



Автор: **Федотов Василий Александрович**  
E-mail: [work@studioalex.ru](mailto:work@studioalex.ru)



Программный макет виртуальной лабораторной работы

# Исследование Стержневых Диэлектрических Антенн

Ташкент 2003

# ЦЕЛИ И НАЗНАЧЕНИЯ

- ▶ Программа "Исследование Стержневых Диэлектрических Антенн" – RRDA5.3 предназначена для изучения направленных свойств диэлектрической антенны при проведении лабораторных занятий или исследовательских работ в лабораториях АФУ высших и средних учебных заведениях, специализирующихся по направлению радио и электросвязи.
- ▶ Программу RRDA5.3 можно отнести к учебно-методическому пособию нового поколения, построенному с использованием современных компьютерных и образовательных технологий.
- ▶ Данный продукт является виртуальным компьютерным макетом действующей лабораторной установки с одноименным названием, построенным в строгом соответствии с задачами которые возлагаются на его прототип. Однако помимо математического моделирования реальных электродинамических процессов программа построена на решение задачи модернизации учебного процесса и внедрения новых методов обучения. Для этого в ее возможности входит интерактивный оконный интерфейс, позволяющий проводить исследования с информационной поддержкой о правильности того или иного действия.



# ОПИСАНИЕ

Архитектура системы выполнена локального приложения, построенного на интерфейсе прикладного программирования. (API).

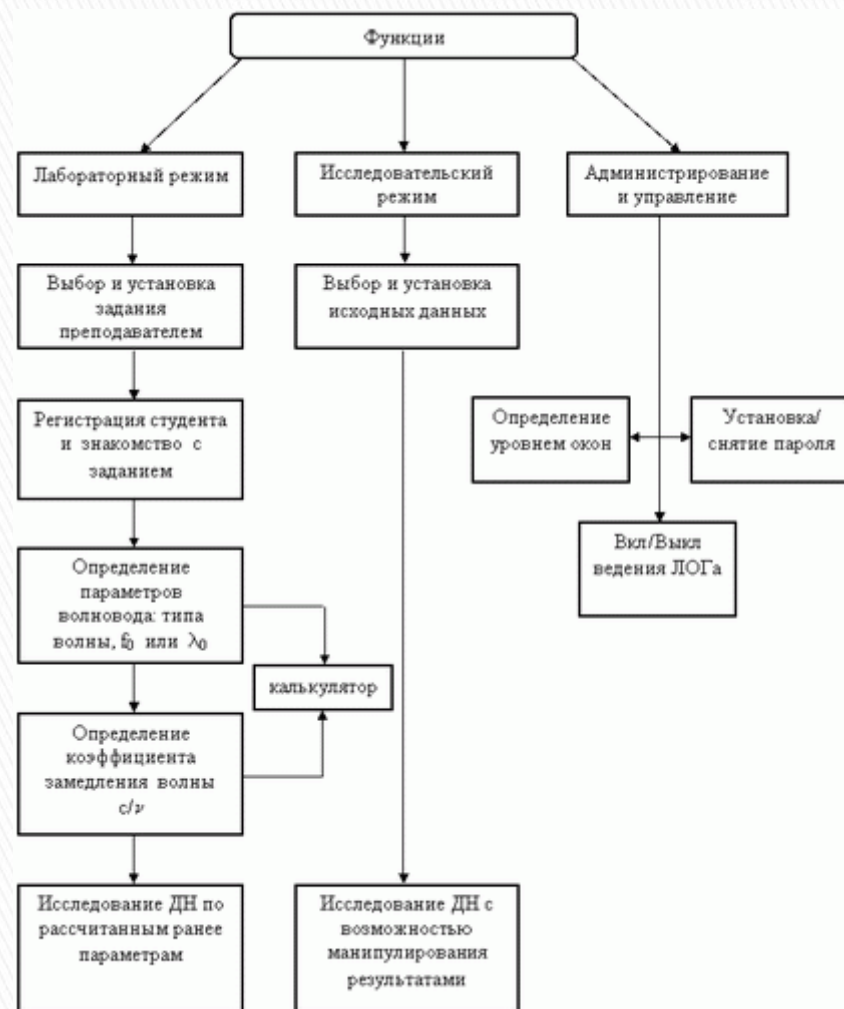
В данной системе производится доставка на ОС клиента собственных компонентов при помощи программы установки, созданной в среде Install Shield.

Система сочетает в себе такие возможности как:

- ▶ Математическое и физическое моделирование процесса исследования и получения результатов измерений;
- ▶ Интерактивное обучение с пошаговым выполнением и предоставлением материала;
- ▶ Возможностью профессионального исследования в режиме ввода произвольных значений и моментальное наблюдение результата.

Помимо этого в функции программы были включены такие как:

- ▶ Установка/снятие пароля на выход и выбор варианта задания;
- ▶ Режим включения/выключения записи последовательного лога всех выполняемых действий и их результативности;
- ▶ Режим включения/выключения функции, определяющей уровень отображения окон программы на экране монитора по отношению к другим программам (не дает возможность перейти на другую программу пока запущена данная);
- ▶ Функция блокировки принудительного несанкционированного снятия программы в любой ОС;



# ОПИСАНИЕ

При испытаниях программы в ТУИТ (Ташкентский Университет Информационных Технологий) было показано, что система способна обеспечить довольно высокое число вариантов заданий. Это позволяет использовать ее в достаточно большом компьютерном классе одновременно на всех ПК. Установка задания может быть произведена до начала занятий и с этого момента программа находится в режиме ожидания учащегося. Дополнительные функции программы не позволят студентам самовольно выйти из программы, сменить задание, отвлекаться на другую программу или сфальсифицировать данные в своей лабораторной тетради. В каждом окне предварительного расчета предоставляется весь спектр необходимой информации (параметры определенные заданием, ранее уже рассчитанные параметры, иллюстрации, схемы и графики) с тем, чтобы учащийся смог успешно произвести заданный этап расчета. В помощь предоставляется калькулятор, результат расчета в котором автоматически подставляется требуемое поле. На каждом этапе расчета производится проверка значений, и программа не даст перейти в следующее окно пока значения не будут рассчитаны правильно.

Решение об оценке выполненной работы принимает преподаватель на основе записей студента и показаний ЛОГ файла, где указаны все заданные заранее и полученные в ходе выполнения работы данные (Ф.И.О., номер группы, вариант задания, промежуточные величины, итоговый расчет ХН и ДН). При этом в ЛОГ файл записывается информация обо всех ошибках, сделанных во время проведения предварительного расчета, что также должно быть учтено при определении оценки.

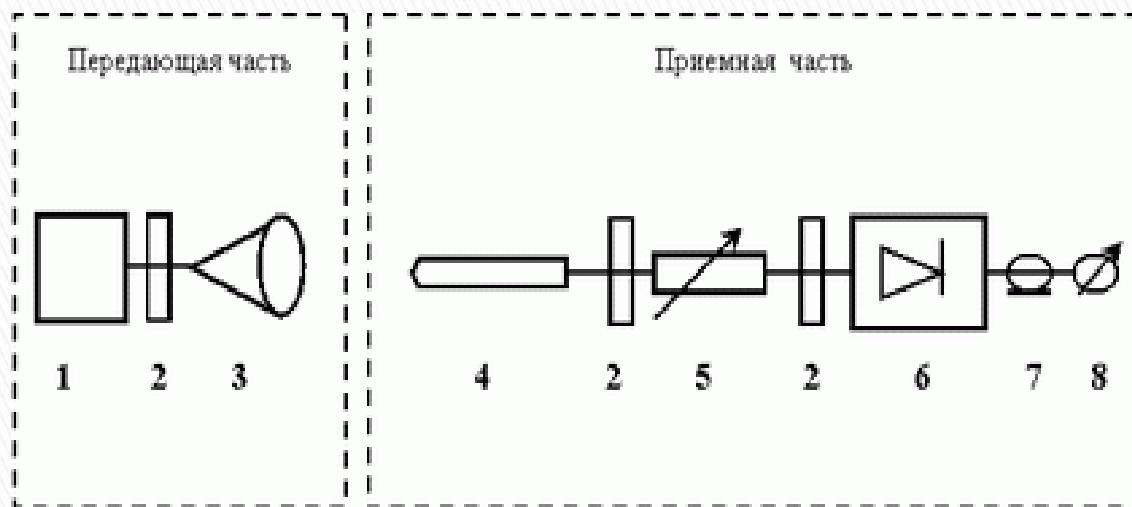
При реализации проект также были созданы сопроводительные материалы:

- Новое методическое пособие для учащихся по выполнению виртуальной лабораторной работы;
- Инструкция по настройке и обслуживанию ПО работниками лаборатории;
- Программа автоматической установки и удаления данного продукта с ПК.



# СХЕМА ПРОТОТИПА

Реальная лабораторная установка схематически выглядит следующим образом:

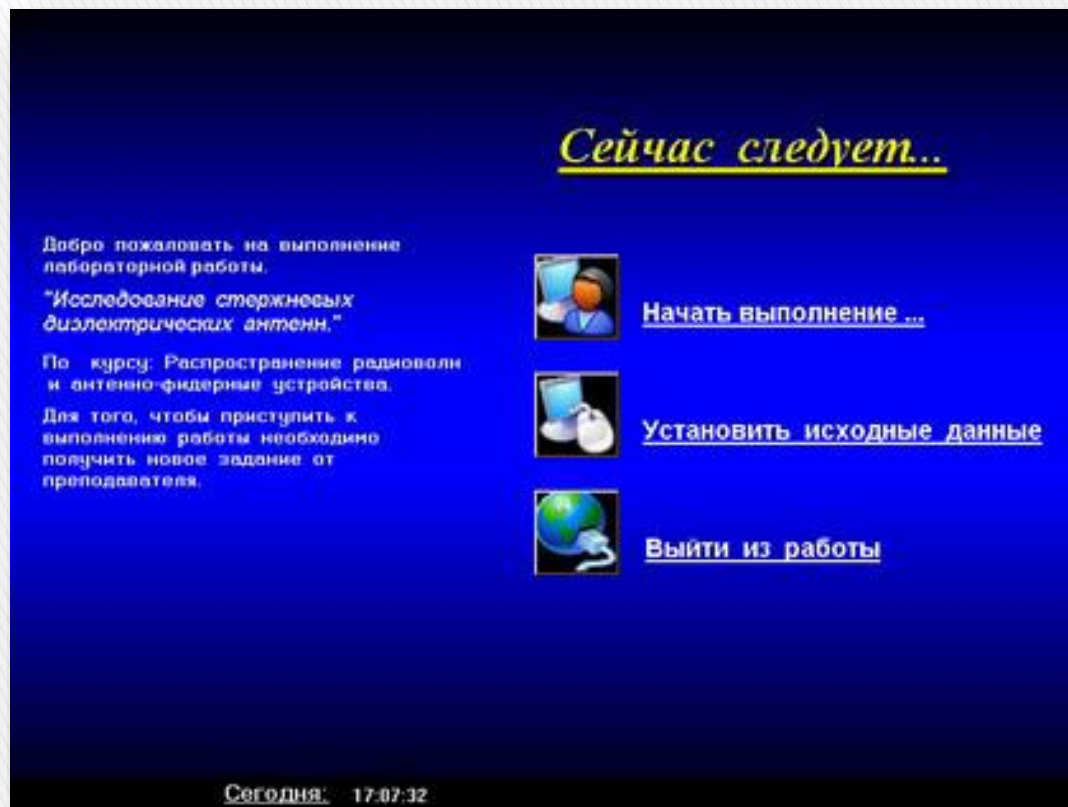


где

- |  |   |
|--|---|
| 1 – генератор сантиметрового диапазона волн; | 5 – аттенюатор волноводный калиброванный; |
| 2 – прямоугольный волновод;                  | 6 – детекторная секция;                   |
| 3 – рупорная антенна;                        | 7 – коаксиальный кабель;                  |
| 4 – исследуемая диэлектрическая антенна;     | 8 – измерительный прибор.                 |

# МЕНЮ-КОНСОЛЬ

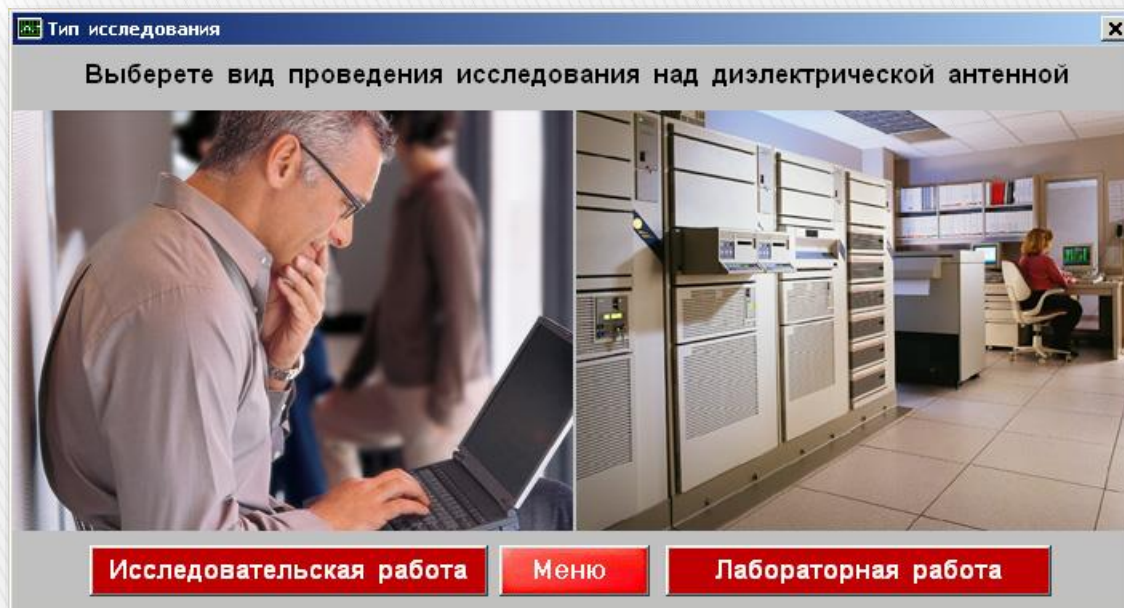
- ▶ Меню программы появляется сразу после загрузки и содержит в себе краткое описание системы и опции работы с программой.
- ▶ Логика программы построена так, что для начала непосредственного выполнения работы следует сначала установить задание. После установки задания окно может находиться в режиме ожидания учащегося сколь угодно долго.
- ▶ С меню при нажатии определенных клавиш возможен также доступ у функциям блокировки установки задания и выхода





# ВЫБОР ТИПА ИССЛЕДОВАНИЯ

- ▶ При выборе в меню опции «Установить исходные данные» предварительно открывается окно, где выбирается тип исследования: «Исследовательская работа» или «Лабораторная работа».
- ▶ Исследовательская работа позволяет после установки данных выбрать в меню опцию «Начать выполнение» и попасть сразу на окно «Исследование ХН и ДН».
- ▶ Лабораторная работа после установки данных и выборе в меню опцию «Начать выполнение» предоставляет только пошаговое проведение расчетов, и только после этого открывает окно «Исследование ХН и ДН»





# ЗАДАНИЕ

Установка исходных данных необходима для определения входных характеристик исследуемых физических структур (прямоугольный и диэлектрический волновод).

Возможно установка:

- ▶ Одного вида прямоугольного волновода;
- ▶ Нескольких видов диэлектрических волноводов;
- ▶ Функции записи последовательного лога всех выполняемых действий и их результативности;
- ▶ Режима включения/выключения уровня отображения окон на экране монитора.

**Задание. Перед началом выполнения работы необходимо выполнить следующее:**

1. Задать прямоугольный волновод.

ПРЯМОУГОЛЬНЫЙ ВОЛНОВОД



2. Выбрать интересующие конические и цилиндрические стержни, указав для каждого из них значение диэл. проницаемости.

ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ СТЕРЖНИ      КОНИЧЕСКИЕ СТЕРЖНИ



1	b = 1,0 (см)    a = 2,3 (см)	1	L=6,0 (см) диаметр d = 1,3 (см)	2	L=6,5(см) dmax=1,5(см) dmin=1,1(см)
2	b = 1,2 (см)    a = 2,8 (см)	3	L=9,0 (см) диаметр d = 1,5 (см)	4	L=12,2(см) dmax=1,5(см) dmin=1,2(см)
3	b = 1,5 (см)    a = 3,4 (см)	Диэл. проницаемость $\epsilon_1 = 2,5$		5	L=18,0 (см) диаметр d = 1,4 (см)
4	b = 2,0 (см)    a = 4,0 (см)	6	L=15,1(см) dmax=1,5(см) dmin=0,9(см)	Диэл. проницаемость $\epsilon_1 = 3$	
5	b = 2,2 (см)    a = 4,7 (см)	7	L=26,0 (см) диаметр d = 1,3 (см)	8	L=20,3(см) dmax=1,5(см) dmin=1,1(см)

Создать отчет данного исследования.

Не создавать отчет данного исследования.

Расположить поверх всех окон WINDOWS

3. Выставить угловой шаг поворота антенны: яц

Меню      Сегодня:      23.05.2008      Пятница      11:47:51      Утвердить



# РЕЖИМ «ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА»

- ▶ В данном режиме учащийся должен пройти все предварительные этапы расчетов. Только при правильности проведения всех заданий откроется возможность изучить в окне «Исследование ХН и ДН» свойства заданных волноводов антенны по рассчитанным для них значениям.
- ▶ Этапы расчетов состоят:
  - **Этап1. Знакомство с заданием**
  - **Этап2. Расчет прямоугольного волновода**
  - **Этап3. Расчет диэлектрического стержня**
  - **Этап4. Расчет ХН и ДН антенны**

# ЭТАП 1. ЗНАКОМСТВО С ЗАДАНИЕМ

- ▶ Вводятся реквизиты учащегося, и производится ознакомление с заданием.
- ▶ Весь последующий интерфейс до окна «Исследование ХН и ДН» построен по принципу мастера, где можно двигаться на несколько шагов назад и вперед до разрешенного шага.
- ▶ С момента открытия данного окна начинается отсчет время проведения работы учащимся, о чем будет записано в специальный текстовый ЛОГ файл.

**Знакомство с заданием и заполнение анкетных данных**

Введите свою Фамилию, Имя и номер группы, а затем ознакомьтесь с заданием.

Фамилия: Обычный  
Имя: Студент  
Группа: 25

**Задание:**

**Шаг № 1:** а) Необходимо выбрать тип основной волны в прямоугольном волноводе и эскиз структуры поля, соответствующий этой волне.  
б) Для данного прямоугольного волновода определить рабочую частоту  $f_0$  либо рабочую длину волны.

**Шаг № 2:** Необходимо для заданных диэлектрических стержней определить значение  $(d / 2\lambda)$  а затем по графику найти коэффициент замедления.

**Шаг № 3:** а) Последовательно, для каждого заданного диэлектрического стержня необходимо снять характеристику направленности (ХН) и построить диаграмму направленности (ДН).  
б) По результатам измерений определить на ДН ширину главного лепестка по нулевой и половинной мощности.

Меню      Сегодня: 05.2008      Пятница      11:48:54      Далее >>



# ЭТАП 2. РАСЧЕТ ПРЯМОУГОЛЬНОГО ВОЛНОВОДА

- ▶ В рамках одного окна осуществляется несколько последовательных манипуляций. В результате которых выбираются, определяются и рассчитываются несколько характеристик прямоугольного волновода.
- ▶ При этом для непосредственного расчета далее потребуется только одна величина. Остальные же требования больше носят методический характер, проверяющий знания учащегося по представленной теме.

Шаг № 1 Выбор частоты или длины волны для волновода

Размеры волновода

Высота волновода  
**b** 0,015 (м)

Ширина волновода  
**a** 0,034 (м)

Поперечное сечение

Необходимо выбрать тип основной волны в прямоугольном волноводе.

E11 H11 E21 H10 H10

Меню Сегодня: 11:52:33

Шаг № 1 Выбор частоты или длины волны для волновода

Размеры волновода

Высота волновода  
**b** 0,015 (м)

Ширина волновода  
**a** 0,034 (м)

Поперечное сечение

Теперь выберите эскиз, соответствующий основной волны H10 в поперечном сечении волновода.

Меню Сегодня: 11:49:46

Шаг № 1 Выбор частоты или длины волны для волновода

Размеры волновода

Высота волновода  
**b** 0,015 (м)

Ширина волновода  
**a** 0,034 (м)

Поперечное сечение Проекция

Теперь необходимо найти рабочую частоту  $f_0$ , либо длину волны  $\lambda$

Рабочая длина волны Рабочая частота  $f_0$

Введите длину волны ЛПЧ и нажмите ОК **0,06** (м) ОК

где  $a < \lambda < 2a$

Вызов калькулятора

Меню Сегодня: 2008 Пятница 11:53:01 << Назад



# ЭТАП 3. РАСЧЕТ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СТЕРЖНЯ

- ▶ Принцип действия окна аналогичен этапу расчета прямоугольного волновода.
- ▶ Из обеих стадий предусмотрен доступ к калькулятору прямо внутри окон, что позволяет производить точный расчет, не прибегая к дополнительным техническим средствам или программному калькулятору в Windows (в случаи, если включен режим блокировки пролистывания окон в ОС).

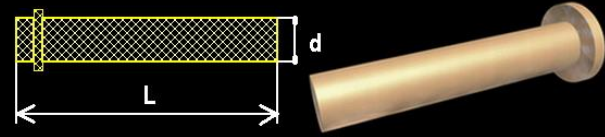
Шаг №2 Выбор коэффициента замедления

Рабочая длина волны  
ЛП **0,060** (м)  
Диаметр волновода  
dcp **0,015** (м)  
Диэлектрическая проницаемость  
e1 **2,5**

Значение  $d/2L$   
**0,125**  
Отправить значение

Pi	7	8	9
Цел	4	5	6
1/x	1	2	3
sq	+/-	.	0
C	x	/	=
	+	-	

ДиЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СТЕРЖЕНЬ № 1 из 2 Цилиндрическая форма



Продольное сечение      Проекция

Посчитайте значение  $d/2L$ , для данного диэлектрического стержня. **0,125**

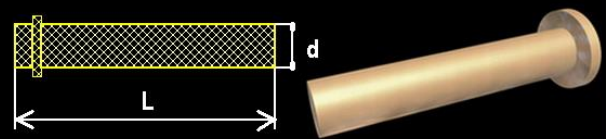
Нажмите О.К. и по графику выберете коэффициент  $n/c = 1/n$  где,  $n = c/n$  - коэффициент замедления волны.

Шаг №2 Выбор коэффициента замедления

Рабочая длина волны  
ЛП **0,060** (м)  
Диаметр волновода  
dcp **0,015** (м)  
Диэлектрическая проницаемость  
e1 **2,5**

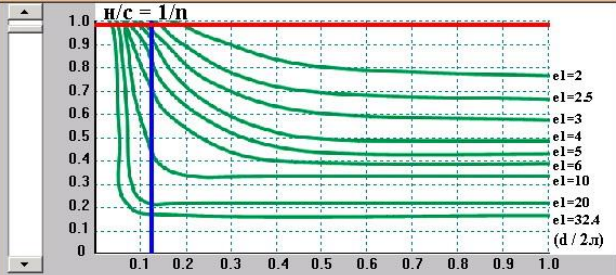
На графике нужно свести красную линию так, чтобы точка пересечения совпала с синей линией ( $d/2L$ ) и зеленой линией (равной относительной диэлектрической проницаемости, заданной по условию).

ДиЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ СТЕРЖЕНЬ № 1 из 2 Цилиндрическая форма



Продольное сечение      Проекция

Выберете коэффициент.  $n/c = 1/n$  **0,98**



e1=2
e1=2.5
e1=3
e1=4
e1=5
e1=6
e1=10
e1=20
e1=32.4
(d / 2L)

Меню      Сегодня:      23.05.2008      Пятни      << Назад



# ЭТАП 4. РАСЧЕТ ХН И ДН АНТЕННЫ

- ▶ После завершения всех предварительных расчетов учащемуся предоставляется окно, имитирующее внешний вид приборной панели генератора, экрана осциллографа и позволяющее эмитировать ход выполнения поворотов настоящей антенны.
- ▶ Все указные на «панели генератора» значения изменить не возможно т.к. они были заданы как задание или рассчитаны самим учащимся ранее. Возможно проведение наблюдения за ДН (диаграммой направленности) и запись ХН (характеристики направленности) последовательно для всех диэлектрических стержней (если их было задано несколько).
- ▶ В области «экрана осциллографа» предусмотрено переключение вида ДН в прямоугольную систему координат или в полярную систему координат.

**ПЕРЕДАЮЩАЯ ЧАСТЬ**

1. Генератор СВЧ
2. Прямоугольный волновод
3. Рупорная антенна

**ПРИЕМНАЯ ЧАСТЬ**

4. Исследуемая диэлектрическая антенна
5. Детекторная секция
6. Коаксиальный кабель
7. Измерительный прибор

Нажмите кнопку "ВКЛ" и приступайте к выполнению поворота антенны!

Угловой шаг: **2** | ПОВЕРНУТЬ АНТЕННУ НА ОДИН ШАГ | Плоскость E | Плоскость H

Сеть: ВКЛ | Частота: fo [5000] МГц | Диэлектрический стержень — цилиндрический: Коэф. замедления c/v [1,02] | Установлен стержень № [1] из [2]

Угол(α)	f(α)
0	1,000
2	0,999
4	0,997
6	0,994
8	0,988
10	0,982
12	0,975
14	0,968
16	0,958
18	0,946
20	0,931
22	0,919
24	0,902
26	0,882
28	0,854
30	0,793

30 | 0,793 | Проверка значений

ПРИЕМНАЯ ЧАСТЬ: 90° | Градусы: 30 | 60° | 120° | 150° | 180° | 30° | 0° | 60° | 90° | 120°

Угловой шаг поворота: **2** | ПОВЕРНУТЬ АНТЕННУ НА ОДИН ШАГ | Плоскость E | Плоскость H

Сеть: ВКЛ | Частота: fo [5000] МГц | Диэлектрический стержень — цилиндрический: Коэф. замедления c/v [1,02] | Установлен стержень № [1] из [2]

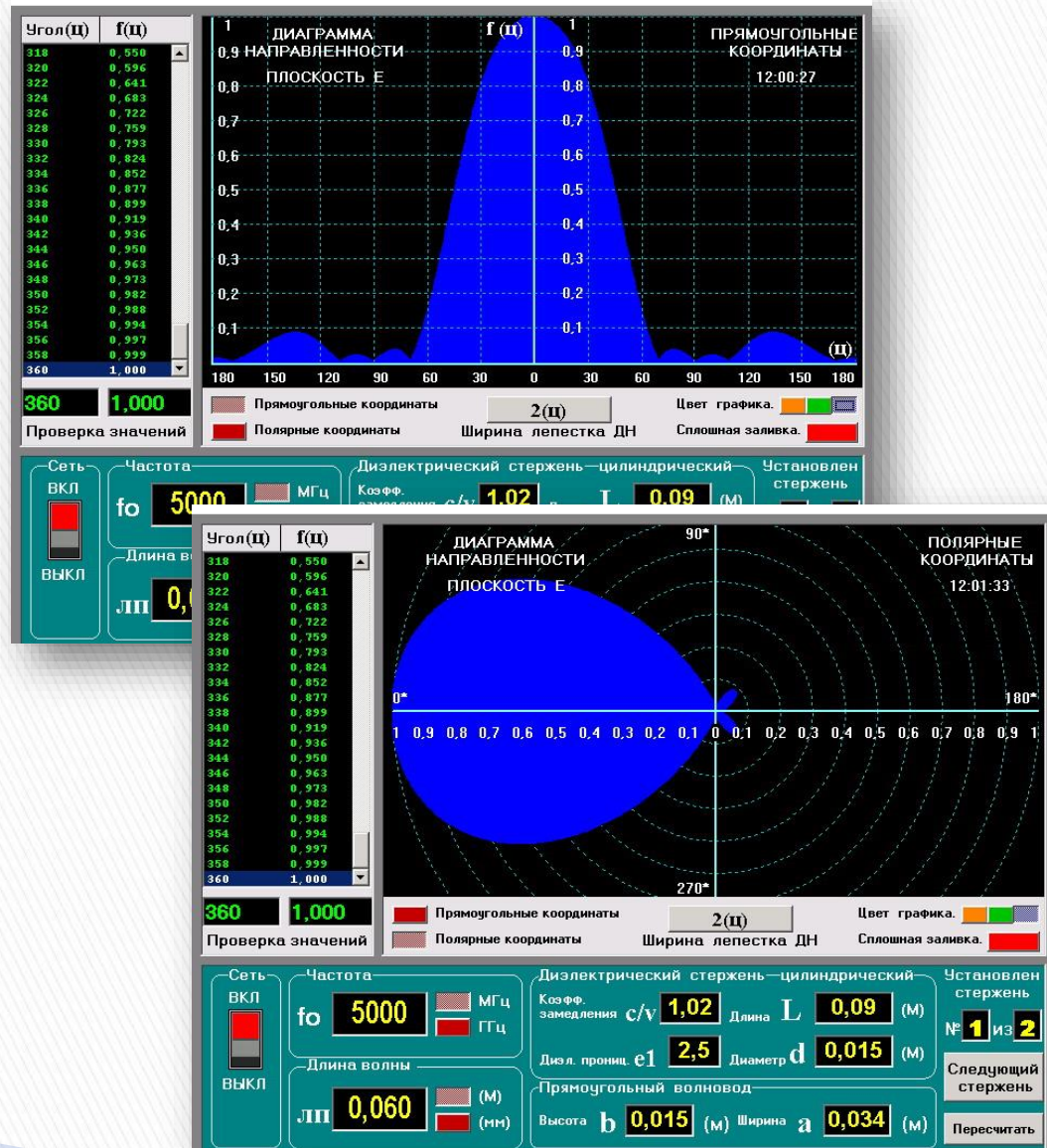
Длина волны: λ [0,060] (м) | Диэл. прониц. e1 [2,5] | Диаметр d [0,015] (м) | Следующий стержень

Прямоугольный волновод: Высота b [0,015] (м) | Ширина a [0,034] (м) | Пересчитать



# ЭТАП 4. РАСЧЕТ ХН И ДН АНТЕННЫ

По завершению всех действий принимается решение об оценке выполненной работы. Для этого преподаватель на основе записей студента и показаний ЛОГ файла, где указаны все заданные заранее и полученные в ходе выполнения работы данные (Ф.И.О., номер группы, вариант задания, промежуточные величины, итоговой числовой рад ХН) может определить правильность проведения работы и достоверность сделанных записей. При этом в ЛОГ файл записывается информация обо всех ошибках, сделанных во время проведения предварительного расчета, что также должно быть учтено при определении оценки.

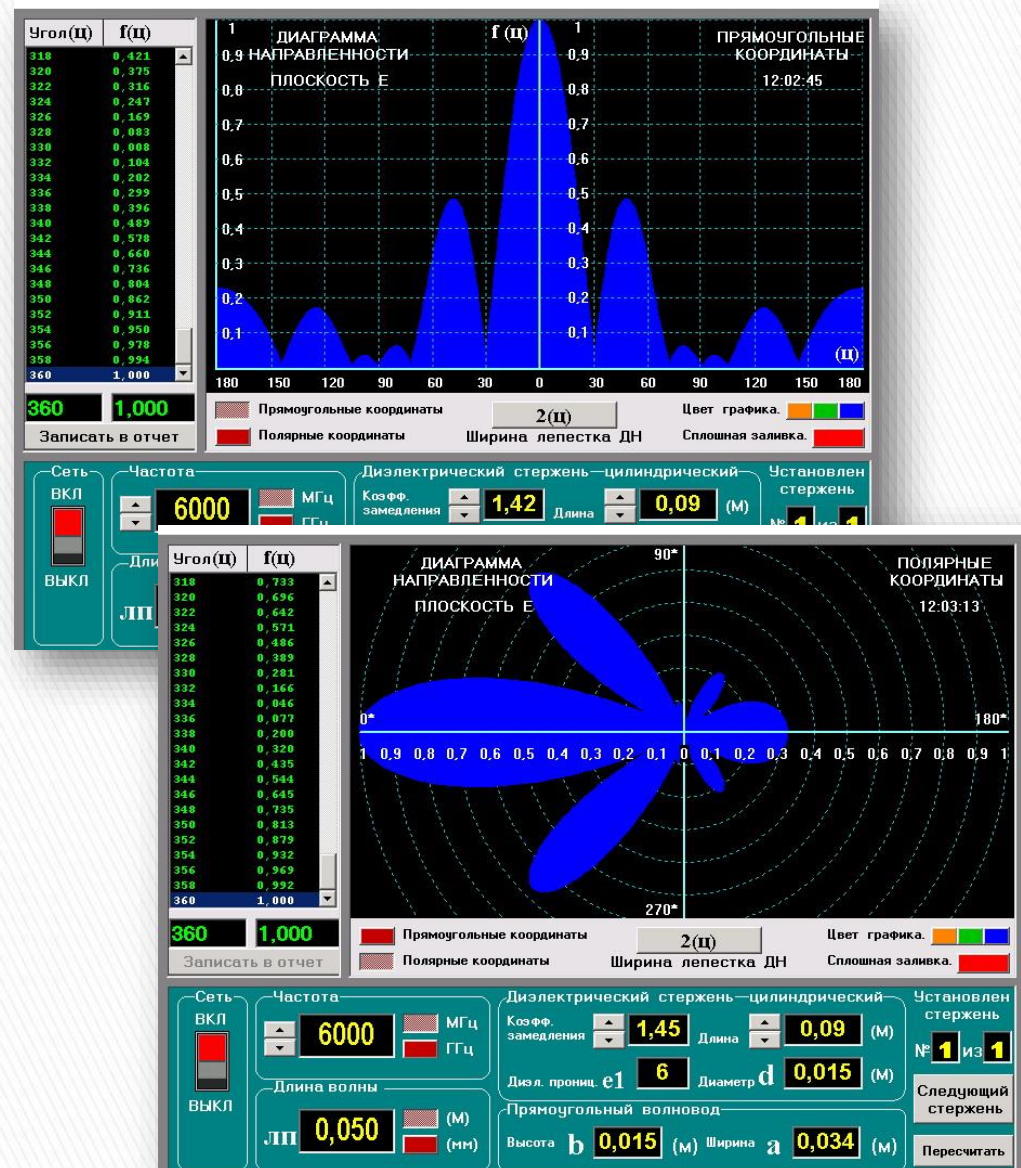




# РЕЖИМ «ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА»

В режиме исследовательской работы система предоставляет возможность обойти этапы предварительного расчета для жестко заданных условий, и сразу перейти в окно расчета ХН и отображения ДН. Такой режим предназначен для исследователей характеристик диэлектрической антенны сотрудниками лаборатории или специалистами, работающими над разработкой соответствующей темы.

Особенностью окна режиме исследовательской работы является то, что добавлена возможность производить изменение всех величин прямо в области «панели генератора» и моментально наблюдать пересчет числового ряда ХН и перерисовку ДН в области «экрана осциллографа». Таким образом, можно, произвольно подбирая характеристики, получить оптимальную ДН, а в случае необходимости зафиксировать цифры ХН в ЛОГ файл используя дополнительную кнопку. Далее, на основе полученных данных и для их подтверждения, возможно реализовывать реальную физическую установку с полученными размерами волноводов и входными параметрами.





# СПАСИБО!



Автор: **Федотов Василий Александрович**

E-mail: [work@studioalex.ru](mailto:work@studioalex.ru)

<http://studioalex.ru/rrda.html>