



МЕЖДУНАРОДНАЯ АССОЦИАЦИЯ  
ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ



Федеральная Сетевая Компания  
Единой Энергетической Системы



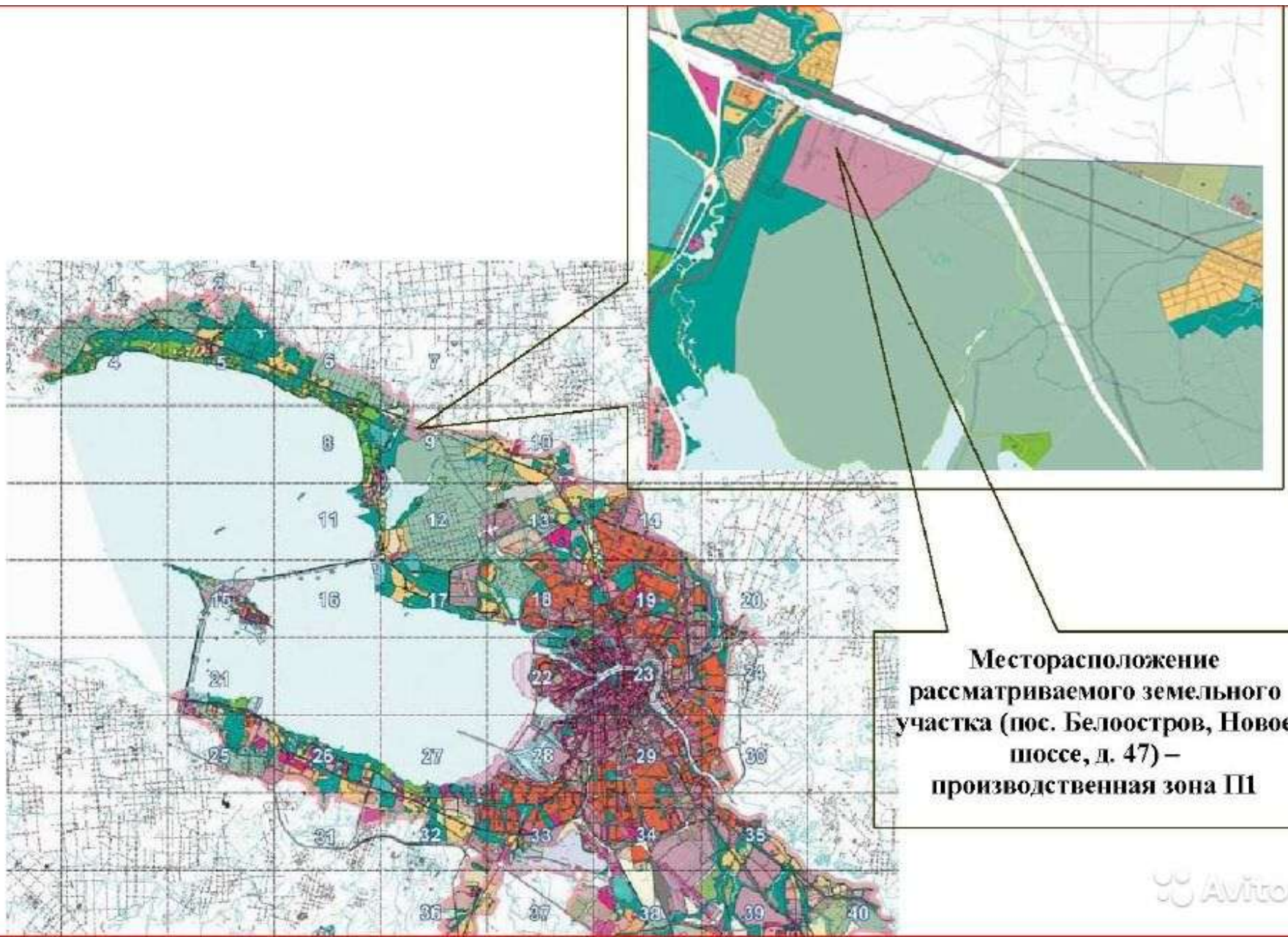
конференция  
«Опоры и фундаменты для умных сетей: инновации в проектировании  
и строительстве»

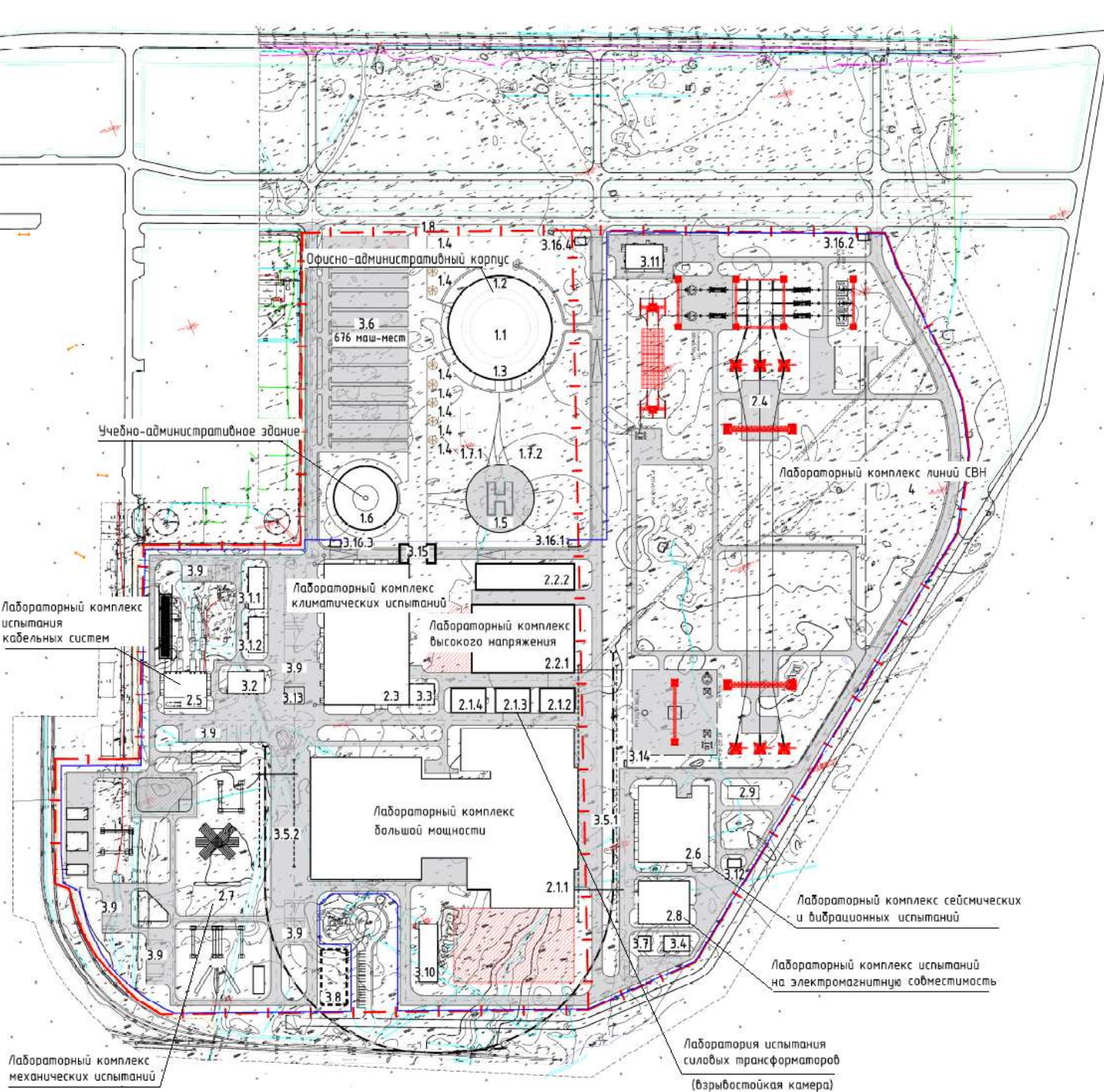
29 июня – 1 июля 2016г., Санкт-Петербург

# Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи составе Федерального Испытательного Центра РФ

А.К.Мамонтов (ПАО «ФИЦ»), Л.Л.Владимирский (ОАО «НИИПТ»),  
Ю.А.Герасимов, А.Д.Сиваев, В.И.Млынчик, Н.Б.Кутузова (НПО «Стример»),  
М.К.Ярмаркин, (ФГАОУ ДПО ПЭИПК).

## Место расположения ФИЦ на карте СПб



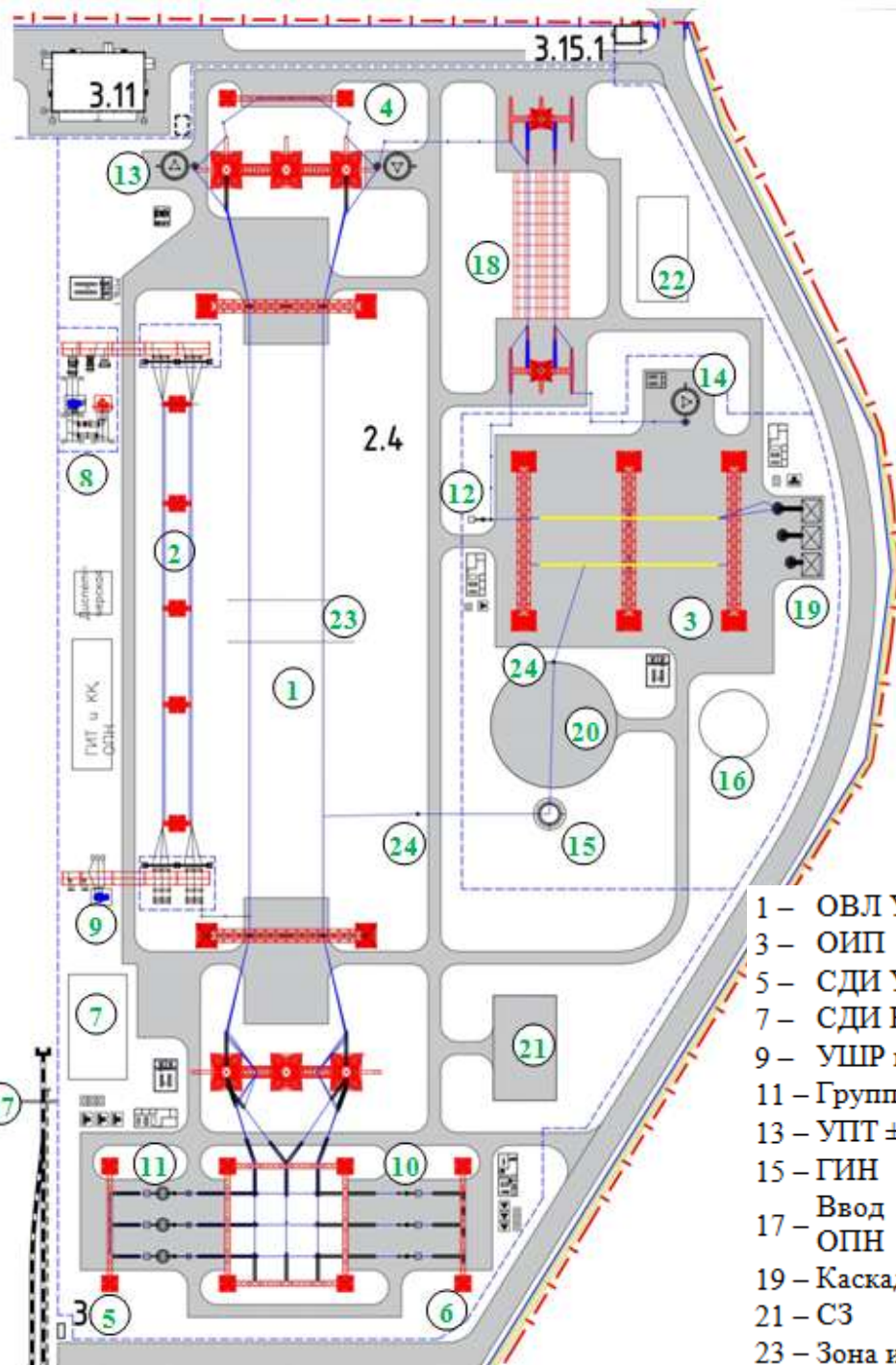


Генеральный план ФИЦ

## Состав лабораторного комплекса ВЛ

- 1) Опытная воздушная линия УВН (ОВЛ УВН);
- 2) Открытая испытательная площадка (ОИП);
- 3) Стенд длительных испытаний изоляторов ВН (СДИ ВН) переменного и постоянного тока;
- 4) Стенд длительных испытаний изолирующих конструкций СВН и УВН (СДИ УВН) переменного и постоянного тока;
- 5) Опытная воздушная линия ВН (ОВЛ ВН);
- 6) Площадка для исследований сопротивлений заземляющих устройств (СЗ);
- 7) Стенд моделирования короны (СМК, коронная клетка);
- 8) Лаборатория испытаний линейных разрядников (ЛабОПН).
- 9) Башня климатических испытаний (БКИ);
- 10) Площадка исследований систем молниезащиты объектов (МЗ).

Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения



- |                                       |                                      |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 – ОВЛ УВН                           | 2 – ОВЛ ВН                           |
| 3 – ОИП                               | 4 – СДИ УВН=                         |
| 5 – СДИ УВН~                          | 6 – СДИ СВН-                         |
| 7 – СДИ ВН                            | 8 – Силовой тр-р 10/10/35/110 10 МВА |
| 9 – УШР или магнитный усилитель       | 10 – Группа 3×Т1200 кВ               |
| 11 – Группа 3×Т600 кВ                 | 12 – Т600 кВ                         |
| 13 – УПТ ±1200 кВ                     | 14 – УПТ ±1600 кВ                    |
| 15 – ГИН                              | 16 – БКИ                             |
| 17 – Ввод от УГ к зданию ГИТ, КК, ОПН | 18 – СМК                             |
| 19 – Каскад Т3×1000 кВ                | 20 – МЗ                              |
| 21 – СЗ                               | 22 – Складское помещение             |
| 23 – Зона измерений                   | 24 – Изолирующая опора               |

Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Опытная воздушная линия УВН 1200 кВ;  $\pm 800$  кВ**
- Задачи:
- исследования наружной изоляции ВЛ ;
- исследования свойств электрической короны, радиопомех и акустического шума;
- Исследования электромагнитной совместимости ВЛ и окружающей среды.
- исследования электромагнитных полей, распределения объёмного заряда и ионного тока ;
- Испытания для проведения работ под напряжением и обучение
- Комплекс электрических испытаний натуральных образцов опор.
- Измерения наведенных напряжений на соседние ВЛ и другие энергетические объекты, линии связи;
- Измерения наведенных потенциалов на волоконно оптические кабели, подвешиваемые на ВЛЗ.

Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Опытная воздушная линия УВН 1200 кВ;  $\pm 800$  кВ**
- Состав оборудования:

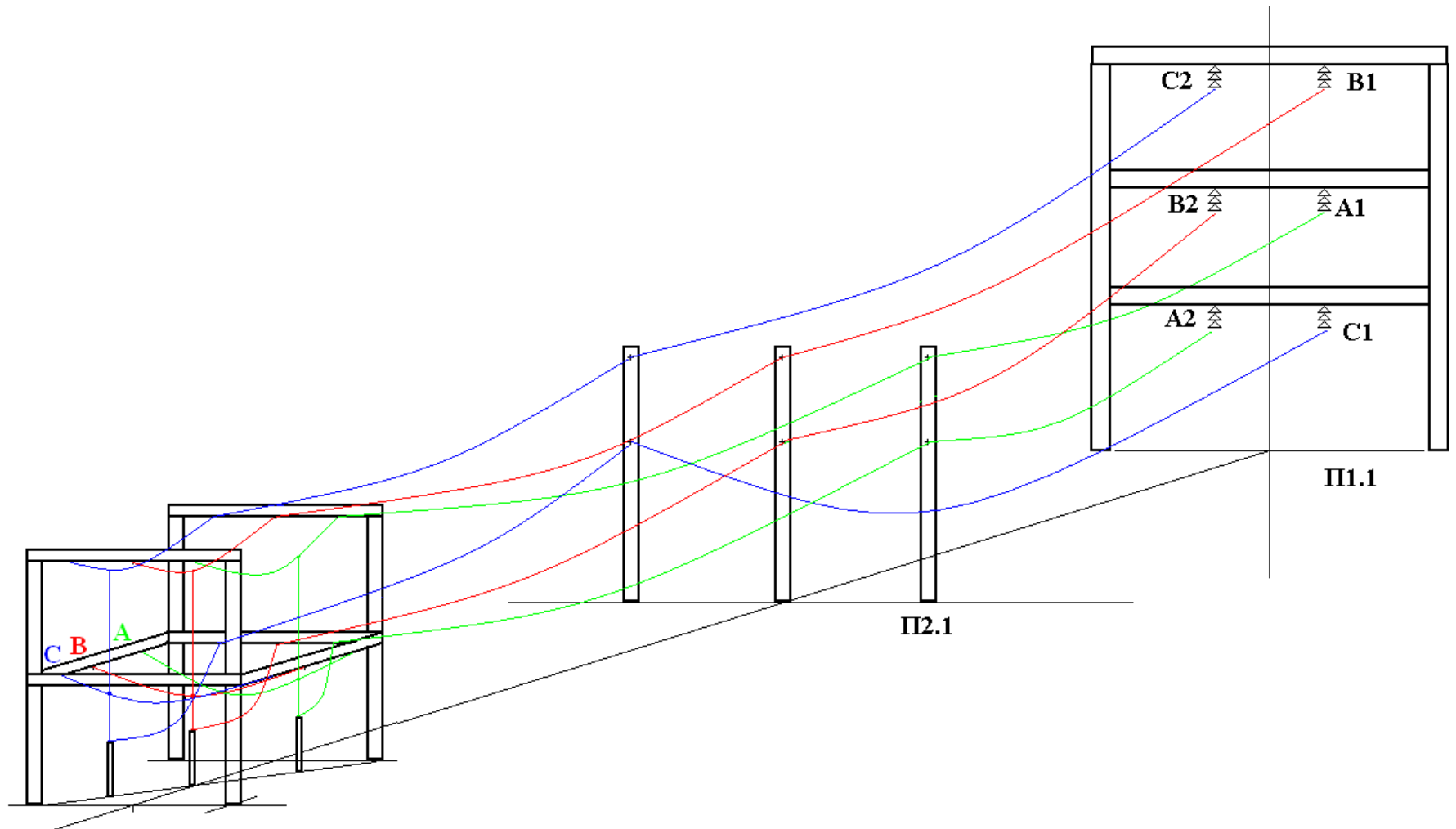
<b>Наименование оборудования</b>	<b>Параметры</b>	<b>Количество, шт</b>
Однофазные испытательные трансформаторы напряжения промышленной частоты	1200 кВ/5 МВА 600 кВ, 2 МВА	3 3
Установки постоянного тока (УПТ)	$\pm 1200$ кВ/500 мА	2

Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Опытная воздушная линия УВН 1200 кВ;  $\pm 800$  кВ**
- Длина воздушной линии 500 м
- Длина испытательного пролёта 300 м
- Ширина воздушной линии 86 м
- Высота подвески провода max 85 м
- Число фазных проводов max 6 шт



Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения



Компоновка проводов для двуцепной ВЛ с вертикальным расположением фаз

Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Открытая испытательная площадка:**

- Задачи:
- Испытания изоляции ВЛ и оборудования;
- Молниезащита ВЛ и других энергетических объектов;
- Комплекс электрических испытаний натуральных образцов опор, в том числе на макетах;
- Исследования неравномерности распределения напряженности электрического поля по длине полимерных линейных изоляторов и по высоте покрышек линейных разрядников на основе ОПН.

## Открытая испытательная площадка:

### Состав оборудования:

Наименование оборудования	Параметры	Количество, шт
Однофазные испытательные трансформаторы напряжения промышленной частоты	Каскад 3×1000 кВ/5 МВА 600 кВ, 2 МВА	1 1
Генераторы импульсных напряжений (ГИН)	10000 кВ/1300 кДж	1
Установка постоянного тока (УПТ)	±1600 кВ/50 мА	1
Установка для измерения радиопомех	Погрешность измерения напряжения не должна превышать 3 дБ	1

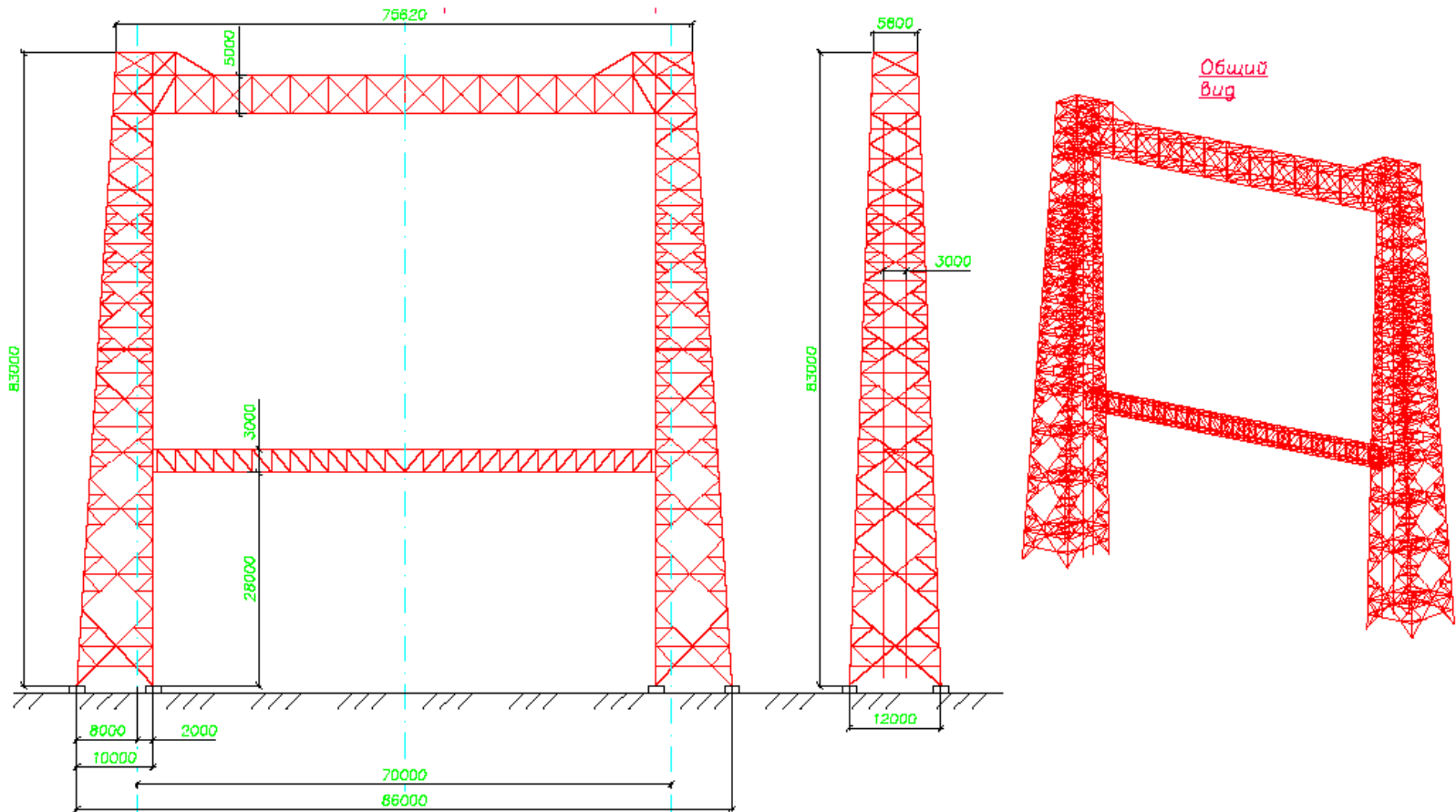
Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

**Открытая испытательная площадка:**

Краткое описание:

Площадь 82 м x 120 м

Три порталные опоры высотой 83 м



Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Опытная ВЛ ВН и СН (10, 35, 110 кВ)**
- Задачи:
- Комплекс электрических испытаний токоведущих систем ВЛ и ВЛЗ среднего и высокого напряжения и грозозащитных тросов;
- Испытания средств защиты оборудования ВЛ от воздействия токов молнии;
- Испытания линейных разрядников воздействием ПВН;
- Измерения наведенных напряжений на соседние ВЛ и другие энергетические объекты, линии связи (работающие и находящиеся в ремонте)
- Измерения наведенных потенциалов на волоконно оптические кабели, подвешиваемые на ВЛ;

Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

## Опытная ВЛ ВН и СН (10, 35, 110 кВ)

Состав оборудования:

<b>Наименование оборудования</b>	<b>Параметры</b>	<b>Количество, шт</b>
Трехфазный силовой трансформатор промышленной частоты	10/10/35/110 кВ, 10 МВА	1
Управляемый шунтирующий реактор	110 кВ, 10 МВА	1
Генераторы импульсных токов (ГИТ)	100 кА, 50 мкс/300 кВ	1
Колебательный контур	60 кВ, 10 кА / 0,02 с	1

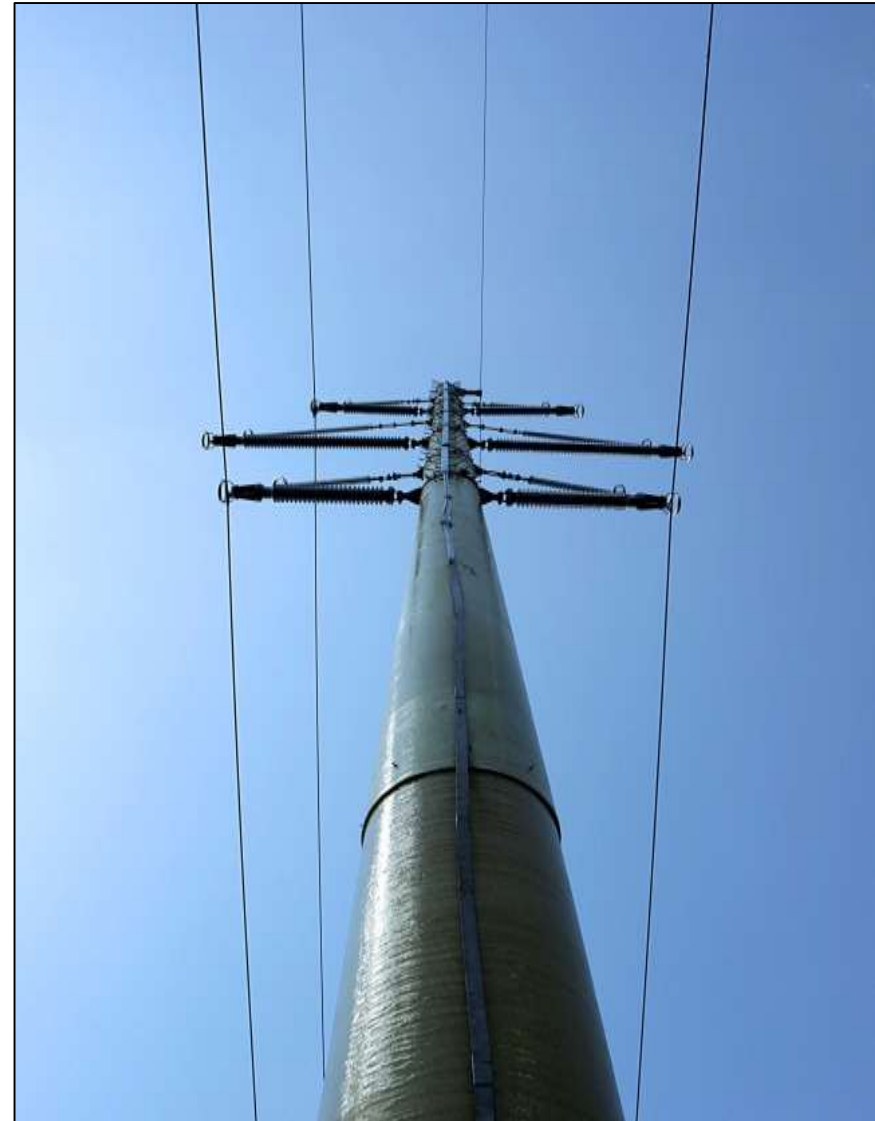
Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

## **Опытная ВЛ ВН и СН (10, 35, 110 кВ)**

Трёхфазная ВЛ на изолирующих  
опорах

Полная длина 350 м

Количество пролётов 5



Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Стенд Длительных Испытаний**

- Задачи:

Испытания изоляции ВЛ и оборудования при длительном приложении напряжения в режиме реального времени (изоляторы, коммутационное оборудование, вводы переменного и постоянного тока);

Испытания изоляции оборудования ВЛ на старение.

Состав:

СДИ высокого напряжения

СДИ ультравысокого напряжения



- Измерение геометрических размеров изоляторов: диаметр, длина (до 14000 мм), толщина слоя цинкового покрытия на арматуре, толщина силиконового покрытия на стеклопластиковом стержне, длина пути утечки.
- Измерение массы изоляторов.
- Фотографирование изоляторов (в исходном состоянии, в процессе и после испытаний) в оптическом, ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах крупным планом на расстоянии до 50 м. Макросъёмка и микрофотографии (увеличение до x100).
- Мониторинг токов утечки под напряжением (измерение величины тока один раз в час, возможность осциллографирования тока).
- Контроль механической нагрузки в процессе испытаний (тензометрические датчики на каждой гирлянде изоляторов).
- Аппаратура для высоковольтных испытаний изоляторов, снятых со стенда (лаборатория производства компании «ТЕСТСЕТ», напряжение переменное и постоянное до 100 кВ).
- Измерение параметров ESDD (Equivalent Salt Deposit Density )и NSDD (Non Soluble Deposit Density) по IEC 60815-1.
- Аппаратура для определения трекингоэрозионной стойкости поверхности полимерных изоляторов по ГОСТ 27474-87.
- Аппаратура для измерения адгезии оболочки к изоляционному телу полимерного изолятора, для измерения стойкости к проникновению красящей жидкости и стойкости к проникновению воды по ГОСТ 52082.
- Аппаратура для измерения уровня частичных разрядов в изоляторах.
- Станция для измерения интенсивности атмосферных загрязнений по IEC 60815-1

## Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Стенд длительных испытаний высокого напряжения**

- Задачи:

Испытания изоляции ВЛ и оборудования при длительном приложении напряжения в режиме реального времени (изоляторы, коммутационное оборудование, вводы переменного и постоянного тока);

Испытания изоляции оборудования ВЛ на старение.

Наличие системы измерения частичных разрядов и мониторинга токов утечки

Тарельчатые и полимерные изоляторы подвешены на несущих конструкциях

Количество одновременно испытываемых изоляторов до 300 шт.

Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Стенд длительных испытаний высокого напряжения**
- Состав оборудования

Наименование оборудования	Параметры	Количество , шт
Однофазные испытательные трансформаторы напряжения промышленной частоты	10 кВ/10 кВ 500 кВА	1
Установки постоянного тока (УПТ)	100 кВ/1 А	1
	20 кВ/1 А	1
	3 кВ/5 А	1

Используются два трансформатора группы Т-600

Возможность одновременных испытаний при числе уровней переменного напряжения до трёх (например, при напряжениях 6 кВ, 73 кВ и 145 кВ) и при числе уровней постоянного напряжения до трёх (например,  $\pm 3$  кВ,  $\pm 20$  кВ,  $\pm 100$  кВ).

- Стенд длительных испытаний высокого напряжения

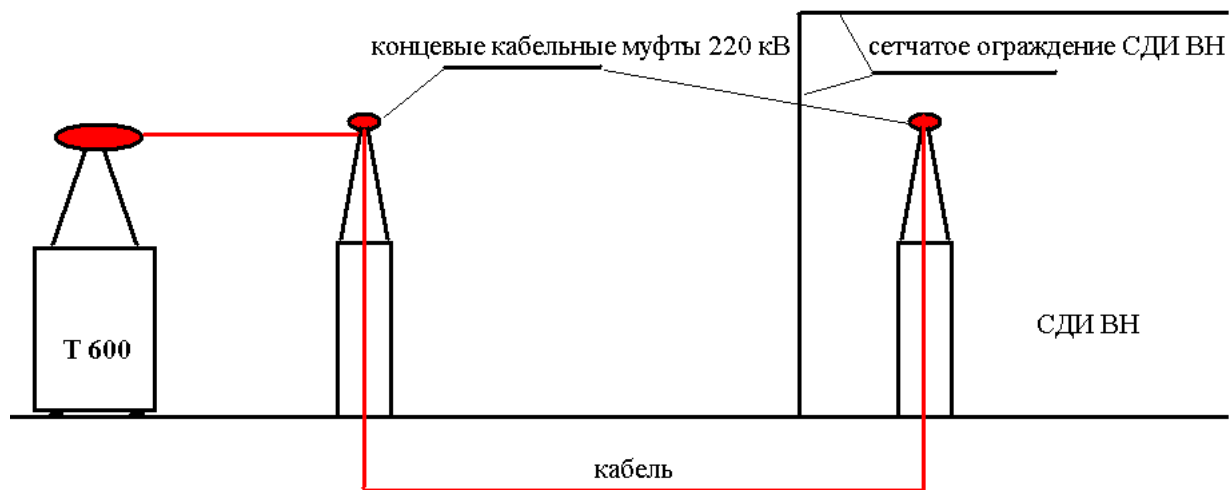
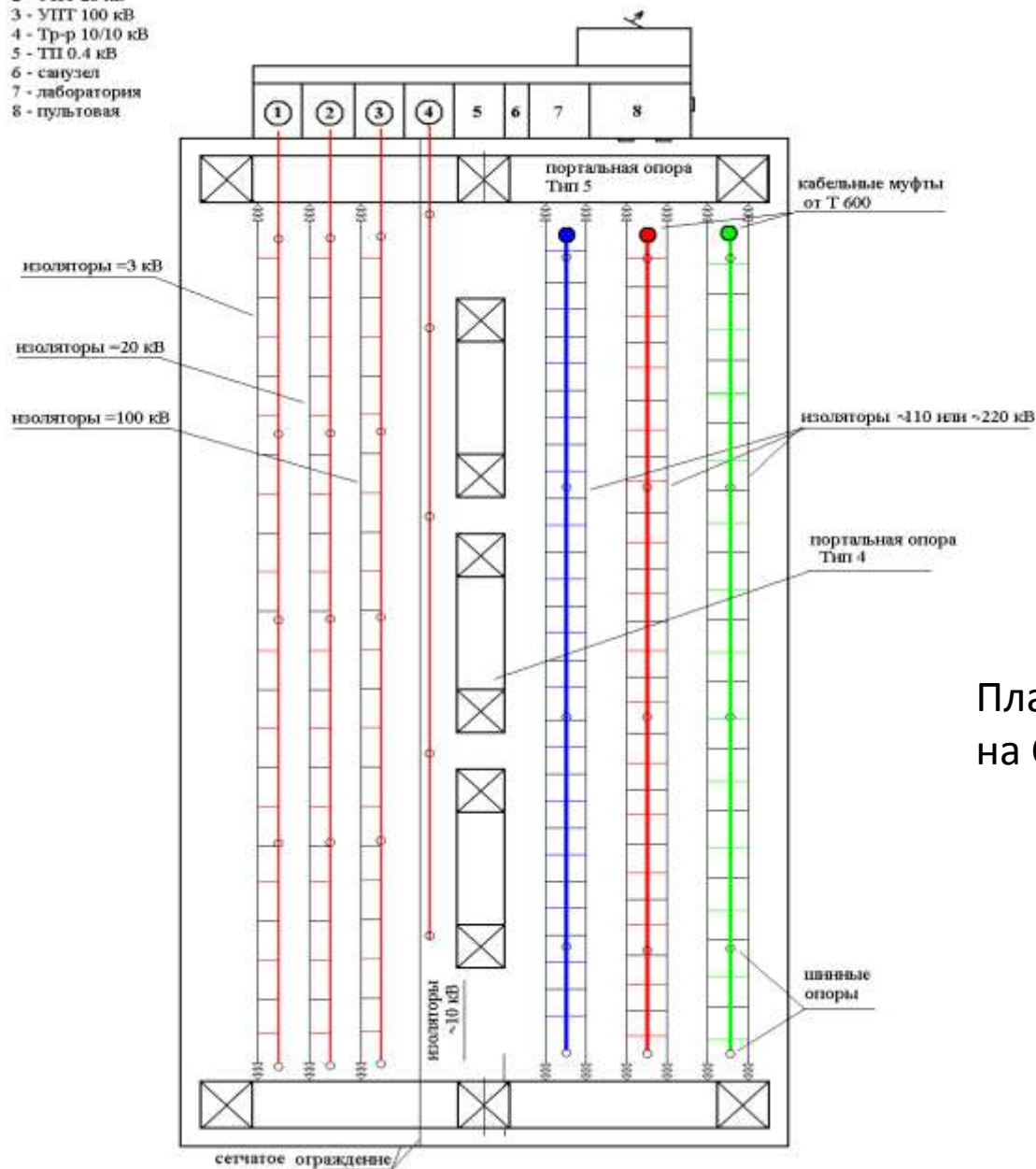


Схема подачи напряжения от группы трансформаторов Т 600 на стенд длительных испытаний ВН

# Стенд длительных испытаний высокого напряжения

- 1 - УИПТ 3 кВ
- 2 - УИПТ 20 кВ
- 3 - УИПТ 100 кВ
- 4 - Тр-р 10/10 кВ
- 5 - ТП 0,4 кВ
- 6 - санузел
- 7 - лаборатория
- 8 - пультовая



План размещения оборудования на СДИ ВН

# Стенд длительных испытаний высокого напряжения

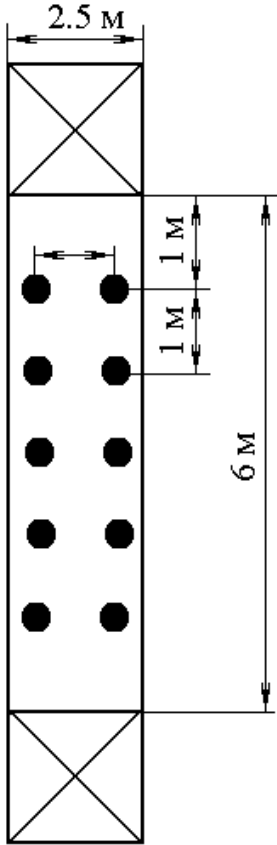


Схема размещения изоляторов класса 110 и 220 кВ на траверсе порталной опоры СДИ ВН

# Стенд длительных испытаний высокого напряжения

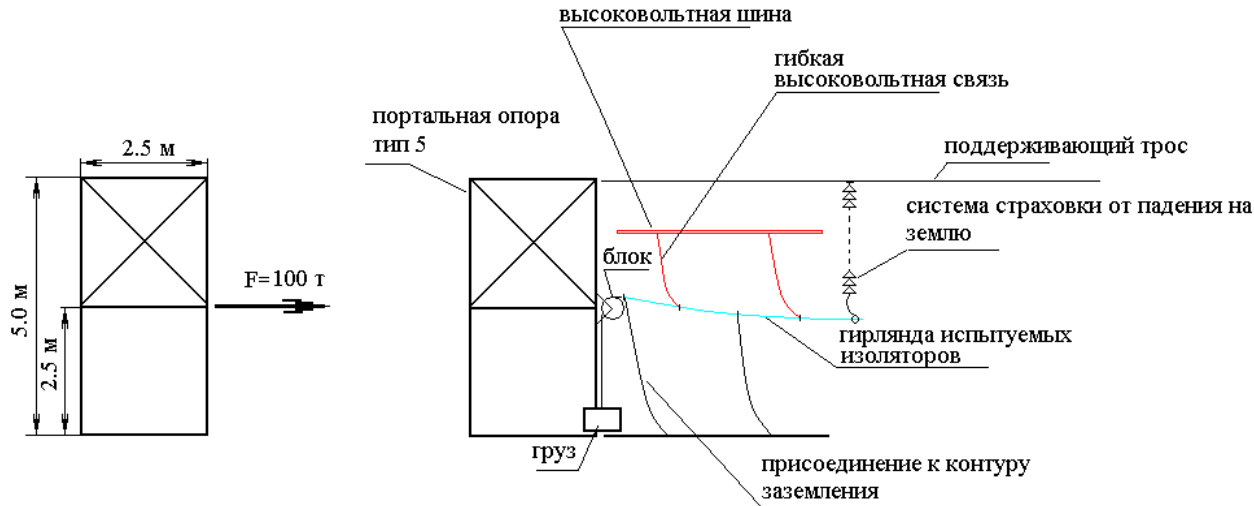


Схема приложения нагрузки и размещения гирлянд изоляторов на опорах типа 5

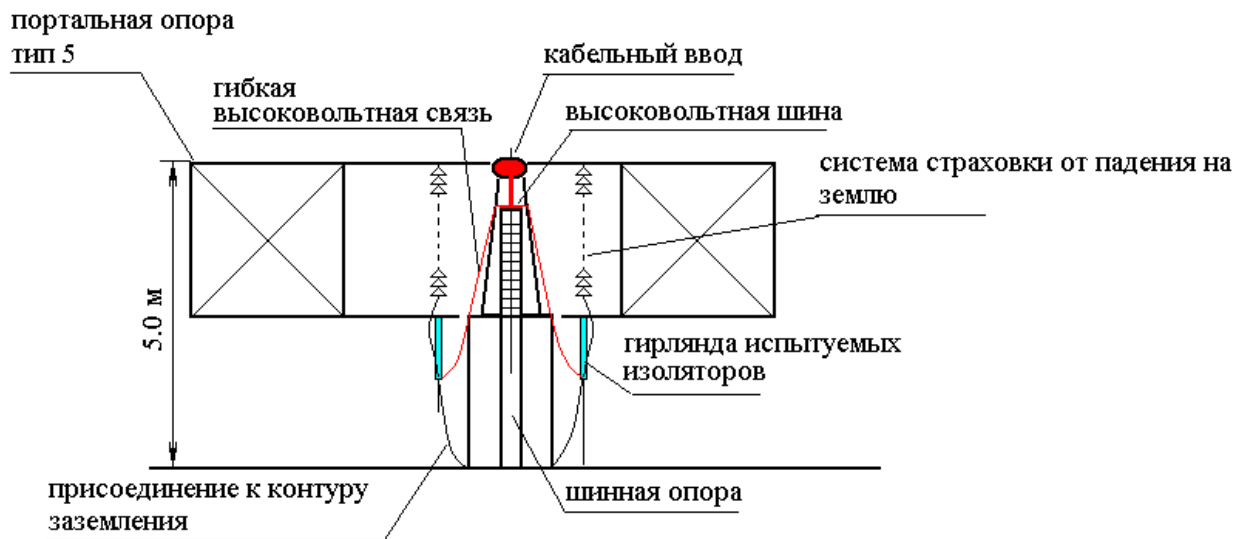


Схема присоединения изоляторов к источникам высокого напряжения и к контуру заземления

Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Стенд длительных испытаний ультравысокого напряжения**
- Задачи:

Испытания изоляции ВЛ реальных размеров при длительном приложении фазового или полюсного напряжения в режиме реального времени;  
Испытания изоляции оборудования ВЛ на старение;



Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи  
среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Стенд длительных испытаний сверхвысокого и ультравысокого напряжения**
- Изоляторы реальных размеров подвешены на элементах порталных конструкций и длительно подвержены воздействию фазового либо полюсного напряжения
- Состав оборудования
- Используются высоковольтные источники переменного либо постоянного напряжения Опытной Воздушной Линии УВН 1200 кВ;  $\pm 1200$  кВ

# Стенд длительных испытаний сверхвысокого и ультравысокого напряжения

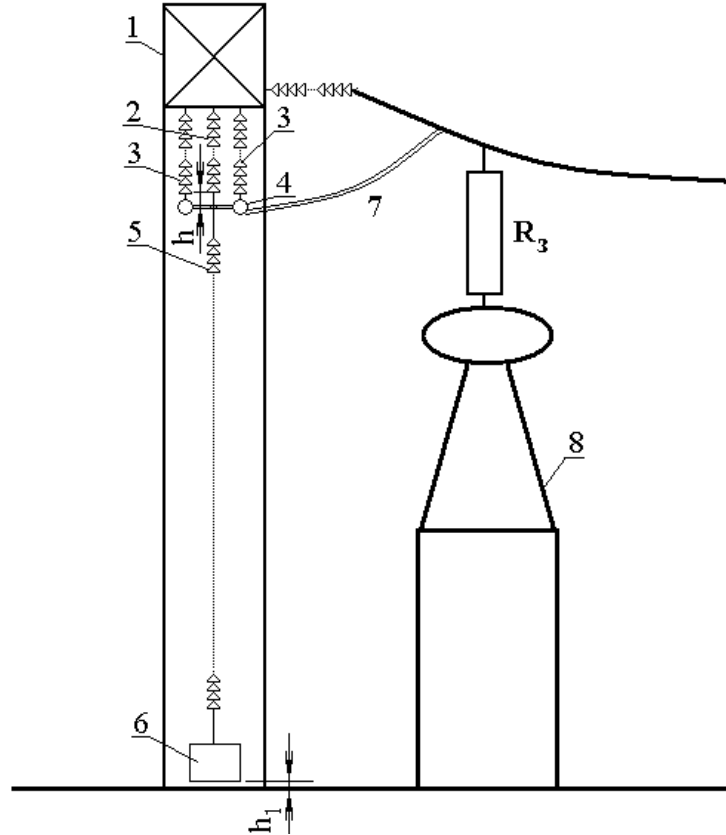


Схема подвески испытуемых изоляторов на СДИ УВН

1 – траверса portalной опоры, 2 – испытуемый изолятор, 3 – изоляторы подвески некоронирующей ошиновки, 4 – некоронирующая ошиновка, 5 – изолятор подвески груза, 6 – груз, 7 – подводящий шлейф, 8 – источник высокого напряжения,  $R_3$  – защитное сопротивление

## Лабораторный комплекс воздушных линий электропередачи среднего, высокого, сверхвысокого и ультравысокого напряжения

- **Площадка для исследования сопротивлений заземляющих устройств**
- Задачи:
  - Определение сопротивления заземления различных конфигураций для опор линий электропередачи.
  - Определение напряжения на опоре ВЛ при протекании импульсного тока молнии
- Краткое описание
- Площадка размером 40x40 м с возможностью создания различных систем заземления, не связанных с контуром заземления стенда
- Состав оборудования
  - Используется ГИТ Опытной ВЛ ВН и СН
  - Комплект оборудования для измерения сопротивления заземления.