



ТЕХНИКО-КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

АО "ЛОЭСК" "Восточные электрические
сети"

№1125ТП_К

ПОДГОТОВИЛ:
Ведущий специалист
направления
«Электроработы»
Корнилова Жанна
8 (800) 775-87-54 (доб. 178)
+7-920-120-30-00
kza@angstrem.tech

Вас приветствует коллектив производственной компании «АНГСТРЕМ».
Мы стремимся сделать Вашу работу по обеспечению надежного и бесперебойного энергоснабжения комфортной и безопасной.

Несколько фактов о компании «АНГСТРЕМ»

30 лет разработок и производства	>30% ежегодный рост выпуска продукции	12 дилеров в России и за рубежом	12 стран география поставок продукции
53 российских и зарубежных наград в области оценки качества	24 мес. гарантии на продукцию – в 2 раза дольше, чем у аналогов	7/30 7 возвратов приборов по причине заводского брака за 30 лет работы	65 отзывов об успешной эксплуатации приборов

Направления деятельности компании «АНГСТРЕМ»



цифровые
электролаборатории



поисковое
оборудование



сервисное
обслуживание



инновационная
деятельность

Ежедневно электролаборатории и оборудование компании «АНГСТРЕМ»
помогают решать задачи по оперативному восстановлению энергоснабжения государственных объектов,
промышленных предприятий и жилых районов.

Отличительные особенности продукции

- 1 Импортозамещение.**
Продукция «АНГСТРЕМ» способна заменить аналоги европейского производства.
- 2 Материальная база.**
Применяются только высококачественные узлы и комплектующие.
- 3 Собственные разработки и технологии.**
Увеличение ресурса и эффективности работы приборов. Уникальная многоуровневая технология производства. Контроль на всех этапах.
- 4 Эксплуатационные характеристики.**
Бесперебойная работа оборудования на протяжении 15 лет.
- 5 Поддержка потребителей.**
Постоянная обратная связь позволяет своевременно модернизировать оборудование.
- 6 Бесплатное обучение.**
Обучение работе на электролабораториях, качественная информационная поддержка и постоянная взаимосвязь с потребителями.

КОММЕРЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

от 30.05.2022г. №1125ТП_К

Тип лаборатории	Цена (с НДС 20%)	Количество	Стоимость (с НДС 20%)
Универсальная электролаборатория «АНГСТРЕМ-3»	28 547 653,00 руб.	1	28 547 653,00 руб.

В указанную стоимость входят:

- разработка и производство электротехнической лаборатории,
- аттестационные испытания,
- обучение персонала компании-заказчика работе на данной электролаборатории.

Срок поставки	120 календарных дней
Гарантийные обязательства	на электролабораторию - 24 месяца, на шасси - в соответствии с сервисной книжкой завода изготовителя
Условия оплаты	Договорные
Условия доставки	Доставка до Заказчика силами и за счет средств Поставщика
Срок действия коммерческого предложения	до 13.06.2022 года

Директор ООО «АНГСТРЕМ»
А.А. Дубров

Если Вам необходима
консультация по технико-
коммерческому предложению,
обращайтесь к специалисту
компании АНГСТРЕМ»:

Корнилова ЖаннаВедущий специалист направления
«Электролаборатории»**8 (800) 775-87-54 (доб. 178)**
+7 920 120 30 00**kza@angstrem.tech**

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПРЕДЛОЖЕНИЕ

на поставку передвижной электротехнической лаборатории с компьютеризированной системой управления

АНГСТРЕМ-3

от 2022-05-30 №1125ТП_К

Электротехническая лаборатория «АНГСТРЕМ-3» (далее — лаборатория, ЭТЛ) выполняет следующие функции:

- испытания повышенным значением выпрямленного напряжения величиной до 70 кВ с контролем тока утечки;
- испытания повышенным значением переменного напряжения промышленной частоты величиной до 100 кВ с измерением тока проводимости;
- измерений емкости и тангенса угла диэлектрических потерь высоковольтной изоляции по «прямой» и «перевернутой» схемам;
- измерений параметров силовых трансформаторов на низком напряжении и измерений сопротивления постоянному току;
- прожигание поврежденной изоляции силовых кабелей:
 - прожигание и дожигание поврежденной изоляции кабеля с помощью установки прожига;
 - дожигание поврежденной изоляции кабеля с помощью индукционного генератора.
- измерение расстояния до места повреждения изоляции силовых кабелей методами:
 - импульсным,
 - импульсно-дуговым,
 - волны напряжения,
 - волны тока.
- определение места повреждения силовых кабелей акустическим методом;
- оценка расстояния до места повреждения акустико-электромагнитным методом;
- локализация места повреждения силового кабеля при однофазном замыкании с помощью импульсно-волнового метода поиска;
- определение трассы и места повреждения силовых кабельных линий индукционным методом;
- определение места повреждения оболочки силового кабеля потенциальным методом с использованием источника переменного тока;
- определение места повреждения защитной оболочки на местности методом шаговых напряжений с использованием источника постоянного напряжения;
- определение глубины залегания подземных коммуникаций;
- выбор испытываемого кабеля из пучка, в том числе 1-фазного.

Питание лаборатории осуществляется от стационарной сети переменного тока 220/380В ± 10% частотой 50 Гц.

В случае отсутствия стационарной сети для питания ЭТЛ используется входящий в ее состав автономный электрогенератор, работающий на том же топливе, что и транспортная база либо с приводом от коробки отбора мощности автомобиля.

Мощность генератора достаточна для полноценной работы любого из модулей ЭТЛ.

Лаборатория построена по модульному принципу, позволяющему гибко изменять конфигурацию оборудования в соответствии с требованиями Заказчика.



1. Общее устройство

Кузов лаборатории состоит из двух отсеков – отсека оператора и отсека высоковольтного. Отсеки разделяются корпусом ПУ и перегородкой, состоящей из прозрачного диэлектрического материала. Прозрачная перегородка формирует цельный свободный просвет над ПУ высотой не менее 600мм и шириной не менее 1500 мм.

В ЭТЛ предусмотрена встроенная мебель для хранения инструмента и приспособлений.

1.1. Система управления электролабораторией

Цифровая система управления (далее по тексту - ЦСУ) модулями передвижной ЭТЛ представляет собой единый программно-аппаратный комплекс на базе встроенного промышленного компьютера, позволяющий максимально эффективно управлять измерительным, испытательным и поисковым оборудованием, входящим в ее состав. ЦСУ обеспечивает централизованный контроль над процессами испытаний, поиском мест повреждений, различными измерениями, а также выполнением диагностических и сервисных функций.

ЦСУ обеспечивает двухстороннюю связь силового оборудования, интегрированного в состав ЭТЛ, и промышленного компьютера с помощью специализированного программного обеспечения.

ЦСУ предусматривает возможность безопасного и корректного завершения работы в случае пропадания напряжения питания и, также, возможность автономной работы СУ в течение не менее 60 минут с целью просмотра результатов испытаний и тренировки персонала.

ЦСУ обеспечивает проведение всех видов измерений и испытаний в случае выхода из строя встроенного промышленного компьютера за счет подключения через внешние разъемы переносного компьютера с предустановленным программным обеспечением для управления ЭТЛ.

Программное обеспечение (ПО) полностью разработано заводом-изготовителем передвижной электролаборатории. ПО имеет возможность обновления, реконструкции и поддержки удаленно в течение всего срока службы электролаборатории, но не менее 10 лет.

Модуль управления передвижной ЭТЛ оснащен встроенным цветным графическим дисплеем с диагональю 22 дюймов для отображения параметров работы с углом обзора 170°.

Особенности ЦСУ:

- Программное обеспечение системы управления (далее по тексту - ПО СУ) позволяет решать полный комплекс задач по испытаниям, диагностике и поиску мест повреждений подземных кабельных линий классов напряжений 0,4, 6, 10, 20, 35 кВ с любым типом изоляции;
- ПО СУ обеспечивает управление работой основного оборудования ЭТЛ;
- ПО СУ автоматически сохраняет данные, полученные по результатам измерений;
- ПО СУ обеспечивает отображение параметров при проведении измерений в аналоговом, цифровом и графическом видах;
- ПО СУ выполняет формирование протоколов измерений по форме Заказчика, как в ручном, так и автоматическом режимах с возможностью редактирования данных для подготовки и модификации протоколов измерений;
- ПО СУ содержит в себе встроенную обновляемую библиотеку нормативно-технической документации;
- ПО СУ позволяет оператору создавать и вести базу обслуживаемых энергообъектов и оборудования, интегрированного в состав ЭТЛ, с возможностью просмотра истории испытаний/измерений;
- ПО СУ обеспечивает интеллектуальные подсказки оператору в соответствии с руководством по эксплуатации на данный тип ЭТЛ;
- ПО СУ обеспечивает непрерывную диагностику и самоконтроль состояния всех систем ЭТЛ с выдачей сообщений в режиме реального времени;
- ПО СУ осуществляет систему объективного контроля за действиями оператора в режиме реального времени;
- ПО СУ позволяет вести нескольких учетных записей/аккаунтов для возможности раздельного использования ЭТЛ разными бригадами специалистов;
- ПО СУ осуществляет сбор данных о всех исполняемых процессах за весь срок службы

ЭТЛ с возможностью просмотра истории в базе данных и проведения дальнейшего анализа;

- ПО СУ выполняет функцию тепловизионного мониторинга высоковольтного отсека с целью контроля состояния силового оборудования и других составных модулей Электrolаборатории.

1.2. Пульт управления

Пульт управления (ПУ) имеет конструкцию горизонтально-ориентированного типа в соответствии с ГОСТ 23000-78:

- Общая высота ПУ не превышает 1160 мм;
- Высота ПУ над столешницей не более 400 мм;

Элементы, не требующие оперативного вмешательства (автоматические выключатели, предохранители), с целью минимизации отвлечения оператора от выполнения основных функций размещены вне модулей управления.

В верхней части ПУ по центру расположен дисплей для управления основным оборудованием ЭТЛ и отображения параметров его работы.

Средняя часть – удобная столешница глубиной 320 мм и шириной 1700 мм для размещения дополнительных приборов, документации и т.п. Под столешницей, в центральной ее части, предусмотрено пространство для ног оператора глубиной 300 мм.

В нижней части ПУ, под столешницей, установлены силовые модули ударного генератора, прожигающей установки и модуль коммутации силового электропитания в металлических заземленных корпусах без вентиляционных отверстий.

ПУ имеет клеммы для подключения к системе соединительных кабелей внешних измерительных и поисковых приборов.

2. Основное оборудование ЭТЛ

2.1. Модуль безопасности питания МБП-220

Модуль безопасности питания обеспечивает гальваническую развязку элементов системы управления от питающей сети, стабилизацию напряжения питания и возможность работы СУ при пропадании напряжения сети. Модуль безопасности питания включает в себя:

- разделительный изолирующий трансформатор 220/220;
- стабилизатор напряжения $190-260/220 \pm 8\%$;
- источник бесперебойного питания (обеспечение работы СУ при пропадании напряжения сети не менее 60 минут)

2.2. Испытательно-прожигающий комплекс (ИПК)

Предназначен для проведения испытаний выпрямленным напряжением и переменным напряжением промышленной частоты.

Дополнительные функции:

- прожигание поврежденной изоляции силовых кабелей на высоком напряжении величиной до 60кВ;
- формирование сигнала при поиске мест повреждения силовых кабелей методом волны напряжения.

Особенности комплекса:

- управление ИПК осуществляется от ЦСУ;
- параметры испытаний отражаются в аналоговом (в виде виртуального стрелочного прибора) и цифровом виде, а также в виде графика зависимости тока и напряжения от времени и графика зависимости тока утечки от напряжения;
- источник высокого напряжения — необслуживаемого типа;
- цифровая сертифицированная система измерения выходного напряжения; способ передачи измеряемых данных в систему управления - без использования гальванических соединений;
- измерение токов утечки и проводимости производится по стороне высокого напряжения, для исключения в результатах измерений собственных утечек ЭТЛ;
- уровень изоляции цепей датчика тока от ПУ - не менее максимального испытательного напряжения ЭТЛ;

- межповерочный интервал измерительной системы составляет 24 месяца;
- наличие функции автоматического определения рода тока, состояния выпрямителя и уровня пульсации напряжения повышает надежность работы оборудования, безопасность проведения работ и позволяет проверить точность данных полученных в результате измерений;
- высокое входное сопротивление делителя высокого напряжения минимальным образом влияет на измерения; дополнительное автоматическое устройство компенсации полностью устраняет зависимость результатов измерений токов утечки и проводимости от внешних условий; наличие в делителе емкостных звеньев значительно снижает зависимость результатов измерений напряжения при работе в составе передвижных ЭТЛ с плотной компоновкой оборудования;
- автоматическое прожигание поврежденной изоляции силовых кабелей напряжением до 60 кВ, в т.ч. в режиме совместной работы с основной прожигающей установкой;
- при подаче выпрямленного напряжения на объекты малой ёмкости обеспечивается отсутствие пульсаций более 3% Уисп

Основные технические параметры испытательного оборудования:

Выходное напряжение, не менее	100кВ / 50Гц 70кВ, выпрямленное
Максимальный выходной ток, не менее	100 мА
Максимальная выходная мощность	7,5 кВА
Диапазон измерения напряжения: • переменное • постоянное	от 10 до 100 кВ от 10 до 140 кВ
Точность измерения высокого напряжения	±2%
Измерение токов утечки и проводимости: • количество поддиапазонов • максимальный ток измерения	4 300 мА
Входное сопротивление	1000 МОм
Входная емкость делителя напряжения	100 пФ

2.3. Рефлектометрическая система КР-90

Предназначена для выполнения следующих измерений:

- определения расстояния до неоднородностей волнового сопротивления в кабельных линиях;
- измерения длины кабельной линии при известном коэффициенте укорочения;
- измерения коэффициента укорочения кабельной линии при известной длине;
- измерения расстояния до горячей дуги в режиме импульсно-дугового метода (ARM);
- измерения расстояния до места пробоя методом колебательного разряда по напряжению (DECAY);
- измерения расстояния до повреждения методом колебательного разряда по току (ICE).

Особенности:

- встроена в ПУ ЭТЛ. В качестве экрана используется дисплей ЦСУ;
- управление рефлектометрической системой осуществляется от ЦСУ;
- выполняет измерения в четырех основных режимах:
 - импульсная рефлектометрия,
 - импульсно-дуговой метод,
 - метод колебательного разряда по току
 - метод колебательного разряда по напряжению;
- обладает функцией трехфазного подключения;
- производит изменение входных параметров рефлектометра без остановки процесса измерения;

- сохраняет рефлектограммы или отдельные их фрагменты с комментариями оператора.

Основные технические характеристики:

Параметр	Значение
Максимальная частота дискретизации, не менее	1 ГГц
Максимальная длина измеряемой кабельной линии при коэффициенте укорочения 1,5, не менее	250 км
Коэффициент укорочения	от 1 до ∞ , задается пользователем
Максимальное количество подключаемых фаз, не менее	3
Амплитуда зондирующего импульса, не менее	30, 60, 90 В
Диапазон длительностей зондирующего импульса, не менее	от 10 нс до 10 мкс
Разрешающая способность измерения расстояния при коэффициенте укорочения 1,5	0,1 м
Одновременная работа с сохраненными рефлектограммами, не менее	10 шт.
Количество сохраняемых рефлектограмм	не менее 10000 шт
Диапазон согласующего сопротивления, не менее	от 10 до 620 Ом
Возможность установки до 10 маркеров, не считая маркера нулевой отметки	имеется
Изменение параметров не останавливая процесс измерения	имеется
Размер диагонали дисплея, не менее	22 дюйма

2.4. Присоединительное устройство ИДМ-36

Позволяет осуществить определение расстояния до места повреждения основной изоляции силового кабеля импульсно-дуговым методом при помощи импульсов, отраженных от дуги. Устройство обеспечивает безопасное подключение рефлектометра к высоковольтной цепи для приема и обработки сигналов волновых процессов в кабеле. Основным узлом устройства является мощный индуктивный реактор с малыми потерями, увеличивающий время горения дуги.

2.5. Присоединительное устройство УСН-60

Позволяет осуществить определение расстояния до места особо сложных высокоомных повреждений изоляции с напряжением пробоя до 60кВ методом волны напряжения. Устройство обеспечивает безопасное подсоединение рефлектометра к высоковольтной цепи для приема и обработки сигналов волновых процессов в кабеле. Источником высокого напряжения при методе волны напряжения служит испытательный трансформатор. Устройство встроено в модуль связи комбинированный, дополнительного места в ЭТЛ не занимает.

2.6. Присоединительное устройство УСТ-36

Позволяет осуществить определение расстояния до места высокоомных повреждений изоляции силовых кабелей методом волны тока. Устройство обеспечивает безопасное подсоединение рефлектометра к высоковольтной цепи для приема и обработки сигналов волновых процессов в кабеле. Источником высокого напряжения при методе волны тока служит ударный генератор.

2.7. Модуль прожигания МП 15/90

Предназначен для преобразование высокоомных повреждений силовых кабелей в низкоомные

с целью создания условий для определения расстояния до дефекта импульсным методом и точного определения места неисправности звукочастотными установками.

Особенности:

- управление прожигающей установкой осуществляется от ЦСУ;
- параметры работы отражаются в аналоговом (в виде виртуального стрелочного прибора) и цифровом виде, а также в виде графика зависимости тока и напряжения от времени;
- способ управления посредством помехозащищенного радиоканала, без использования гальванических соединений (исключает потерю соединения и данных в процессе эксплуатации электролаборатории);
- наличие собственного мощного источника высокого напряжения твердотельного типа (независимость от работоспособности источников напряжения других модулей ЭТЛ);
- безразрывное переключение ступеней выходного напряжения при прожигании - без выключения модуля, при полной мощности;
- максимальная мощность потребления не более 6кВА для обеспечения полноценной работы от автономного электрогенератора;
- питание от сети переменного тока 220В/50Гц без использования дополнительных электронных преобразователей;
- принцип работы установки исключает лавинообразное неуправляемое образование металлического моста в канале пробоя, делающего невозможным дальнейшее применение акустического и импульсно-дугового методов поиска; оператор имеет возможность остановить процесс прожигания на любом выбранном этапе;
- наличие возможности регулирования выходного тока без искажения формы тока на входе;
- наличие встроенного автоматического замыкателя для плавного разряда;
- расположение силовых высоковольтных элементов - под столешницей ПУ ЭТЛ в металлическом заземленном корпусе закрытого типа без вентиляционных отверстий;
- для полноценной работы прожигающей установки (в том числе в режиме дожига кабельной изоляции) используется экранированный испытательный кабель из состава ЭТЛ.

Основные технические характеристики:

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальная мощность / ток потребления в режиме КЗ на выходе установки	5,7 кВА / 26А
Выходное напряжение на XX, кВ / выходной ток при КЗ на выходе модуля	=15кВ / 0,34А =8кВ / 0,65А =4кВ / 1,3А =2кВ / 2,6А ≈750В / 7А ≈220В / 23,9А ≈58В / 91А, в форсированном режиме (5мин) – 110А
Регулирование выходного напряжения	0...100% (от РН ЭТЛ)
Регулирование выходного тока	50/100%
Время непрерывной работы.	в режиме КЗ на выходе 2 часа; в режиме близком к XX - не ограничено

2.8. Модуль акустический МА-36/26

Предназначен для создания в силовых кабельных линиях мощных электрических разрядов с целью формирования условий для применения акустического и импульсно-дугового методов поиска.

Особенности:

- управление акустическим модулем осуществляется от ЦСУ;
- параметры работы отражаются в аналоговом (в виде виртуального стрелочного прибора) и цифровом виде, а также в виде графика зависимости напряжения заряда накопительных конденсаторов от времени;
- способ управления посредством помехозащищенного радиоканала, без использования гальванических соединений (исключает потерю соединения и данных в процессе эксплуатации электролаборатории);
- наличие собственного источника высокого напряжения твердотельного типа (независимость от работоспособности источников напряжения других модулей ЭТЛ);
- наличие 3-х ступеней выходного напряжения;
- переключатель ступеней выходного напряжения имеет ручное дистанционное управление, фиксацию угловых положений и датчики обратной связи для контроля выбора ступени и полной стыковки силовых контактных групп;
- силовые контакты - штекерного типа, при работе в режиме больших импульсных токов (тысячи ампер, акустический метод поиска) искрообразование недопустимо;
- наличие встроенного автоматического замыкателя для плавного разряда;
- расположение силовых высоковольтных элементов - под столешницей ПУ ЭТЛ в металлическом заземленном корпусе закрытого типа без вентиляционных отверстий.

Основные технические характеристики:

Наименование параметра	Значение параметра
Диапазон регулировки выходного напряжения	0...9 / 18 / 36 кВ
Максимальная запасенная энергия	2600 Дж
Диапазон регулировки периода следования разрядов	3...15сек

2.9. Индукционный поисковый комплект КП-500К

Предназначен для выполнения следующих работ:

- определение местоположения трассы и глубины залегания кабеля;
- поиск и точное определение мест повреждения изоляции кабельных линий индуктивным методом;
- поиск и точное определение мест повреждения изоляции кабельных линий акустическим методом (при совместной работе с ударным генератором);
- оценка расстояния до места повреждения акустико-электромагнитным методом (оценка расстояния по времени запаздывания звукового сигнала относительно электромагнитного, в цифровом виде);
- выбор требуемого кабеля из пучка;
- дожиг дефектной изоляции кабеля;

Особенности:

- Максимальная длина кабеля — до 50км;
- Максимальная глубина нахождения кабеля — до 12м;
- Точность локализации места повреждения – до 10 см;
- Полоса пропускания приемника при индуктивном методе поиска - не более 7 Гц.

Комплект поисковый КП-500К состоит из генератора поискового ГП-500К и приемника поискового ПП-500К.

Генератор поисковый ГП-500К

Генератор поисковый ГП-500К – генератор звуковой частоты со встроенной интеллектуальной системой управления (ИСУ) и функцией автоматического согласования с нагрузкой.

ГП-500К предназначен для подачи сигнала на обследуемую подземную коммуникацию при поиске мест повреждений, определения трасс и глубины залегания кабелей и трубопроводов. Управление поисковым генератором ГП-500К осуществляется через ЦСУ ЭТЛ.

Основные технические характеристики ГП-500К:

Максимальная выходная мощность генератора на согласованную активную нагрузку, Вт, не менее	500
Форма выходного сигнала генератора – синусоида с коэффициентом нелинейных искажений, %, не более	1
Максимальный ток короткого замыкания генератора на диапазоне согласования 0,5 Ом, А	40
Предустановленные рабочие частоты генератора, Гц	480; 1069; 9796
Диапазон изменения рабочих частот, Гц	400...10000
Согласование выходного сопротивления генератора с нагрузкой на диапазонах, Ом	0,5; 1; 2; 4; 8; 16; 32; 64; 128; 256
Режимы работы	- непрерывный; - импульсный; - мультисигнальный (2- и 3- частотный).

Приемник поисковый ПП-500К

Приемник поисковый ПП-500К — многоканальный приемник акустических и магнитных сигналов.

Приемник ПП-500К обеспечивает четыре метода поиска:

- индукционный;
- потенциальный;
- акустический;
- комбинированный (акустико-индукционный).

При работе индукционным и потенциальным методами используются индукционные каналы приемника. При работе акустическим методом используются акустические каналы приемника. Комбинированный акустико-индукционный метод использует акустический и индукционный каналы.

Основные технические характеристики ПП-500К:

Рабочая частота: - пассивный режим определения трассы, Гц - поиск индукционным методом, Гц - поиск акустическим методом, Гц	50 480...1069 9796 40...4000
Полоса пропускания по уровню – 3 дБ - пассивный режим определения трассы, Гц - поиск индукционным методом, Гц - поиск акустическим методом, Гц	60...100 6±1 50...1000
Индикация информации	Выбранный режим работы Отключение/включение наушников Состояние аккумулятора приемника Индикация «Усиления» и «Громкости» Температура окружающей среды Другие сопутствующие параметры

2.10. Модуль контроля заземления и потенциала на кузове

Предназначен для контроля качества цепей заземления и величины потенциала на кузове ЭТЛ.

При увеличении сопротивления петли «рабочее заземление / защитное заземление» более 12 Ом и/или повышении потенциала на кузове более 25 В модуль выдает запрет на включение или дальнейшую работу ЭТЛ.

Модуль располагается в непосредственной близости от задних дверей ЭТЛ с целью удобства подключения провода контрольного заземления и минимизации длины связей «рабочее заземление / защитное заземление».

2.11. Модуль тепловизионного мониторинга

Модуль выполняет функцию тепловизионного мониторинга высоковольтного отсека с целью контроля состояния силового оборудования и других аппаратов, интегрированных в ЭТЛ. Термограмма состояния оборудования высоковольтного отсека автоматически отображается на дисплее СУ в случае отклонения допустимых эксплуатационных параметров температурного режима.

2.12. Система обеспечения электробезопасности

Электробезопасность эксплуатации ЭТЛ обеспечивается следующими элементами:

Модуль контроля заземления и потенциала на кузове	шт.	1
Датчики положения на дверях высоковольтного отсека и двери между отсеками	шт.	2
Звуковая сигнализация	шт.	1
Световая сигнализация	шт.	1
Кнопка аварийного выключения	шт.	1
Входной расцепитель с видимым разрывом контактов	шт.	1
Защитный изолирующий трансформатор	шт.	1
Комплект автоматических замыкателей	к-т	1
Комплект предупреждающих, запрещающих и предписывающих плакатов	к-т	1

Комплект автоматических замыкателей осуществляет принудительное заземление выходов модулей лаборатории после окончания работ и в аварийных случаях. При работе с объектами, имеющими значительную емкость, предварительно срабатывают замыкатели с демпфирующими резисторами для обеспечения плавного разряда, затем — замыкатели для непосредственного соединения с системой заземления; разность во времени срабатывания групп замыкателей обеспечивается автоматически в пределах 2...3 секунд с целью исключения повреждения оборудования ЭТЛ токами разряда с большой энергией.

2.13. Приемник акустический ПА-1000К

Назначение: определение мест повреждений и точная окончательная локализация повреждений силовых кабелей акустическим методом.

Назначение

- Поиск и точная локализация мест повреждений подземных силовых электрических кабелей акустическим методом.
- Оценка расстояния до места повреждения по времени задержки акустического тестового сигнала относительно электромагнитного.

Приемник акустический ПА-1000К используется совместно с Генератором поисковым ГП-36 или другим импульсным ударным генератором.

Наименование	Значение
Количество каналов приема акустического сигнала электромагнитного импульса	4 (АУ, АШ, А1, А2) 1 (МК)
Период следования принимаемых импульсов	от 0,5 до 10 сек.
Полосы принимаемых частот канал АУ канал АШ	Fn от 70 до 1000 Гц, Fв от 114 до 3000 Гц от 100 до 2000 Гц
Полосы с регулированием центральной частоты и ширины полосы	канал А1, А2
Диапазон измеряемых времен задержки между	от 0 до 100 мс

принятыми сигналами в каналах М и А2	
Коэффициенты усиления в каналах приема, не менее	90 дБ
Диапазон регулировки усиления, не менее	70 дБ
Ток потребления в режиме молчания, не более	25 мА
Режимы прослушивания сигналов с помощью телефонов	АУ, АШ, А1, А2, АУ+МК, АШ+МК, А1+МК, А2+МК, МК
Порог шумоподавления при включенном режиме ШП	12 дБ
Время непрерывной работы от встроенного аккумулятора, не менее	80 ч
Температура окружающей среды	от -30 до +40 °С
Относительная влажность воздуха при 25 °С	90 %
Атмосферное давление	от 630 до 800 мм рт. ст.

2.14. Измеритель параметров трансформаторов Коэффициент-1.3

Технические характеристики

Измеряемая величина	Диапазон измерения	Погрешность измерения, %, ±
Действующее (среднеквадратическое) значение переменного напряжения $U_{ВН}$, В	50-500	0,25 (Относительная)
Действующее (среднеквадратическое) значение напряжения первой гармоники $U_{НН}$, В	0,5-5	0,25 (Относительная)
	5-50	
	50-500	
Коэффициент трансформации	0,44-440	0,5 (Относительная)
Действующее (среднеквадратическое) значение тока I , А	0,002-0,02	0,25 (Относительная)
	0,02-0,2	
	0,2-2	
	2-20	
	20-200 (Токовые клещи)	1,0 (Относительная)
	200-2000 (Катушка Роговского)	
Угол фазового сдвига между напряжением и током $\Delta\phi$, °	от -180° до +180°	0,25 (Абсолютная)
Активная электрическая мощность P , Вт ($\lambda=1,0$)	0,44-4400	0,25 (Относительная)
Активная электрическая мощность P , Вт ($\lambda=0,5L...1,0...0,5C$)	0,44-4400	1,0 (Относительная)
Активная электрическая мощность P , Вт ($\lambda=0,2L...1,0...0,2C$)	0,44-4400	2,0 (Относительная)
Коэффициент мощности λ	от -1,0 до +1,0	0,05 (Абсолютная)
Частота переменного тока f , Гц	от 45 до 65	0,05 (Абсолютная)
Полное электрическое сопротивление Z , Ом	11-110000	0,5 (Относительная)
Полное электрическое сопротивление Z , Ом	11-110000	0,5 (Относительная)

	1,1-11	1,5 (Относительная)
	1,1-11	

Хн и Хк – начальная и конечная точки диапазона измерения соответственно
 Для работы с прибором необходимы измерительные кабели (не входят в комплект поставки, поставляются за отдельную плату). Обязательно выберите один из кабелей в разделе Дополнительная комплектация.

2.15. Модуль высоковольтной коммутации MBK-70

Модуль Высоковольтной Коммутации (далее по тексту – MBK) осуществляет безопасное дистанционное переключение высоковольтных выводов основного оборудования и измерительных приборов на высоковольтные экранированные кабели.

Важным отличием данного модуля от аналогов является повышенная надежность контактной системы.

Компактная конструкция позволяет встраивать MBK в пульты управления с модулями стандарта 19": ширина в 1-фазном исполнении – 200 мм, в 3-фазном – 480 мм; высота – 9 U (400 мм).

Особенности MBK:

- повышенная оперативность работ – выбор одной ручкой как фазы силового кабеля, так и вида оборудования ЭТЛ;
- возможность подключения измерительных приборов не только к жиле и экрану кабеля, но и между его жилами в любом сочетании;
- двойной контроль за реальным состоянием главных контактов – визуальный, по положению ручек управления, и с помощью системы управления ЭТЛ, на которую поступают сигналы от датчиков обратной связи;
- простая и надежная конструкция с воздушно-барьерной изоляцией, без применения масла;
- главные контакты штекерного типа, гнезда имеют пружинистую штампованную вставку особой формы и отличаются низким переходным сопротивлением, малым усилием расстыковки и высокой износостойкостью;
- при работе в режиме больших импульсных токов (тысячи ампер, акустический метод поиска) искрообразование полностью исключается;
- наличие встроенных видимых оператору автоматических замыкателей выхода;
- консольное расположение на ПУ лаборатории; MBK не занимает место на полу в высоковольтном отсеке.

2.16. Модуль измерения диэлектрических потерь МДП-10

Модуль измерения диэлектрических потерь совместно с прибором для измерения тангенса угла диэлектрических потерь позволяет производить измерения электрической емкости и тангенса угла диэлектрических потерь высоковольтной изоляции по «прямой» и «перевернутой» схемам. Переключение схемы «прямая – перевернутая» осуществляется специальным коммутатором с электродистанционным управлением.

Управление измерениями осуществляется от ЦСУ.

Модуль измерения диэлектрических потерь МДП-10Т

В состав МДП-10Т входят следующие узлы и оборудование:

- измеритель параметров изоляции Тангенс-2000;
- модуль высоковольтной коммутации MBK-10;
- нагрузочный трансформатор, с выходным напряжением 0...10кВ и мощностью не менее 1кВА;
- блок преобразователя для измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь высоковольтной изоляции;
- кабельные барабаны, один из которых - с высоковольтным кабелем, другой – с измерительным экранированным. Измерительный экранированный кабель поставляется совместно с прибором для измерения емкости и тангенса угла диэлектрических потерь высоковольтной изоляции.

2.17. Модуль низковольтных измерений параметров трансформаторов

Модуль имеет регулируемый 3-фазный источник нагрузочного напряжения 3х380 В и комплект соединительных кабелей.

Источник нагрузочного напряжения состоит из трех изолирующих трансформаторов и трех независимых регуляторов напряжения. Несимметричность выходных напряжений не превышает 1% при перекосах напряжения в сети до 25%. Величина выходных токов по каждой фазе – не менее 8 А.

3-фазные регуляторы напряжения с расположением катушек на одной оси не применяются.

Питание модуля осуществляется как от автономного генератора, входящего в состав ЭТЛ, так и от сети 380 В.

Для связи с объектом в состав блока входят два 4-жильных кабеля с сечением жил не менее 4 мм².

Выбор режима низковольтных измерений и управление источником нагрузочного напряжения осуществляется от ЦСУ.

2.18. Система кабельных барабанов

Кабельные барабаны служат для подсоединения лаборатории к объектам испытаний, измерений, питающей сети и системе заземления.

Изоляция кабелей сохраняет достаточную гибкость при температуре до минус 40°C.

В систему кабельных барабанов входят:

- Барабан с высоковольтным экранированным кабелем с полиуретановой изоляцией для испытания выпрямленным напряжением величиной до 70 кВ, проведения измерений и поиска повреждений в силовых кабелях 6 мм², 40 м, 1 шт.;
- Барабан с проводом защитного заземления в прозрачной изоляции и контактными втулками через 3 м, 25 мм², 40 м, 1 шт.;
- Барабан с высоковольтным кабелем для испытаний переменным напряжением 100 кВ, 2,25 мм², 40 м, 1 шт.;
- Барабан с кабелем рабочего заземления 4 мм², 40 м, 1 шт.;
- Барабан с кабелем питания лаборатории 2×8 мм², 40 м, 1 шт.;
- Провод контрольного заземления 2,5 мм², 7 м, 1 шт.

Особенности:

- все барабаны имеют быстродействующие запоры для защиты от прокручивания во время движения;
- провод для испытаний переменным напряжением прокладывается на опорных стойках с размером основания не менее 800х800 мм; в нерабочем состоянии стойки складываются в компактный продольно-ориентированный пакет длиной не более 1 м.

3. Дополнительное оборудование

3.1. Модуль автономного электропитания

Модуль автономного электропитания включает в себя:

- дизельгенератор мощностью не более 7,5 кВА;
- систему отвода выхлопных газов (возможность автономной работы на борту ЭТЛ).

Использование технических решений, связанных с доработкой генератора и нарушающих гарантийные обязательства поставщика, недопустимо.

3.2. СНЧ-62. Высоковольтный комплекс для испытаний силовых кабельных линий

Назначение

-Высоковольтные испытания переменным напряжением сверхнизкой частоты синусоидальной формы силовых кабелей с любым типом изоляции класса до 35кВ (согласно IEEE400.2)

-Высоковольтные испытания постоянным напряжением силовых кабелей с бумажно-масляной изоляцией класса до 10кВ.

-Прожигание мест повреждений в кабелях с любым типом изоляции переменным напряжением сверхнизкой частоты

-Прожигание мест повреждений в кабелях с бумажно-масляной изоляцией постоянным напряжением

Модуль МС-62

Особенности

-Интеграция силового модуля в систему высоковольтной коммутации ЭТЛ

-Управление от централизованной цифровой СУ ЭТЛ

-Автоматическое сохранение результатов тестирования.

-Отображение всех параметров тестирования на мониторе СУ ЭТЛ в режиме реального времени.

-Наличие высокоэффективного режима высоковольтного прожигания поврежденной изоляции любого типа на переменном напряжении сверхнизкой частоты

-Изоляция высоковольтных частей силового модуля — воздушная, масло не используется; обслуживания практически не требует.

-Экономичность принятых технических решений обеспечивается использованием узлов, уже имеющихся в ЭТЛ (испытательный трансформатор, регулятор напряжения, система высоковольтных измерений) силовой модуль комплекса занимает минимальную площадь в в/в отсеке ЭТЛ

Основные параметры:

Параметр	Значение
Выходное напряжение	Синусоидальное: 0 ... 62кВ (ампл. знач.) Постоянное: 0 ...± 62кВ
Класс испытываемых кабелей	До 35кВ (согласно IEEE400.2)
Частота синусоидального напряжения	0,1 ... 0,01Гц; выбор частоты - автоматический
Максимальный выходной ток	60мА
Максимальная нагрузка	1,1мкФ / 0,1Гц / 62кВ 2,2мкФ / 0,05Гц / 62кВ 11мкФ / 0,01Гц / 62кВ Примечание: при снижении напряжения максимальная нагрузка пропорционально увеличивается.
Управление	Компьютеризированное, от СУ ЭТЛ. Автоматическое сохранение результатов.

Основная отображаемая информация	Текущая величина напряжения Напряжение пробоя Частота Текущее значение выходного тока Значение тока срабатывания защиты при испытаниях Емкость Сопротивление (в режиме DC) Графическое отображение выходного напряжения и тока в режиме реального времени	
Прожигание переменным напряжением СНЧ	Uвых	0 ...±60кВ (ампл. знач.)
	Iмакс	60мА
Прожигание постоянным напряжением	Uвых	0 ...-60кВ / 0 ...+60кВ
	Iмакс	60мА
Габариты / масса силового модуля	350×480×930мм / 50кг	
Требования к нагрузочному трансформатору	Напряжение — не менее 45кВ/50Гц Выходной ток — не менее 60мА	
Максимальная нагрузка:	1,1мкФ / 0,1Гц / 62кВ (Примерно 3,5 км кабель)* 2,2мкФ / 0,05Гц / 62кВ (Примерно 7,3 км кабель)* 11мкФ / 0,01Гц / 62кВ (Примерно 36,5 км кабель)* Примечание: при снижении напряжения максимальная нагрузка пропорционально увеличивается. * Рассчитано для типичного кабеля с емкостью 330 пФ/м	

3.3. ПАРМА ТЕНЗОР-2 — измеритель параметров изоляции

Назначение измерителя параметров изоляции ПАРМА ТЕНЗОР-2:

Измеритель параметров изоляции **ПАРМА ТЕНЗОР-2** предназначен для автоматических измерений:

- емкости и тангенса угла диэлектрических потерь высоковольтной изоляции конденсаторов, вводов, трансформаторов, а также жидких диэлектриков с использованием внешней меры емкости, как в лабораторных, так и в «полевых» условиях;
- действующих значений первой гармоники тока и напряжения промышленной частоты;
- угла фазового сдвига между сигналами, подаваемыми на входы прибора;
- частоты сети.

Измерения могут проводиться по «прямой» и по «инверсной» (перевернутой) схеме.

Выделяет вектор тока влияния, что позволяет обходиться без фазорегулятора источника испытательного напряжения или устройств компенсации тока влияния.

Дополнительные возможности измерителя параметров изоляции ПАРМА ТЕНЗОР-2:

- Диагностика высоковольтной изоляции под рабочим напряжением при условии оснащения измерительных выводов высоковольтного оборудования специальными устройствами присоединения, обеспечивающими безопасность измерений;
- Измерение коэффициента трансформации, потерь холостого хода и короткого замыкания;
- Измерение комплексного сопротивления, в том числе сопротивления короткого замыкания;
- Проведение векторных измерений на промышленной частоте.

Функции пульта ДУ измерителя параметров изоляции ПАРМА ТЕНЗОР-2:

- Отображение на встроенном светодиодном графическом индикаторе всех вычисленных значений измеряемых параметров;
- Выбор режима работы и запуск измерений;
- Задание параметров и калибровочных коэффициентов для проведения измерений;
- Выключение измерительного блока или перевод его в ждущий режим;
- Опционально работа с измерительным блоком может выполняться с использованием ПК.

Особенности измерителя параметров изоляции ПАРМА ТЕНЗОР-2:

- В укомплектованном виде прибор представляет собой компактный, ударопрочный, герметично закрытый кейс;
- Безопасное управление прибором (на расстоянии до 10 м) осуществляется с помощью пульта ДУ;
- Габаритные размеры кейса (в закрытом виде): 365x295x170 мм (с открытой крышкой 460 мм);
- Масса - не более 13 кг;
- Управление измерительным блоком прибора осуществляется по беспроводному интерфейсу Bluetooth при помощи пульта дистанционного управления;
- Опционально: работа с измерительным блоком может выполняться с использованием ПК;
- Дальность управления измерительным блоком от пульта ДУ – не менее 10 м.

Технические характеристики измерителя параметров изоляции ПАРМА ТЕНЗОР-2:

Параметр	Значение
Технические характеристики	
Диапазон измерений напряжения переменного тока промышленной частоты, В	От 1 до 500
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений напряжения переменного тока промышленной частоты, %	$\pm 0,5$
Диапазоны измерений силы переменного тока промышленной частоты, А	От $2 \cdot 10^{-5}$ до 5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений силы переменного тока промышленной частоты, %	$\pm 0,5$
Диапазон измерений угла сдвига фаз, °	От 0 до 360
Предел допускаемой основной абсолютной погрешности измерений угла сдвига фаз, °	$\pm 0,1$
Диапазон измерений частоты переменного тока, Гц	От 48 до 52
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений частоты переменного тока, Гц	$\pm 0,02$
Диапазон измерений электрической емкости, пФ	От 2 до 9900000
Диапазон допускаемых значений силы переменного тока промышленной частоты в цепи эталонного конденсатора и объекта измерений, А	От $2 \cdot 10^{-5}$ до 5
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерения электрической емкости, %	$\pm (0,5 \cdot (1 + \operatorname{tg} \delta x))$
Диапазон измерений тангенса угла потерь $\operatorname{tg} \delta x$	От $2 \cdot 10^{-4}$ до 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения тангенса угла потерь	$\pm (2 \cdot 10^{-4} + 0,0075 \cdot \operatorname{tg} \delta x)$
Диапазон отображения электрической емкости, мкФ	От 9,9 до 16000

Диапазон отображения полного электрического сопротивления, кОм	От $2 \cdot 10^{-4}$ до 5
Диапазон отображения активного сопротивления объекта измерений индуктивного характера по последовательной схеме замещения, кОм	От $2 \cdot 10^{-4}$ до 5
Диапазон отображения активного сопротивления объекта измерений емкостного характера по параллельной схеме замещения, кОм	От $2 \cdot 10^{-4}$ до 300
Диапазон отображения индуктивности, Гн	От $1 \cdot 10^{-6}$ до 16
Диапазон отображения коэффициентов масштабного преобразования трансформаторов напряжения	От 1 до 500
Диапазон отображения активной мощности, кВт	От 0,0001 до 2,5
Диапазон отображения реактивной мощности, квар	От 0,0001 до 2,5
Диапазон отображения полной мощности, кВ·А	От 0,0001 до 2,5
Пределы допускаемой дополнительной погрешности изменений напряжения и силы переменного тока промышленной частоты от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждый градус, в долях от пределов допускаемой основной погрешности	$\pm 0,01$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности изменений угла сдвига фаз от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждый градус, в долях от пределов допускаемой основной погрешности	$\pm 0,002$
Пределы допускаемой дополнительной погрешности изменений частоты переменного тока от изменения температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур на каждый градус, в долях от пределов допускаемой основной погрешности	$\pm 0,0004$
Общие характеристики	
Время измерения с усреднением	5 с или 1 мин
Гарантированная дальность управления ИБ от пульта ДУ с использованием Bluetooth	не менее 10 м
Время непрерывной работы ИБ (питание от АКБ)	36 часов
Время непрерывной работы пульта ДУ при питании от АКБ	не менее 8 часов (в нормальных условиях применения)
Активные сопротивления входов «Uo», «Ux»	не более 1 МОм $\pm 10\%$
Активные сопротивления входов "5 А"	0,1 Ом $\pm 10\%$ (без учета сопротивлений соединительных кабелей)
Параметры сопротивлений входов «Io», «Ix»	в диапазоне входных токов от 20 мкА до 400 мкА активное сопротивление – (6 ± 3) Ом; в диапазоне входных токов от 400 мкА до 100 мА активное сопротивление – (9 ± 3) Ом
Электрическая емкость любого входа	Не превышает 100 пФ (без учета емкости соединительных кабелей)

Индуктивность любого входа		300 мкГн ± 10 % (без учета емкости соединительных кабелей)
Измеритель выдерживает перегрузку		В течение 1 минуты по напряжению в пределах двукратного конечного значения диапазона измерения; в течение 1 минуты переменным током в пределах двукратного конечного значения диапазона измерения
Время установления рабочего режима		Не более 20 с с момента включения (с «привязанным» ИБ к пульту ДУ)
Параметры электрического питания		режим работы ИБ : напряжения постоянного тока 6±1 В режим работы ПДУ : напряжения постоянного тока 5±0,5 В режим зарядки ИБ : напряжения переменного тока 220±22 В, частота переменного тока от 45 до 65 Гц
Потребляемая мощность, не более		измерительного блока - 3 В·А пульта дистанционного управления - 2,5 В·А
Нормальные условия применения	Температура окружающей среды, °С	От +15 до +25 °С
	Относительная влажность, %	От 30 до 80 %
	атмосферное давление, кПа	От 84 до 106 кПа
Габаритные размеры средства измерений, (ВхШхД), не более	Кейса в закрытом виде	365 x 295x 170 мм (с открытой крышкой 460 мм)
	Пульта ДУ	156 x 98 x 36 мм
Масса, не более		13 кг
Средний срок службы, лет		Не менее 8
Средняя наработка на отказ, ч		8000

3.4. МИКО-8МА — миллиомметр

Технические характеристики миллиомметра МИКО-8М/МА:

Параметр	МИКО-8М	МИКО-8МА
Диапазон измерений сопротивления	1 мкОм ÷ 10 кОм	
Пределы допускаемой основной погрешности измерений сопротивления, не более	±(0,1%+0,5 мкОм)	
Диапазон измерений силы тока в режиме DRM, А	0,1 ÷ 10	

Количество цифр на выходе результата измерения	5
Разрешающая способность	0,1 мкОм
Диапазон измерительного тока, А	0,001 ÷ 10
Максимальная выходная мощность, Вт	60
Максимальная потребляемая мощность, Вт	120
Общие характеристики	
Дисплей	Цветной графический TFT сенсорный, 800 x 480 точек
Встроенная память	До 1000 измерений
Питание	От сети Литий-ионная встроенная батарея, от сети
Время заряда аккумулятора	3 ч
Продолжительность непрерывной работы батареи	8 ч
Сетевое напряжение	~ 90-253 В, 47-63 Гц = 127-354 В
Язык интерфейса	Русский / Английский
Связь с ПК	Bluetooth
Защита от окружающей среды	IP67 (крышка прибора закрыта); IP40 (крышка прибора открыта)
Температурный диапазон эксплуатации, °C	От -20 до +55
Масса прибора	2,7 кг
Габаритные размеры, мм	270 x 250 x 130

Комплект инструмента и принадлежностей

1.	Переносной компьютер с предустановленным профессиональным программным обеспечением (дополнительно на отдельном носителе) для управления электролабораторией в особых случаях	1 шт.
2.	Указатель низкого напряжения	1 шт.
3.	Указатель высокого напряжения	1 шт.
4.	Штанга оперативная до 15 кВ включительно	1 шт.
5.	Штанга оперативная от 35 до 110 кВ включительно	1 шт.
6.	Стойка высоковольтная изоляционная	8 шт.
7.	Устройство разрядное	1 шт.
8.	Штырь заземления автомобиля	2 шт.
9.	Вывод высоковольтный винипластовый	1 шт.
10.	Комплект ЗИП	1 к-т
11.	Комплект монтерского инструмента	1 к-т
12.	Каска защитная оранжевая	2 шт.
13.	Боты диэлектрические	2 пар.
14.	Перчатки диэлектрические	2 пар.
15.	Коврик диэлектрический	2 шт.
16.	Аптечка медицинская автомобильная	1 шт.
17.	Комплект водительского инструмента	1 шт.
18.	Знак аварийной остановки	1 шт.
19.	Огнетушитель углекислотный ОУ-2 или порошковый ОП-4	2 шт.

4. Комплект документации

- Руководство по эксплуатации лаборатории с печатью завода-изготовителя с указанием всех технических характеристик предлагаемой продукции;
- Формуляр;

- Программа и методика приемо-сдаточных испытаний;
- Протокол приемо-сдаточных испытаний;
- Комплект документов для регистрации в ГИБДД как специализированной лаборатории;
- Свидетельства о поверке всех средств измерений;
- Комплект сертификатов соответствия, сертификатов утверждения типа средств измерений, входящих в состав лаборатории, заводские паспорта на оборудование в составе лаборатории;
- Электрические и монтажные схемы внутренних связей ЭТЛ с указанием типов соединительных проводников.

5. Обучение

Завод-производитель проводит обучение работе на электролаборатории на своей производственной площадке. Обучение бесплатно для 3-х специалистов компании-заказчика.

С уважением, директор ООО «АНГСТРЕМ»



А.А. Дубров