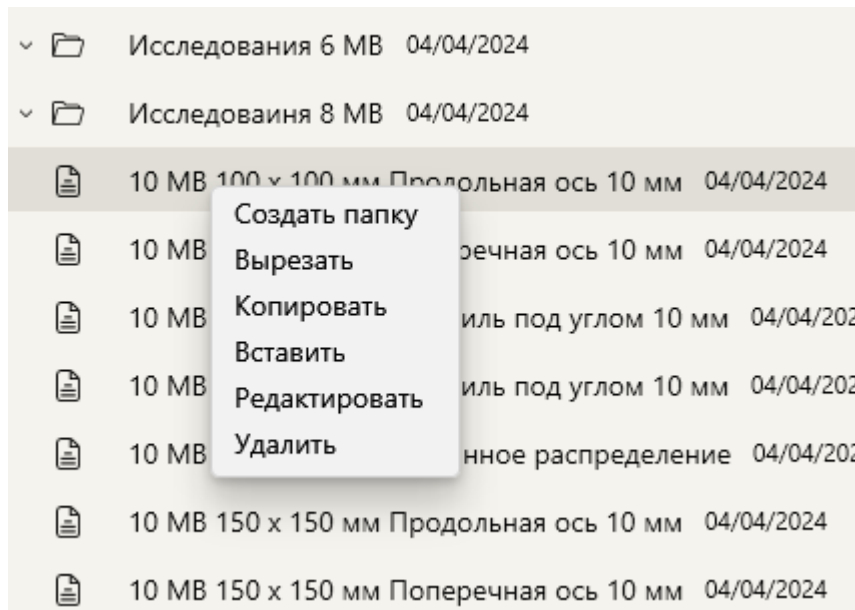



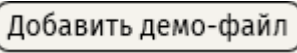


Рисунок 36 - Всплывающее окно при нажатии правой кнопкой мыши в файловое системе

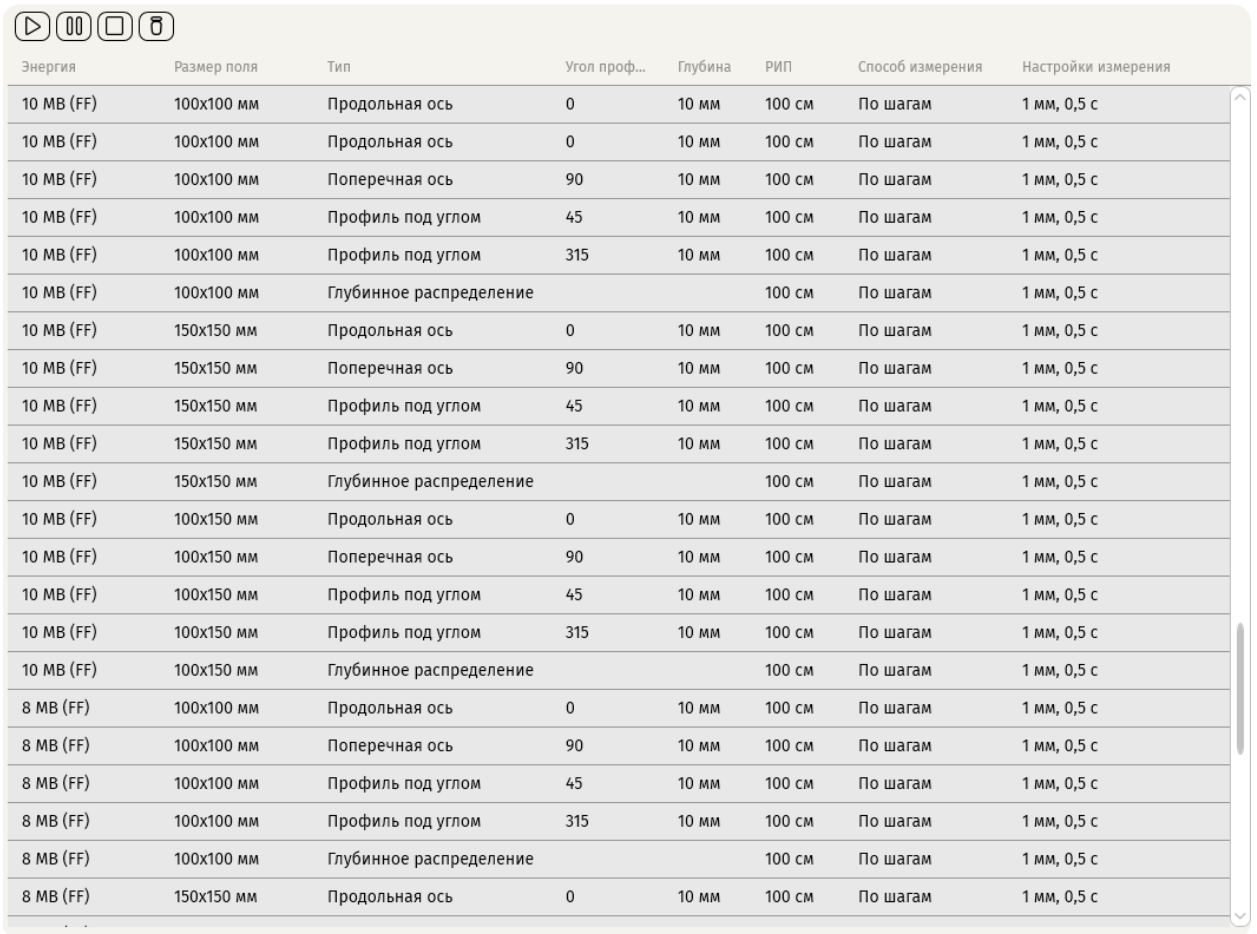
Сверху в интерфейсе файловой системы расположены следующие кнопки:

	Кнопка обновить, предназначена для ручного обновления данных внутри файловой системы
	Кнопка переместить в очередь, предназначена для формирования очереди. Перед нажатием необходимо выбрать шаблоны, которые будут перенесены в очередь
	Кнопка удаления шаблонов
	В целях обучения есть возможность запустить имитацию проведения измерения, при котором не требуется подключения оборудования к ПО. Для создания такого шаблона измерения предназначена эта кнопка

### 3.4.5 Интерфейс формирования очереди измерений

Интерфейс формирования очереди представляет собой таблицу, в которой каждая строка – это измерение. В столбцах указаны параметры измерений, позволяющие идентифицировать каждое из них.

Очередность формируется автоматически, но у пользователя есть возможность переносить измерения вручную.



Энергия	Размер поля	Тип	Угол проф...	Глубина	РИП	Способ измерения	Настройки измерения
10 МВ (FF)	100x100 мм	Продольная ось	0	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	100x100 мм	Продольная ось	0	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	100x100 мм	Поперечная ось	90	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	100x100 мм	Профиль под углом	45	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	100x100 мм	Профиль под углом	315	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	100x100 мм	Глубинное распределение			100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	150x150 мм	Продольная ось	0	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	150x150 мм	Поперечная ось	90	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	150x150 мм	Профиль под углом	45	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	150x150 мм	Профиль под углом	315	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	150x150 мм	Глубинное распределение			100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	100x150 мм	Продольная ось	0	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	100x150 мм	Поперечная ось	90	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	100x150 мм	Профиль под углом	45	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	100x150 мм	Профиль под углом	315	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
10 МВ (FF)	100x150 мм	Глубинное распределение			100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
8 МВ (FF)	100x100 мм	Продольная ось	0	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
8 МВ (FF)	100x100 мм	Поперечная ось	90	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
8 МВ (FF)	100x100 мм	Профиль под углом	45	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
8 МВ (FF)	100x100 мм	Профиль под углом	315	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
8 МВ (FF)	100x100 мм	Глубинное распределение			100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с
8 МВ (FF)	150x150 мм	Продольная ось	0	10 мм	100 см	По шагам	1 мм, 0,5 с

**Рисунок 37 - Интерфейс формирования очереди измерений**

При нажатии правой кнопкой мыши на измерениях появляется меню с помощью которого можно копировать, вставить, удалить измерение, а также запустить измерение или отредактировать его.

Если нажать редактировать, открывается окно редактирования скана, в котором возможно быстро изменить параметры измерения, изменять возможно только на предварительно созданные шаблоны характеристик. Если необходимого шаблона нет, то требуется его создать в настройках программы или при создании шаблона измерений.

Если нажать кнопку Запуск в всплывающем окне при нажатии правой кнопки мыши, запустится только выбранное измерение. Для запуска всей очереди используйте кнопку Старт сверху таблицы.

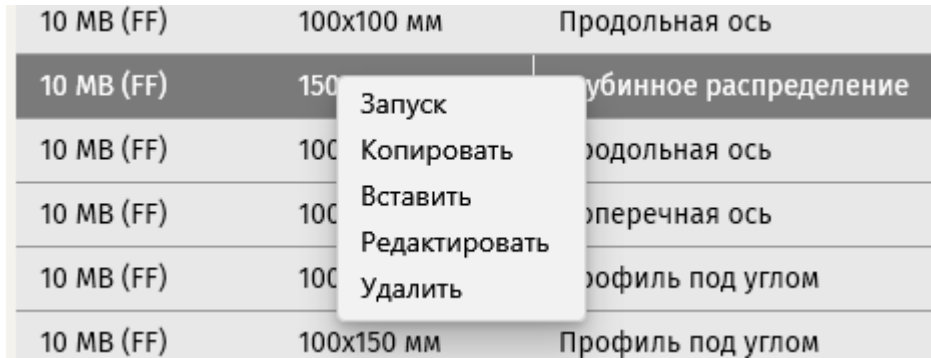


Рисунок 38 - Всплывающее окно при нажатии правой кнопкой мыши в интерфейсе очереди

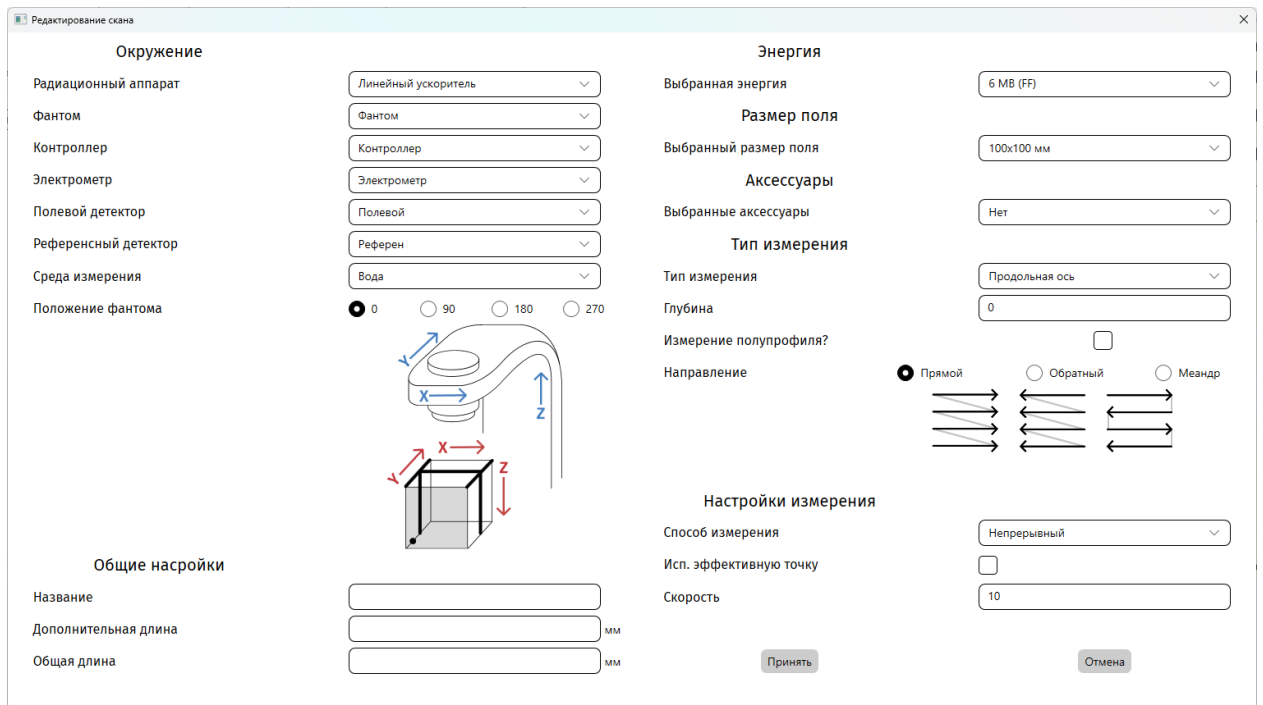






Рисунок 39 - Окно редактирования скана

Сверху в интерфейсе формирования очереди измерений расположены следующие кнопки:

	Кнопка запуска всей очереди измерений
	Кнопка приостановить выполнение очереди и проведения измерений. После приостановки можно нажать кнопку Запуска и измерения продолжатся
	Кнопка остановки выполнения очереди и проведения измерений
	Кнопка для удаления измерений из очереди. Можно удалить сразу несколько измерений, если предварительно их выделить мышкой

### 3.5 Вкладка Измерение

Вкладка Измерение предназначена для контроля пользователем за проведением измерений.

После формирования очереди измерений и её запуска во вкладке Измерение в реальном времени можно визуально наблюдать за построением графиков дозного распределения. При необходимости измерения можно запустить, приостановить и остановить окончательно.

Масштаб графика выбирается автоматически в зависимости от получаемых данных.

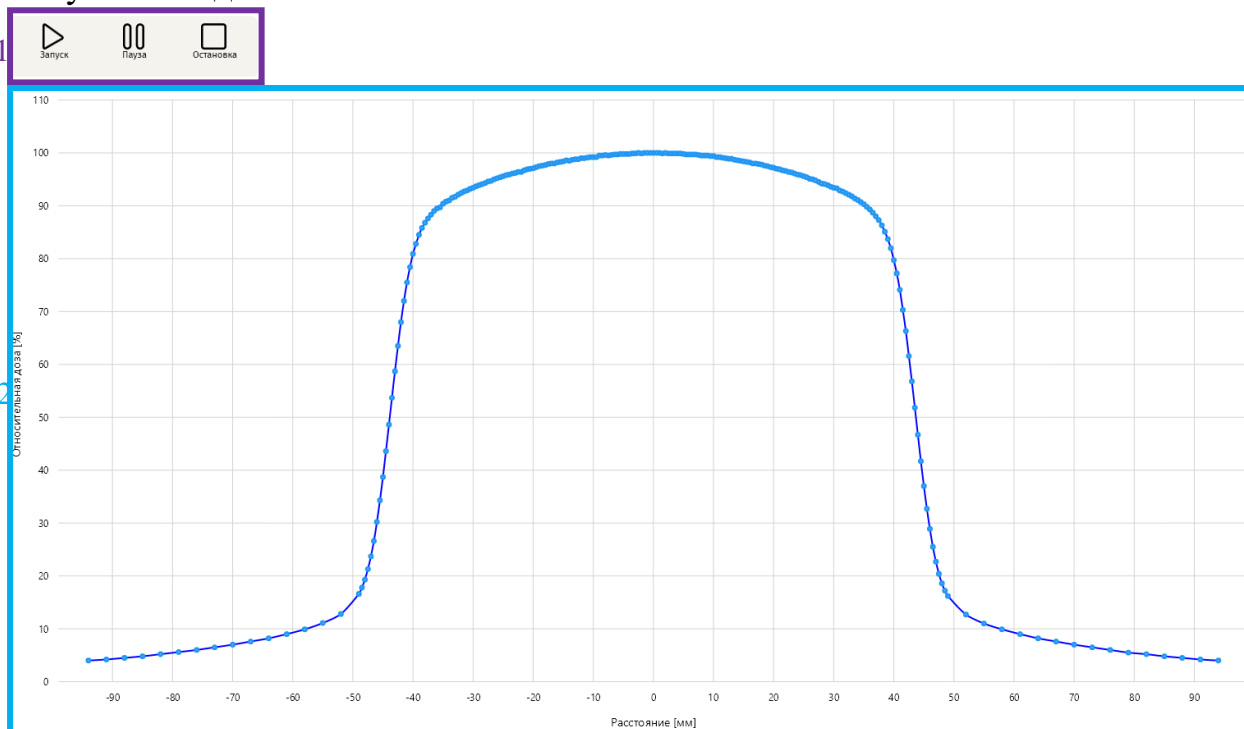





Рисунок 40 - Вкладка Измерение  
1 – кнопки, 2 – график

Вкладка Измерение состоит из двух функциональных блоков:

- 1) Кнопки.
- 2) График.

Сверху расположены следующие кнопки:

 Запуск	Кнопка запуска всей очереди измерений
 Пауза	Кнопка приостановить выполнение очереди и проведения измерений. После приостановки можно нажать кнопку Запуска и измерения продолжатся
 Остановка	Кнопка остановки выполнения очереди и проведения измерений

### 3.6 Вкладка Постобработка

Вкладка Постобработка предназначена для обработки и анализа полученных изодозных распределений в результате измерений. Добавить

измерения во вкладку можно при помощи Главного меню программы, как из базы измеренных ранее, так и из файла.

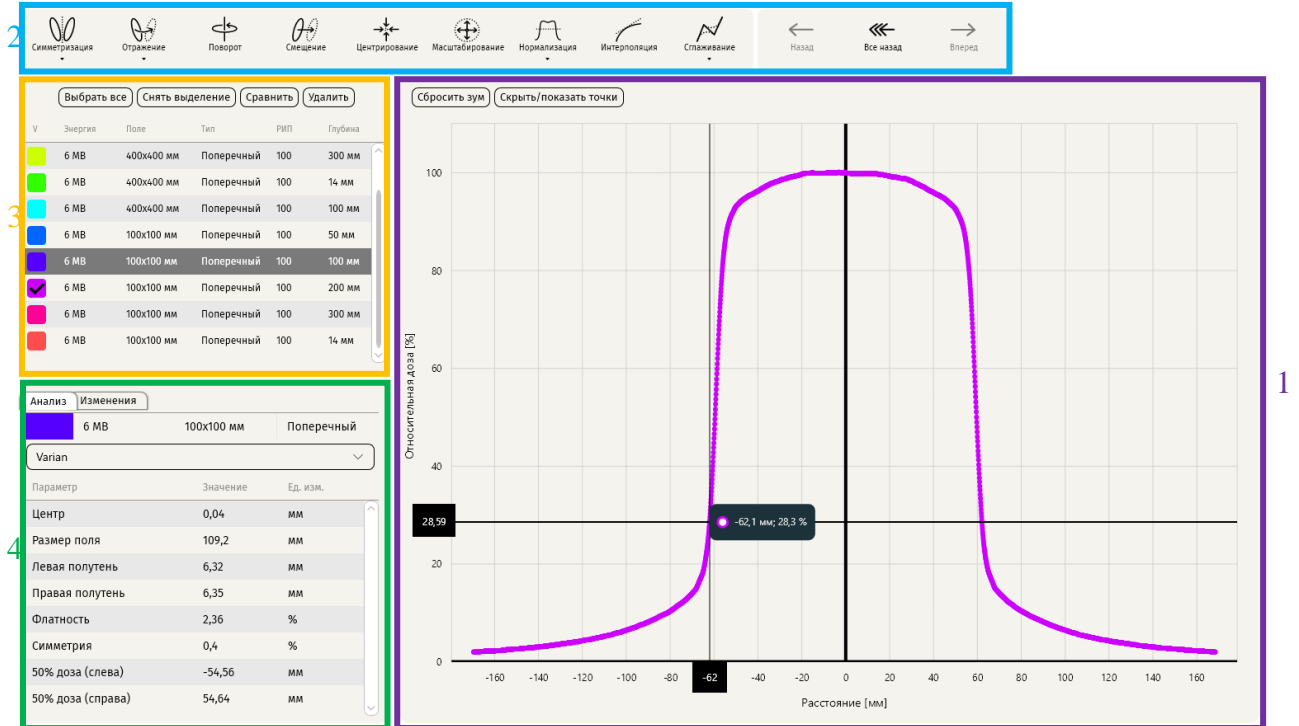


Рисунок 41 - Вкладка Постобработка

1 – график, 2 – панель инструментов, 3 – таблица измерений, 4 – таблица анализа

Интерфейс вкладки Постобработка включает в себя:

- 1) График для визуального контроля и ручного анализа изодозного распределения.
- 2) Панель инструментов для обработки изодозного распределения.
- 3) Таблица измерений, где отображается перечень открытых изодозных распределений с возможностью выбора тех из них, которые необходимо отобразить или проанализировать.
- 4) Таблица анализа, в которой возможно выбрать протокол анализа и посмотреть рассчитанные параметры. Также во вкладке Изменения этой таблицы можно увидеть все применённые инструменты обработки и при необходимости их отменить.

### 3.6.1 График во вкладке Постобработка

Одновременно может отображаться множество изодозных распределений на графике, каждый из них будет уникального цвета (всего в программе предусмотрено 70 уникальных оттенков цвета).

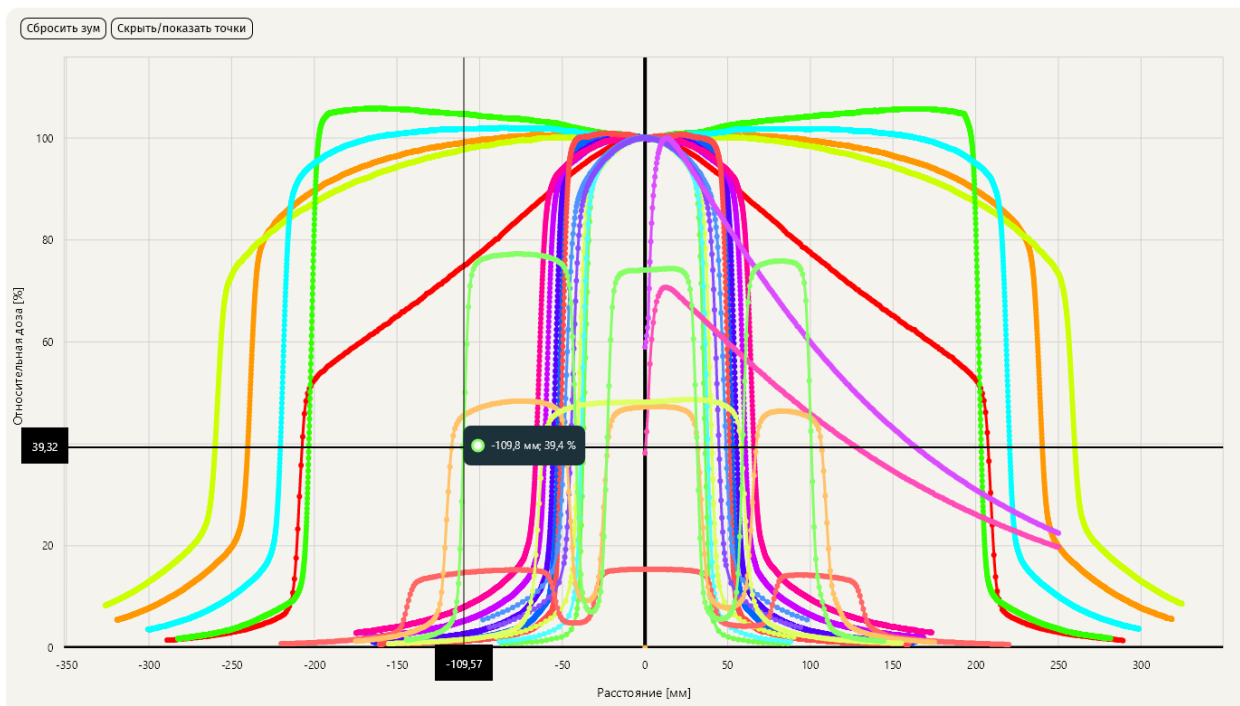


Рисунок 42 - Отображение множество графиков

Для детального рассмотрения какого-то участка графика можно воспользоваться функцией масштабирования при помощи колёсика мышки. Перемещаться по графику возможно, зажав левую кнопку мыши и перетаскив график.

Сброс масштабирования возможен по нажатию на кнопку «Сбросить зум» в верхней левой части графика.

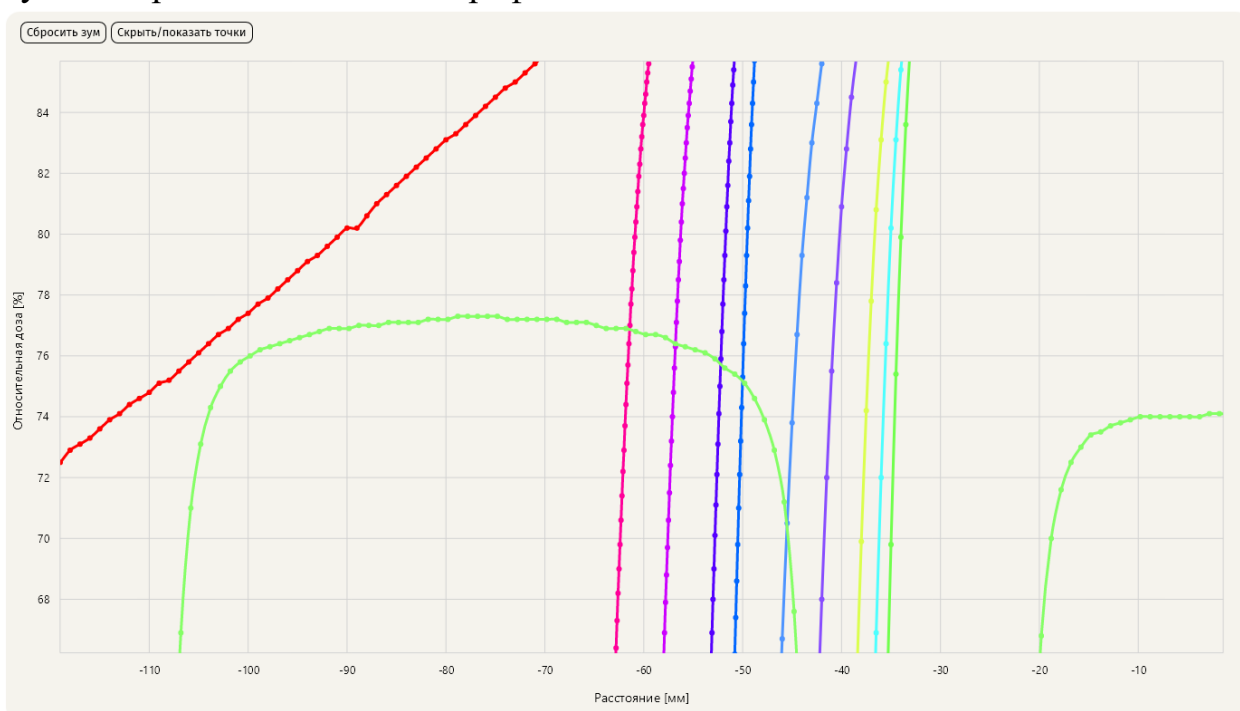


Рисунок 43 - Увеличенный масштаб графиков

При перемещении курсора мышки по графику отображается перекрестие с указанием точных координат, где находится курсор. При наведении курсора на точку графика отображается окно с координатами точки.

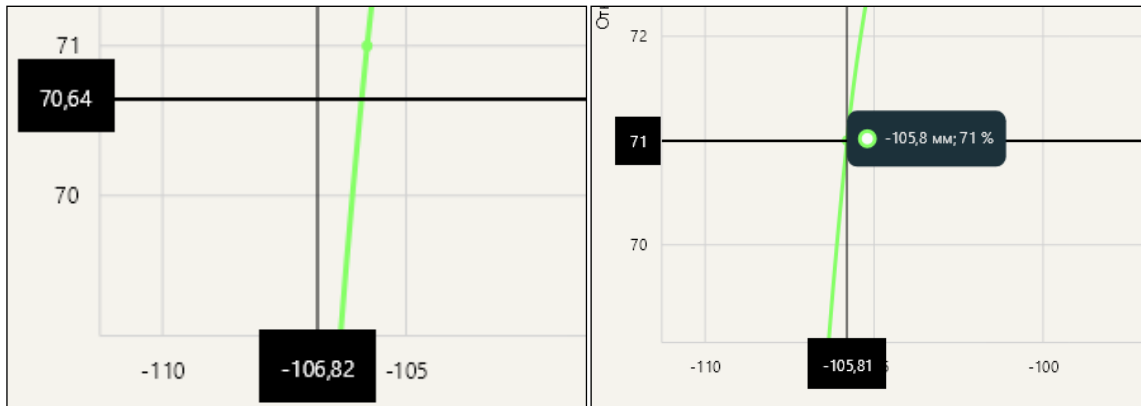


Рисунок 44 - Отображение перекрестия и координат точки

При необходимости можно отключить или включить отображение точек графика при помощи кнопки «Скрыть/показать точки» в верхней левой части графика.

### 3.6.2 Панель инструментов во вкладке Постобработка

Панель инструментов предоставляет доступ к обработке изодозных распределений. Панель изменяется в зависимости от типа и количества выбранных графиков.

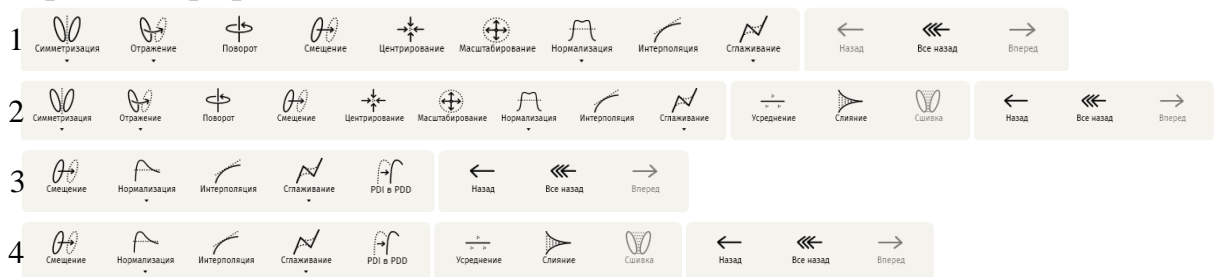


Рисунок 45 - Панель инструментов во вкладке Постобработка

1 – для одного профиля поля, 2 – для нескольких профилей поля, 3 – для глубинного распределения, 4 – для нескольких глубинных распределений

На панели инструментов представлены следующие функции:

1) **Симметризация** (левосторонняя, правосторонняя, среднее) позволяет сделать профиль симметричным **относительно рассчитанного центра поля**. При нажатии открывается выпадающий список с выбором её видов. Левосторонняя использует за основу левую половину профиля, правосторонняя – правую, среднее – рассчитывает среднее арифметическое двух точек равноудалённых от центра. Функция доступна только для профиля поля.



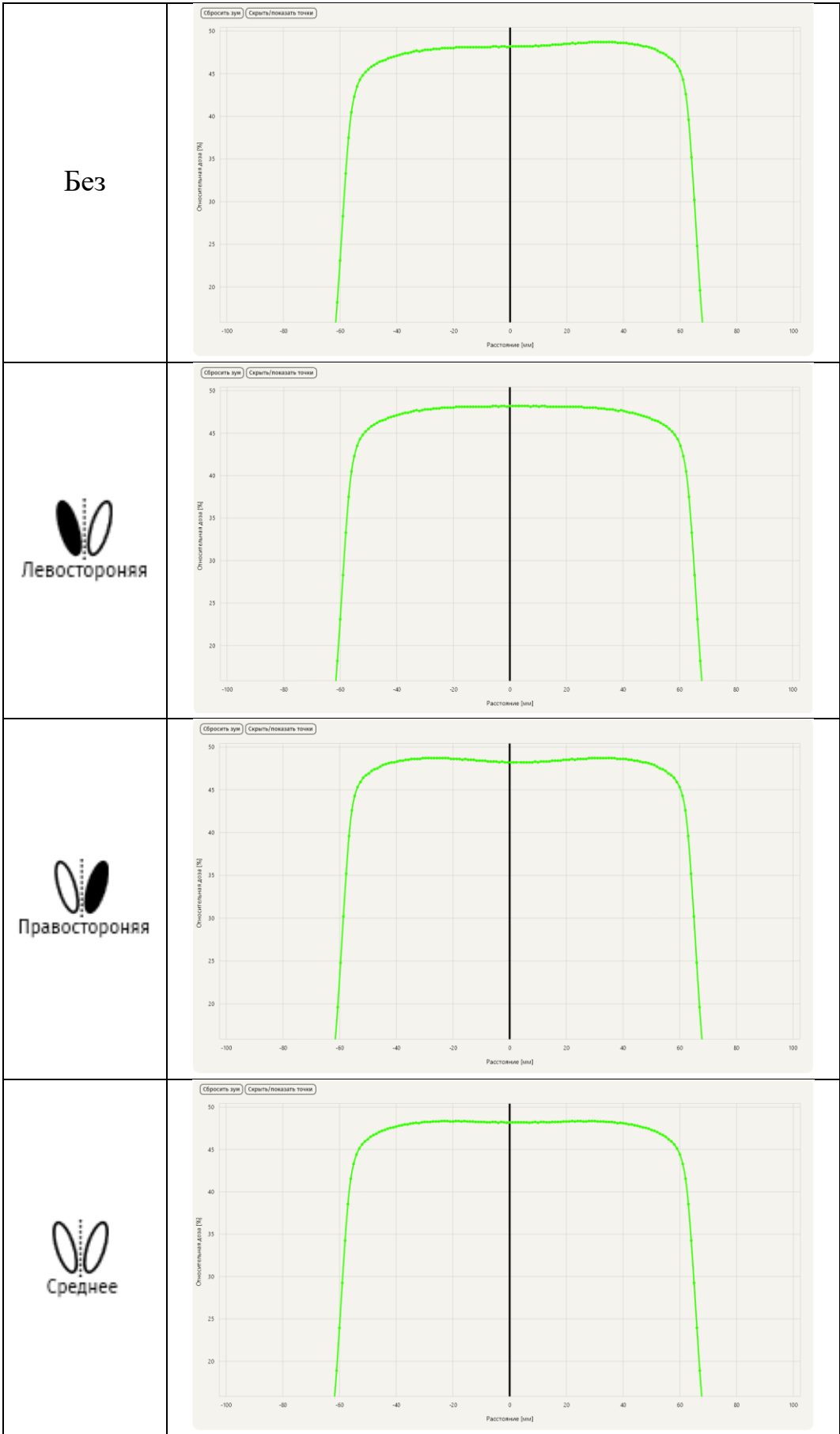


Рисунок 46 – Виды симметризации

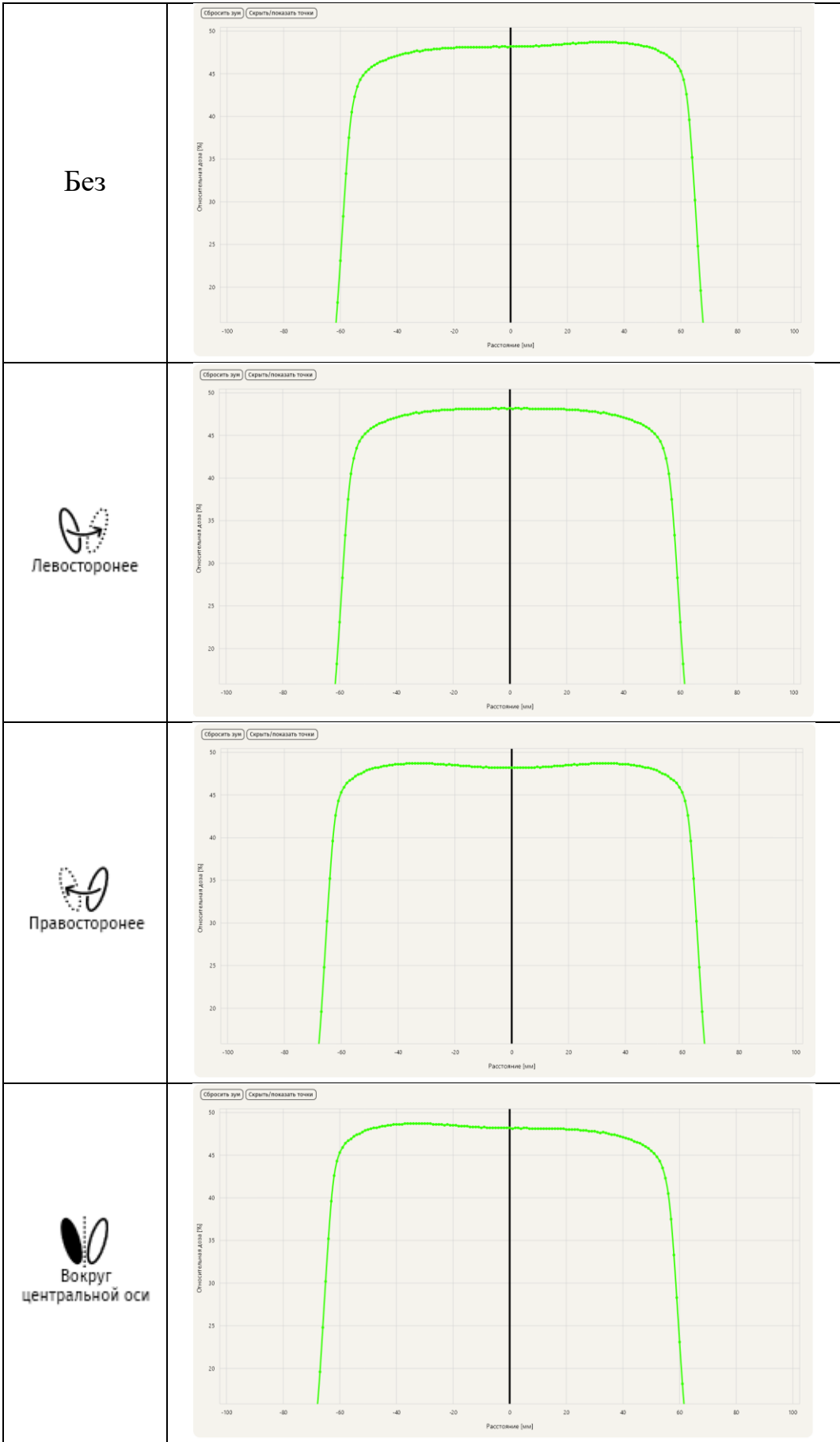


Рисунок 47 – Виды отражения

2) **Отражение** (левостороннее, правостороннее, вокруг центральной оси) позволяет полностью заменить половину профиля противоположной **относительно центральной оси**. При нажатии на функцию открывается выпадающий список с выбором её видов. Левостороннее использует левую половину профиля, правосторонняя – правую, вокруг центральной оси – полностью отражает весь профиль целиком. Функция доступна только для профиля поля.

3) **Поворот** позволяет совершить разворот графика на 90° и поменять его тип с продольного на поперечный и обратно. Функция доступна только для профиля поля.

4) **Смещение** позволяет сдвинуть график по оси X. После нажатия на кнопку появляется окно с вводом значения, на которое необходимо сместить. Функция доступна, как для профиля поля, так и для глубинного распределения.

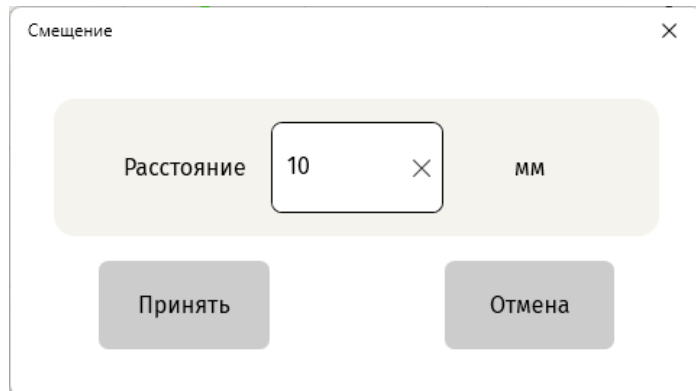


Рисунок 48. Смещение профиля поля

5) **Центрирование** позволяет автоматически сместить профиль поля по оси X так, чтобы рассчитанный центр поля был в нуле координат. Функция доступна только для профиля поля.

6) **Масштабирование** позволяет перестроить график на другой РИП. Функция доступна только для профиля поля.

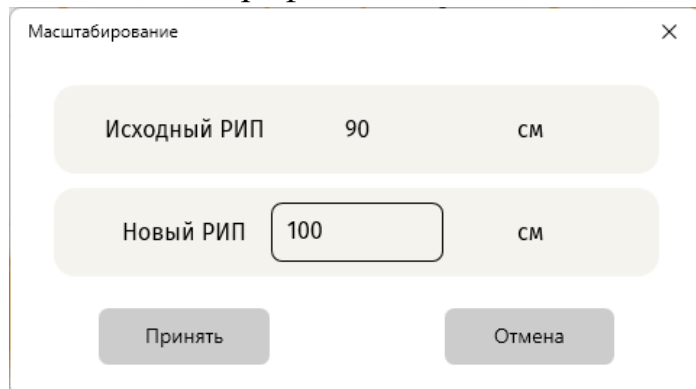


Рисунок 49 - Масштабирование

7) **Нормализация** позволяет перестроить профиль поля таким образом, чтобы указанная доза применилась, как 100% по оси Y. Всего доступны 4 вида нормализации: Максимальная доза, Процент максимальной дозы, Доза в центре, Доза на центральной оси. Максимальная доза принимает за 100% максимальную дозу; Процент максимальной дозы – процент от максимума, указанный пользователем во всплывающем окне; Доза в центре – дозу в рассчитанном центре пучка; Доза на центральной оси – дозу при  $X = 0$ . Функция доступна как для профиля поля, так и для глубинного распределения. Для глубинного распределения доступны 2 вида нормализации: Максимальная доза, По дозе на выбранной глубине.

8) **Интерполяция** позволяет вычислить значения координат точек графика неизвестных ранее с выбираемым пользователем шагом между ними. Функция доступна как для профиля поля, так и для глубинного распределения.

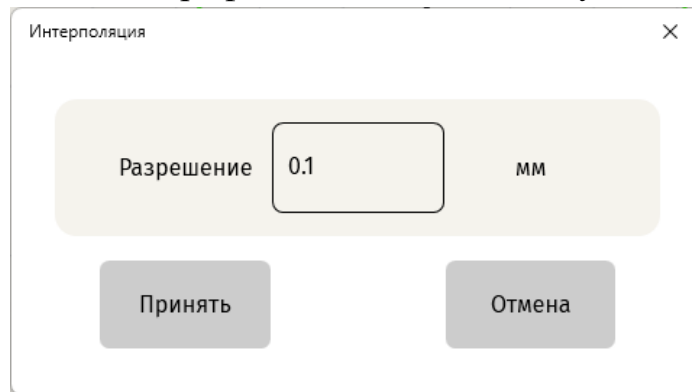


Рисунок 50 - Выбор разрешения интерполяции

9) **Сглаживание** позволяет отфильтровать полученное изодозное распределение, избавив график от выбросов и помех. Доступны следующие алгоритмы сглаживания: среднее арифметическое, среднее геометрическое, медиана, метод наименьших квадратов. Перед проведением сглаживания необходимо интерполировать график, а также все указанные алгоритмы работают со скользящим окном, поэтому перед запуском сглаживания необходимо выбрать разрешение интерполяции и размер окна сглаживания. Функция доступна как для профиля поля, так и для глубинного распределения.

10) **PDI в PDD** позволяет пересчитать процентно-глубинную ионизацию в процентно-глубинную дозу. Функция доступна только для глубинного распределения.

11) **Усреднение** позволяет для нескольких графиков пересчитать значение дозы в каждой точке по оси X, посчитав их среднее арифметическое. В результате появляется новый график, с которым возможно самостоятельно

работать. Функция доступна как для профилей поля, так и для глубинных распределений.

12) **Слияние** позволяет объединить все точки нескольких графиков одного типа. В результате появляется новый график, с которым возможно самостоятельно работать. Функция доступна как для профилей поля, так и для глубинных распределений.

13) **Сшивка** позволяет объединить два полупрофиля поля, получив один полноценный профиль. В результате появляется новый график, с которым возможно самостоятельно работать. Функция доступна только для полупрофилей.

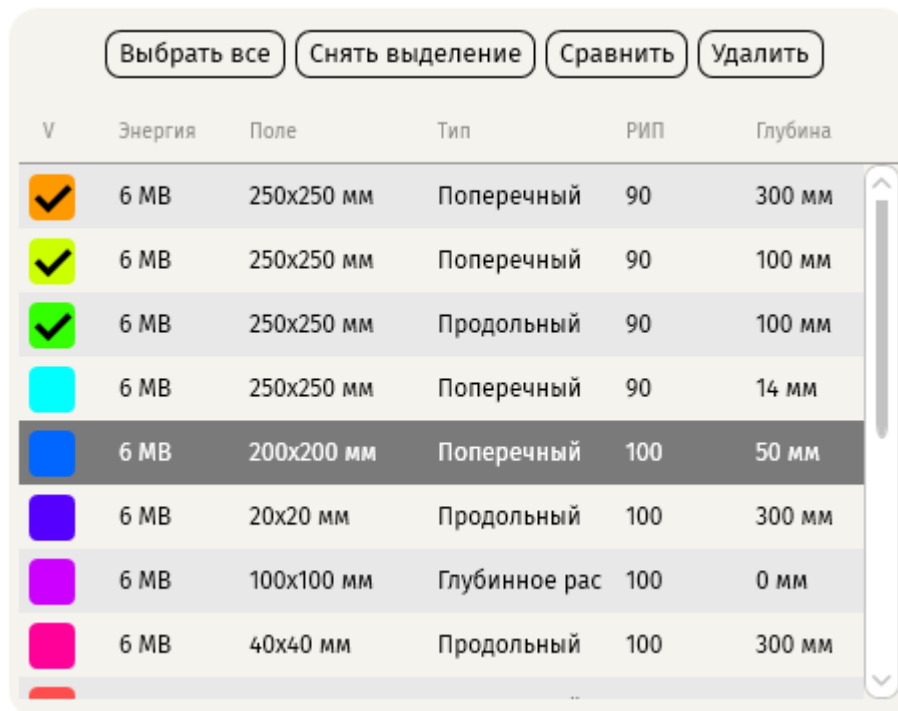
14) **Назад** позволяет отменить одно последнее действие, выполненное при помощи функций постобработки.

15) **Вперёд** позволяет вернуть одно последнее действие, отменённое кнопкой назад.

16) **Все назад** позволяет отменить все действия, которые были выполнены при обработке графика.

### 3.6.3 Таблица измерений во вкладке Постобработка

Все измерения, которые были открыты, добавляются в таблицу, её каждая строка – это отдельное измерение, в столбцах указаны характеристики.



V	Энергия	Поле	Тип	РИП	Глубина
<input checked="" type="checkbox"/>	6 МВ	250x250 мм	Поперечный	90	300 мм
<input checked="" type="checkbox"/>	6 МВ	250x250 мм	Поперечный	90	100 мм
<input checked="" type="checkbox"/>	6 МВ	250x250 мм	Продольный	90	100 мм
<input type="checkbox"/>	6 МВ	250x250 мм	Поперечный	90	14 мм
<input type="checkbox"/>	6 МВ	200x200 мм	Поперечный	100	50 мм
<input type="checkbox"/>	6 МВ	20x20 мм	Продольный	100	300 мм
<input type="checkbox"/>	6 МВ	100x100 мм	Глубинное рас	100	0 мм
<input type="checkbox"/>	6 МВ	40x40 мм	Продольный	100	300 мм

Рисунок 51 - Таблица измерений во вкладке Постобработка

Для каждого измерения есть цветной квадрат, внутри которого можно установить/снять флажок, нажав на него. Цвет квадрата соответствует цвету

графика. При помощи флажков, можно отобразить или скрыть соответствующий график.

Сверху над таблицей расположены следующие кнопки:

- 1) Выбрать всё. При нажатии устанавливаются флажки для всех измерений.
- 2) Снять выделение. При нажатии снимаются флажки для всех измерений.
- 3) Сравнить. При нажатии измерения с установленным флажком отправляются во вкладку «Сравнение».
- 4) Удалить. При нажатии измерения с установленным флажком удаляются из таблицы.

При нажатии на любое измерений правой кнопкой мыши появляется всплывающее окно с возможностью либо удалить выбранное измерение, либо отредактировать его точки.

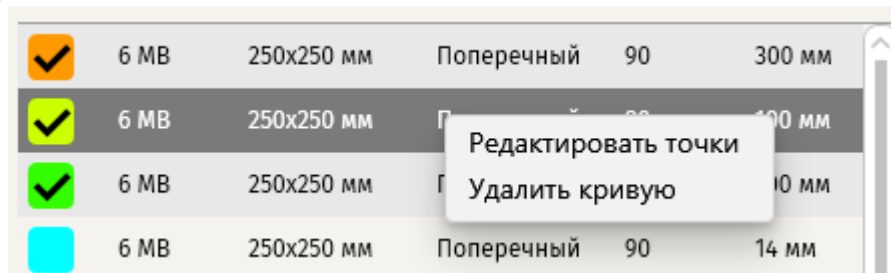


Рисунок 52 - Всплывающее окно при нажатии правой кнопкой мыши

При выборе Редактировать точки, откроется окно редактирования. Для каждой точки графика можно вручную изменить одну из трёх координат, либо дозу. Точки можно удалять нажав на крестик в столбце «Удалить» для каждой точки, либо можно удалить несколько точек выделив соответствующие строки через SHIFT или CTRL на клавиатуре и нажав на кнопку «Удалить точки» сверху таблицы.

При нажатии на кнопку «Добавить точку» сверху таблицы открывается ещё одно окно, в котором необходимо указать три координаты и дозу для новой точки.

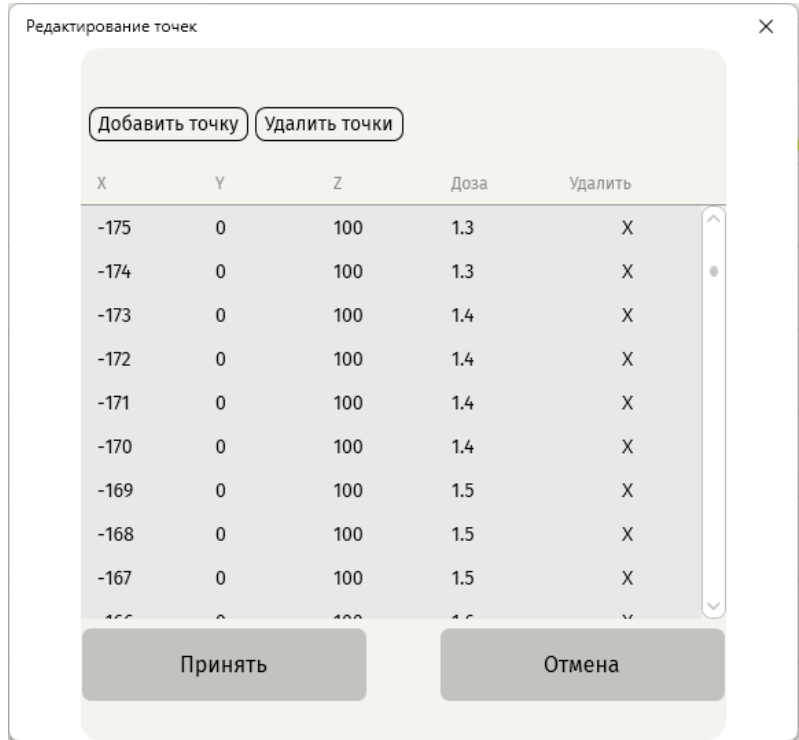


Рисунок 53. Окно редактирование точек измерения

При наведении на любое из измерений курсора мышки появляется всплывающее окно с расширенными параметрами измерения.

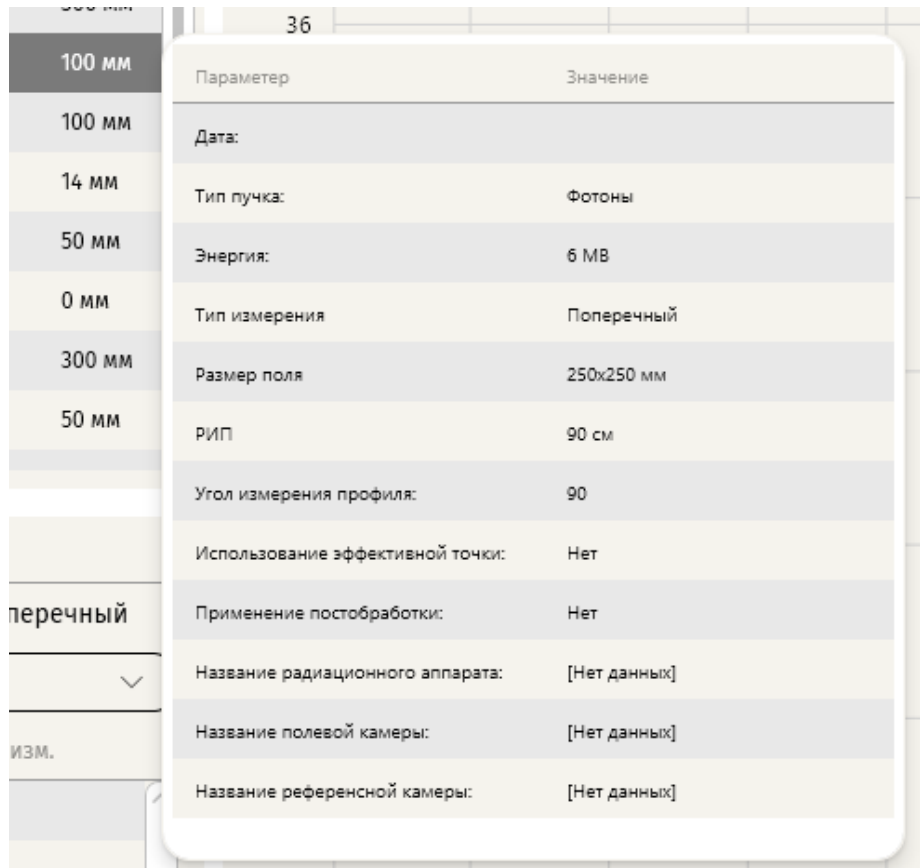


Рисунок 54 - Всплывающее окно с расширенными параметрами

При нажатии левой кнопкой мыши на в любом месте таблицы измерений соответствующая строка подсвечивается.

<input checked="" type="checkbox"/>	6 МВ	250x250 мм	Поперечный	90	14 мм
<input type="checkbox"/>	6 МВ	200x200 мм	Поперечный	100	50 мм
<input checked="" type="checkbox"/>	6 МВ	100x100 мм	Глубинное рас	100	0 мм

Рисунок 55 - Выбранное измерение в таблице



**Внимание:** в таблице анализа отображаются параметры подсвеченного измерения, а не выбранного при помощи флажка!

### 3.6.4 Таблица анализа во вкладке Постобработка

Таблица анализа предназначена для вывода характеристик изодозного распределения. Сверху в таблице есть 2 вкладки: Анализ и Изменения. Первая из них предназначена непосредственно для вывода характеристик, вторая – для просмотра последовательности выполненных операций постобработки.

При нажатии левой кнопкой мыши на любую из операций во вкладке «Изменения» можно вернуть график в требуемое состояние, при этом значения характеристик во вкладке «Анализ» также будут пересчитаны с его учётом.



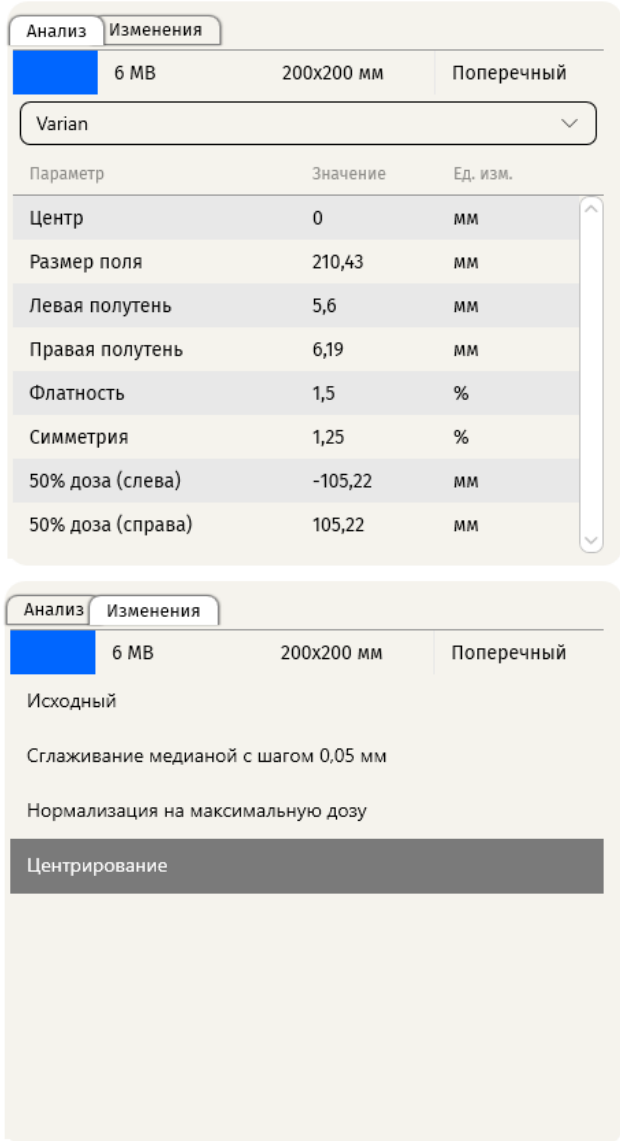
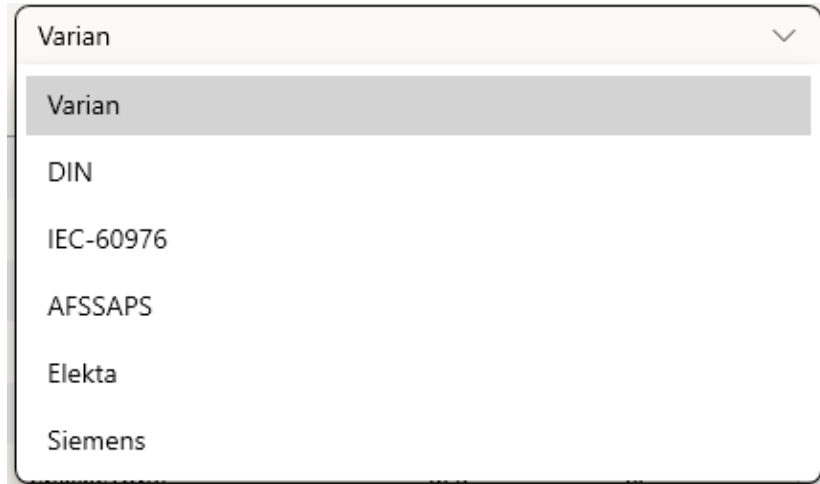


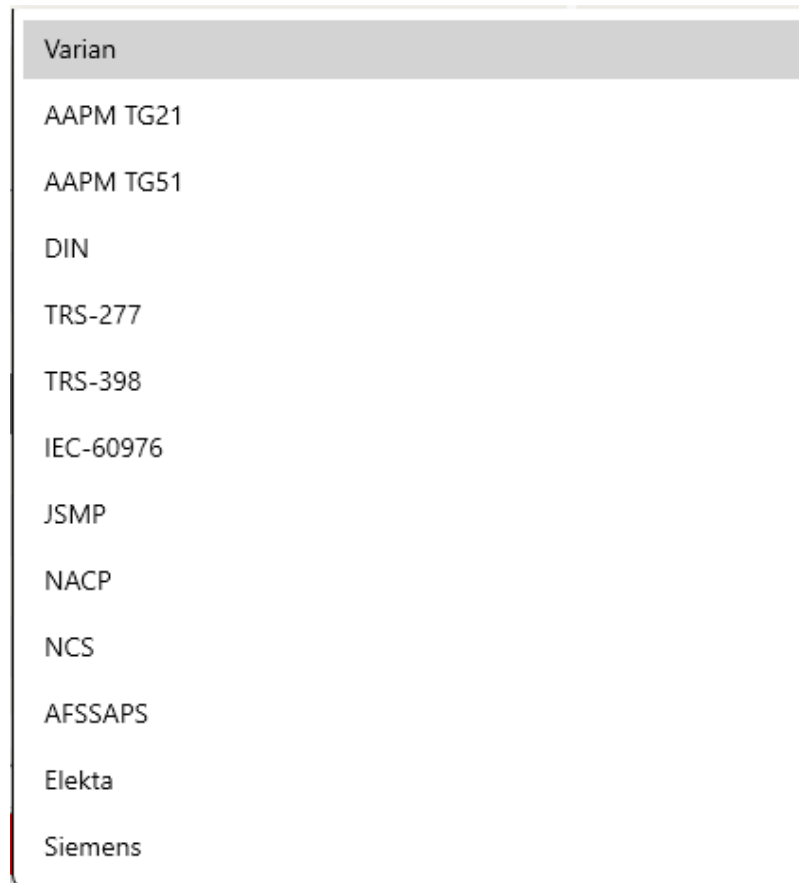
Рисунок 56 - Таблица анализа

Верхняя строка каждой из вкладок одноквотная – это информация о выбранном измерении. Цветной прямоугольник слева в этой строке – это цвет соответствующего графика.

Затем во вкладке анализ расположен выпадающий список с выбором протокола анализа. Список протоколов меняется в зависимости от типа измерения.



**Рисунок 57 - Список протоколов анализа для профилей поля**



**Рисунок 58 - Список доступных протоколов для глубинного распределения**



**Рисунок 59 - Список доступных протоколов для FFF профиля поля**

Описание расчётов каждому из протоколов приведены в Приложении 1 настоящего руководства.

### 3.7 Вкладка Сравнение

Вкладка Сравнение предназначена для проведения анализа по сравнению двух изодозных распределений. Сравнение возможно, как для двух графиков полученных при измерениях, так и с изодозными распределениями из импортированных файлов системы планирования в формате DICOM.

Сравнение представляет собой гамма-анализ: поточный расчёт гамма-индекса для текущего и референсного распределения дозы по формуле:

$$\Gamma(\vec{r}_e, \vec{r}_r) = \sqrt{\frac{r^2(\vec{r}_e, \vec{r}_r)}{\Delta d^2} + \frac{\delta^2(\vec{r}_e, \vec{r}_r)}{\Delta D^2}}, \text{ где}$$

$r(\vec{r}_e, \vec{r}_r)$  – минимальное пространственное расстояние между точкой текущего (оцениваемого) графика и референсным графиком;

$\delta(\vec{r}_e, \vec{r}_r)$  – разница дозы в между точек в текущем и референсном графике;

$\Delta d$  – критерий расстояния (расстояние до совпадения);

$\Delta D$  – критерий разницы доз (разница доз).

Значение гамма-индекса меньше единицы показывает, что измеренная поглощённая доза двух распределений согласуется между собой в пределах выбранных критериев прохождения.

Таким образом, рассчитав гамма-индекс для всех точек дозного распределения, можно построить график гамма-функции и сделать выводы о схожести графиков по количеству точку, для которых гамма-индекс меньше 1.

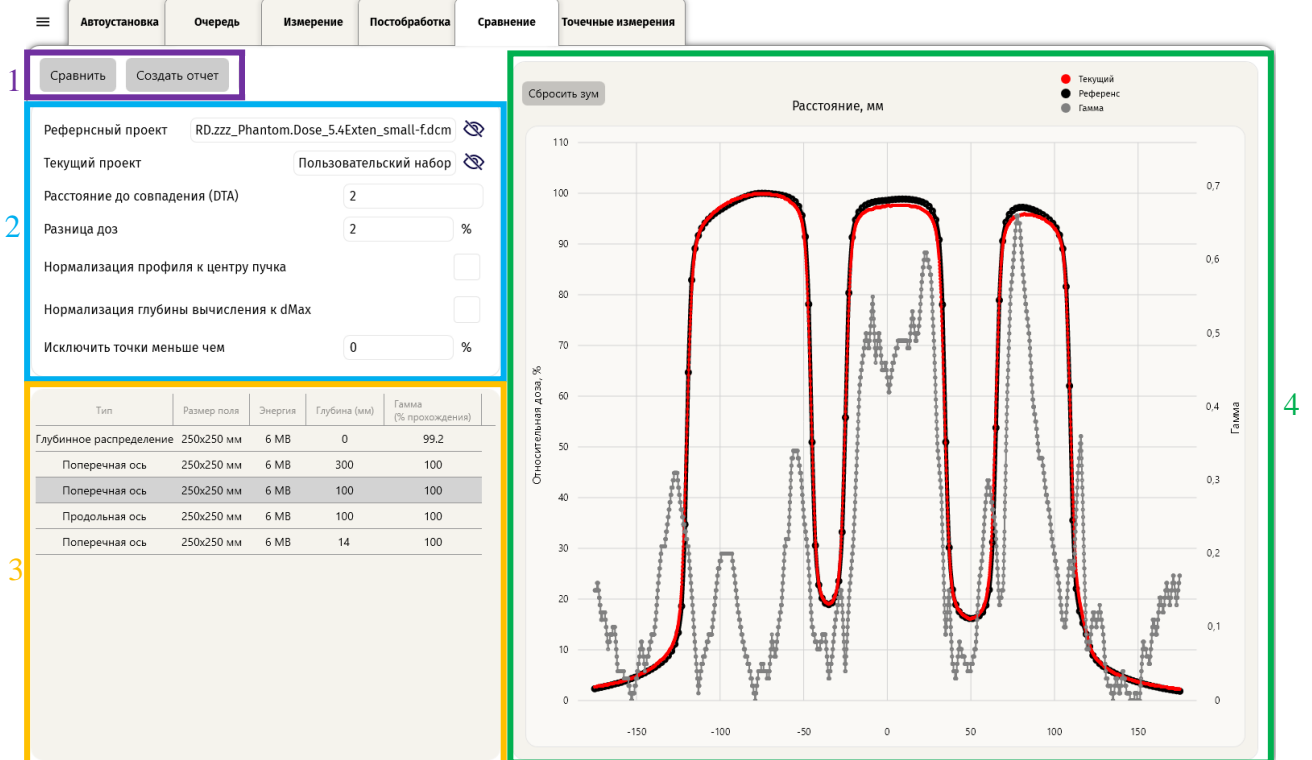


Рисунок 60 - Вкладка Сравнение

1 – кнопки, 2 – настройки сравнения, 3 – таблица результатов сравнения, 4 – окно графика

Интерфейс вкладки Сравнение включает в себя:

- 1) Функциональные кнопки;
- 2) Интерфейс настроек сравнения;
- 3) Таблица результатов сравнения;
- 4) График.

### 3.7.1 Функциональные кнопки во вкладке Сравнение

Во вкладке Сравнение доступны две кнопки:

- 1) Сравнить. Это кнопка предназначена для запуска процесса сравнения после выбора проектов и параметров в интерфейсе настроек сравнения. При нажатии на кнопку в интерфейсе графика появляется загрузочная строка прохождения процесса сравнения.



Рисунок б1 - Загрузочная строка сравнения

- 2) Создать отчёт. При нажатии открывается окно отчёта

Сверху в отчёте представлены общие известные параметры измерений и параметры сравнения. Далее информация о каждом конкретном изодозном распределении. Отчёт можно сохранить в формате pdf при нажатии на кнопку «Сохранить отчёт».

**Отчет сравнения:**

<b>Организация:</b> - <b>Проект:</b> Пользовательский набор <b>Референсный проект:</b> RD.zzz_Phantom.Dose_5.4Extension_small-f.dcm	<b>Линейный ускоритель:</b> - <b>Полевой детектор:</b> - <b>Референсный детектор:</b> -	<b>Протокол:</b> Varian
<b>Расстояние до совпадения (DTA):</b> 1	<b>Разница дозы (%):</b> 1	<b>Исключить точки меньше чем (%):</b> 0

**Глубинное распределение:**

Текущее вычисление ID	Референсное вычисление ID	Глубина (мм)	Гамма (% прохождения)	Энергия	Размер поля (мм)	R100 (мм)	D100 (%)
4	0	0	99,2	6 MB	250x250	1,58	-0,67

**Поперечная ось:**


Текущее вычисление ID	Референсное вычисление ID	Глубина (мм)	Гамма (% прохождения)	Энергия	Размер поля (мм)	R100 (мм)	D100 (%)
5	1	300	99,55	6 MB	250x250	250x250	250x250
6	2	100	98,3	6 MB	250x250	250x250	250x250
8	4	14	96,53	6 MB	250x250	250x250	250x250


**Продольная ось:**

**Рисунок 62 - Отчёт сравнения**

### 3.7.2 Интерфейс настроек сравнения

Интерфейс настроек сравнения позволяет выбрать проекты для сравнения и указать его настройки.

Референсный проект  

Текущий проект  

Расстояние до совпадения (DTA)


Разница доз  %

Нормализация профиля к центру пучка

Нормализация глубины вычисления к dMax

Исключить точки меньше чем  %

**Рисунок 63 - Интерфейс настроек сравнения**

	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 46 / 81
---	---	--------------

**Расстояние до совпадения (DTA)** и **разница доз** – это критерии прохождения для гамма-индекса, которые задаются пользователем (см. формулу выше).

Флажок **Нормализация профиля к центру пучка** позволяет перестроить профиль поля таким образом, чтобы 100% по оси Y были в рассчитанном центре радиационного поля для каждого из сравниваемых профилей.

Флажок **Нормализация глубины вычисления к dMax** позволяет перестроить глубинное распределение таким образом, чтобы 100% по оси Y были в рассчитанной точке максимальной ионизации.

**Исключить точки меньше чем** – позволяет указать процент дозы, все точки меньше которого не будут учитываться при сравнении изодозных распределений.

Поля **Рефересный проект** и **Текущий проект** позволяют выбрать проекты для сравнения. При нажатии на иконка справа от поля вместо графика появляется интерфейс выбора проекта, который представляет собой таблицу выбранных изодозных распределений и кнопки для их добавления/удаления из таблицы. Для возврата обратно к графику необходимо повторно нажать на иконку рядом с соответствующим полем ввода.

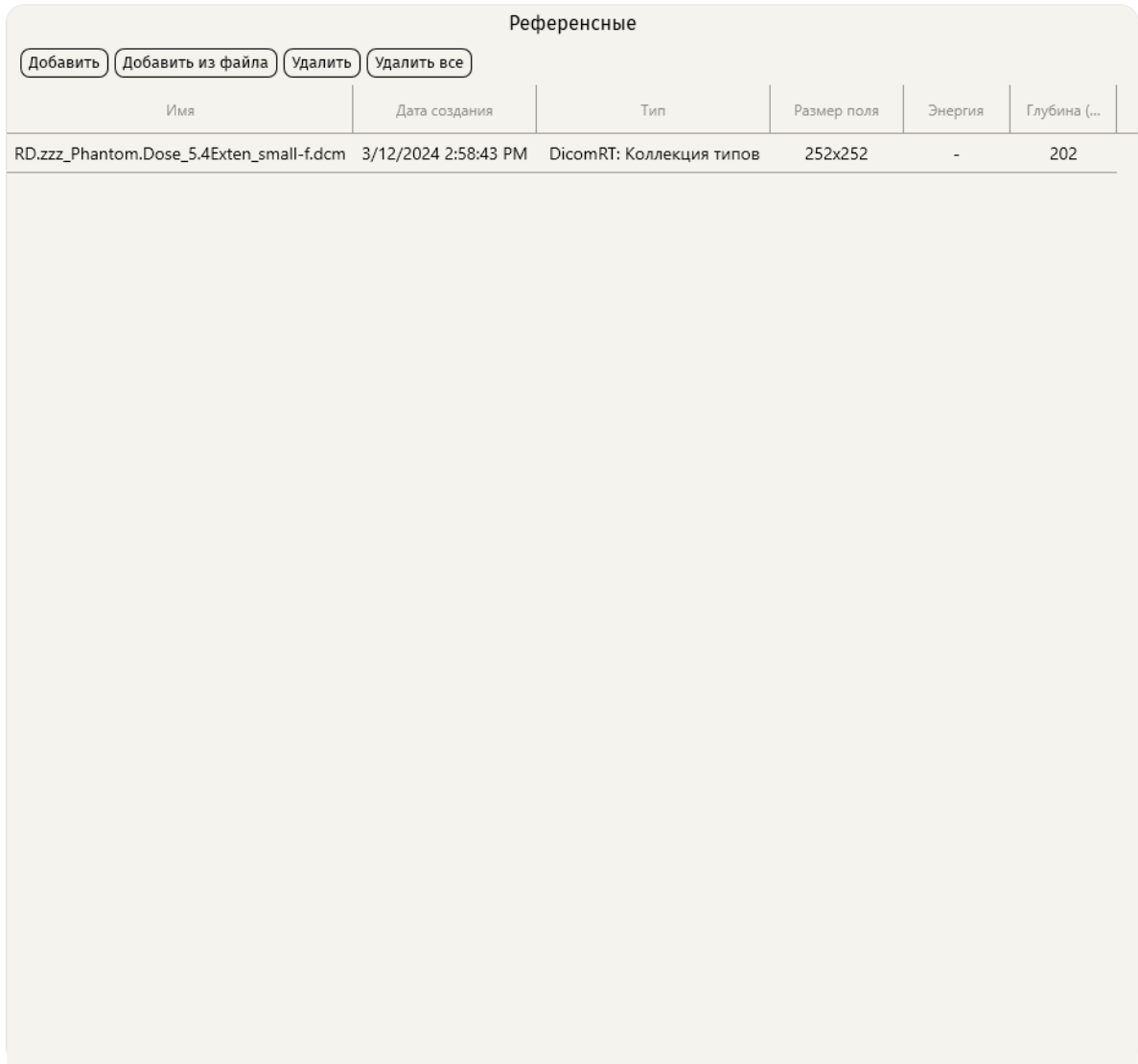
После нажатия на кнопку «Добавить» открывается окно выбора изодозного распределения из файловой системы из полученных ранее измерений. При нажатии кнопки «Добавить из файла» открывается окно выбора файла из проводника операционной системы. Для импорта доступны файлы формата \*.asc, \*.snctxt и \*.dcm.

При добавлении из файла в таблицу измерений попадают все измерения, которые находятся в файле. Если добавлен файл формата DICOM добавляется только 1 строка с этим файлом.

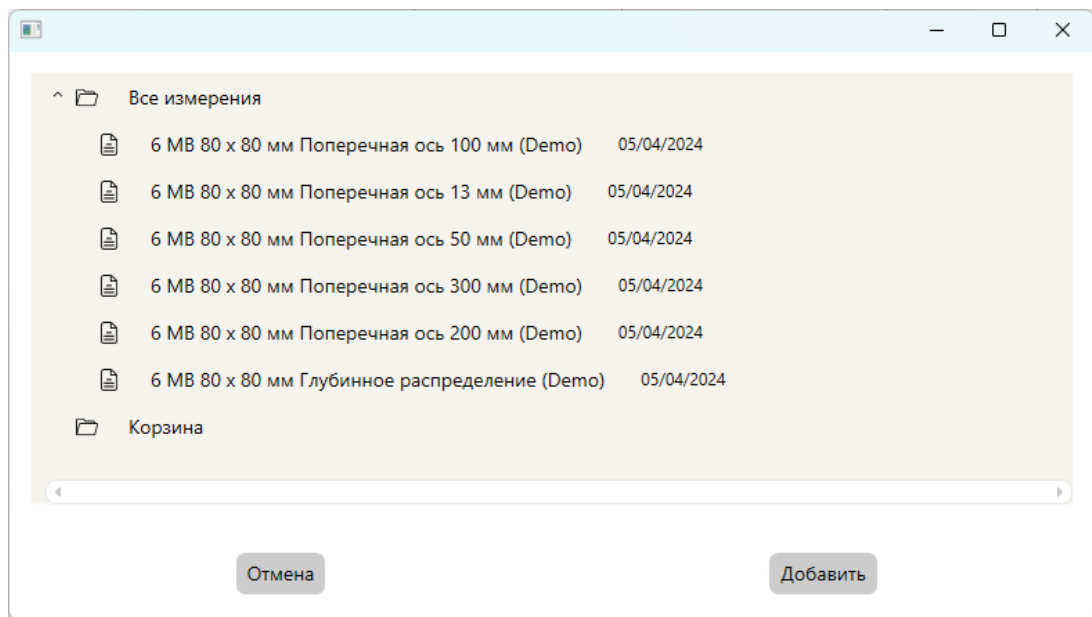
Кнопки «Удалить» и «Удалить все» предназначены для удаления измерений из таблицы

Каждое измерение из Текущего проекта будет автоматически сравнено с соответствующим измерением из Референсного, сопоставление распределений происходит по типу (профиль поля, глубинное распределение), направлению (продольное, поперечное, диагональ, под произвольным углом и т.д.), размеру поля, глубины (для профилей поля) и энергии.

Если в референсном проекте отсутствуют соответствующие графики для текущих, появится сообщение. Референсных распределений может быть, как угодно много, это не влияет на выполнение сравнения.



**Рисунок 64 - Интерфейс выбора проекта для сравнения**



**Рисунок 65 - Окно выбора измерения для сравнения из файловой системы**

### 3.7.3 Таблица результатов сравнения

После нажатия на кнопку «Сравнить» таблица результатов сравнения заполняется информацией. В таблице указана основная информация о изодозных распределениях и процент точек, для которых гамма-индекс оказался ниже 1.

Нажатием левой кнопкой мыши на строку таблицы можно выбрать распределение, график которого отобразится в соответствующем блоке. Более подробные результаты можно увидеть, если сформировать отчёт о сравнении.

Тип	Размер поля	Энергия	Глубина (мм)	Гамма (% прохождения)
Глубинное распределение	250x250 мм	6 МВ	0	99.2
Поперечная ось	250x250 мм	6 МВ	300	99.55
Поперечная ось	250x250 мм	6 МВ	100	98.3
Продольная ось	250x250 мм	6 МВ	100	100
Поперечная ось	250x250 мм	6 МВ	14	96.53

Рисунок 66 - Таблица результатов сравнения

### 3.7.4 График во вкладке Сравнение

После проведения сравнения и выбора измерения в таблице результатов в поле графика отобразится изодозное распределение из текущего проекта, соответствующее ему из референсного их гамма-функция.

Слева по оси Y расположена шкала по относительной дозе справа – по значения гамма-индекса. Ось X – пространственная шкала



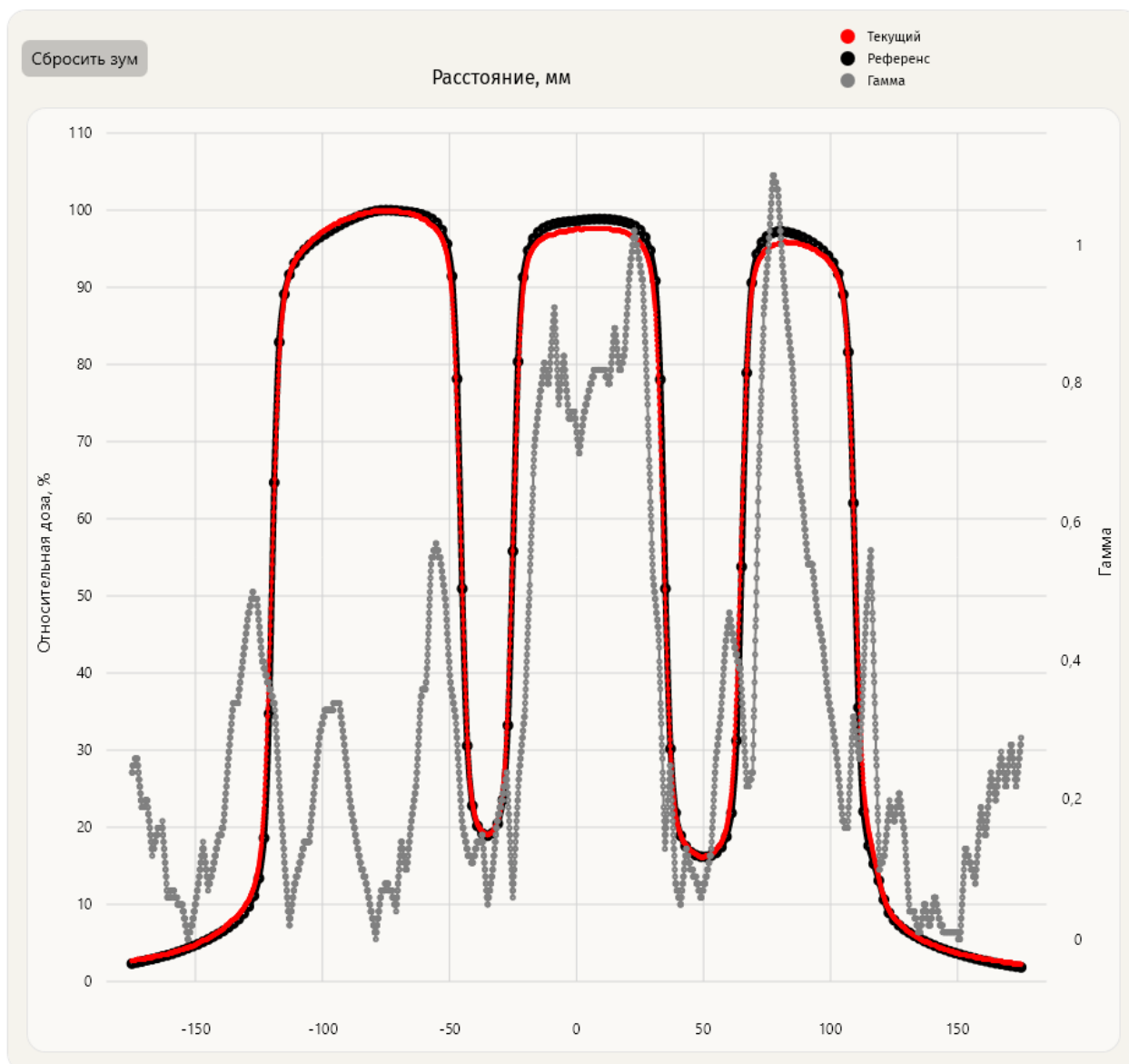


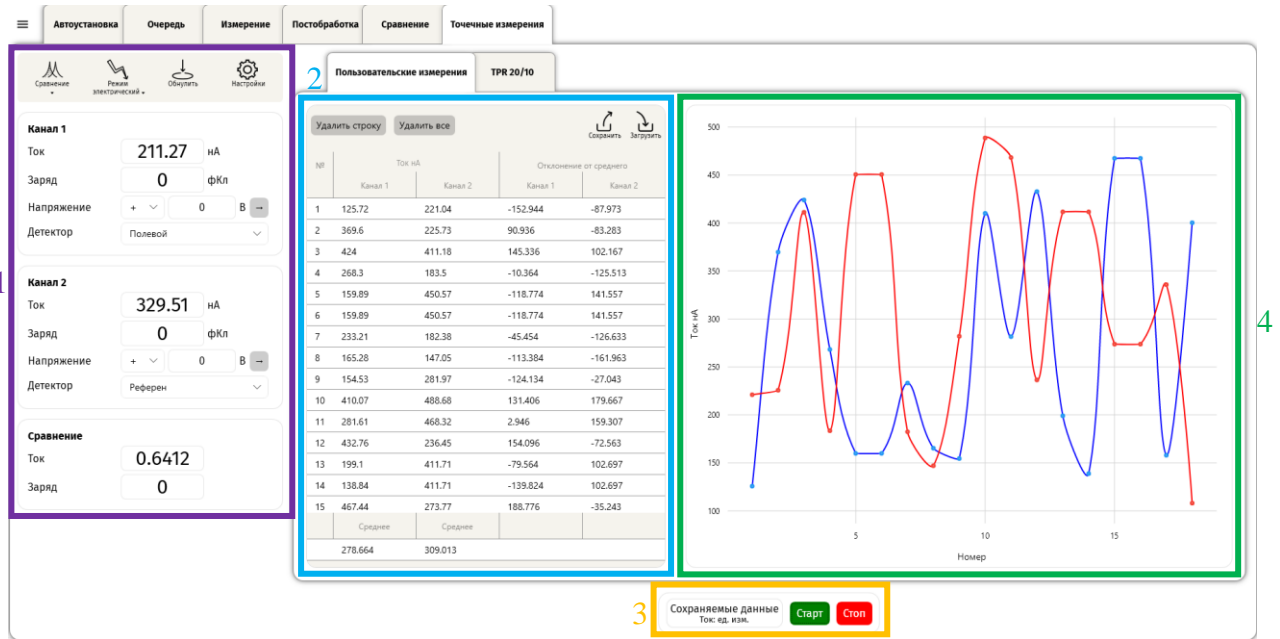
Рисунок 67 - График во вкладке Сравнение

График можно масштабировать при помощи колёсика мыши, а также перемещать, зажав и перетянув, левой кнопкой мыши. Для возврата в исходный масштаб предназначена кнопка «Сбросить зум».

В верхнем правом углу поля графика расположена легенда с информацией о цветах графиков.

### 3.8 Вкладка Точечные измерения

Вкладка Точечные измерения предназначена для проведения измерений (тока, заряда, дозы и мощности дозы) в одной точке без необходимости использования водного фантома. Во вкладке можно задавать параметры измерений, собирать данные, сохранить их в файл и строить график.



**Рисунок 68 – Вкладка Точечные измерения**


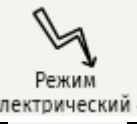

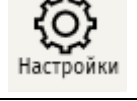
**1 – панель управления электрометра, 2 – таблица результатов измерений, 3 – панель запуска измерения, 4 – график**

Интерфейс вкладки Точечные измерения включает в себя:

- 1) Панель управления электрометра;
- 2) Таблица результатов измерений;
- 3) Панель запуска измерения;
- 4) График.

### 3.8.1 Панель управления электрометра во вкладке Точечные измерения

Панель управления электрометра повторяет функциональные возможности его сенсорного экрана. Сверху на панели расположены кнопки управления.

	Кнопка выбора отображения канала. Всего доступно 4 варианта: канал 1, канал 2, канал 1 и 2, сравнение. При выборе сравнения отображаются результат деления показаний канала 1 на канал 2
	Кнопка выбора единиц измерений. Доступно 2 варианта: электрические (А, Кл) и дозные (Гр/мин, Гр).
	Позволяет установить текущие значения тока (мощности дозы), как 0, для исключения фонового излучения и утечек.
	Открывает окно настроек электрометра

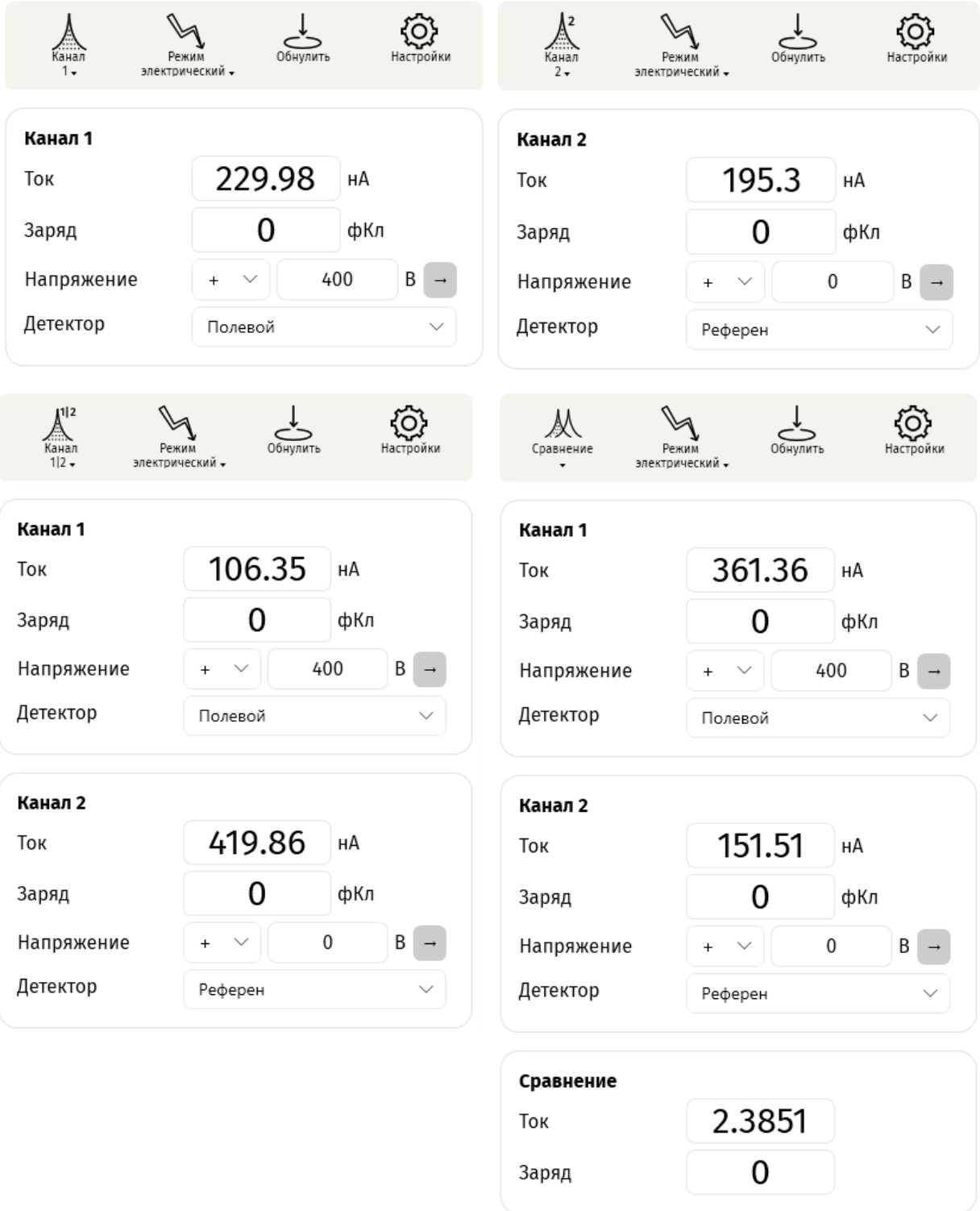


Рисунок 69 – Возможные варианты отображения каналов измерений

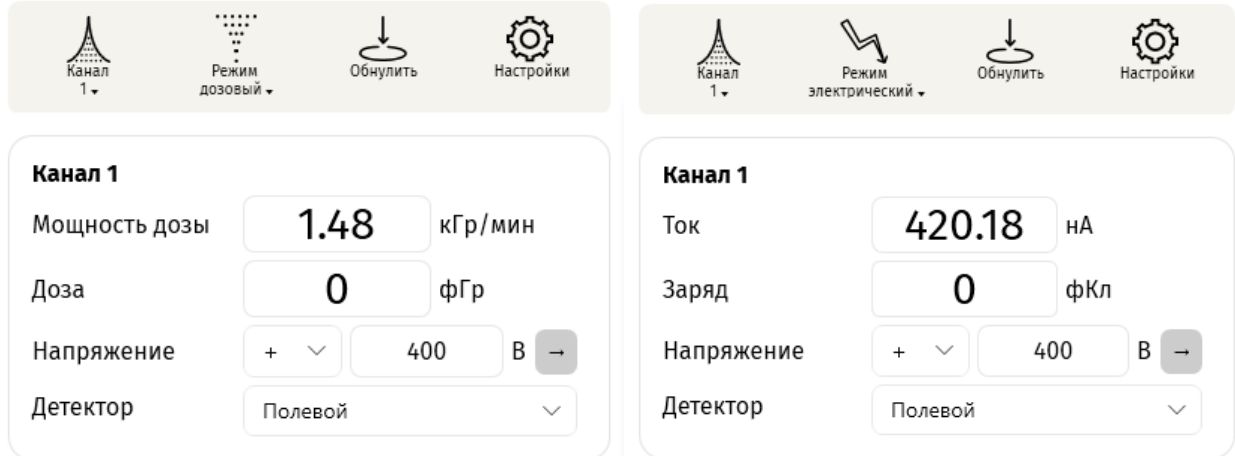


Рисунок 70 – Возможные варианты отображения режимов измерения

При нажатии на кнопку Настройки открывается окно настроек электрометра. Доступные следующие настройки:

- 1) Корректировка Т/Д для канала 1 и 2. При установке флажка при расчёте дозы и мощности дозы учитываются текущие показания температуры и давления, если снята, то эта корректировка не проводится.
- 2) Поле ввода Текущая температура.
- 3) Поле ввода Текущее давление.
- 4) Поле ввода Калибровочного коэффициента для каналов 1 и 2. Калибровочные коэффициента необходимо взять из поверочного сертификата.
- 5) Ток отсечки для начала и завершения измерений. Предназначена для реализации автоматического отключения измерения при отсутствии пучка.
- 6) Поле ввода влажности.

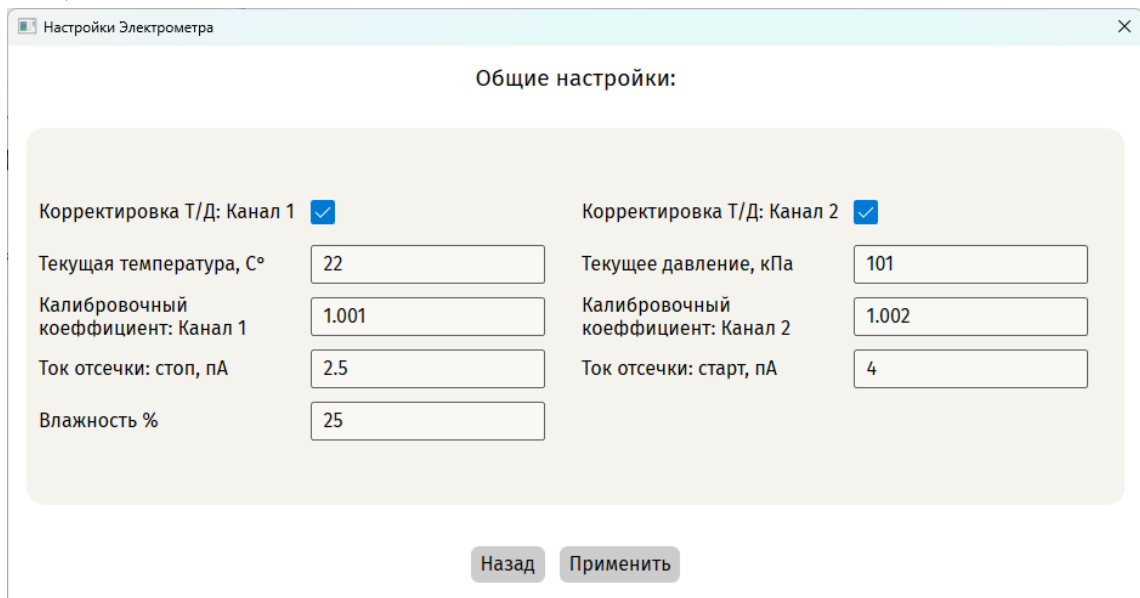



Рисунок 71 - Окно настроек электрометра

Для каждого канала отображаются показания тока и заряда, либо мощности дозы и дозы. В зависимости от текущих значений единицы измерений автоматически меняются.

В поле «Напряжение» можно установить значения высокого напряжения, которое будет подаваться на детектор. При помощи выпадающего списка необходимо выбрать полярность («+» - положительная, «-» - отрицательная), затем указать значение (максимальное 450 В) и нажать на кнопку , после этого указанное значение установится для детектора.

В выпадающем списке Детектор возможно выбрать подключенный детектор к электрометру. Добавить новый детектор можно при помощи настроек в основном меню программы, либо через интерфейс сенсорного экрана электрометра.

### 3.8.2 Панель запуска измерения во вкладке Точечные измерения

Панель предназначена для выбора типа измерений, их запуска и остановки. Все измерения автоматически попадают в таблицу измерений.

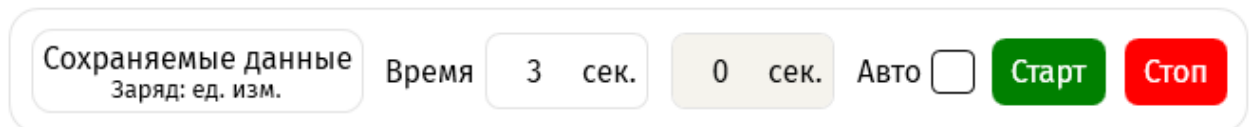
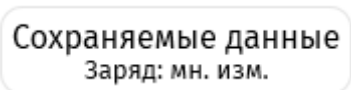
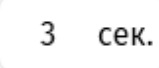
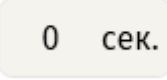

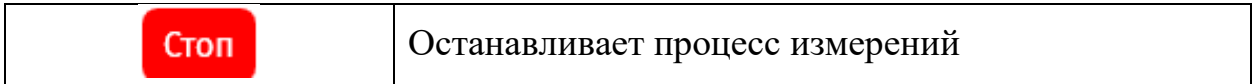


Рисунок 72 - Панель запуска измерения во вкладке Точечные измерения

На панели запуска доступны следующие элементы управления и индикации:

	Кнопка Сохраняемые данные предназначена для выбора варианта измерений. Подробнее см. ниже.
Время 	Поле ввода времени измерений
	Поле отображения текущего времени измерения
Авто <input type="checkbox"/>	Если установлен флажок Авто и во время измерения пропадает излучение (мощность дозы падает до уровня фонового излучения), то процесс измерения автоматически приостанавливается до момента возобновления пучка. Если флажок снят, то наличие/отсутствие пучка не влияет на процесс измерений
	Запускает процесс измерений



При нажатии на кнопку Сохраняемые данные, появляется выпадающий список с возможными вариантами измерений.

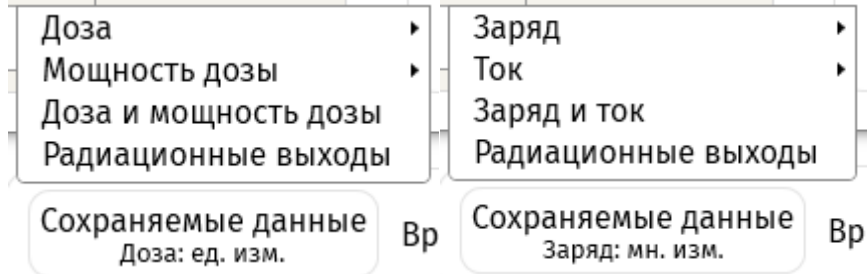


Рисунок 73 - Выпадающий список сохраняемых данных

В зависимости от выбранного режима измерений (электрический, дозовый) на панели управления электрометра, в выпадающем списке меняются характеристики. В вариантах Доза (Заряд) и Мощность дозы (Ток) можно выбрать единичное измерение или множественное.

В зависимости от выбранного варианта изменяются возможные элементы управления.

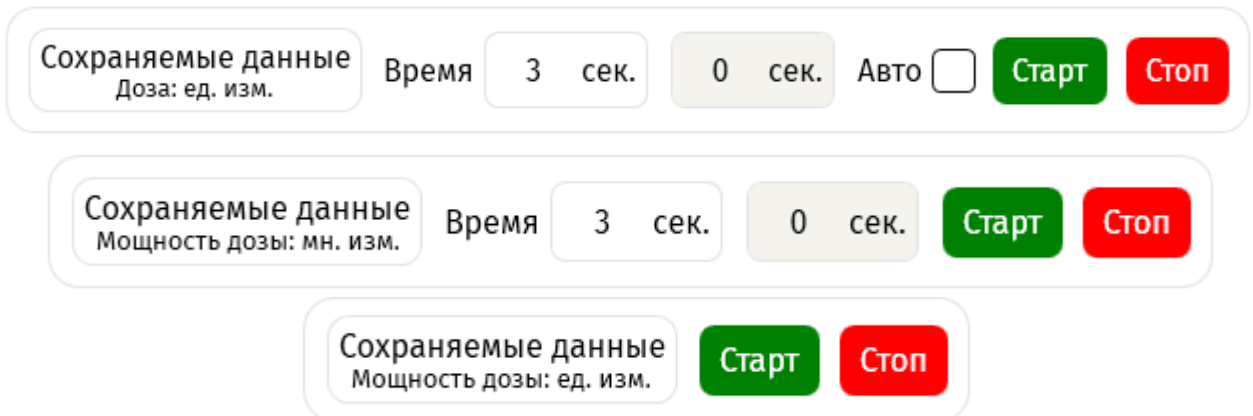



Рисунок 74 - Возможные варианты панели управления измерением

Функционал панели управления измерением в зависимости от выбранного варианта:

Варианты сохранения	Единичное измерение	Множественное измерение
Доза/Заряд	Флажок Авто – наличие.  Поле выбора времени – наличие. В поле указывается время за которое происходит измерение (интеграция) дозы/заряда.  После нажатия на кнопку Старт начинается измерение, текущие	Флажок Авто – наличие.  Поле выбора времени – наличие. В поле указывается время за которое происходит <b>одно</b> измерение (интеграция) дозы/заряда.  После нажатия на кнопку Старт происходят действия аналогичные

	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 55 / 81
	<p>значения отображаются на панели управления электрометром. Также включается счётчик времени, при достижении которого измерение останавливается, полученные результаты отображаются в таблице результатов.</p>	<p>единичному измерению, но после завершения измерения автоматически запускается следующее. Остановка сохранений данных происходит по нажатию на кнопку Стоп. При этом последнее, незавершённое измерение <b>не сохраняется</b>.</p>
<p><b>Мощность дозы/Ток</b></p>	<p>Флажок Авто – отсутствие.</p> <p>Поле выбора времени – отсутствие.</p> <p>После нажатия на кнопку Старт, сохраняется мгновенное значение мощности дозы/тока.</p>	<p>Флажок Авто – отсутствие.</p> <p>Поле выбора времени – наличие. В поле указывается период времени через который будут сохраняться значения.</p> <p>После нажатия на кнопку Старт, сохраняется мгновенное значение мощности дозы/тока. Следующее автоматическое сохраняется через указанный период времени. Остановка сохранений данных происходит по нажатию на кнопку Стоп. При этом последнее, незавершённое измерение <b>не сохраняется</b>.</p>
<p><b>Доза и мощность дозы / Заряд и ток</b></p>	<p>Выбор единичного или множественного измерения отсутствует.</p> <p>Флажок Авто – наличие.</p> <p>Поле выбора времени – наличие. В поле указывается время за которое происходит измерение (интеграция) дозы/заряда.</p> <p>Появляется дополнительное поле ввода периода времени, через который будут сохраняться значения Мощности дозы/Тока.</p> <p>После нажатия на кнопку Старт происходит сохранение значений Мощности дозы/Тока через заданный период времени. Одновременно с этим происходит измерение (интеграция) Дозы/Заряда за заданное время.</p> <p>Этот режим объединяет единичное измерение Дозы/Заряда и множественное измерение Мощности дозы/Тока.</p> <p><b>Внимание!</b> Для корректной работы время интеграции Дозы/Заряда должно быть больше периода сохранения Мощности дозы/Тока. В противном случае режим будет работать идентично единичному времени Дозы/Заряда.</p>	
<p><b>Радиационные выходы</b></p>	<p>Выбор единичного или множественного измерения отсутствует.</p> <p>Флажок Авто – отсутствие.</p>	

	<p>Поле выбора времени – наличие. В поле указывается время за которое происходит измерение (интеграция) дозы/заряда.</p> <p>После нажатия на кнопку Старт происходит измерение (интеграция) Дозы/Заряда, если при измерении пропадает пучок (значение тока/мощности дозы падает на уровень фона) сохраняется полученное значение Дозы/Заряда, при возобновлении пучка запускается новое измерение Дозы/Заряда.</p> <p>Таким образом, в результате получается набор измерений Дозы/Заряда, количество измерений в этом наборе определяется количеством моментов пропадания пучка излучения. Измерения завершаются либо по истечению таймера, либо при нажатии на кнопку Стоп.</p>
--	--

### 3.8.3 Таблица результатов во вкладке Точечные измерения

В таблицу результатов измерений автоматически попадают измерения, полученные при измерениях на панели запуска. Каждая строка таблицы – отдельное измерение. В последней строке указывается среднее арифметическое для каждого из каналов. В таблице 3 основных столбца:

- 1) № - порядковый номер измерения;
- 2) Измерения для Канала 1 и для Канала 2. В зависимости от выбранного режима и варианта сохранений здесь могут быть значения Тока, Заряда, Мощности дозы или Дозы с соответствующими единицами измерений.
- 3) Отклонение от среднего для Канала 1 и для Канала 2. В этих столбцах рассчитывается отклонение от среднего арифметического для каждого из измерений.

В таблице могут быть измерения только одной величины (Тока, Заряда, Мощности дозы или Дозы), поэтому старте измерений другой величины необходимо отчистить таблицу.



Таблица не работает при вариантах сохранения одновременно разных величин (Радиационные выходы, Доза и Мощность дозы, Заряд и Ток).

Измерения из таблицы возможно сохранить в файл в формате \*.txt или \*.csv. Также возможно загрузить файл в указанном формате. Для этих функций предусмотрены кнопки «Сохранить» и «Загрузить» в правом верхнем углу интерфейса таблицы.

Для очистки таблицы предусмотрена кнопка «Удалить все», а для удаления одного конкретного измерения можно нажать на него левой кнопкой мыши и нажать кнопку «Удалить строку».

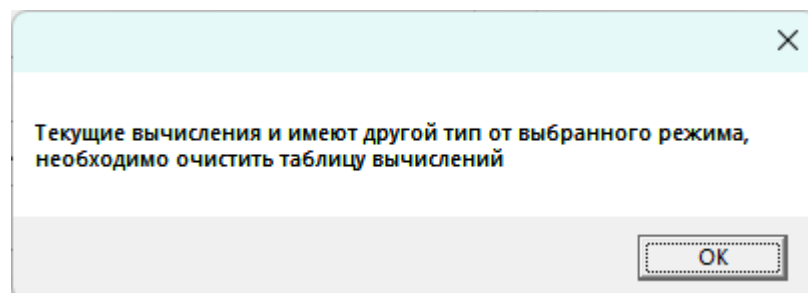


Удалить строку
Удалить все

 Сохранить
  Загрузить

№	Ток нА		Отклонение от среднего	
	Канал 1	Канал 2	Канал 1	Канал 2
1	492.59	289.02	145.922	7.153
2	447.42	271.76	100.752	-10.107
3	433.55	305.97	86.882	24.103
4	372.49	209.01	25.822	-72.857
5	375.74	337.5	29.072	55.633
6	473.16	113.19	126.492	-168.677
7	192.93	320.38	-153.738	38.513
8	302.89	195.45	-43.778	-86.417
9	363.82	283.1	17.152	1.233
10	182.6	342.2	-164.068	60.333
11	135.53	450.04	-211.138	168.173
12	387.29	264.78	40.622	-17.087
	Среднее	Среднее		
	346.668	281.867		

**Рисунок 75 - Таблица результатов измерений**



**Рисунок 76 - Сообщение при попытке измерений иной величины**

### 3.8.4 График во вкладке Точечные измерения

График предназначен для визуального отображения измерений, полученных по двум каналам. Все измерения добавляются автоматически.

Синий цвет – Канал 1, красный – Канал 2. График возможно масштабировать при помощи колёсика мыши и перемещаться, перетаскивая левую кнопку мыши в поле графика.

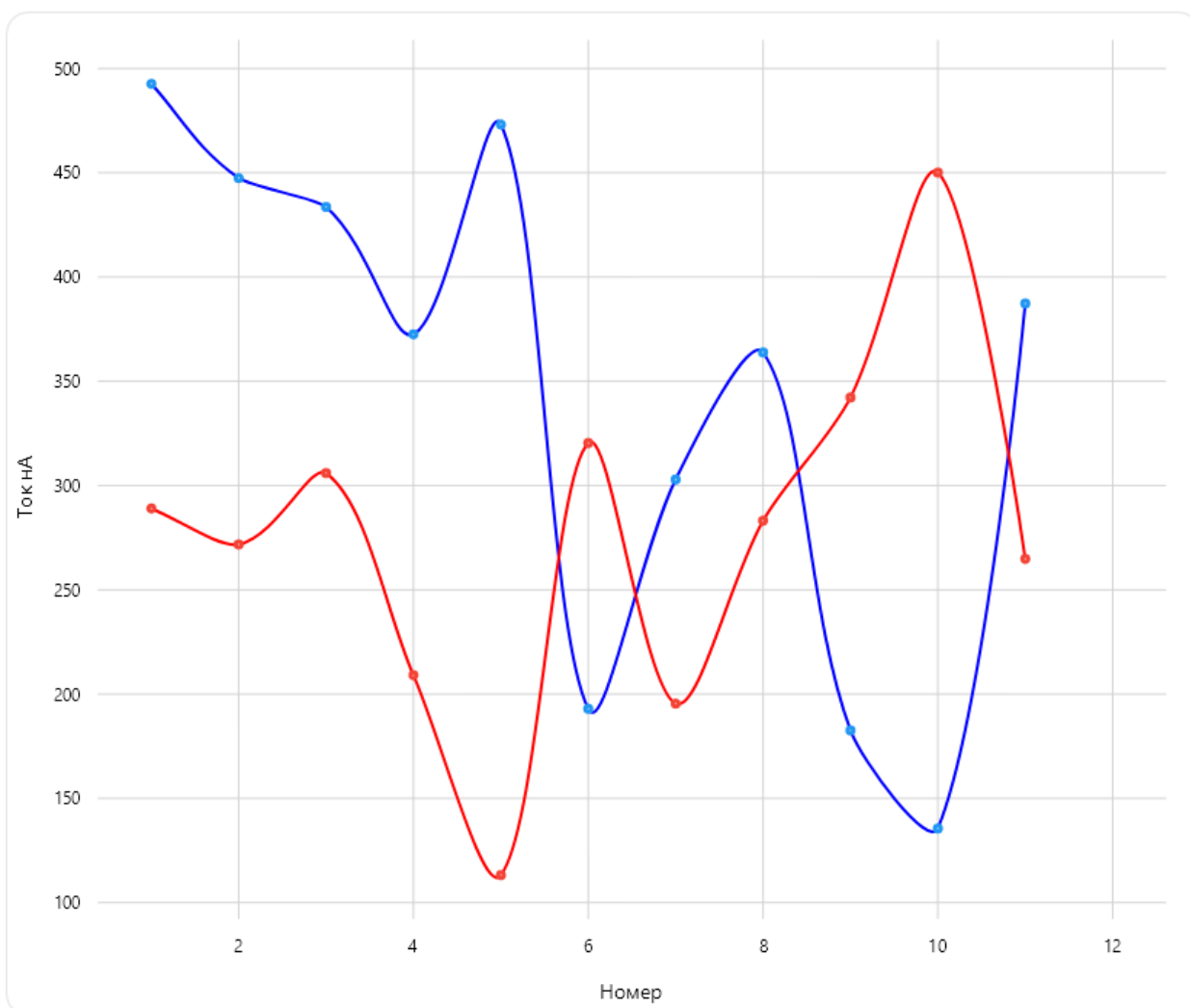


Рисунок 77 - График во вкладке точечные измерения

## 3.9 Боковая панель

Боковая панель предназначена для отображения оперативной информации об положении датчика излучения, значений полученных от электрометра и информации о статусе проведения очереди измерений. Панель доступна во всех вкладках, для удобства её можно скрыть или развернуть, нажав на кнопку < .

Интерфейс боковой панели включает в себя:

- 1) Интерфейс управления положением датчика излучения.

- 2) Интерфейс отображения данных от электрометра.
- 3) Статусная строка выполнения очереди измерений.
- 4) График текущего измерения.

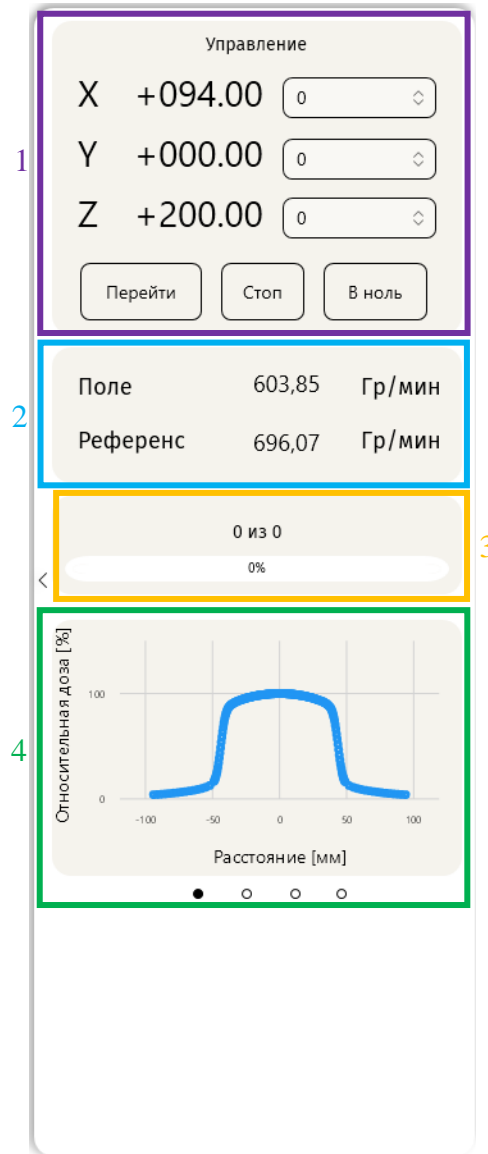


Рисунок 78 - Боковая панель

1 – интерфейс управления положением датчика излучения, 2 – интерфейс отображения данных от электрометра, 3 – статусная строка выполнения очереди измерений, 4 – график текущего измерения

### 3.9.1 Интерфейс управления положением датчика излучения

Интерфейс предназначен для ручного, оперативного управления перемещением датчика излучения. Он включает в себя индикаторы текущего положения для 3 координат, поля ввода требуемых координат и кнопки управления.

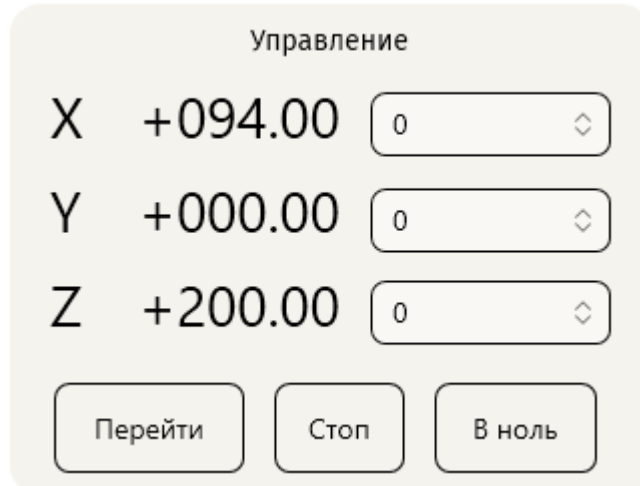
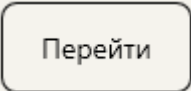
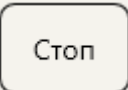
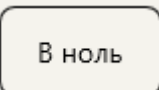


Рисунок 79 - Интерфейс управления положением датчика излучения

Интерфейс включает в себя:

- 1) Индикаторы положения датчика излучения для трёх координат.
- 2) Поля ввода координат по каждой из осей координат. Ввод координат происходит при помощи клавиатуры.
- 3) Кнопки управления.

Кнопки в интерфейсе управления положением датчика излучения:

	Предназначена для отправки датчика в указанное положение по всем трём координатам.
	Предназначена для оставки всех перемещений водного фантома.
	Предназначена для отправки датчика излучения в нулевое положение по всем координатам.



**Внимание:** при нажатии на кнопку *Перейти* датчик излучения будет двигаться по всем трём координатам в указанное положение! Если требуется перемещение только по 1 оси, для остальных в полях ввода укажите текущее значение координат.

### 3.9.2 Интерфейс отображения данных от электрометра

Интерфейс предназначен для индикации в реальном времени мощности дозы для каждого из двух датчиков излучения.

Поле	2,18	Гр/мин
Референс	1,84	Гр/мин

Рисунок 80 – Интерфейс отображения данных от электрометра

### 3.9.3 Статусная строка выполнения очереди измерений

Предназначена для индикации текущего состояния выполнения очереди.

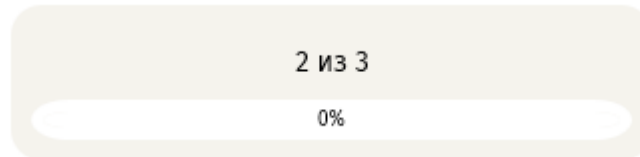


Рисунок 81 - Статусная строка выполнения очереди измерений

Числа сверху – информация количестве измерений в очереди и о номере текущего измерения. Пример: 2 из 3 означает, что сейчас происходит процесс измерения 2го измерения, а всего их в очереди 3. Ниже расположена строка, которая в процентах отображает процесс текущего измерения.

### 3.9.4 График текущего измерения

Миниатюрный график аналогичный тому, что отображается во вкладке Измерение. На графике в реальном времени можно наблюдать за построением изодозного распределения.

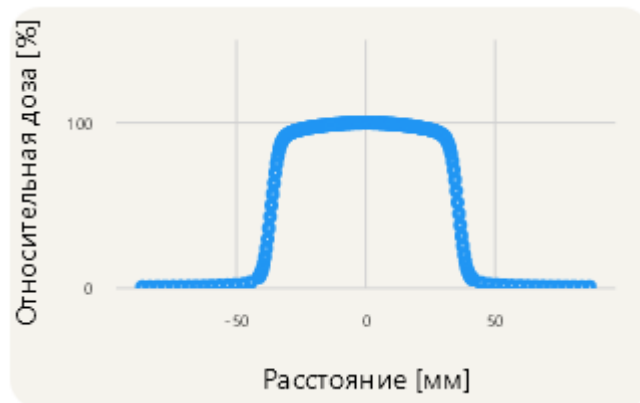


Рисунок 82 - График текущего измерения на боковой панели

## 3.10 Главное меню

Главное меню программы открывается при нажатии на кнопку «меню» (с тремя горизонтальными полосками), которая активна в любой вкладке программы. Главное меню программы содержит следующие кнопки:

1) Открыть. При нажатии программа автоматически переключается на вкладку Постобработка. Предназначена для открытия файла с измерениями, после нажатия открывается окно windows для выбора файла на жёстком диске ПК. Измерения появляются во вкладке Постобработка. Можно открыть файлы в формате \*.asc и \*.snctxt.

2) Сохранить. При нажатии программа автоматически переключается на вкладку Постобработка. Предназначена для сохранения

измерений в файл, после нажатия открывается окно windows для выбора директории для сохранения файла на жёстком диске ПК. Перед сохранением всплывает окно удаления дублирующихся точек, если выбрать Да, точки на одном графике с одинаковыми координатами и дозой будут удалены. Можно сохранить файлы в формате \*.asc и \*.snctxt.

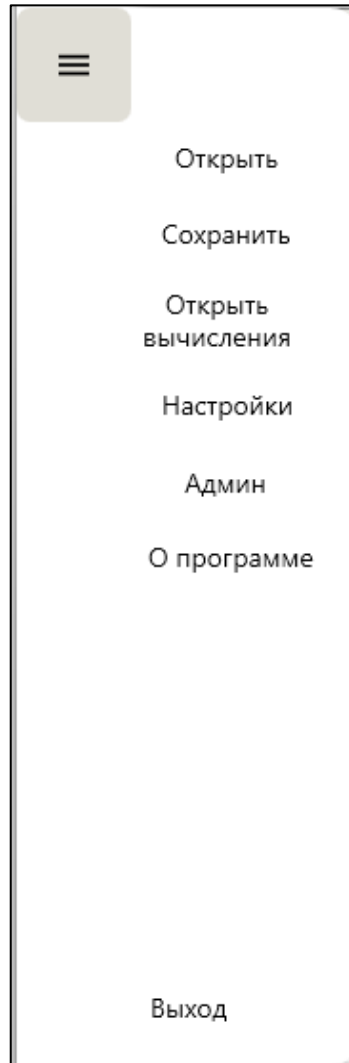


Рисунок 83 - Главное меню программы

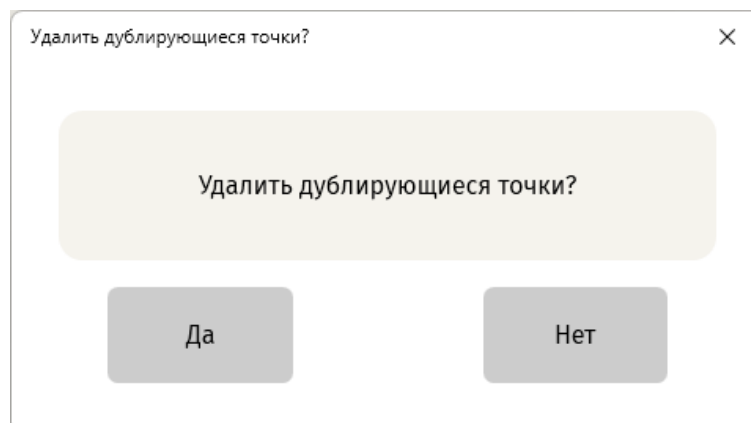


Рисунок 84 - Окно удаление дублирующихся точек

3) Открыть вычисления. При нажатии программа автоматически переключается на вкладку Постобработка. Предназначена для открытия дозовых распределений, сохраненных в файловую систему программы после проведения измерений. После нажатия открывается окно с файловой системой программы, в котором можно выбрать необходимое измерение левой кнопкой мыши и нажать на кнопку Постобработка. После этого измерения появятся во вкладке Постобработка.

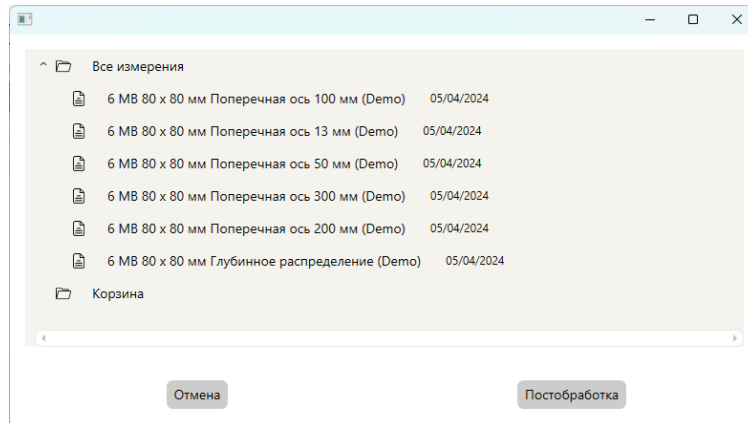


Рисунок 85 – Окно с файловой система для выбора измерения

4) Настройки. При нажатии открывается окно настроек. В настройках доступна 2 раздела:

- Оборудование, для выбора подключённого оборудование и указание настроек подключения к контроллеру водного фантома и электрометру.

- Создание очереди, для выбора настроек по умолчанию в процессе создания очереди, а также создания шаблонов параметров, которые в дальнейшем может будет выбирать в выпадающих списках.

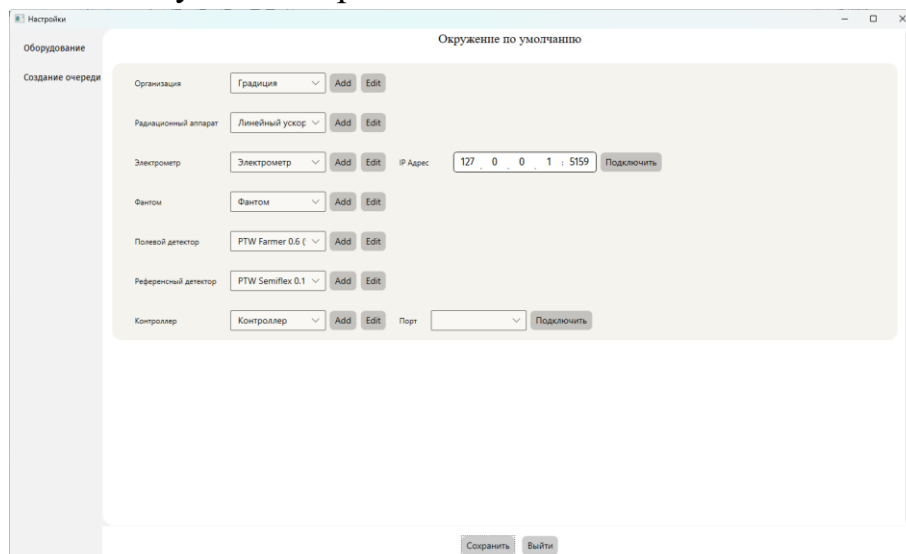


Рисунок 86 - Окно настроек

5) Админ. При нажатии открывается панель администратора, предоставляющая продвинутый доступ к информации, хранящейся в базе данных. С помощью панели, можно добавлять, изменять или удалять данные в базе.

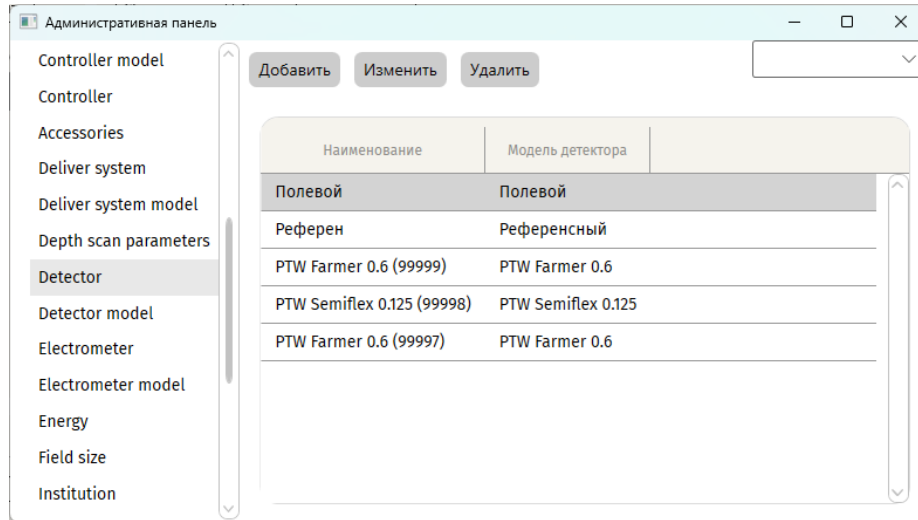


Рисунок 87 - Панель администратора

6) О программе. При нажатии открывается окно с информацией о программе, её версии.

7) Выход. Предназначена для закрытия программы.

### 3.11 Статусная панель

Статусная панель расположена в нижней части экрана в любой вкладке программы. На ней в левой части расположены индикаторы подключения к следующим компонентам:

- 1) Электрометр.
- 2) Водный фантом.
- 3) База данных.


Если оборудование подключено и работает без проблем то индикатор подсвечен зелёным цветом, в противном случае – красным.

В правой части статусной панели отображается время до окончания действия лицензионного ключа.




Рисунок 88 - Статусная панель



 technologies	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 65 / 81
---	---	--------------

## **СООБЩЕНИЯ ОПЕРАТОРУ**

Дополнительных сообщений оператору не предусмотрено.

 technologies	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 66 / 81
---	---	--------------

## **ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ**

АРМ – автоматизированное рабочее место

ПО – программное обеспечение

ПК – персональный компьютер

## Приложение 1. Протоколы анализа результатов клинической дозиметрии в ПО ТГКвизор

Протоколы для анализа процентно-глубинной дозы при облучении электронами:

AAPM TG-25, AAPM TG-51, DIN, TRS-277, TRS-398, ICRU-35, IEC-976, IPEMB, JSMP, NACP, NCS, AFSSAPS, Elekta, Siemens, Varian. Все расчёты производятся при переводе кривой ионизации в процентно-глубинную дозу.

### AAPM TG-25 имеет следующие параметры для расчета:


- PDD:

$D_z = M_z \cdot (S_{w,air}) \cdot P_{corr}$ , где  $D_z$  – относительная доза на глубине  $z$ ,  $M_z$  – ионизация на глубине  $z$ ,  $S_{w,air}$  – тормозная способность волны относительно воздуха наа глубине  $z$ ,  $P_{corr}$  – коэффициент возмущения;

$S_{w,air}$  – экстраполируется из таблицы II «Средняя массовая тормозная способность воды относительно воздуха вследствие столкновений при наличии ограничений как табличная функция глубины для электронных пучков с различными энергиями столкновений».

$P_{corr}$  – для камеры с электродами в параллельных плоскостях равняется 1; для цилиндрической ионизационной камеры экстраполируется из таблицы V «Коэффициент замены камеры  $P_{rep1}$  для цилиндрического коэффициента». Коэффициенты  $P_{corr}$  представлены в таблице как функция средней энергии на глубине  $z$ .

- $R_{100} = r_{OSD_{max}}$ ;
- $R_{50} = r_{OS_{0.5D_{max}}}$ ;
- $R_t = R_{90} = r_{OS_{0.9D_{max}}}$ ;
- $R_p$  – рассчитывается как глубина точки, в которой касательная в точке перегиба спадающей части кривой пересекает фон тормозного излучения  $R_p = (D_x \cdot b) / m$ , где  $b$  – свободный член,  $m$  – угловой коэффициент;
- $R_q$  – рассчитывается как глубина точки, в которой касательная в точке перегиба спадающей части кривой пересекает уровень  $D_{max}$   $R_q = (D_x \cdot b) / m$ , где  $b$  – свободный член,  $m$  – угловой коэффициент;
- $D_s$  – рассчитывается как доза на глубине 0.5 мм  
 $D_s = dose_{0.5}$ ;
- $D_x$  – определяется в последней точке измерения  
 $D_x = dose_{last}$ ;

	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 68 / 81
---	---	--------------

- $G_0 = \frac{R_p}{R_p - R_q}$ ;
- $E_{p0} = C_1 + C_2 R_p + C_3 R_p^2$ , где  $C_1 = 0.22$  МэВ,  $C_2 = 1.98$  МэВсм<sup>-1</sup>,  $C_3 = 0.0025$  МэВсм<sup>-2</sup>
- $E_0 = C_4 R_{50}$ , где  $C_4 = 2.33$  МэВсм<sup>-1</sup>.

### **AAPM TG-51 имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD:

$$D_z = M_z * (S_{w,air})_z * P_{corr};$$

$$(S_{w,air})_z = \frac{a + b(\ln R_{50}) + c(\ln R_{50})^2 + d\left(\frac{z}{R_{50}}\right)}{1 + e(\ln R_{50}) + f(\ln R_{50})^2 + g(\ln R_{50})^3 + h\left(\frac{z}{R_{50}}\right)}$$

, где  $a = 1,0752$ ,  $b = -0,50867$ ,  $c = 0,088670$ ,  $d = -0,08402$ ,  $e = -0,42806$ ,  $f = 0,064627$ ,  $g = 0,003085$ ,  $h = -0,12460$ ;

$P_{corr}$  – для камеры с электродами в параллельных плоскостях равняется 1; для цилиндрической ионизационной камеры экстраполируется из таблицы V «Коэффициент замены камеры  $P_{ref}$  для цилиндрического коэффициента». Коэффициенты  $P_{corr}$  представлены в таблице как функция средней энергии на глубине  $z$ .

- $R_{ref} = 0.6R_{50} - 0.1$  см;
- $R_{50}$  определяется после расчёта AAPM TG-51:  
 $R_{50} = 1.029 \cdot I_{50} - 0.06$  см ( $2 \leq I_{50} \leq 10$  см)  
 $R_{50} = 1.059 \cdot I_{50} - 0.37$  см ( $I_{50} \geq 10$  см),  
где  $I_{50}$  — глубина точки на уровне 50 % максимальной ионизации на кривой глубины-ионизации, скорректированной для градиентных эффектов. В противном случае  $R_{50}$  соответствует глубине на уровне дозы 50 %.

### **DIN имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD:

$$D_z = M_z * (S_{w,air})_z * P_{corr};$$

$$(S_{w,air})_z = \frac{a + b(\ln R_{50}) + c(\ln R_{50})^2 + d\left(\frac{z}{R_{50}}\right)}{1 + e(\ln R_{50}) + f(\ln R_{50})^2 + g(\ln R_{50})^3 + h\left(\frac{z}{R_{50}}\right)},$$

где  $a = 1,0752$ ,  $b = -0,50867$ ,  $c = 0,088670$ ,  $d = -0,08402$ ,  $e = -0,42806$ ,  $f = 0,064627$ ,  $g = 0,003085$ ,  $h = -0,12460$ ;

$P_{corr}$  – для камер с электродами в параллельных плоскостях и с ограждением в форме колодца равняется 1; для цилиндрической

камеры с радиусом  $r$ :

$$P_{corr}(z) = 1 - 0.02155 \cdot r \cdot e^{-0.2525 \cdot R_{50} \cdot \left(1 - \frac{z}{1.271 \cdot R_{50} - 0.23}\right)};$$

для камер Markus:

$$P_{corr}(z) = \frac{1}{1 + e^{a \cdot \left(\frac{z}{R_{50}} + b + c \cdot R_{50} + d \cdot z\right)}},$$

где  $a = 0,1498$ ,  $b = -21,7336$ ,  $c = -4,3379$ ,  $d = 4,0487$ ;

- $R_{100} = \text{pos}_{D_{\max}}$ ;
- $R_{50} = \text{pos}_{0.5D_{\max}}$ ;
- $R_{\text{ref}} = 0.6R_{50} - 0.1 \text{ cm}$ ;
- $R_t = R_{80} = \text{pos}_{0.8D_{\max}}$ ;
- $R_p = (1.271 * R_{50}) - 0.23 \text{ cm}$
- $D_s$  – рассчитывается как доза на глубине 0.07 мм  
 $D_s = \text{dose}_{0.07}$ ;
- $E_{p0} = C_1 + C_2 R_p + C_3 R_p^2$ , где  $C_1 = 0.22 \text{ МэВ}$ ,  $C_2 = 1.98 \text{ МэВсм}^{-1}$ ,  $C_3 = 0.0025 \text{ МэВсм}^{-2}$
- $E_0 = C_4 R_{50}$ , где  $C_4 = 2.33 \text{ МэВсм}^{-1}$ .

**TRS-277 имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD:  
 $D_z = M_z * (S_{w,\text{air}})_z * P_{\text{corr}}$ ;  
 $S_{w,\text{air}}$  – экстраполируется из таблицы «Тормозная способность воды относительно воздуха для электронных пучков как функция  $E_0$  и глубины фантома»  
 $P_{\text{corr}}$  – экстраполируется из таблицы «Поправочные коэффициенты возмущения для электронных пучков» и перечисляются в таблице в соответствии со средней энергией электрона  $E_z$ .
- $R_{100} = \text{pos}_{D_{\max}}$ ;
- $R_{50} = \text{pos}_{0.5D_{\max}}$ ;
- $R_t = R_{85} = \text{pos}_{0.85D_{\max}}$ ;
- $R_p = (1.271 * R_{50}) - 0.23 \text{ cm}$
- $D_x$  – определяется в последней точке измерения  
 $D_x = \text{dose}_{\text{last}}$ ;
- $E_{p0} = C_1 + C_2 R_p + C_3 R_p^2$ , где  $C_1 = 0.22 \text{ МэВ}$ ,  $C_2 = 1.98 \text{ МэВсм}^{-1}$ ,  $C_3 = 0.0025 \text{ МэВсм}^{-2}$

**TRS-398 имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD:

$$D_z = M_z \cdot (S_{w,air})_z \cdot P_{corr};$$

$$(S_{w,air})_z = \frac{a + b(\ln R_{50}) + c(\ln R_{50})^2 + d\left(\frac{z}{R_{50}}\right)}{1 + e(\ln R_{50}) + f(\ln R_{50})^2 + g(\ln R_{50})^3 + h\left(\frac{z}{R_{50}}\right)},$$

где  $a = 1,0752$ ,  $b = -0,50867$ ,  $c = 0,088670$ ,  $d = -0,08402$ ,  $e = -0,42806$ ,  $f = 0,064627$ ,  $g = 0,003085$ ,  $h = -0,12460$ ;

$P_{corr}$  – для камер с электродами в параллельных плоскостях и с ограждением в форме колодца равняется 1. Использование других камер не рекомендуется;

- $R_{ref} = 0.6R_{50} - 0.1 \text{ cm}$ ;

- $R_{50}$  определяется после расчёта AAPM TG-51:

$$R_{50} = 1.029 \cdot I_{50} - 0.06 \text{ cm} \quad (2 \leq I_{50} \leq 10 \text{ cm})$$

$$R_{50} = 1.059 \cdot I_{50} - 0.37 \text{ cm} \quad (I_{50} \geq 10 \text{ cm}),$$

где  $I_{50}$  — глубина точки на уровне 50 % максимальной ионизации на кривой глубины-ионизации, скорректированной для градиентных эффектов. В противном случае  $R_{50}$  соответствует глубине на уровне дозы 50 %.

### ICRU-35 имеет следующие параметры для расчета:

- PDD:

$$D_z = M_z \cdot (S_{w,air})_z \cdot P_{corr};$$

$S_{w,air}$  – экстраполируется из таблицы 6.3 как функция  $E_0$

$P_{corr}$  – для камер с электродами в параллельных плоскостях равняется 1. Для наперстковой ионизационной камеры на эталонной глубине некоторые значения представлены в таблице 6.4 как функция радиуса и  $E_z$ .

- $R_{100} = \text{pos}_{D_{max}}$ ;

- $R_{50} = \text{pos}_{0.5D_{max}}$ ;

- $R_t = R_{85} = \text{pos}_{0.85D_{max}}$ ;

- $R_p$  – рассчитывается как глубина точки, в которой касательная в точке перегиба спадающей части кривой пересекает фон тормозного излучения  $R_p = (D_x \cdot b) / m$ , где  $b$  – свободный член,  $m$  – угловой коэффициент;

- $R_q$  – рассчитывается как глубина точки, в которой касательная в точке перегиба спадающей части кривой пересекает уровень  $D_{max}$   $R_q = (D_x \cdot b) / m$ , где  $b$  – свободный член,  $m$  – угловой коэффициент;

- $D_s$  – рассчитывается как доза на глубине 0.5 мм

$$D_s = \text{dose}_{0.5};$$

- $D_x$  – определяется в последней точке измерения  
 $D_x = dose_{last}$ ;
- $G_0 = \frac{R_p}{R_p - R_q}$ ;
- $E_{p0} = C_1 + C_2 R_p + C_3 R_p^2$ , где  $C_1 = 0.22$  МэВ,  $C_2 = 1.98$  МэВсм<sup>-1</sup>,  $C_3 = 0.0025$  МэВсм<sup>-2</sup>
- $E_0 = C_4 R_{50}$ , где  $C_4 = 2.33$  МэВсм<sup>-1</sup>.

#### **IES-976 имеет следующие параметры для расчета:**


- PDD – соответствует рекомендациям AAPM TG-51;
- $R_{100} = r_{OSDmax}$ ;
- $R_{80} = r_{OS0.8Dmax}$ ;
- $R_{90} = r_{OS0.9Dmax}$ ;
- $R_p$  – рассчитывается как глубина точки, в которой касательная в точке перегиба спадающей части кривой пересекает фон тормозного излучения  $R_p = (D_x \cdot b) / m$ , где  $b$  – свободный член,  $m$  – угловой коэффициент;
- $D_s$  – рассчитывается как доза на глубине 0.5 мм  
 $D_s = dose_{0.5}$ ;
- $G_0 = \frac{R_p}{R_{80}}$ .

#### **IREMB имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD – соответствует рекомендациям AAPM TG-51;
- $R_{100} = r_{OSDmax}$ ;
- $R_{50} = r_{OS0.5Dmax}$ ;
- $R_p$  – рассчитывается как глубина точки, в которой касательная в точке перегиба спадающей части кривой пересекает фон тормозного излучения  $R_p = (D_x \cdot b) / m$ , где  $b$  – свободный член,  $m$  – угловой коэффициент;
- $D_x$  – определяется в последней точке измерения  
 $D_x = dose_{last}$ ;
- $E_0 = 0.656 + 2.059 R_{50} + 0.022 R_{50}^2$

#### **JSMP имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD – соответствует рекомендациям AAPM TG-51;
- $R_{ref} = 0.6 R_{50} - 0.1$  см;
- $R_{50}$  определяется после расчёта AAPM TG-51:  
 $R_{50} = 1.029 \cdot I_{50} - 0.06$  см ( $2 \leq I_{50} \leq 10$  см)

	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 72 / 81
---	---	--------------

$R_{50} = 1.059 \cdot I_{50} - 0.37 \text{ cm}$  ( $I_{50} \geq 10 \text{ cm}$ ),  
где  $I_{50}$  — глубина точки на уровне 50 % максимальной ионизации на кривой глубины-ионизации, скорректированной для градиентных эффектов. В противном случае  $R_{50}$  соответствует глубине на уровне дозы 50 %.

**НАСР имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD:  
 $D_z = M_z \cdot (S_{w,air})_z \cdot P_{corr}$ ;  
 $S_{w,air}$  — экстраполируется из таблицы 7 как функция  $E_0$   
 $P_{corr}$  — для камер с электродами в параллельных плоскостях равняется 1.  $R_{100} = r_{OSD_{max}}$ ;
- $R_{50} = r_{OS0.5D_{max}}$ ;
- $R_t = R_{85} = r_{OS0.85D_{max}}$ ;
- $R_p$  — рассчитывается как глубина точки, в которой касательная в точке перегиба спадающей части кривой пересекает фон тормозного излучения  $R_p = (D_x \cdot b) / m$ , где  $b$  — свободный член,  $m$  — угловой коэффициент;
- $R_q$  — рассчитывается как глубина точки, в которой касательная в точке перегиба спадающей части кривой пересекает уровень  $D_{max}$   
 $R_q = (D_x \cdot b) / m$ , где  $b$  — свободный член,  $m$  — угловой коэффициент;
- $D_s$  — рассчитывается как доза на глубине 0.5 мм  
 $D_s = dose_{0.5}$ ;
- $D_x$  — определяется в последней точке измерения  
 $D_x = dose_{last}$ ;
- $G_0 = \frac{R_p}{R_p - R_q}$ ;
- $E_{p0} = C_1 + C_2 R_p + C_3 R_p^2$ , где  $C_1 = 0.22 \text{ МэВ}$ ,  $C_2 = 1.98 \text{ МэВсм}^{-1}$ ,  $C_3 = 0.0025 \text{ МэВсм}^{-2}$

**NCS имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD — соответствует рекомендациям TRS-398;
- $R_{100} = r_{OSD_{max}}$ ;
- $R_{ref} = 0.6 R_{50} - 0.1 \text{ cm}$ ;
- $R_{50}$  определяется после расчёта AAPM TG-51:  
 $R_{50} = 1.029 \cdot I_{50} - 0.06 \text{ cm}$  ( $2 \leq I_{50} \leq 10 \text{ cm}$ )  
 $R_{50} = 1.059 \cdot I_{50} - 0.37 \text{ cm}$  ( $I_{50} \geq 10 \text{ cm}$ ),



где  $I_{50}$  — глубина точки на уровне 50 % максимальной ионизации на кривой глубины-ионизации, скорректированной для градиентных эффектов. В противном случае  $R_{50}$  соответствует глубине на уровне дозы 50 %.

**AFSSAPS имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD – соответствует рекомендациям TRS-398;
- $R_{50} = \rho_{0.5D_{max}}$ ;
- $R_t = R_{90} = \rho_{0.9D_{max}}$ ;
- $R_p = (1.271 * R_{50}) - 0.23 \text{ cm}$
- $E_{p0} = C_1 + C_2 R_p + C_3 R_p^2$ , где  $C_1 = 0.22 \text{ МэВ}$ ,  $C_2 = 1.98 \text{ МэВсм}^{-1}$ ,  $C_3 = 0.0025 \text{ МэВсм}^{-2}$
- $E_0 = C_4 R_{50}$ , где  $C_4 = 2.33 \text{ МэВсм}^{-1}$ .

**Elekta имеет следующие параметры для расчета:**


- PDD – соответствует рекомендациям AAPM TG-51;
- $R_{80} = \rho_{0.8D_{max}}$ ;
- $D_x = R_p + 100 \text{ mm}$ ;

**Siemens имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD – соответствует рекомендациям AAPM TG-51;
- $R_{100} = \rho_{0.1D_{max}}$ ;
- $R_{80} = \rho_{0.8D_{max}}$ ;
- $R_{30} = \rho_{0.3D_{max}}$ ;
- $R_p$  – рассчитывается как глубина точки, в которой касательная в точке перегиба спадающей части кривой пересекает фон тормозного излучения  $R_p = (D_x * b) / m$ , где  $b$  – свободный член,  $m$  – угловой коэффициент;
- $D_s$  – рассчитывается как доза на глубине 0 мм  
 $D_s = \text{dose}_0$ ;
- $D_x = R_{10} + 100 \text{ mm}$ ;

**Varian имеет следующие параметры для расчета:**

- PDD – соответствует рекомендациям AAPM TG-51;
- $R_{80} = \rho_{0.8D_{max}}$ ;
- $R_{30} = \rho_{0.3D_{max}}$ ;
- $D_x = R_{10} + 100 \text{ mm}$ ;

	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 74 / 81
---	---	--------------

Протоколы для анализа профилей при облучении электронами: DIN, IEC-976, AFSSAPS, Elekta, Siemens, Varian. Все расчёты производятся внутри области уплощения.

**DIN имеет следующие параметры для расчета:**


- FlatnessArea =  
FieldWidth - 2cm, если  $2\text{ cm} \leq \text{FieldWidth} \leq 10\text{ cm}$   
80% \* FieldWidth, если  $10\text{ cm} < \text{FieldWidth} \leq 30\text{ cm}$   
FieldWidth - 6 cm, если  $30\text{ cm} < \text{FieldWidth}$ ;
- Center =  $\text{BeamEdge}_{\text{left}} + (\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}) / 2$ , где BeamEdge – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- FieldSize =  $|\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}|$
- Pan<sub>left</sub> =  $R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- Pan<sub>right</sub> =  $R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;
- Flatness =  $100 * (D_{\text{max}} / D_{\text{min}})$ ;
- Symmetry =  $\text{MAX} \left( \left[ \frac{\text{Point}_L}{\text{Point}_R} \right] \cdot \left[ \frac{\text{Point}_R}{\text{Point}_L} \right] \right)$ .

**IEC-976 имеет следующие параметры для расчета:**

- FlatnessArea – область, ограничено линией в 1 см внутри 90 % контура изодозы;
- Center =  $\text{BeamEdge}_{\text{left}} + (\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}) / 2$ , где BeamEdge – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- Pan<sub>left</sub> =  $R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- Pan<sub>right</sub> =  $R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;
- Flatness =  $100 * (D_{\text{max}} / D_{\text{min}})$ ;
- Symmetry =  $100 \cdot \text{MAX} \left( \left[ \frac{\text{Point}_L}{\text{Point}_R} \right] \cdot \left[ \frac{\text{Point}_R}{\text{Point}_L} \right] \right)$
- Deviation =  $100 * (D_{\text{max}} / D_{\text{center}})$ ;

**AFSSAPS имеет следующие параметры для расчета:**

- FlatnessArea – область, внутри 90 % контура изодозы;
- Center =  $\text{BeamEdge}_{\text{left}} + (\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}) / 2$ , где BeamEdge – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- FieldSize =  $|\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}|$
- Pan<sub>left</sub> =  $R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- Pan<sub>right</sub> =  $R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;

	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 75 / 81
---	---	--------------

- Flatness =  $L_{90} / L_{50}$ ;
- Symmetry =  $100 \cdot \text{MAX} \left( \left[ \frac{\text{Point}_L}{\text{Point}_R} \right] \cdot \left[ \frac{\text{Point}_R}{\text{Point}_L} \right] \right)$ .
- Deviation =  $100 \cdot \text{MAX} \left( \left[ \frac{|D_{\min} - D_{\text{cax}}|}{D_{\text{cax}}} \right] \cdot \left[ \frac{|D_{\max} - D_{\text{cax}}|}{D_{\text{cax}}} \right] \right)$ .

**Elekta имеет следующие параметры для расчета:**


- FlatnessArea – область, ограничено линией в 1 см внутри 90 % контура изодозы;
- Center =  $\text{BeamEdge}_{\text{left}} + (\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}) / 2$ , где BeamEdge – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- Pan<sub>left</sub> =  $R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- Pan<sub>right</sub> =  $R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;
- Flatness =  $100 * (D_{\max} / D_{\text{avrg}})$ , где  $D_{\text{avrg}} = (D_{\max} + D_{\min}) / 2$ ;
- Symmetry =  $100 \cdot \text{MAX} \left( \left[ \frac{\text{Point}_L}{\text{Point}_R} \right] \cdot \left[ \frac{\text{Point}_R}{\text{Point}_L} \right] \right)$ .
- Deviation =  $100 \cdot \text{MAX} \left( \left[ \frac{|D_{\min} - D_{\text{cax}}|}{D_{\text{cax}}} \right] \cdot \left[ \frac{|D_{\max} - D_{\text{cax}}|}{D_{\text{cax}}} \right] \right)$ .

**Siemens имеет следующие параметры для расчета:**

- FlatnessArea = FieldWidth - 3cm;
- Center =  $\text{BeamEdge}_{\text{left}} + (\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}) / 2$ , где BeamEdge – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- FieldSize =  $|\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}|$
- Pan<sub>left</sub> =  $R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- Pan<sub>right</sub> =  $R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;
- Flatness =  $100 * (D_{\max} / D_{\min})$ ;
- Symmetry =  $\frac{100 \cdot \frac{|Area_L - Area_R|}{(Area_L + Area_R)}}{2}$
- Deviation =  $100 \cdot \text{MAX} \left( \left[ \frac{|D_{\min} - D_{\text{cax}}|}{D_{\text{cax}}} \right] \cdot \left[ \frac{|D_{\max} - D_{\text{cax}}|}{D_{\text{cax}}} \right] \right)$ .

**Varian имеет следующие параметры для расчета:**

- FlatnessArea = 80% \* FieldWidth;
- Center =  $\text{BeamEdge}_{\text{left}} + (\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}) / 2$ , где BeamEdge – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- FieldSize =  $|\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}|$
- Pan<sub>left</sub> =  $R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- Pan<sub>right</sub> =  $R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;

	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 76 / 81
---	---	--------------

- Flatness =  $100 * (D_{max} - D_{min}) / (D_{max} + D_{min})$ ;
- Symmetry =  $MAX \left( \left[ \frac{Point_L}{Point_R} \right], \left[ \frac{Point_R}{Point_L} \right] \right)$ .

Протоколы для анализа глубины проникновения фотонов:  
AAPM TG-25, AAPM TG-51, DIN, TRS-277, TRS-398, IEC-976, JSMP,  
NACP, NCS, AFSSAPS, Elekta, Siemens, Varian.

**AAPM TG-25 имеет следующие параметры для расчета:**

- $D_{100} = dose_{100}$ ;
- $D_{200} = dose_{200}$ ;
- $Q_i = D_{200} / D_{100}$ ;

**AAPM TG-51 имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = r_{OSD_{max}}$ ;
- $D_{max} = dose_{max}$ ;
- $D_{100} = dose_{100mm}$ ;

**DIN имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = r_{OSD_{max}}$ ;
- $R_{50} = r_{OS0.5D_{max}}$ ;
- $D_s$  – рассчитывается как доза на глубине 0.07 мм  
 $D_s = dose_{0.07}$ ;
- $D_{100} = dose_{100}$ ;
- $D_{200} = dose_{200}$ ;
- $Q_i = 1.2661 * (D_{200} / D_{100}) - 0.0595$ ;

**TRS-277 имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = r_{OSD_{max}}$ ;
- $D_{100} = dose_{100}$ ;
- $D_{200} = dose_{200}$ ;
- $Q_i = D_{200} / D_{100}$ ;

**TRS-398 имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = r_{OSD_{max}}$ ;
- $D_{100} = dose_{100}$ ;
- $D_{200} = dose_{200}$ ;
- $Q_i = D_{200} / D_{100}$ ;

**IES-976 имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = \text{pos}_{D_{\max}}$ ;
- $R_{80} = \text{pos}_{0.8D_{\max}}$ ;
- $Q_i = D_{200}/D_{100}$ ;

**JSMP имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = \text{pos}_{D_{\max}}$ ;
- $D_{\max} = \text{dose}_{\max}$ ;
- $D_{100} = \text{dose}_{100\text{mm}}$ ;

**NACP имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = \text{pos}_{D_{\max}}$ ;
- $R_{50} = \text{pos}_{0.5D_{\max}}$ ;
- $D_s$  – рассчитывается как доза на глубине 0.5 мм  
 $D_s = \text{dose}_{0.5}$ ;
- $D_{\max} = \text{dose}_{\max}$ ;
- $D_{100} = \text{dose}_{100}$ ;
- $D_{200} = \text{dose}_{200}$ ;
- $Q_i = D_{100}/D_{200}$ ;

**NCS имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = \text{pos}_{D_{\max}}$ ;
- $D_{100} = \text{dose}_{100}$ ;
- $D_{200} = \text{dose}_{200}$ ;
- $Q_i = 1.2661 * (D_{200}/D_{100}) - 0.0595$ ;

**AFSSAPS имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = \text{pos}_{D_{\max}}$ ;
- $D_{100} = \text{dose}_{100}$ ;
- $D_{200} = \text{dose}_{200}$ ;
- $Q_i = D_{200}/D_{100}$ ;

**Elekta имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = \text{pos}_{D_{\max}}$ ;
- $R_{50} = \text{pos}_{0.5D_{\max}}$ ;
- $D_{100} = \text{dose}_{100}$ ;

**Siemens имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = p_{OSD_{max}}$ ;
- $D_{max} = dose_{max}$ ;
- $D_{100} = dose_{100mm}$ ;
- $D_{200} = dose_{200mm}$ ;

**Varian имеет следующие параметры для расчета:**

- $R_{100} = p_{OSD_{max}}$ ;
- $D_{100} = dose_{100}$ ;

Протоколы для анализа профилей фотонов при наличии сглаживающего фильтра:

DIN, IEC-976, AFSSAPS, Elekta, Siemens, Varian. Все расчёты производятся внутри области уплощения.

**DIN имеет следующие параметры для расчета:**

- FlatnessArea =  
 FieldWidth - 2cm, если  $2\text{ cm} \leq \text{FieldWidth} \leq 10\text{ cm}$   
 $80\% * \text{FieldWidth}$ , если  $10\text{ cm} < \text{FieldWidth} \leq 30\text{ cm}$   
 FieldWidth - 6 cm, если  $30\text{ cm} < \text{FieldWidth}$ ;
- $\text{Center} = \text{BeamEdge}_{left} + (\text{BeamEdge}_{right} - \text{BeamEdge}_{left}) / 2$ , где  
 BeamEdge – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- $\text{FieldSize} = |\text{BeamEdge}_{right} - \text{BeamEdge}_{left}|$
- $\text{Pan}_{left} = R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- $\text{Pan}_{right} = R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;
- $\text{Flatness} = 100 * (D_{max} / D_{min})$ ;
- $\text{Symmetry} = \text{MAX} \left( \left[ \frac{\text{Point}_L}{\text{Point}_R} \right], \left[ \frac{\text{Point}_R}{\text{Point}_L} \right] \right)$ .

**IEC-976 имеет следующие параметры для расчета:**

- FlatnessArea =  
 для Inline/Crossline:  
 FieldWidth - 2cm, если  $5\text{ cm} \leq \text{FieldWidth} \leq 10\text{ cm}$   
 $80\% * \text{FieldWidth}$ , если  $10\text{ cm} < \text{FieldWidth} \leq 30\text{ cm}$   
 FieldWidth - 6 cm, если  $30\text{ cm} < \text{FieldWidth}$ ;  
 Для Diagonal:  
 FieldWidth - 4cm, если  $5\text{ cm} \leq \text{FieldWidth} \leq 10\text{ cm}$   
 $60\% * \text{FieldWidth}$ , если  $10\text{ cm} < \text{FieldWidth} \leq 30\text{ cm}$   
 FieldWidth - 12 cm, если  $30\text{ cm} < \text{FieldWidth}$ ;


- $Center = BeamEdge_{left} + (BeamEdge_{right} - BeamEdge_{left}) / 2$ , где  $BeamEdge$  – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- $Pan_{left} = R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- $Pan_{right} = R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;
- $Flatness = 100 * (D_{max} / D_{min})$ ;
- $Symmetry = 100 \cdot MAX \left( \left[ \frac{Point_L}{Point_R} \right] \cdot \left[ \frac{Point_R}{Point_L} \right] \right)$
- $Deviation = 100 * (D_{max} / D_{center})$ ;

#### **AFSSAPS имеет следующие параметры для расчета:**

- $FlatnessArea =$   
 для Inline/Crossline:  
 –, если  $FieldWidth < 5 \times 5 \text{ cm}$   
 $60\% * FieldWidth$ , если  $5 \times 5 \text{ cm} \geq FieldWidth \leq 10 \times 10 \text{ cm}$   
 $80\% * FieldWidth$ , если  $FieldWidth \geq 10 \times 10 \text{ cm}$ ;  
 Для Diagonal:  
 –, если  $FieldWidth < 5 \times 5 \text{ cm}$   
 $60\% * FieldWidth$ , если  $5 \times 5 \text{ cm} \geq FieldWidth \leq 10 \times 10 \text{ cm}$   
 $70\% * FieldWidth$ , если  $FieldWidth \geq 10 \times 10 \text{ cm}$ ;
- $Center = BeamEdge_{left} + (BeamEdge_{right} - BeamEdge_{left}) / 2$ , где  $BeamEdge$  – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- $FieldSize = |BeamEdge_{right} - BeamEdge_{left}|$
- $Pan_{left} = R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- $Pan_{right} = R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;
- $Flatness = 100 * (D_{max} - D_{min}) / (D_{max} + D_{min})$ ;
- $Symmetry = 100 \cdot MAX \left( \left[ \frac{Point_L}{Point_R} \right] \cdot \left[ \frac{Point_R}{Point_L} \right] \right)$ .
- $Deviation = 100 \cdot MAX \left( \left[ \frac{|D_{min} - D_{cax}|}{D_{cax}} \right] \cdot \left[ \frac{|D_{max} - D_{cax}|}{D_{cax}} \right] \right)$ .

#### **Elekta имеет следующие параметры для расчета:**

- $FlatnessArea =$   
 для Inline/Crossline:  
 $FieldWidth - 2 \text{ cm}$ , если  $5 \text{ cm} \leq FieldWidth \leq 10 \text{ cm}$   
 $80\% * FieldWidth$ , если  $10 \text{ cm} < FieldWidth \leq 30 \text{ cm}$   
 $FieldWidth - 6 \text{ cm}$ , если  $30 \text{ cm} < FieldWidth$ ;  
 Для Diagonal:  
 $FieldWidth - 4 \text{ cm}$ , если  $5 \text{ cm} \leq FieldWidth \leq 10 \text{ cm}$   
 $60\% * FieldWidth$ , если  $10 \text{ cm} < FieldWidth \leq 30 \text{ cm}$

	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 80 / 81
---	---	--------------

FieldWidth - 12 cm, если  $30 \text{ cm} < \text{FieldWidth}$ ;

- $\text{Center} = \text{BeamEdge}_{\text{left}} + (\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}) / 2$ , где BeamEdge – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- $\text{Pan}_{\text{left}} = R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- $\text{Pan}_{\text{right}} = R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;
- $\text{Flatness} = 100 * (D_{\text{max}} / D_{\text{avg}})$ , где  $D_{\text{avg}} = (D_{\text{max}} + D_{\text{min}}) / 2$ ;
- $\text{Symmetry} = 100 \cdot \text{MAX} \left( \left[ \frac{\text{Point}_L}{\text{Point}_R} \right] \cdot \left[ \frac{\text{Point}_R}{\text{Point}_L} \right] \right)$ .
- $\text{Deviation} = 100 \cdot \text{MAX} \left( \left[ \frac{|D_{\text{min}} - D_{\text{cax}}|}{D_{\text{cax}}} \right] \cdot \left[ \frac{|D_{\text{max}} - D_{\text{cax}}|}{D_{\text{cax}}} \right] \right)$ .


**Siemens имеет следующие параметры для расчета:**

- $\text{FlatnessArea} = 80\% * \text{FieldWidth}$ ;
- $\text{Center} = \text{BeamEdge}_{\text{left}} + (\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}) / 2$ , где BeamEdge – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- $\text{FieldSize} = |\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}|$
- $\text{Pan}_{\text{left}} = R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- $\text{Pan}_{\text{right}} = R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;
- $\text{Flatness} = 100 * (D_{\text{max}} / D_{\text{min}})$ ;
- $\text{Symmetry} = \frac{100 \cdot \frac{|\text{Area}_L - \text{Area}_R|}{(\text{Area}_L + \text{Area}_R)}}{2}$
- $\text{Deviation} = 100 \cdot \text{MAX} \left( \left[ \frac{|D_{\text{min}} - D_{\text{cax}}|}{D_{\text{cax}}} \right] \cdot \left[ \frac{|D_{\text{max}} - D_{\text{cax}}|}{D_{\text{cax}}} \right] \right)$ .

**Varian имеет следующие параметры для расчета:**

- $\text{FlatnessArea} = 80\% * \text{FieldWidth}$ ;
- $\text{Center} = \text{BeamEdge}_{\text{left}} + (\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}) / 2$ , где BeamEdge – границы пучка, определяемые по точкам с уровнями дозы в 50%;
- $\text{FieldSize} = |\text{BeamEdge}_{\text{right}} - \text{BeamEdge}_{\text{left}}|$
- $\text{Pan}_{\text{left}} = R_{80}(\text{left of cax}) - R_{20}(\text{left of cax})$ ;
- $\text{Pan}_{\text{right}} = R_{80}(\text{right of cax}) - R_{20}(\text{right of cax})$ ;
- $\text{Flatness} = 100 * (D_{\text{max}} - D_{\text{min}}) / (D_{\text{max}} + D_{\text{min}})$ ;
- $\text{Symmetry} = \text{MAX} \left( \left[ \frac{\text{Point}_L}{\text{Point}_R} \right] \cdot \left[ \frac{\text{Point}_R}{\text{Point}_L} \right] \right)$ .



 technologies	ТГКвизор Руководство оператора RU.СЦТГ.00001-01 01 34	Лист 81 / 81
---	---	--------------

**Для анализа FFF используются следующие расчеты:**

Для профилей FFF нормальные вычисления полутеней непригодны, так как профили FFF не имеют плоской области, а края полутеней следует искать только в области плеча. Поэтому используется другой алгоритм, описанный ниже. Симметрия, центр и полутень рассчитываются с использованием точки перегиба. Расчет выполняется для левой и правой сторон профиля отдельно.

Для поиска точки перегиба необходимо рассчитать все абсолютные значения градиента профиля. Затем определяется максимальный градиент (или максимальный наклон), среднее положение между этими двумя точками является точкой перегиба.

Граница полутени рассчитывается с использованием перенормированного профиля, значение по умолчанию составляет 50%. Пользователь должен проверить, являются ли полученные границы полутени обоснованными. Если это не так, необходимо увеличить или уменьшить перенормированное значение для точки перегиба.

Интенсивность вне оси — это доза на определенном расстоянии от центральной оси, когда профиль перемасштабируется таким образом, что доза центральной оси составляет 100 %. В зависимости от размера поля ПО рассчитывает значения интенсивности вне оси, т. е. процентные значения дозы для левой наружной, правой наружной, левой внутренней, правой внутренней позиции, а также процент ширины.

Для расчета ширины поля используются рассчитанные точки перегиба. Расстояние между точками перегиба и является шириной поля.