

## **КОНКУРСНОЕ ЗАДАНИЕ**

корпоративного чемпионата

профессионального мастерства Группы

РусГидро по стандартам АРПН

## **КОМПЕТЕНЦИЯ**

«Обслуживание и ремонт оборудования

релейной защиты и автоматики»

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ФОРМЫ УЧАСТИЯ В КОНКУРСЕ.....	5
2. ОБЩЕЕ ВРЕМЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ.....	5
3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ КОНКУРСА.....	5
4. МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И НЕОБХОДИМОЕ ВРЕМЯ .....	5
Модуль А «Проверка знаний правил и норм в области эксплуатации, создания и модернизации РЗА» .....	6
Модуль В «Проверка трансформатора тока 10 кВ».....	8
Модуль С «Настройка и проверка микропроцессорных устройств РЗА» .....	12
Модуль D «Настройка и проверка защиты ЛЭП».....	18
Модуль E: Анализ работы РЗА при технологическом нарушении .....	22
Модуль F «Расчетная проверка работы трансформатора тока в переходном режиме».....	23
Модуль G «Разработка рабочей программы».....	27
5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ.....	29
Приложение № 1.....	31
Приложение № 2.....	32
Приложение № 3.....	33

## ВВЕДЕНИЕ

1.1. Название и описание профессиональной компетенции.

1.1.1 Название профессиональной компетенции: «Обслуживание и ремонт оборудования релейной защиты и автоматики».

1.1.2. Описание профессиональной компетенции.

### - Профессия Инженер по релейной защиты и автоматике

Электрические машины и аппараты, кабельные и воздушные линии электропередач и другие части электрических установок и электрических сетей постоянно обтекаются током, вызывающим их нагрев, и находятся под напряжением. Поэтому в процессе эксплуатации могут происходить нарушения нормальных режимов работы и возникать повреждения, приводящие в большинстве случаев к коротким замыканиям (далее также к. з.).

Короткие замыкания являются наиболее опасными видами повреждения, возникающими из-за пробоя или перекрытия изоляции, обрывов проводов, ошибочных действий персонала (включение под напряжение заземленного оборудования, отключение разъединителей под нагрузкой) и других причин.

В большинстве случаев в месте к. з. возникает электрическая дуга с высокой температурой, приводящая к большим разрушениям токоведущих частей, изоляторов и электрических аппаратов. При к. з. к месту повреждения подходят большие токи (далее также токи к. з.), измеряемые тысячами ампер, которые перегревают неповрежденные токоведущие части и могут вызвать дополнительные повреждения, т. е. развитие аварии. Одновременно в сети, электрически связанной с местом повреждения, происходит глубокое понижение напряжения, что приводит к остановке электродвигателей и нарушению параллельной работы генераторов на электростанциях.

Последствия аварии могут быть предотвращены быстрым отключением поврежденного участка электрической установки или сети при помощи специальных автоматических устройств, получивших название **релейная защита**, которые действуют на отключение выключателей.

При отключении выключателей поврежденного элемента гаснет электрическая дуга в месте к. з., прекращается прохождение тока к. з. и восстанавливается нормальное напряжение на неповрежденной части электрической установки или сети. Благодаря этому сокращаются размеры или даже вовсе предотвращаются повреждения оборудования, на котором возникло к.з., а также восстанавливается нормальная работа неповрежденного оборудования.

Таким образом, основным назначением релейной защиты является выявление места возникновения к. з. и быстрое автоматическое отключение выключателей поврежденного оборудования или участка сети от остальной неповрежденной части электрической установки или сети.

Кроме повреждений электрического оборудования, могут возникать такие нарушения нормальных режимов работы, как перегрузка, замыкание на землю одной фазы в сети с изолированной нейтралью, выделение газа в результате

разложения масла в трансформаторе или понижение уровня масла в его расширителе и др.

Таким образом, вторым назначением релейной защиты является выявление нарушений нормальных режимов работы оборудования и подача предупредительных сигналов обслуживающему персоналу или отключение оборудования с выдержкой времени.

Есть в энергетике такая профессия: защищать людей и оборудование от коротких замыканий и других неисправностей в электрической схеме. Работа сложная, высокооплачиваемая, престижная.

Работники по обслуживанию и ремонту устройств и комплексов релейной защиты и автоматики занимаются эксплуатацией, обеспечивают организацию и выполнение мероприятий по поддержанию устройств РЗА в постоянной готовности к действию, ее правильном техническом и оперативном обслуживании в соответствии с требованиями нормативных документов, обеспечением реализации технических воздействий.

Работники по обслуживанию и ремонту устройств и комплексов релейной защиты и автоматики должны обладать знаниями и навыками в части режимов работы основного и вспомогательного оборудования, критериев отнесения устройств к состоянию соответствующему нормативным требованиям, порядка оперативного обслуживания устройств РЗА гидроагрегатов, трансформаторов, распределительных устройств.

В процессе своей деятельности работники по обслуживанию устройств и комплексов релейной защиты и автоматики отвечают за соблюдение требований нормативно-технической документации в части организации и производства технического обслуживания, технического учета и анализа функционирования, организации качественного оперативного обслуживания закрепленных за структурными подразделениями устройств и комплексов релейной защиты и автоматики.

1.2. Область применения в рамках корпоративного чемпионата профессионального мастерства Группы РусГидро по стандартам Ворлдскиллс по компетенции «Обслуживание и ремонт оборудования релейной защиты и автоматики» (далее также Чемпионат):

1.2.1. Каждый конкурсант (участник), эксперт-компатриот, член экспертной комиссии (эксперт) Чемпионата обязаны ознакомиться с данным конкурсным заданием.

1.3. Сопроводительная документация.

1.3.1. Поскольку данное конкурсное задание содержит лишь информацию, относящуюся к соответствующей профессиональной компетенции, его необходимо использовать совместно со следующими документами:

- техническое описание компетенции «Обслуживание и ремонт оборудования релейной защиты и автоматики»;
- регламент Чемпионата;
- инструкцией по охране труда Чемпионата.

## 1. ФОРМЫ УЧАСТИЯ В КОНКУРСЕ

Индивидуальный конкурс.

## 2. ОБЩЕЕ ВРЕМЯ НА ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ.

10 часов.

## 3. ЗАДАНИЕ ДЛЯ КОНКУРСА

Содержанием конкурсного задания являются обслуживание и ремонт оборудования релейной защиты и автоматики. Участники соревнований получают инструкцию, монтажные и принципиальные электрические схемы. Конкурсное задание имеет несколько модулей, выполняемых в соответствии с графиком.

Конкурс включает в себя работы по проверке знаний нормативных документов, проверке трансформатора тока 10 кВ, проверке и настройке микропроцессорных терминалов РЗА, анализе работы РЗА при технологическом нарушении, расчетной проверке трансформатора тока в переходном режиме, составлении рабочей программы по выводу в проверку устройства РЗА.

Окончательные аспекты критериев оценки уточняются членами жюри (членами экспертной комиссии Чемпионата). Оценка производится как в отношении работы модулей, так и в отношении процесса выполнения конкурсной работы. Если конкурсант не выполняет требования техники безопасности, подвергает опасности себя или других конкурсантов, такой участник может быть отстранен от конкурса.

Время и детали конкурсного задания в зависимости от конкурсных условий могут быть изменены членами жюри.

Каждый модуль конкурсного задания должен выполняться отдельно. Оценка также происходит от модуля к модулю.

## 4. МОДУЛИ ЗАДАНИЯ И НЕОБХОДИМОЕ ВРЕМЯ

Модули и время на их выполнение в рамках основного трека приведены в таблице 1.

Таблица 1.

№ п/п	Наименование модуля	Время на задание
1.	<b>Модуль А</b> «Проверка знаний правил и норм в области эксплуатации, создания и модернизации РЗА»	1 час
2.	<b>Модуль В</b> «Проверка трансформатора тока 10 кВ»	2 часа
3.	<b>Модуль С</b> «Настройка и проверка микропроцессорных устройств РЗА»	2 часа
4.	<b>Модуль D</b> «Настройка и проверка защиты ЛЭП»	2 часа
5.	<b>Модуль Е</b> «Анализ работы РЗА при технологическом нарушении»	1 час
6.	<b>Модуль F</b> «Расчетная проверка работы трансформатора тока в переходном режиме»	1 час

7.	<b>Модуль G «Разработка рабочей программы»</b>	1 час
----	--	-------

Модули и время на их выполнение в рамках студенческого трека приведены в таблице 2.

Таблица 2.

№ п/п	Наименование модуля	Время на задание
1.	<b>Модуль B «Проверка трансформатора тока 10 кВ»</b>	2 часа
2.	<b>Модуль D «Настройка и проверка защиты ЛЭП»</b>	2 часа
3.	<b>Модуль E «Анализ работы РЗА при технологическом нарушении»</b>	1 час
4.	<b>Модуль F «Расчетная проверка работы трансформатора тока в переходном режиме»</b>	1 час

### **Модуль А «Проверка знаний правил и норм в области эксплуатации, создания и модернизации РЗА»**

1. Проверка знаний проводится на основании следующих нормативных правовых актов:

1.1. Приказ Минэнерго России от 08.02.2019 № 80 «Об утверждении Правил технического учета и анализа функционирования релейной защиты и автоматики».

1.2. Приказ Минэнерго России от 13.02.2019 № 97 «Об утверждении требований к каналам связи для функционирования релейной защиты и автоматики».

1.3. Приказ Минэнерго России от 13.02.2019 № 101 «Об утверждении требований к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики классом напряжения 110 кВ и выше устройствами и комплексами релейной защиты и автоматики и принципам функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики».

1.4. Приказ Минэнерго России от 13.02.2019 № 100 «Об утверждении Правил взаимодействия субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при подготовке, выдаче и выполнении заданий по настройке устройств релейной защиты и автоматики».

1.5. Постановление Правительства Российской Федерации от 13 августа 2018 г. № 937 «Об утверждении Правил технологического функционирования электроэнергетических систем и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

1.6. Приказ Минэнерго России от 13.07.2020 № 555 «Об утверждении Правил технического обслуживания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики и внесении изменений в требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Правила организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики», утвержденные приказом Минэнерго России от 25 октября 2017 г. № 1013».

1.7. Приказ Минэнерго России от 13 июля 2020 года № 556 «Об утверждении Правил создания (модернизации) комплексов и устройств релейной защиты и автоматики в энергосистеме и о внесении изменений в Правила взаимодействия субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при подготовке, выдаче и выполнении заданий по настройке устройств релейной защиты и автоматики, утвержденные приказом Минэнерго России от 13 февраля 2019 г. № 100».

1.8. Приказ Минэнерго России от 10 июля 2020 года № 546 «Об утверждении требований к релейной защите и автоматике различных видов и ее функционированию в составе энергосистемы и о внесении изменений в приказы Минэнерго России от 8 февраля 2019 г. № 80, от 13 февраля 2019 г. № 100, от 13 февраля 2019 г. № 101».

1.9. Приказ Минэнерго России от 04.10.2022 № 1070 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации и о внесении изменений в приказы Минэнерго России от 13 сентября 2018 г. № 757, от 12 июля 2018 г. № 548».

2. Оценка ответа на каждый из вопросов становится известной только после завершения тестирования.
3. Завершение тестирования осуществляется автоматически по истечении отведенного времени (60 минут 00 секунд) или досрочно по решению участника Чемпионата. В последнем случае решение оформляется нажатием кнопки «ЗАВЕРШИТЬ» в интерфейсе программного обеспечения.
4. За каждый правильный ответ на вопрос начисляется 0,2 балла. Максимально возможное число баллов, получаемое за прохождение модуля – 12.
5. За неправильный ответ на вопрос баллы не начисляются.
6. Вопросы могут предусматривать один или несколько вариантов ответов. Об этом указывается в содержании вопроса.
7. Формирование вопросов для каждого участника производится случайным образом. Всего формируется 60 вопросов. Распределение вопросов по номерам документов, указанных в пунктах 1.1-1.10 следующее:

Документы, перечисленные в п.1 описания модуля А	Всего вопросов по НПА	Включается в тест
1.1. (приказ № 80)	18	8
1.2. (приказ № 97)	11	8
1.3. (приказ № 101)	18	9
1.4. (приказ № 100)	10	6
1.5. (постановление № 937)	11	6
1.6. (приказ № 555)	22	15
1.7. (приказ № 556)	4	3
1.8. (приказ № 546)	4	3
1.9. (приказ № 1070)	2	2

ИТОГО	100	60
-------	-----	----

8. Вопросы могут быть направлены на проверку знаний нормативных документов, указанных в пункте 1 или умение применять их требования в определенных модельных условиях, обозначенных в вопросе.

9. В тексте вопроса содержится указание на источник, с использованием которого данный вопрос сформулирован. Указание на источник приводится в форме «Вид документа»+«Номер документа»+«Номер пункта», например «Приказ № 80, п.38», «Постановление № 937, п.145».

10. Образцы вопросов.

10.1. Выберите один верный вариант ответа. В течение какого времени после ввода в работу созданного (модернизированного) устройства РЗА субъектом электроэнергетики должен быть направлен отчет в диспетчерский центр, выдавший задание на создание (модернизацию) указанных РЗА (Приказ № 556, п.25)

1.	Вариант 1
2.	Вариант 2
3.	Вариант 3
4.	Вариант 4
5.	Вариант 5

10.2. Выберите все верные варианты ответов. Каким должно быть наименьшее значение коэффициентов чувствительности по току для токовых защит (ступеней защит) без выдержки времени ЛЭП при трехфазных КЗ в месте установки защит при нормальной схеме энергосистемы? (Приказ № 546, п.20).

1.	Вариант 1
2.	Вариант 2
3.	Вариант 3
4.	Вариант 4
5.	Вариант 5

10.3. Выберите все верные варианты ответов. Какой документацией должны быть обеспечены находящиеся в эксплуатации устройства РЗА? (Приказ № 1070, п.601).

1.	Вариант 1
2.	Вариант 2
3.	Вариант 3
4.	Вариант 4
5.	Вариант 5

## Модуль В «Проверка трансформатора тока 10 кВ»

Модуль проводится на реальном оборудовании, адаптированном для учебных целей. Проверка трансформатора тока производится в соответствии с правилами технического обслуживания устройств РЗА в объеме «проверки при

новом включении». При этом необходимо соблюдать все требования при выполнении работ с инструментом и приборами в электроустановках.

Проверка проводится с трансформатором тока, подготовленным для лабораторных целей. Подключенный контрольный кабель и ряд зажимов подлежат техническому обслуживанию.

Перед выполнением задания конкурсант должен озвучить эксперту и внести в протокол состав приборов, инструментов и принадлежностей, средств защиты, которые планирует применять при выполнении конкурсного задания. Из комплектов шнуров выбрать на рабочее место минимальное и достаточное количество.

Перед выполнением задания конкурсант должен озвучить эксперту результаты проверки состояния и готовности приборов и аксессуаров к ним, средств защиты для выполнения конкурсного задания.

При этом участнику необходимо выполнить:

**1. Внешний осмотр.**

**2. Механическую ревизию вторичных выводов ТТ.**

**3. Проверку сопротивления изоляции.**

- Измерение проводят в помещениях при температуре  $25\pm 10^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха не более 80%.

- Значение электрического сопротивления изоляции соединительных проводов измерительной схемы должно превышать не менее чем в 20 раз минимально допустимое значение электрического сопротивления изоляции испытуемого изделия.

- Характеристики изоляции электрооборудования рекомендуется измерять по однотипным схемам и при одинаковой температуре. Сравнение характеристик изоляции должно производиться при одной и той же температуре изоляции или близких ее значениях (разница температур не более  $5^{\circ}\text{C}$ ). Если это невозможно, то должен производиться температурный пересчет.

- Выполняется отдельная проверка сопротивления изоляции трансформатора тока и вторичных цепей. Измерение сопротивления изоляции контрольных кабелей выполняется только относительно земли.

**Требования безопасности.**

- **ВНИМАНИЕ!** Не приступайте к измерениям, не убедившись в отсутствии напряжения на измеряемом объекте.

- Перед началом испытаний необходимо убедиться в отсутствии людей, работающих на той части электроустановки, к которой присоединен испытательный прибор, запретить находящимся вблизи него лицам прикасаться к токоведущим частям и, если нужно, выставить охрану.

- *Измерение сопротивления изоляции* мегаомметром должно осуществляться на отключенных токоведущих частях, с которых снят заряд путем предварительного их заземления. Заземление с токоведущих частей следует снимать только после подключения мегаомметра.

- При измерении мегаомметром сопротивления изоляции токоведущих частей соединительные провода следует присоединять к ним с помощью

изолирующих работника от проводников элементов (держателей, штанг, щупов и т.п.).

- При работе с мегаомметром прикасаться к токоведущим частям, к которым он присоединен, не разрешается. После окончания работы следует снять с токоведущих частей остаточный заряд путем их кратковременного заземления.

#### **Подготовка к выполнению измерений.**

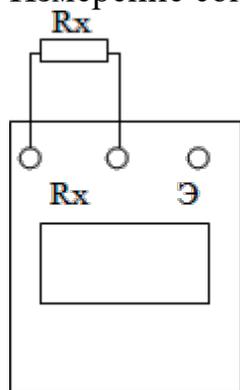
- Для выполнения измерений используются мегаомметры ЭСО202/2-Г или другие с напряжением 1000В.

- Перед началом измерений необходимо ознакомиться со схемой токовых цепей убедиться в отсутствии напряжения на испытываемом объекте, разобрать клеммы токовых цепей.

- Установить на мегаомметре переключатель измерительных напряжений в нужное положение (в соответствии с требованиями к испытательному напряжению).

#### **Схема проверки изоляции мегомметром.**

Измерение сопротивления:



- Проверить исправность мегаомметра. При вращении ручки генератора должен светиться индикатор «ВН».

#### **Выполнение измерений.**

- Убедившись в отсутствии напряжения на объекте, подключить объект к гнездам «гх». При необходимости экранирования, для уменьшения влияния токов утечки, экран объекта подсоединить к гнезду «Э». Для уменьшения времени установления показаний перед измерением сопротивления по шкале II в течении 3-5 секунд вращать ручку генератора при закороченных зажимах «гх».

- Для проведения измерений вращать рукоятку генератора со скоростью 120-144 оборотов в минуту.

- Отсчет значений электрического сопротивления изоляции при измерении проводят по истечении 10-15 секунд с момента приложения измерительного напряжения к образцу. Перед повторным измерением все металлические элементы кабельного изделия должны быть заземлены не менее чем за 5 секунд.

- При измерении параметров изоляции электрооборудования должны учитываться случайные и систематические погрешности, обусловленные

погрешностями измерительных приборов и аппаратов, дополнительными емкостями и индуктивными связями между элементами измерительной схемы, воздействием температуры, влиянием внешних электромагнитных и электростатических полей на измерительное устройство, погрешностями метода и т.п.

#### **4. Определить однополярные выводы первичной и вторичной обмоток и проверить их соответствия заводской маркировке**

- Полярность выводов обмоток трансформаторов тока как правило проверяется с помощью магнитоэлектрического прибора с обозначенной полярностью обмотки и нулем в середине шкалы

- Положительный полюс источника подключают к «началу», а отрицательный к «концу» первичной обмотки. Замыкая и размыкая ключом К цепь первичной обмотки трансформатора тока, наблюдают за отклонением стрелки магнитоэлектрического прибора, подключенного к вторичной обмотке. Если при замыкании первичной цепи стрелка прибора будет отклоняться вправо, а при размыкании влево, значит, выводы первичной и вторичной обмоток трансформатора тока, к которым подключен плюс источника и плюс прибора, являются однополярными. Для увеличения отклонения стрелки прибора, используемого в схеме проверки, можно изменять величину добавочного сопротивления, а также напряжение батарейки.

- Определение полярности выполняется с использованием РЕТОМ-21.

#### **5. Снятие ВАХ**

- Характеристика намагничивания, представляющая зависимость напряжения на зажимах вторичной обмотки трансформатора тока от тока намагничивания, является основной характеристикой, по которой можно определить исправность трансформатора тока, а также возможность его применения в различных схемах релейной защиты.

- Для снятия характеристики намагничивания при разомкнутой первичной обмотке на зажимы вторичной обмотки трансформатора тока подается переменное напряжение через регулировочный автотрансформатор АТ.

- Увеличивая ток, подаваемый на вторичную обмотку, фиксируют несколько значений напряжения на вторичной обмотке. Полученные характеристики должны содержать не менее 10 точек и отражать вид характеристики намагничивания на линейном участке и в области насыщения.

- Необходимо снимать характеристику намагничивания до насыщения, т. е. до таких значений, когда наступает насыщение магнитопровода трансформатора тока, о чем свидетельствует отсутствие изменения напряжения при изменении тока. Измерение тока и напряжения при снятии характеристики намагничивания следует производить приборами, реагирующими соответственно на действующее и средневыпрямленное значения измеряемых величин. Перед проверкой характеристики намагничивания производится размагничивание сердечника ТТ путем двух-трех плавных подъемов и снижений напряжения от нуля до максимума и обратно.

- После снятия ВАХ следует выполнить графическое построение характеристики намагничивания.

- Снятие ВАХ выполняется с использованием РЕТОМ-21.
- После сборки испытательной схемы и настройки РЕТОМ-21 на проверку
  - ВАХ эксперту демонстрируется результат подготовки. Только после этого выполняется снятие ВАХ.

#### **6. Проверку коэффициента трансформации первичным током**

- Коэффициент трансформации трансформатора тока проверяется следующей схемой: в первичную обмотку от нагрузочного трансформатора НТ подается ток не меньше 10% номинального. Коэффициент трансформации трансформатора тока определяется как отношение первичного тока  $I_1$  ко вторичному  $I_2$  и сравнивается с его номинальным значением. Измерение производится при помощи РЕТОМ-21.

- После сборки испытательной схемы и настройки РЕТОМ-21 на проверку Ктт эксперту демонстрируется результат подготовки. Только после этого выполняется определение Ктт.

#### **7. Составить заключение о пригодности ТТ к эксплуатации.**

**8. Результаты отразить в протоколе (форма доводится до участников в день, предшествующий началу проведения Чемпионата).**

Протокол должен быть заполнен шариковой ручкой. Допускается внесение записей, поверх предварительно выполненных карандашом. Исправления ручкой не допускаются, исправленное значение считается за отсутствующее в протоколе.

**9. Восстановить исходную схему и размещение на рабочем месте приборов, инструментов, принадлежностей, средств защиты.**

### **Модуль С «Настройка и проверка микропроцессорных устройств РЗА»**

#### **1. Общая информация**

- 1.1. Конкурс проводится на реальном оборудовании, адаптированном для лабораторных целей.
- 1.2. Условный объект применения шкафов защит представляет из себя подстанцию со схемой №1 110-5Н «Мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий» приведена в приложении 1. Трансформатор двухобмоточный 110/10 кВ.
- 1.3. Тип и технические характеристики трансформаторов на условном объекте электроэнергетики следующие:

Тип	ТДН-16000/110
Сном, МВА	16
Пределы регулирования	$\pm 9 * 1,78 \%$

Уном обмоток	115/11
Uк, %	10,5
ΔРк, кВт	85
Рх, кВт	19
Коэффициент трансформации измерительных трансформаторов	Ктт вН=200/5 Ктт нН=1200/5

1.4. Выполнение задания предусматривается на шкафах РЗА Т-1 и ШСВ-110.

Рабочие места, предназначенные для выполнения конкурсного задания оснащены комплектами из двух шкафов, различных производителей.

ООО НПП «ЭКРА»	ООО «НПП Бреслер», ООО «Релематика», АО «ЧЭАЗ»	Состав функций, выполняемых шкафами
Назначение шкафа: РЗА Т 110-220 кВ		
ШЭ2607 041	ШЭТ 211.02-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Дифференциальная защита;</li> <li>– Газовая защита;</li> <li>– Защита от повышения температуры;</li> <li>– Газовая защита РПН;</li> <li>– Контроль изоляции цепей газовой и технологических защит;</li> <li>– Максимальная токовая защита с пуском по минимальному напряжению (для сторон ВН, НН);</li> <li>– Токовая защита нулевой последовательности стороны ВН;</li> <li>– Контроль изоляции стороны НН;</li> <li>– Контроль исправности цепей напряжения стороны НН</li> <li>– Защита от перегрузки (для сторон ВН, НН);</li> <li>– Регистратор событий;</li> <li>– Осциллограф.</li> </ul>
Назначение шкафа: РЗА СВ 110-220 кВ		
	ШЭТ 451.01-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Дистанционная защита;</li> <li>– Токовая защита нулевой последовательности;</li> <li>– Максимальная токовая защита;</li> <li>– Контроль исправности цепей напряжения;</li> <li>– Автоматическое повторное включение;</li> <li>– Устройство резервирования при отказе выключателя;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Автоматика управления выключателем;</li> <li>– Контроль синхронизма для АПВ;</li> <li>– Защита от непереключения фаз выключателя</li> <li>– Регистратор событий;</li> <li>– Осциллограф.</li> </ul>
--	--

1.5. Шкафы и установленные в них терминалы РЗА соответствуют по техническим требованиям и функциональному назначению стандартам ПАО «ФСК ЕЭС».

Рабочее место, на котором участник выполняет конкурсное задание определяется методом жеребьевки, проводимой до начала первого дня Чемпионата.

1.6. Рабочее место кроме шкафов РЗА оснащено следующей техникой и документацией:

1.	Испытательным комплексом РЕТОМ-61.
2.	Комплектом технической документации, содержащей: <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципиальные и монтажные схемы электрических цепей шкафов;</li> <li>– логические схемы микропроцессорных устройств, установленных в шкафах.</li> </ul>
3.	Задание по настройке устройств РЗА в том числе: <ul style="list-style-type: none"> <li>– настройки, влияющие на функционирование защит, проверка которых предусматривается конкурсным заданием;</li> <li>– настройка параметров, определяющих обмен GOOSE-сообщениями между устройствами, проверка которых предусматривается конкурсным заданием.</li> </ul>
4.	Персональный компьютер с комплектом установленного программного обеспечения: <ul style="list-style-type: none"> <li>– MS Word;</li> <li>– MS Excel;</li> <li>– Специализированное программное обеспечение для конфигурирования микропроцессорных терминалов;</li> <li>– Специализированное программное обеспечение для просмотра и анализа осциллограмм;</li> <li>– Специализированное программное обеспечение для просмотра и анализа сетевого трафика WireShark;</li> <li>– Специализированное программное обеспечение для работы с РЕТОМ-61.</li> </ul>
5.	Сетевой коммутатор. Примечание: локальная вычислительная сеть предварительно настроена, проверена возможность обмена информацией между микропроцессорными терминалами, персональным компьютером и РЕТОМ-61.

## 2. Проверяемые при выполнении модуля умения.

- 2.1. Умение работать с РЕТОМ-61 (инструменты «Ручное управление», «Секундомер», «Сумма гармоник»).
- 2.2. Умение работать с программным обеспечением по настройке микропроцессорных устройств.
- 2.3. Умение читать электрические и логические схемы, анализировать задание по настройке устройств РЗА, осциллограмм и журналов событий.
- 2.4. Умение применять на практике методики выполнения технического обслуживания.

### **3. Условия производства работ.**

- 3.1. Операции во вторичных цепях, не могут привести к ложной работе устройств РЗА и нарушениям в работе объекта электроэнергетики. Оценка производится только в части действий, связанных с выполнением конкурсного задания.
- 3.2. Оформление протокола проверки выполняется в электронном виде. Далее по тексту конкурсного задания применено понятие «Протокол», означающее электронный документ, в котором фиксируются выполненные действия и результаты.
- 3.3. Наименования функций защит, подлежащих проверке, задание по настройке устройств РЗА, шаблон оформления результатов работы доводятся до участников в день «С-1» (за один день до начала Чемпионата) в составе выдаваемого конкурсного задания.
- 3.4. Для математических вычислений допускается использование калькулятора или MS Excel. Независимо от применяемого инструмента результаты подлежат фиксации в Протоколе.

### **4. Исходное состояние оборудования.**

- 4.1. Шкафы РЗА и терминалы в них включены.
- 4.2. Состояние переключателей и испытательных блоков в шкафах РЗА соответствует нормальной схеме объекта электроэнергетики (переключатели введены, рабочие крышки испытательных блоков установлены).
- 4.3. Настройки микропроцессорных терминалов выполнены следующим образом:
  - защиты не задействованные при выполнении задания выведены программными накладками или программными ключами;
  - параметры настройки измерительных органов защит, не задействованных при выполнении задания, максимального принципа действия выполнены максимальными;
  - параметры настройки измерительных органов защит, не задействованных при выполнении задания, минимального принципа действия выполнены минимальными;
  - параметры настройки выдержек времени защит, не задействованных при выполнении задания, выполнены максимальными;

- параметры настройки защит, задействованных при выполнении задания, выполнены максимальными;
  - параметры настройки, определяющие работу измерительной части (коэффициенты трансформации, базисные токи, номинальные токи и т.п.) выполнены не соответствующими заданию по настройке с отличием в 2 и более раза;
  - регистрация всех дискретных сигналов внутренним регистратором отключена;
  - запись на осциллограмме всех дискретных сигналов отключена;
  - пуск записи осциллограмм по условиям срабатывания, возврата, изменения дискретных сигналов отключена;
  - отпайка на входе платы аналоговых цепей выполнена соответствующей используемому номинальному току и напряжению измерительных трансформаторов;
  - настройки терминала, определяющие его идентификацию в сети (IP адрес, маска подсети) выполнены;
  - связь выходных реле, за исключением реле, действующих в схему сигнализации, с внутренней логикой терминалов защит отключена;
  - память осциллограмм и журнал событий очищены (пустые).
- 4.4. На персональном компьютере создан проект, учитывающий наличие в нем двух микропроцессорных терминалов, задействованных при выполнении задания.
- 4.5. Персональный компьютер включен. Дата и время внутренних часов соответствуют текущему времени.
- 4.6. Все программное обеспечение, за исключением программы для настройки функций в терминалах РЗА закрыты, ярлыки для них размещены на рабочем столе персонального компьютера.
- 4.7. РЕТОМ-61 предварительно ассоциирован с персональным компьютером, работоспособность предварительно проверена экспертной группой. РЕТОМ-61 отключен от питающей сети 220 В и от персонального компьютера.
- 4.8. Локальная вычислительная сеть, объединяющая терминалы РЗА, персональный компьютер функционирует.
- 4.9. Программа WireShark предварительно настроена. Проверена работа по анализу сетевого трафика.

## **5. Объем конкурсного задания**

- 5.1. Выполнить подключение персонального компьютера к терминалу защит.
- 5.2. На рабочем столе персонального компьютера создать папку, указывающую на номер участника, его Ф.И.О. и его принадлежность к организации (далее – «Папка»).
- 5.3. Скопировать с рабочего стола персонального компьютера в Папку электронный текстовый документ «Протокол.doc(x)».

- 5.4. Сохранить Проект в Папку. Указать в Протоколе наименование сохраненного файла.
- 5.5. Сохранить файлы настроек и конфигурации защит, имеющиеся в терминалах до выполнения работ в Папку. Указать в Протоколе наименования сохраненных файлов.
- 5.6. Выполнить настройку параметров, определяющих работу защит в соответствии с заданием по настройке.
- 5.7. Выполнить проверку параметров срабатывания защит в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в конкурсном задании и шаблоне протокола, полученном в день, предшествующий началу Чемпионата (день «С-1»).
- 5.8. Выполнить настройку входящих и исходящих GOOSE-сообщений между устройствами в соответствии с заданиями по настройке.
- 5.9. Выполнить анализ настроек обмена GOOSE-сообщениями на соответствие корпоративному профилю ПАО «ФСК ЕЭС» (СТО 56947007-25.040.30.309-2020 «Корпоративный профиль МЭК 61850 ПАО «ФСК ЕЭС») (Данный пункт допускается не выполнять. При этом начисление предусмотренных за его правильное выполнение баллов недопустимо).
- 5.10. Проверить наличие канала обмена данными GOOSE-сообщениями по признаку увеличения счетчика пакетов со стороны подписчика.
- 5.11. Выполнить проверку наличия GOOSE-сообщений в трафике локальной вычислительной сети Ethernet при помощи программы WireShark. Сохранить в Протоколе снимок экрана (скриншот) с фиксацией исходящих GOOSE-сообщений у которых в качестве получателя указано смежное устройство. На изображении выделить разными видами отметок две различных строки, относящихся к различным издателям.
- 5.12. Выполнить имитацию аварийного режима и функционирование при этом обмена GOOSE-сообщениями в соответствии с требованиями к функционированию защит.
- 5.13. Сохранить образованную при этом осциллограмму терминала защит трансформатора в Папке. Указать в Протоколе наименование файлов.
- 5.14. По осциллограмме определить время между событиями, указанными в конкурсном задании.
- 5.15. Сохранить итоговые файлы настроек терминала РЗА трансформатора и РЗА ШСВ-110 в Папку. Указать в Протоколе наименование файлов.

## **6. Последовательность выполнения конкурсного задания**

- 6.1. Участник выполняет пункты в порядке их очередности, указанной в разделе 5.
- 6.2. В случае если задание выполнено не в полном объеме, участником должны быть сохранены итоговая конфигурация, настройки, так, чтобы в наименовании файлов явным образом прописными буквами содержалось указание на то, что это версия соответствующая времени окончания работ, например «ИТОГОВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ.\*\*\*», «FINAL.\*\*\*» или т.п.

При этом комплект файлов должен содержать все имеющиеся настройки (уставки РЗА, настройки входов/выходов, сигнализации, осциллографа, регистратора и настройки МЭК61850).

## Модуль D «Настройка и проверка защиты ЛЭП»

### 1. Общая информация

- 1.1. Конкурс проводится на реальном оборудовании, адаптированном для лабораторных целей.
- 1.2. Условный объект применения шкафов защит представляет из себя подстанцию со схемой №110-5Н «Мостик с выключателями в цепях линий и ремонтной перемычкой со стороны линий» приведена в приложении 1. Трансформатор двухобмоточный 110/10 кВ. Отходящие ЛЭП для связи с энергосистемой имеют двустороннее питание.
- 1.3. Тип и технические характеристики оборудования на условном объекте электроэнергетики следующие:

Коэффициент трансформации измерительных трансформаторов тока в цепях ЛЭП	К <sub>тт</sub> =200/5
Номинальное напряжение измерительных трансформаторов напряжения в цепях ЛЭП (ВН/Звезда/Треугольник)	110000:√3/ 100:√3/ 100

- 1.4. Выполнение задания предусматривается на типовых шкафах РЗА ЛЭП 110-220 кВ типа ШЭТ 221.09-0.

Рабочие места, предназначенные для выполнения конкурсного задания оснащены шкафами, различных производителей (ООО «НПП Бреслер», ООО «Релематика», АО «ЧЭАЗ», ООО НПП «ЭКРА»).

Состав функций, выполняемых шкафами:

- Дистанционная защита.
- Токовая защита нулевой последовательности.
- Максимальная токовая защита.
- Междофазная токовая отсечка.
- Оперативное ускорение.
- Автоматическое ускорение.
- Контроль исправности цепей напряжения (блокировка при неисправности цепей напряжения).
- Блокировка при качаниях.
- Логика телеотключения, телеускорения.
- Защита от неполнофазного режима.
- Определение места повреждения.
- Регистратор аварийных событий.
- Устройство резервирования при отказе выключателя.
- Автоматическое повторное включение

- Контроль синхронизма для АПВ.
  - Автоматика управления выключателем.
  - Защита от непереключения фаз выключателя.
  - Регистратор событий.
  - Осциллограф.
- 1.5. Шкафы и установленные в них терминалы РЗА соответствуют по техническим требованиям и функциональному назначению стандартам ПАО «ФСК ЕЭС».
- Рабочее место, на котором участник выполняет конкурсное задание определяется методом жеребьевки, проводимой до начала первого дня Чемпионата.
- 1.6. Рабочее место кроме шкафов РЗА оснащено следующей техникой и документацией:

1.	Испытательным комплексом РЕТОМ-61.
2.	Комплектом технической документации, содержащей: <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципиальные и монтажные схемы электрических цепей шкафов;</li> <li>– логические схемы микропроцессорных устройств, установленных в шкафах.</li> </ul>
3.	Задание по настройке устройств РЗА в том числе настройки, влияющие на функционирование защит, проверка которых предусматривается конкурсным заданием.
4.	Персональный компьютер с комплектом установленного программного обеспечения: <ul style="list-style-type: none"> <li>– MS Word;</li> <li>– MS Excel;</li> <li>– Специализированное программное обеспечение для конфигурирования микропроцессорных терминалов;</li> <li>– Специализированное программное обеспечение для просмотра и анализа осциллограмм;</li> <li>– Специализированное программное обеспечение для работы с РЕТОМ-61.</li> </ul>

## **2. Проверяемые при выполнении модуля умения**

- 2.1. Умение работать с РЕТОМ-61 (инструменты «Ручное управление», «Секундомер», «Сумма гармоник»).
- 2.2. Умение работать с программным обеспечением.
- 2.3. Умение читать электрические и логические схемы, анализировать задание по настройке устройств РЗА, осциллограмм и журналов событий.
- 2.4. Умение применять на практике методики выполнения технического обслуживания.

## **3. Условия производства работ**

- 3.1. Операции во вторичных цепях, не могут привести к ложной работе устройств РЗА и нарушениям в работе объекта электроэнергетики. Оценка

производится только в части действий, связанных с выполнением конкурсного задания.

- 3.2. Оформление протокола проверки выполняется в электронном виде. Далее по тексту конкурсного задания применено понятие «Протокол», означающее электронный документ, в котором фиксируются выполненные действия и результаты.
- 3.3. Наименования функций защит, подлежащих проверке, задание по настройке устройств РЗА, шаблон оформления результатов работы доводятся до участников в день «С-1» (за один день до начала Чемпионата) в составе выдаваемого конкурсного задания.
- 3.4. Для математических вычислений допускается использование калькулятора или MS Excel. Независимо от применяемого инструмента результаты подлежат фиксации в Протоколе.

#### **4. Исходное состояние оборудования**

- 4.1. Шкафы РЗА и терминалы в них включены.
- 4.2. Состояние переключателей и испытательных блоков в шкафах РЗА соответствует нормальной схеме объекта электроэнергетики (переключатели введены, рабочие крышки испытательных блоков установлены);
- 4.3. Настройки микропроцессорного терминала выполнены следующим образом:
  - защиты не задействованные при выполнении задания выведены программными накладками или программными ключами,
  - параметры настройки измерительных органов защит, не задействованных при выполнении задания, максимального принципа действия выполнены максимальными,
  - параметры настройки измерительных органов защит, не задействованных при выполнении задания, минимального принципа действия выполнены минимальными,
  - параметры настройки выдержек времени защит, не задействованных при выполнении задания, выполнены максимальными;
  - параметры настройки защит, задействованных при выполнении задания, выполнены максимальными;
  - параметры настройки, определяющие работу измерительной части (коэффициенты трансформации, базисные токи, номинальные токи и т.п.) выполнены не соответствующими заданию по настройке с отклонением в 2 и более раза;
  - регистрация всех дискретных сигналов внутренним регистратором отключена;
  - запись на осциллограмме всех дискретных сигналов отключена;

- пуск записи осциллограмм по условиям срабатывания, возврата, изменения дискретных сигналов отключена;
  - отпайка на входе платы аналоговых цепей выполнена соответствующей используемому номинальному току и напряжению измерительных трансформаторов;
  - настройки терминала, определяющие его идентификацию в сети (IP адрес, маска подсети) выполнены;
  - связь выходных реле, за исключением реле, действующих в схему сигнализации, с внутренней логикой терминалов защит отключена;
  - память осциллограмм и журнал событий очищены (пустые).
- 4.4. На персональном компьютере создан проект, учитывающий наличие в нем микропроцессорного терминала, задействованного при выполнении задания.
- 4.5. Персональный компьютер включен. Дата и время внутренних часов соответствуют текущему времени.
- 4.6. Все программное обеспечение, за исключением программы для настройки функций в терминалах РЗА закрыты, ярлыки для них размещены на рабочем столе персонального компьютера.
- 4.7. РЕТОМ-61 предварительно ассоциирован с персональным компьютером, работоспособность предварительно проверена экспертной группой. РЕТОМ-61 отключен от питающей сети 220 В и от персонального компьютера.

## **5. Объем конкурсного задания**

- 5.1. Выполнить подключение персонального компьютера к терминалу РЗА ЛЭП.
- 5.2. Синхронизировать время внутренних часов терминала с персональным компьютером.
- 5.3. Сохранить Проект в Папку. Указать в Протоколе наименование сохраненного файла.
- 5.4. На рабочем столе персонального компьютера создать папку, указывающую на номер участника, его Ф.И.О. и его принадлежность к организации (например «15.Широков А.В. СШГЭС») (далее – «Папка»).
- 5.5. Скопировать с рабочего стола персонального компьютера в Папку электронный текстовый документ «Протокол.doc(x)».
- 5.6. Сохранить файлы настроек и конфигурации терминала защит, имеющиеся в терминале до выполнения работ в Папку. Указать в Протоколе наименования сохраненных файлов.
- 6.3. Выполнить настройку параметров, определяющих работу защит в соответствии с заданием по настройке.
- 6.4. Выполнить проверку параметров срабатывания защит в соответствии с методическими указаниями, содержащимися в конкурсном задании и

шаблоне протокола, полученном в день, предшествующий началу Чемпионата (день «С-1»).

- 5.7. Сохранить итоговые файлы настроек терминала РЗА в Папку. Указать в Протоколе наименование файлов.
- 5.8. Сохранить итоговые файлы настроек терминала РЗА в Папку. Указать в Протоколе наименование файлов. В наименовании файлов явным образом прописными буквами содержатся указание на то, что это версия соответствующая времени окончания работ, например «ИТОГОВАЯ КОНФИГУРАЦИЯ.\*\*\*», «FINAL.\*\*\*» или т.п.

## **Модуль Е: Анализ работы РЗА при технологическом нарушении**

1. Конкурс заключается в анализе осциллограмм (в формате Comtrade) предоставленных участникам организаторами чемпионата. Участнику необходимо проанализировать осциллограмму с использованием программы для просмотра и анализа осциллограмм Waves (разработка ООО НПП «ЭКРА»).

При проведении анализа осциллограмм выполняется:

- определение вида короткого замыкания;
- сравнение мгновенного и действующего значения токов (сопротивлений) короткого замыкания с параметрами настройки измерительных органов токовых (дистанционных) защит;
- определение длительности интервалов времени, сравнение их с настройками выдержек времени защит;
- выделение основной гармоник, постоянной составляющей из периодического аналогового сигнала;
- выполнение простых математических операций с векторами;
- определение дифференциальных токов в схемах дифференциальных защит трансформаторов;
- оценка работы РЗА;
- анализ состава и причин изменения состояний дискретных сигналов.

2. Задание представляет собой несколько осциллограмм, для каждой из которых требуется решение определенного для нее состава задач. Осциллограммы и вопросы к ним выдаются для анализа непосредственно перед выполнением задания.

3. Для выполнения задания перед его выполнением участникам выдаются материалы, подлежащие анализу, которые в зависимости от задач могут включать в себя:

- осциллограмму (в формате Comtrade (из терминалов защит линии и трансформатора типа БЭ2704 производства НПП «ЭКРА»);
- задание по настройке устройства РЗА или актуальные настройки;
- схема первичных соединений энергообъекта;

- описание функций устройства РЗА;
  - условная информация от оперативного персонала о последствиях действий устройств РЗА.
4. Начисление баллов выполняется за каждый правильный ответ на поставленный в задаче вопрос. Численные значения допускается определять с величиной отклонения, которая указана в задании.
5. Участнику необходимо:
- Открыть осциллограмму программой для просмотра и анализа.
  - Определить установленные для данной осциллограммы значения величин и провести их анализ.
  - Сформулировать замечания к работе устройства, выявленные при анализе.
  - Результаты оформить в протоколе являющимся одновременно источником вопросов к задаче. Шаблон оформления результатов работы доводится до участников в день «С-1» (за один день до начала Чемпионата) в составе выдаваемого конкурсного задания.
6. Допускается для анализа применять любые встроенные в программном обеспечении Waves инструменты анализа за исключением случаев, когда на применение определенного инструмента указано в задании.
7. Результаты работы оформляются в электронном виде.
8. Образованный в результате работы и применения инструментов анализа файл должен быть сохранен в формате «Название команды».waves и передан экспертам для рассмотрения при оценке.
9. Очередность решения задач может быть произвольной в соответствии с решениями участника.
10. Очередность ответов на вопросы, поставленные в задаче может быть произвольной в соответствии с решениями участника.
11. В случае отсутствия ответа на вопрос задачи, являющимся исходным условием для поиска ответа на следующий(следующие) вопрос, ответ на последующий вопрос может быть не оценен.

**Модуль F «Расчетная проверка работы трансформатора тока в переходном режиме»**

Задача состоит в теоретическом определении допустимости совместного использования трансформаторов тока и устройств РЗА при определенных заданием схеме подключения и схемно-режимных условиях.

Основанием для выполнения данной проверки является пункт 128 Правил технологического функционирования электроэнергетических систем, содержащий: «Технические характеристики трансформаторов тока и подключенных к ним устройств релейной защиты в совокупности должны обеспечивать правильную работу устройств релейной защиты при коротких замыканиях, в том числе при возникновении апериодической составляющей тока», а также иные документы выпущенные с целью обеспечения исполнения данного правила:

- письмо Минэнерго России от 02.04.2019 №ЧА-3440/10 «О мерах по недопущению неправильной работы устройств релейной защиты»;
- предварительный национальный стандарт Российской Федерации ПНСТ 283-2018 «Трансформаторы измерительные. Часть 2. Технические условия на трансформаторы тока»;
- национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 58669-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита. Трансформаторы тока измерительные индуктивные с замкнутым магнитопроводом для защиты. Методические указания по определению времени до насыщения при коротких замыканиях».

**Исходными данными для решения задачи являются:**

- схема первичных соединений объекта электроэнергетики с указанием места установки трансформатора тока;
- параметры электрического режима в которых требуется проверка трансформатора тока;
- технические характеристики трансформатора тока и величину остаточной намагниченности;
- схема подключения устройств РЗА к проверяемому трансформатору тока;
- параметры кабельных связей;
- электрические параметры нагрузки в виде сопротивления (Ом) или полной мощности (В·А);
- параметры настройки устройства РЗА.

**При выполнении задания необходимо:**

- определить состав элементов схемы замещения вторичных цепей;
- изобразить схему замещения электрических цепей, применяемую для расчета;
- определить параметры элементов схемы замещения, необходимые для расчета;

- определить величину ЭДС вторичной обмотки и тока намагничивания трансформатора тока при определенных ранее величинах токов однофазного и трехфазного короткого замыкания;
- определить максимальную величину токовой погрешности трансформатора тока при определенных ранее величинах токов однофазного и трехфазного короткого замыкания;
- определить величину подводимого к измерительному органу устройства РЗА тока и соответствие тока параметрам срабатывания функции релейной защиты и требованиям к чувствительности, предъявляемым требованиями к релейной защите и автоматике различных видов и ее функционированию в составе энергосистемы (Приказ Минэнерго России от 10 июля 2020 года № 546);
- определить параметр режима (А) при величинах токов однофазного и трехфазного короткого замыкания;
- с использованием Microsoft Excel выполнить построение графика  $K_{пр}(t)$  с дискретизацией 1 мс в интервале от 0 до 200 мс;
- определить время до насыщения трансформатора тока;
- выполнить заключение о допустимости применения трансформатора тока в существующих условиях для обеспечения функционирования устройства, подключенного ко вторичным цепям.

#### **Критерии оценивания:**

Оценивается результат работы.

Начисление баллов выполняется за каждый правильный промежуточный или итоговый результат вычислений.

В шаблоне оформления результатов расчетов, выданном перед началом выполнения работы могут указываться:

- допустимые погрешности определения величиной;
- способ округления дробных значений.

Участник вправе обращаться к эксперту с просьбой оценить результат промежуточных вычислений в случае если такие обозначения имеются в шаблоне. Обозначения содержатся в виде «КЭ» (консультация эксперта). В этом случае эксперт сообщает о соответствии или несоответствии промежуточного результата вычислений правильным значениям без указания на причину ошибки. Эксперт работает с обращениями участников в порядке их возникновения. В случае если на ранних этапах расчета получены ошибочные значения, то полученные с их использованием последующие вычисления также будут выполнены с ошибками. При этом все ошибочные вычисления и их результаты не оцениваются.

Указание результата вычисления без указания методов или формул вычисления с явными признаками угадывания или умышленной передачи информации участнику, не засчитываются.

Схема замещения оценивается по признаку соответствия образцу, имеющемуся в распоряжении экспертов.

График  $K_{пр}(t)$  оценивается по признаку соответствия значений  $K_{пр}$  в определенные моменты времени образцовому графику, имеющемуся в распоряжении экспертов.

Полный состав критериев, субкритериев и аспектов оценивания имеется в распоряжении экспертов. Субъективные методы оценки не используются.

**Условия выполнения задания:**

- используемые трансформаторы тока имеют замкнутый магнитопровод, расчеты выполняются с использованием приложения Б ПНСТ 283-2018, ГОСТ Р 58669-2019;
- определение времени до насыщения выполняется с использованием графического метода п.5.2 ГОСТ Р 58669-2019 в связи с невозможностью применения аналитического метода;
- суммарное сопротивление всех имеющихся в схеме контактов принимается равным  $r = 0,26$  Ом при однофазном коротком замыкании и  $r = 0,2$  Ом при трехфазном коротком замыкании;
- рабочее место оснащено:
  - персональным компьютером с установленным программным обеспечением Microsoft Excel и Microsoft Word;
  - инженерным калькулятором с возможностью вычисления тригонометрических функций, логарифмов, возведения в степень;
  - бумагой, линейкой, карандашом, шариковой ручкой, ластиком, транспортиром.
- исходные данные для расчетов предоставляются для выполнения задания на бумажном носителе и в виде электронного документа (\*.doc или \*.docx), доступного для редактирования.
- Оформить результаты работы допускается одним из методов, который должен быть определен до начала выполнения задания:

	Метод №1	Метод №2
Результаты расчетов оформляются в электронном документе (*.doc или *.docx) по шаблону	X	
Вычисления, в том числе уравнения для них в виде функций вычисления, оформляются в электронном документе, содержащем расчеты (*.xls или *.xlsx). Около каждой ячейки, содержащей числа или формулы указывается обозначение вычисляемого параметра.	X	
Ссылки, при необходимости их указания, на применяемые при вычислении формулы оформляются в электронном документе (*.doc или *.docx) по шаблону	X	
Схема замещения оформляется в электронном документе (*.doc или *.docx) в предусмотренном месте по шаблону с применением инструментов рисования	X	

График $K_{пр}(t)$ формируется в электронном документе, содержащем расчеты (*.xls или *.xlsx)	X	X
Экспертами проводится проверка документов в электронном виде	X	
Расчеты производятся с применением калькулятора		X
Результаты расчетов оформляются на бумаге по шаблону		X
Ссылки, при необходимости их указания, на применяемые при вычислении формулы оформляются на бумаге по шаблону		X
Схема замещения оформляется на бумаге по шаблону с применением чертежных инструментов инструментов		X
Экспертами проводится проверка расчетов на бумаге и графика $K_{пр}(t)$ в электронном документе (*.xls или *.xlsx)		X
<i>Примечание: Допускается не приводить формулы, по которым выполняются расчеты при условии указания ссылки на документ и формулу в нем, оформляемые по образцу «Шифр документа (№ формулы)». При этом в шаблоне оформления указывается о возможности указания ссылки, а численные значения используемые при вычислении определяемых величин должны быть указаны.</i>		

#### **Используемые документы:**

- письмо Минэнерго России от 02.04.2019 № ЧА-3440/10 «О мерах по недопущению неправильной работы устройств релейной защиты»;
- предварительный национальный стандарт Российской Федерации ПНСТ 283-2018 «Трансформаторы измерительные. Часть 2. Технические условия на трансформаторы тока»;
- национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 58669-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита. Трансформаторы тока измерительные индуктивные с замкнутым магнитопроводом для защиты. Методические указания по определению времени до насыщения при коротких замыканиях»;
- РД 153-34.0-35.301-2002 «Инструкция по проверке трансформаторов тока, используемых в схемах релейной защиты и измерения».

#### **Модуль G «Разработка рабочей программы»**

Основанием для разработки рабочих программ являются Правила технического обслуживания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики. Утверждены приказом Минэнерго России от 13.07.2020 № 555 «Об утверждении Правил технического обслуживания устройств и комплексов

релейной защиты и автоматики и внесении изменений в требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Правила организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики», утвержденные приказом Минэнерго России от 25 октября 2017 г. № 1013»

Задача состоит в разработке документа «Рабочая программа» к которой предъявляются следующие требования:

- Рабочие программы вывода из работы (ввода в работу) устройств РЗА должны применяться для вывода из работы (ввода в работу) сложных устройств РЗА, находящихся в эксплуатации, при подготовке их к техническому обслуживанию, при выполнении работ по техническому обслуживанию и подготовке к вводу в работу после технического обслуживания.

Перечень сложных устройств РЗА должен быть утвержден техническим руководителем владельца объекта электроэнергетики и согласован с диспетчерскими центрами субъекта оперативно-диспетчерского управления в части включения в него устройств РЗА, являющихся объектами диспетчеризации.

- Рабочие программы вывода из работы (ввода в работу) устройств РЗА должны содержать:

- номер программы;
- диспетчерское наименование объекта электроэнергетики и устройства РЗА;
- цель проведения работ (вывод из работы для технического обслуживания или ввод в работу после технического обслуживания);
- эксплуатационное состояние ЛЭП и оборудования, относящихся к устройству РЗА;
- меры безопасности при проведении работ (указание на операции, выполнение которых требует применения средств защиты с указанием на их вид или назначение);
- проверку операций, выполненных оперативным персоналом при выводе устройств РЗА;
- указания о последовательности (в случае необходимости соблюдения строгой последовательности выполнения операций), способах, местах и назначении отсоединяемых цепей устройства РЗА от остающихся в работе других устройств РЗА, цепей управления оборудованием, цепей тока и напряжения, а также указания по их подключению по окончании технического обслуживания, с целью исключения воздействия на оборудование и устройства РЗА, находящиеся в работе.

В рабочие программы вывода из работы (ввода в работу) устройств РЗА допускается включать операции по опробованию действия проверяемого устройства на коммутационные аппараты и другие устройства РЗА при условии исключения риска воздействия на оборудование и устройства РЗА, находящиеся в работе.

- Рабочие программы вывода из работы (ввода в работу) устройств РЗА должны утверждаться техническим руководителем владельца объекта электроэнергетики или иным уполномоченным им на это лицом.

**Исходными данными для задания являются:**

Документы (выдаются непосредственно перед выполнением задания):

- Схема устройства РЗА;
- Фрагмент схемы первичных соединений энергообъекта.

Состояние первичного оборудования:

- Схема включения оборудования при которой производится работа – нормальная.

Эксплуатационное состояние устройства РЗА:

- «выведено для технического обслуживания».

**Участнику необходимо:**

- Проанализировать предусмотренную заданием схему устройства РЗА, цепей взаимодействия, цепей трансформаторов тока и напряжения.
- Определить состав и последовательность действий и условий, указанных в рабочей программе и соответствии их требованиям нормативных документов.
- Оформить рабочую программу в виде электронного документа в соответствии с шаблоном, представленным в приложении 2.

**Цель выполнения работы по программе:**

- Вывод для технического обслуживания и техническое обслуживание Устройства РЗА в объеме «Восстановление».

**Дополнительные условия:**

- Очередность отключения цепей не должна противоречить требованиям Инструкции по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций (СО 34.35.302-2006).
- При указании в рабочей программе операций по отключению вторичных цепей должны указываться маркировка цепи, ее назначение, номер клеммы (зажима) от которого отключается проводник или разбирается мостик испытательной клеммы, а также маркировка кабеля, при указании ее в схеме.

## 5. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

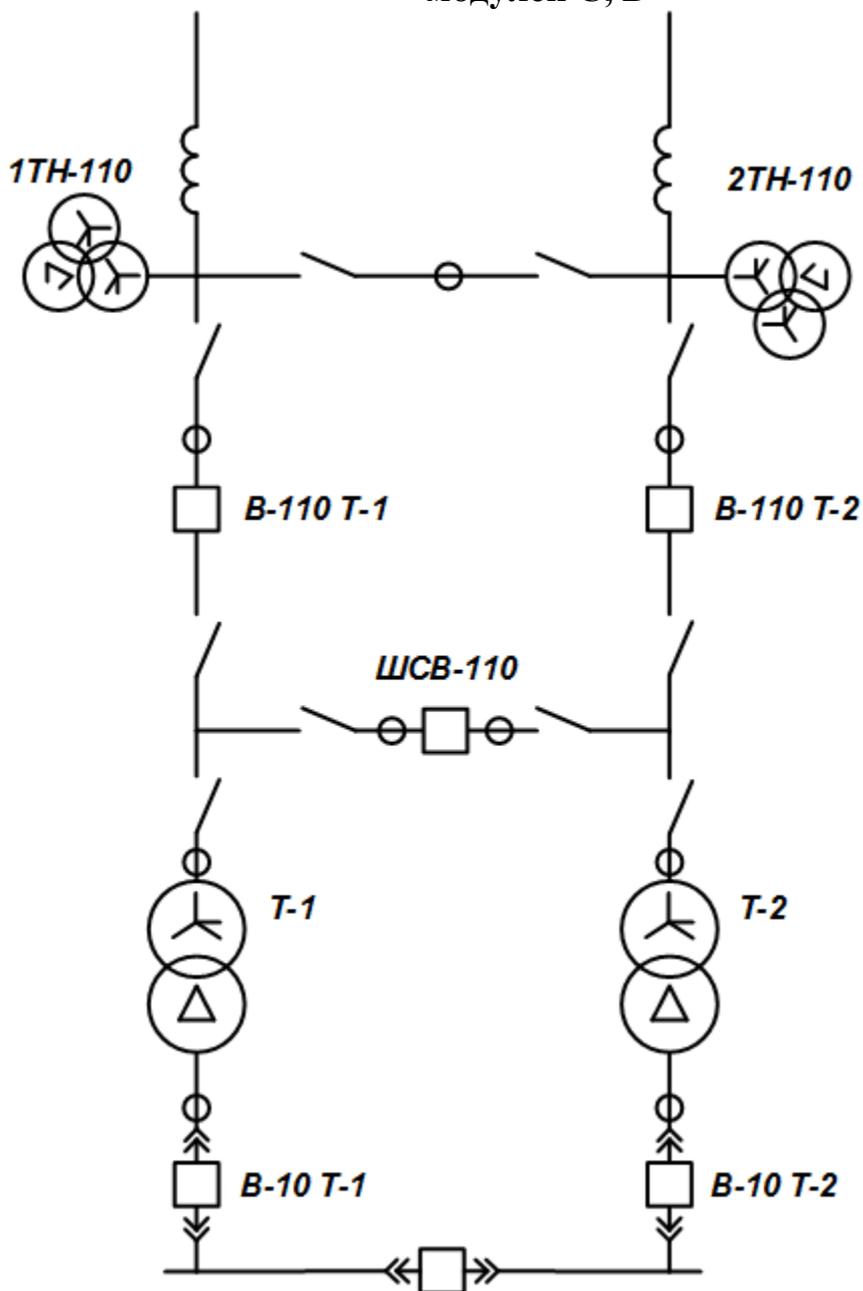
В данном разделе определены критерии оценки и количество начисляемых баллов (субъективные и объективные) (таблица). Общее количество баллов задания/модуля по всем критериям оценки составляет 100.

Критерий	Баллы
----------	-------

		<b>Мнение судей</b>	<b>Измеримая</b>	<b>Всего</b>
<b>А</b>	Проверка знаний правил и норм в области эксплуатации, создания и модернизации РЗА	0	12,50	12,50
<b>В</b>	Проверка трансформатора тока 10 кВ	0	17,50	17,50
<b>С</b>	Настройка и проверка микропроцессорных устройств РЗА	0	15,00	15,00
<b>Д</b>	Настройка и проверка защиты ЛЭП	0	15,00	15,00
<b>Е</b>	Анализ работы РЗА при технологическом нарушении	0	10,00	10,00
<b>Ф</b>	Расчетная проверка работы трансформатора тока в переходном режиме	0	15,00	15,00
<b>Г</b>	Разработка рабочей программы	0	15,00	15,00
<b>Всего</b>			100	100,00

**Субъективные оценки - Не используются.**

Схема условного объекта электроэнергетики при выполнении  
модулей С, D



**Шаблон оформления рабочей программы при выполнении модуля G**

=====

**«Утверждаю»**

\_\_\_\_\_ (ДОЛЖНОСТЬ)

**Номер программы \_\_\_\_\_.**

- 1. Наименование рабочей программы:**
- 2. Диспетчерское наименование объекта электроэнергетики:**
- 3. Диспетчерское наименование устройства РЗА:**
- 4. Эксплуатационное состояние ЛЭП и оборудования, относящихся к устройству РЗА:**

Оборудование или ЛЭП	Эксплуатационное состояние

- 5. Меры безопасности при проведении работ:**

- 6. Проверочные операции и принятие мер по исключению возможного воздействия на оборудование и устройства РЗА, находящиеся в работе**

№ пункта	Место выполнения операций	Содержание операций
<b>Проверка операций, выполненных оперативным персоналом при выводе устройства РЗА</b>		
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
<b>Указания о последовательности (в случае необходимости соблюдения строгой последовательности выполнения операций), способах, местах и назначении отсоединяемых цепей устройства РЗА от остающихся в работе других устройств РЗА, цепей управления оборудованием, цепей тока и напряжения с целью исключения воздействия на оборудование и устройства РЗА, находящиеся в работе</b>		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		
13.		

**Состав документации, программного обеспечения и исходных данных, применяемых при подготовке к участию в корпоративном чемпионате и в процессе выполнения конкурсного задания**

п/п №	Название документ	A	B	C	D	E	F	G
1.	Приказ Минэнерго России от 08.02.2019 № 80 «Об утверждении Правил технического учета и анализа функционирования релейной защиты и автоматики»	+						
2.	Приказ Минэнерго России от 13.02.2019 № 97 «Об утверждении требований к каналам связи для функционирования релейной защиты и автоматики»	+						
3.	Приказ Минэнерго России от 13.02.2019 № 101 «Об утверждении требований к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики классом напряжения 110 кВ и выше устройствами и комплексами релейной защиты и автоматики и принципам функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики»	+						
4.	Приказ Минэнерго России от 13.02.2019 № 100 «Об утверждении Правил взаимодействия субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при подготовке, выдаче и выполнении заданий по настройке устройств релейной защиты и автоматики»	+						
5.	Постановление Правительства Российской Федерации от 13 августа 2018 г. № 937 «Об утверждении Правил технологического функционирования электроэнергетических систем и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации»	+						
6.	Приказ Минэнерго России от 13.07.2020 № 555 «Об утверждении Правил технического обслуживания устройств и комплексов релейной защиты и автоматики и внесении изменений в требования к обеспечению надежности электроэнергетических систем, надежности и безопасности объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок «Правила организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики», утвержденные приказом Минэнерго России от 25 октября 2017 г. № 1013»	+		+	+			+

п/п №	Название документ	A	B	C	D	E	F	G
7.	Приказ Минэнерго России от 13 июля 2020 года № 556 «Об утверждении Правил создания (модернизации) комплексов и устройств релейной защиты и автоматики в энергосистеме и о внесении изменений в Правила взаимодействия субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при подготовке, выдаче и выполнении заданий по настройке устройств релейной защиты и автоматики, утвержденные приказом Минэнерго России от 13 февраля 2019 г. № 100»	+						
8.	Приказ Минэнерго России от 10 июля 2020 года № 546 «Об утверждении требований к релейной защите и автоматике различных видов и ее функционированию в составе энергосистемы и о внесении изменений в приказы Минэнерго России от 8 февраля 2019 г. № 80, от 13 февраля 2019 г. № 100, от 13 февраля 2019 г. № 101»	+						
9.	Приказ Минэнерго России от 04.10.2022 № 1070 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации и о внесении изменений в приказы Минэнерго России от 13 сентября 2018 г. № 757, от 12 июля 2018 г. № 548»	+						
10.	СО 153-34.03.603-2003 «Инструкции по применению и испытанию средств защиты, используемых в электроустановках»		+	+				
11.	Письмо Минэнерго России от 02.04.2019 №ЧА-3440/10 «О мерах по недопущению неправильной работы устройств релейной защиты»						+	
12.	ПНСТ 283-2018 «Трансформаторы измерительные. Часть 2. Технические условия на трансформаторы тока»						+	
13.	ГОСТ Р 58669-2019 «Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Релейная защита. Трансформаторы тока измерительные индуктивные с замкнутым магнитопроводом для защиты. Методические указания по определению времени до насыщения при коротких замыканиях»						+	
14.	РД 153-34.0-35.301-2002 «Инструкция по проверке трансформаторов тока, используемых в схемах релейной защиты и измерения»		+				+	

п/п №	Название документ	A	B	C	D	E	F	G
15.	СТО 56947007-25.040.30.309-2020 «Корпоративный профиль МЭК 61850 ПАО «ФСК ЕЭС»			+				
16.	Инструкция по организации и производству работ в устройствах релейной защиты и электроавтоматики электростанций и подстанций (СО 34.35.302-2006).							+
17.	Задание по настройке устройства РЗА			+	+	+	+	+
18.	Исполнительные схемы устройства РЗА (принципиальные, логические)		+	+	+		+	+
19.	Руководство по эксплуатации устройства РЗА		+	+	+			+
20.	Методические указания по проверке устройства РЗА		+	+				+
21.	Фрагмент схемы первичных соединений энергообъекта					+	+	+
22.	Схема первичных соединений энергообъекта			+	+			
23.	Осциллограммы (в формате Comtrade)					+		
24.	Теория функционирования дифференциальных защит НПП «ЭКРА»					+		
25.	Схема соединения группы трансформаторов тока и нагрузки						+	
26.	Характеристики трансформатора тока <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Номинальные токи обмоток</li> <li>○ Электрические параметры трансформатора тока и нагрузки в виде сопротивления (Ом) или полной мощности (В·А).</li> </ul>	+					+	
27.	Характеристики трансформатора тока <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Номинальные токи обмоток</li> <li>○ Характеристика намагничивания группы трансформаторов тока.</li> <li>○ Электрические параметры трансформатора тока и нагрузки в виде сопротивления (Ом) или полной мощности (В·А).</li> </ul>						+	
28.	Величины токов короткого замыкания						+	
29.	Программное обеспечение WireShark 3.4.3			+				
30.	Программное обеспечение НПП «Бреслер» <ul style="list-style-type: none"> <li>– BrsUSB 22.11.21 (0.10.3.13)</li> <li>– Transet.3.2.11</li> </ul>			+	+			

п/п №	Название документ	A	B	C	D	E	F	G
	– WinBres.4.0.16							
31.	Программное обеспечение НПП «ЭКРА» – cfg61850_1_2_49_0_installer.exe – ekrasms_2_14_11_0_installer.exe – waves_4_0_1_0_installer.exe			+	+			
32.	Программное обеспечение АО «ЧЭАЗ» – bempexplorer_v1.1.1.467_setup.exe			+	+			
33.	Программное обеспечение – Bscope_1.14.1.exe – МиКРА_3.1.exe			+	+			