

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»
Московский институт электроники и математики НИУ ВШЭ**

Департамент электронной инженерии

Выпускная квалификационная работа

**«Система контроля положения радиоантенного комплекса с
использованием инклинометров»**

**Выполнил: Прохорский Дмитрий Алексеевич
Руководитель ВКР: Кулаков Владимир Геннадьевич**

Постановка задачи

Поставленная в техническом задании на ВКР задача решается путем контроля угла наклона каждой из пяти антенн радиоантенного комплекса, установленных на телескопической мачте высотой 12 метров, с помощью выбранных инклинометров и сопутствующих им регистрирующих устройств, связанных между собой протоколом передачи данных «токовая петля».

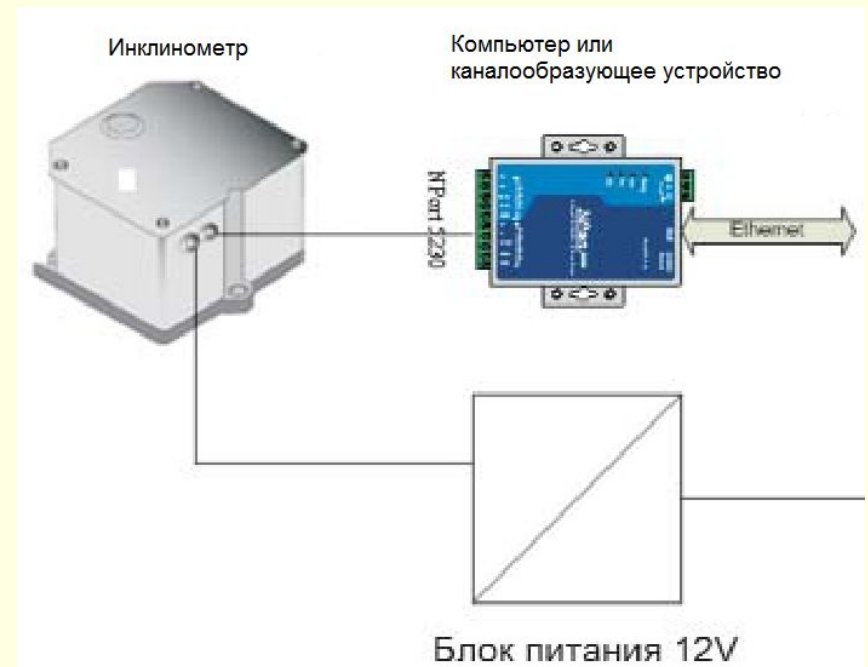
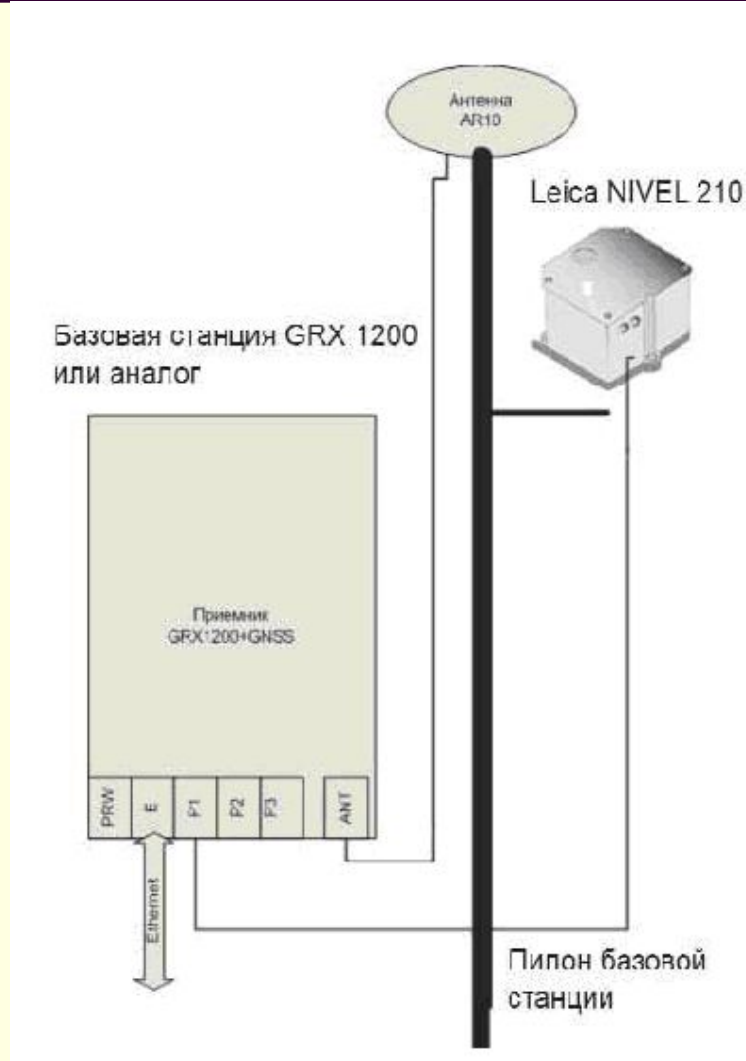
В ходе выполнения выпускной квалификационной работы рассмотрены следующие вопросы:

- Описан радиоантенный комплекс, как объект автоматизации;
- На основании анализа известных разработок в области контроля положения выбрана оптимальная структура системы;
- Исследована предметная область по инклинометрам;
- Для реализации системы с учетом заданных в техническом задании параметров выбран и описан тип инклинометров;
- Описан выбранный протокол передачи данных «токовая петля»;
- Рассмотрено устройство регистрации – регистратор видеографический Элметро-ВиЭР-10,4.

Понятие современных двухкоординатных интеллектуальных инклинометров

- **Официальное название** - «Устройство двухкоординатное для измерения угловых перемещений, предназначенное для измерения величины угловых перемещений и определения их направлений по двум взаимно перпендикулярным осям».
- **Принцип действия** – Датчиком угла наклона данного устройства является капсула с жидкостью — жидкостный уровень. Поскольку поверхность жидкости в ампуле остается в горизонтальном положении независимо от наклона уровня, то величина угла наклона устройства однозначно определяется по углу между поверхностью жидкости и основанием уровня. Полученная информация поступает на устройство регистрации или персональный компьютер через специальный разъем, обрабатывается, отображается на экране компьютера в графическом виде и записывается в файл.
- **Конструкция** - Инклинометр представляет собой моноблочный датчик, подключаемый через разъем к источнику постоянного тока. Через аналогичный разъем измеренные параметры поступают на регистрирующее устройство. На корпусе размещен 8 ми секундный круглый уровень, необходимый для предварительной установки инклинометра в горизонтальное положение. Внутри корпуса расположены: модуль электронно оптической системы, плата микропроцессора и плата каналов связи с разъемами. Внутреннее программное обеспечение микропроцессора осуществляет управление режимами работы инклинометра, среди которых присвоение собственного имени, выбор скорости приема передачи данных, задание первоначального смещения.

Предлагаемая структура системы контроля

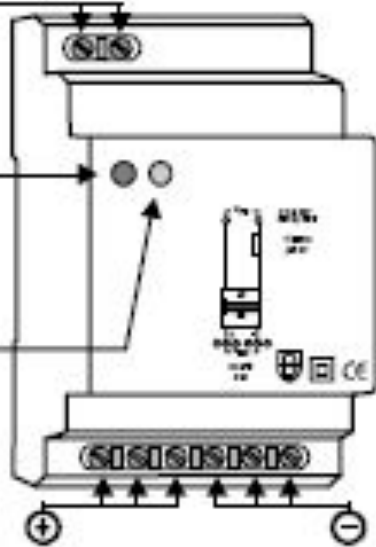


Блок питания системы контроля

Питание прибора

Светодиод
ошибки

Светодиод
питания

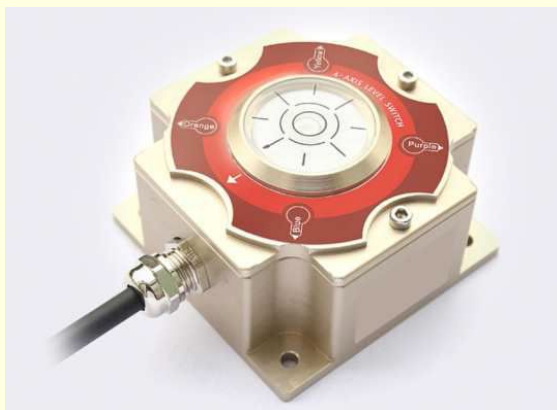


Стабилизированное
выходное напряжение

| | | |
|---|---|-------|
| Напряжение питания (U_{in}) | 230 В переменного напряжения - 15...+10%; 50-60 Hz | |
| Мощность нагрузки | номинальное | 4 ВА |
| | максимальное | 34 ВА |
| Предохранитель | 400 мА / 250 В | |
| Выходное напряжение (U_{out}) | 12 В постоянн. $\pm 2\%$ | |
| Ток нагрузки (макс) | 2500 мА | |
| Светодиодная индикация | напряжение на выходе, наличие короткого замыкания, превышение допустимого значения (температуры или тока) | |
| Макс. размер подключаемой жилы электрического провода | клеммник под. жилу 2,5 мм ² | |
| Крепление прибора | DIN рейка по стандарту EN 60715 | |
| Механическая защита | IP 20 | |
| Температура окружающего воздуха | -20°C...+40°C | |
| Вес | около 150 гр | |

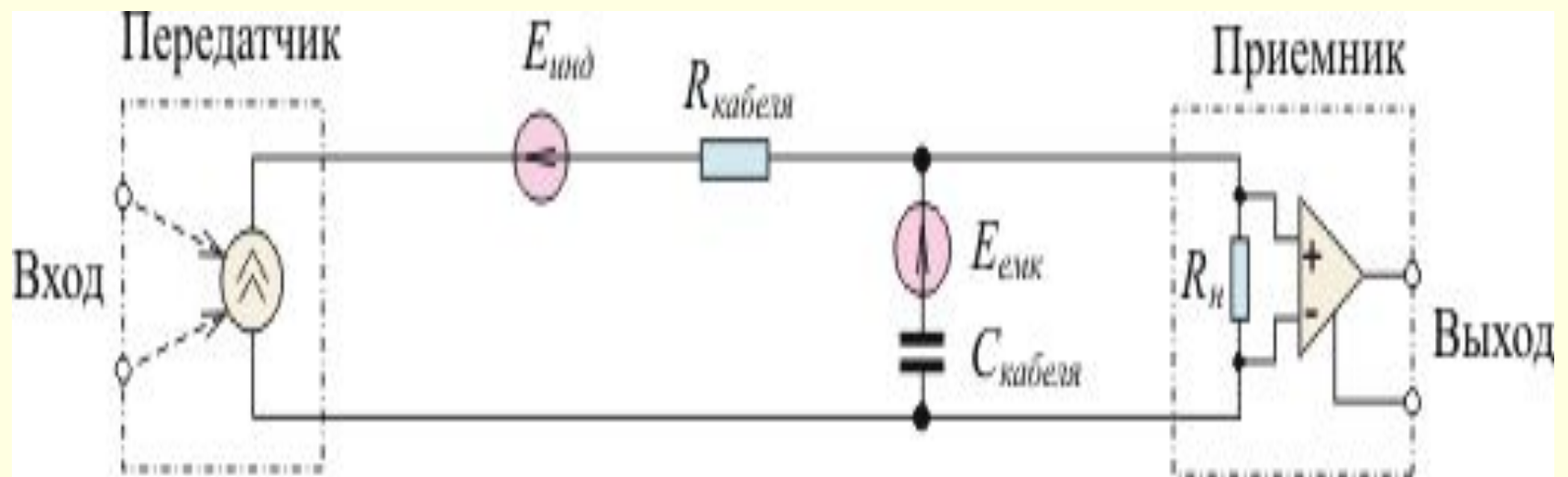
Инклинометр STS-203-1

- Измерение наклона статических объектов;
- Измерение наклона в двух осях;
- Чувствительный элемент MEMS;
- Линейная зависимость выходного сигнала от угла наклона;
- Нормированный выход по току или по напряжению;
- Высокая механическая прочность.



| | |
|--|-------------------------------|
| Диапазоны измерения | $\pm 5^\circ, \pm 10^\circ$ |
| Нелинейность | $< \pm 0,3\%$ |
| Разрешающая способность | $< \pm 0,03\%$ |
| Гистерезис | $< \pm 0,05\%$ |
| Температурная зависимость | $< \pm 0,005\%/C^\circ$ |
| Темпер. Окружающей среды | $-40 \sim 80^\circ C$ |
| Мин. сопротивление нагрузки для выхода по напряжению | $> 100 \text{ кОм}$ |
| Макс. сопротивление нагрузки для выхода по току | $< 200 \text{ Ом}$ |
| Время успокоения | $< 1 \text{ сек}$ |
| Защита корпуса | IP66 |
| Напряжение питания | $9 \sim 24 \text{ В (стаб.)}$ |
| Потребление | $< 30 \text{ мА}$ |

Протокол передачи данных системы контроля положения радиоантенного комплекса

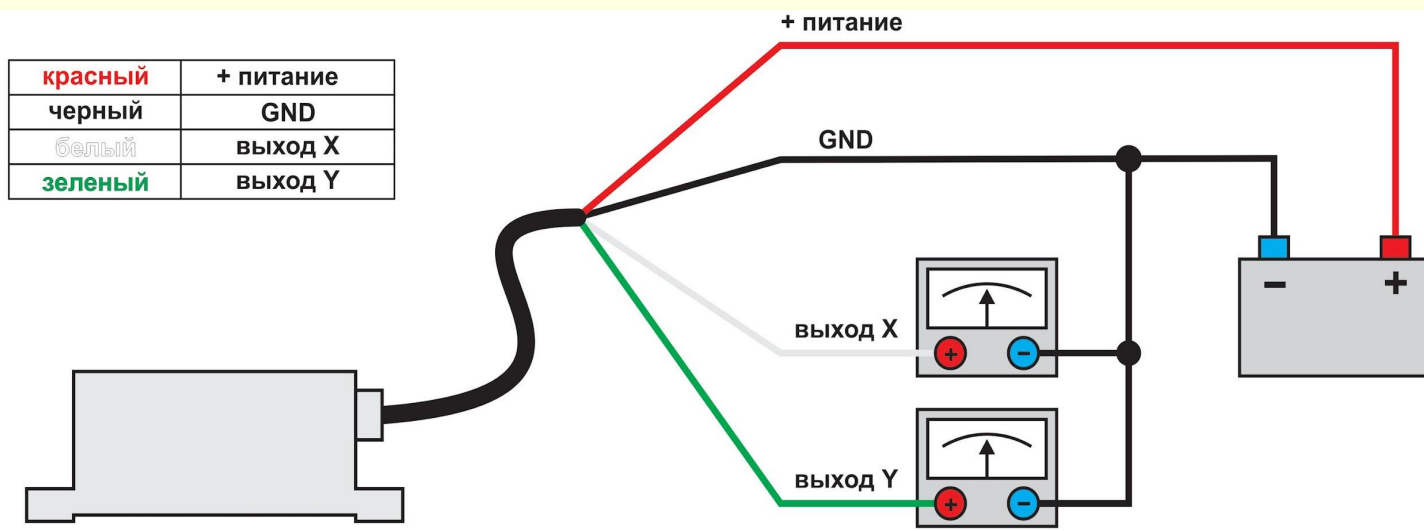


Видеографический регистратор ЭЛМЕТРО-ВиЭР

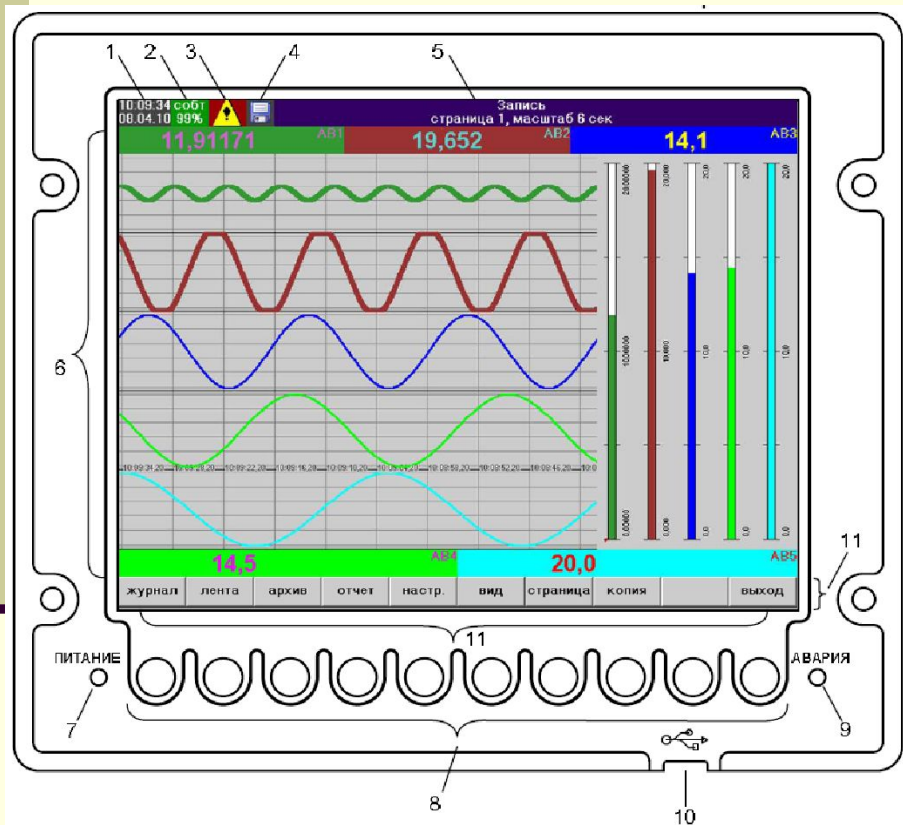


- 10,4" TFT-дисплей
- 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20 канальное исполнение
- Универсальные входы
- Погрешность измерения 0,1 %
- Токвый выход 0-5, 4-20, 0-20 мА
- Ethernet, RS-485
- USB-flash карта
- Математическая обработка данных
- Защитное закаленное стекло 6 мм
- Малоканальные исполнения на замену старых бумажных регистраторов (КСП2, КСМ2, ДИСК-250, КС3 и др.)
- Имеются исполнения максимально адаптированные под вырез в щите для серии КСП2, КСМ2
- Планируемая постепенная реализация расширенного ПО для прибора:
- ПИД регулирование
- Программное регулирование
- Мнемосхемы
- Возможность выполнять PrintScreen с экрана регистратора
- Прямое подключение принтера к регистратору

Схема подключения инклинометра с аналоговым ВЫХОДОМ



Интерфейс пользователя видеографического регистратора ЭЛМЕТРО-ВиЭР



- 1. Текущее время и дата.
- 2. Индикатор состояния памяти журнала событий – % свободной памяти для неподтвержденных событий.
- 3. Индикатор состояния аварийной сигнализации.
- 4. Индикатор USB.
- 5. Индикатор текущего режима работы регистратора.
- 6. Рабочее поле.
- 7. Индикатор включения прибора.
- 8. Поле сенсорных клавиш регистратора.
- 9. Индикатор "Авария".
- 10. Разъем для USB-Flash карты.
- 11. Поле функционального назначения клавиш.

Результаты и выводы

В настоящей выпускной квалификационной работе разработана система контроля положения радиоантенного комплекса с использованием инклинометра серии STS-203-1-10-I.

Данный инклинометр не является законченным устройством для измерения наклона, поскольку нуждается во внешнем измерительном устройстве с соответствующим входным диапазоном.

В качестве такого устройства в системе используется регистратор видеографический Элметро-ВиЭР-10,4". Прибор, как это и необходимо, имеет вход предназначенный для измерения силы тока в диапазоне 4-20 мА.

Доклад окончен!!!
Спасибо за внимание!!!