



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«Проектно-изыскательский и научно-исследовательский
институт по проектированию энергетических систем
и электрических сетей «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»
(АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»)

**Оценка технико-экономического эффекта применения
токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной
сверхпроводимости для условий энергосистемы г. Москвы и
Московской области**

Этап 1

9763-09-т1

Книга 1

Изм.	№ док.	Подп.	Дата



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«Проектно-изыскательский и научно-исследовательский
институт по проектированию энергетических систем
и электрических сетей
«ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»
(АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»)

**Оценка технико-экономического эффекта применения
токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной
сверхпроводимости для условий энергосистемы г. Москвы и
Московской области**

Этап 1

9763-09-т1

Книга 1

Заместитель генерального директора

В. И. Чемоданов

Директор по развитию энергосистем

Н. Н. Утц

Начальник департамента развития
энергосистем

А. В. Лабузова

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

2016

**Оценка технико-экономического эффекта применения
токоограничивающих устройств на основе
высокотемпературной сверхпроводимости для условий
энергосистемы г. Москвы и Московской области**

СОДЕРЖАНИЕ

Обозначение	Наименование раздела, чертежа	Стр.
9763-09-Т1-СП	Состав проектной документации	4
9763-09-Т1-ПЗ	Пояснительная записка	5
	ПРИЛОЖЕНИЯ	347
Приложение А	Техническое задание. Согласование расчетных моделей АО «СО ЕЭС»	348

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1-С	Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
Нач. отд.		Агафонова				Оценка технико-экономического эффекта применения токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости для условий энергосистемы г. Москвы и Московской области	Стадия	Лист	Листов
Н.контроле		Филиппенкова			П		1	1	
Пров.		Лабузова			АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ» г. Москва				
Разраб.		Налевина							

СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

**Оценка технико-экономического эффекта применения
токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной
сверхпроводимости для условий энергосистемы г. Москвы и
Московской области**

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1	2	3	4
1	9763-09-Т1.1	Этап 1. Предварительная оценка технико-экономического эффекта применения ВТСП ТООУ по укрупненным стоимостным показателям. Книга 1. Пояснительная записка. Приложение А	
	9763-09-Т1.2	Этап 1. Предварительная оценка технико-экономического эффекта применения ВТСП ТООУ по укрупненным стоимостным показателям. Книга 2. Приложения Б-К	
	9763-09-Т1.3	Этап 1. Предварительная оценка технико-экономического эффекта применения ВТСП ТООУ по укрупненным стоимостным показателям. Книга 3. Приложения Л-М	
	9763-09-Т1.4	Этап 1. Предварительная оценка технико-экономического эффекта применения ВТСП ТООУ по укрупненным стоимостным показателям. Книга 4. Приложение Н	
2	9763-09-Т2	Этап 2. Уточнение технико-экономического эффекта применения ВТСП ТООУ	

Взам. инв. №										
	Подп. и дата									
Инв. № подл.							9763-09-Т1.1-СП			
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				
	ГИП		Агафонова				Оценка технико-экономического эффекта применения токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости для условий энергосистемы г. Москвы и Московской области	Стадия	Лист	Листов
	Нач.отд.		Агафонова					П	1	1
Н.контролер		Филиппченко				АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ» г. Москва				

Содержание пояснительной записки

Введение	6
Обозначения и сокращения	7
1. Краткая характеристика Московской энергосистемы с анализом ее функционирования и существующих проблем в части обеспечения соответствия отключающей способности коммутационного оборудования уровням токов короткого замыкания по состоянию на 2016 год.....	8
2. Краткий обзор отечественного и зарубежного опыта решения задачи ограничения токов КЗ (включая мегаполисы) с использованием перспективных токоограничивающих устройств, в том числе реализованных с применением сверхпроводящих материалов	33
3. Балансы мощности и электроэнергии энергосистемы г. Москвы и Московской области на этапы 2020 и 2025 годов с учетом очередности и объема сетевого строительства, ввода и демонтажа электросетевых объектов и генерирующего оборудования.....	52
4. Оценка перспективного уровня токов КЗ в электрической сети 110 кВ и выше Московской энергосистемы без учета установки ВТСП ТОУ на период 2020 и 2025 годов	78
5. Определение перспективных мест для установки ВТСП ТОУ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на период 2020 и 2025 годов.....	103
5.1 Определение перспективных мест для установки ВТСП ТОУ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на период 2020 и 2025 годов для Варианта 1	109
5.2 Определение перспективных мест для установки ВТСП ТОУ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на период до 2020 и 2025 годов для Варианта 2	121
5.2.1 Изменение топологии сети путем поочередного замыкания линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с расстановкой по этим линиям ВТСП ТОУ (Сценарий 1).....	121
5.2.2 Изменение топологии сети путем замыкания всех линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с постепенным подбором мест расстановки ВТСП ТОУ (акцент на район, прилегающий к ПС 220/110 кВ Бутырки) (Сценарий 2)	154
5.2.3 Изменение топологии сети путем замыкания всех линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с постепенным подбором мест расстановки ВТСП ТОУ (акцент на район, прилегающий к ПС 500/220/110 кВ Очаково) (Сценарий 3).....	179
5.2.4 Изменение топологии сети 220 кВ с подбором мест расстановки ВТСП ТОУ (Сценарий 4)	207
5.3 Определение перспективных мест для установки ВТСП ТОУ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на период до 2020 и 2025 годов для Варианта 3	226
6. Характеристика результатов расчетов электрических режимов работы электрической сети напряжением 220 кВ и выше на 2020 и 2025 годы	272
6.1 Характеристика результатов расчетов электрических режимов работы электрической сети напряжением 220 кВ и выше на 2020 и 2025 годы по Варианту 1	272
6.2 Характеристика результатов расчетов электрических режимов работы электрической сети напряжением 220 кВ и выше на 2020 и 2025 годы по Варианту 2	278
6.3 Режимы работы сети для нормальной схемы летних максимальных нагрузок 2020 и 2025 годов с учётом величины суммарного перетока активной мощности по ВЛ 500 кВ Ногинск – Каскадная и ВЛ 500 кВ Белый Раст – Западная не менее 1700 МВт.....	314
7. Устройства релейной защиты и автоматики для защиты устанавливаемых ВТСП ТОУ по рассматриваемым вариантам	321
7.1 Общие положения.....	321
7.2 Анализ состава существующих устройств РЗА, используемых для защиты ВТСП ТОУ.....	321
7.3 Капитальные затраты на оборудование РЗ.....	328
8. Заключение.....	331
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	347
Приложение А	348

Взам. инв. №							9763-09-т1.1-ПЗ			
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				
Инв.№ подл.	Нач. отд.	Агафонова					Оценка технико-экономического эффекта применения токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости для условий энергосистемы г. Москвы и Московской области	Стадия	Лист	Листов
	Н.контролер	Филиппенкова						П	1	342
	Пров.	Лабuzова					АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ» г. Москва			
	Разраб.	Налевина								

Введение

Настоящая работа «Оценка технико-экономического эффекта применения токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости для условий энергосистемы г. Москвы и Московской области» выполнена по договору № 92-16 от 22.08.2016 г. с ЗАО «Супер ОКС» (Этап 1).

Основанием для работы является Техническое задание №16-07 на выполнение расчетов для оценки технико-экономического эффекта применения токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости (далее -ВТСП ТООУ) для условий энергосистемы г. Москвы и Московской области.

Этап 1 данной работы включает в себя:

- оценку уровня токов КЗ в электрической сети напряжением 110 кВ и выше Московской энергосистемы на 2020 и 2025 годы;
- оценку технико-экономического эффекта от применения ВТСП ТООУ в Московской энергосистеме на этапе 2020 и 2025 годов на основе укрупненных показателей стоимости оборудования и сопутствующих работ.

Исходная информация по ВТСП ТООУ 220 кВ для выполнения работы представлялась ЗАО «СуперОкс»:

- Паспорт технический САПТ.910000.000 ПС токоограничивающее устройство на основе высокотемпературных сверхпроводников для электрических сетей высокого напряжения типа ВТСП ТООУ 220/1200/3/3400-40 УХЛ2.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Обозначения и сокращения

В настоящем отчете использованы следующие обозначения и сокращения:

АТ	Автотрансформатор
БСК	Батарея статистических конденсаторов
ВЛ	Воздушная линия
ВЭД	Виды экономической деятельности
ГТУ	Газотурбинная установка
ГТЭС	Газотурбинная электростанция
ГЭС	Гидроэлектростанция
ЕНЭС	Единая национальная (общероссийская) электрическая сеть
ЗРУ	Распределительное устройство закрытого типа
КВЛ	Кабельно-воздушная линия
КЛ	Кабельная линия
ЛЭП	Линия электропередачи
М.р.	Муниципальный район
ОЗП	Осенне-зимний период
ОРУ	Открытое распределительное устройство
ОЭС Центра	Объединенная энергетическая система Центра
ПГУ	Парогазовая установка
ПС	Подстанция
РПН	Регулирование напряжения под нагрузкой
РУ	Распределительное устройство
Т	Трансформатор
ТЭС	Тепловая электростанция
ТЭЦ	Теплоэлектроцентраль

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

1. Краткая характеристика Московской энергосистемы с анализом ее функционирования и существующих проблем в части обеспечения соответствия отключающей способности коммутационного оборудования уровням токов короткого замыкания по состоянию на 2016 год

Энергосистема г. Москвы и Московской области входит в состав ОЭС Центра и осуществляет электроснабжение потребителей на территории г. Москвы и Московской области.

Период 2010-2015 годов характеризуется ростом электропотребления в энергосистеме города Москвы и Московской области, среднегодовой прирост составляет около 1,4 %, что незначительно ниже среднего показателя по ОЭС Центра за тот же период (1,5 %). Вследствие кризисных явлений в экономике страны в 2014-2015 годы, обусловленных введением внешнеэкономических санкций и падением цен на нефть, потребление электроэнергии в 2015 году в энергосистеме города Москва и Московской области снизилось на 1,2 %.

Динамика показателей электропотребления по энергосистеме города Москвы и Московской области и в том числе по Московской области за отчетный период представлена в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Динамика электропотребления по энергосистеме города Москвы и Московской области, млрд. кВт·ч

	Отчет						Среднегодовой прирост за период 2010 - 2015 годов, %
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Энергосистема города Москва и Московской области	97,730	98,223	100,924	102,093	103,197	101,982	
годовой темп прироста, %	4,0	0,5	2,7	1,2	1,1	-1,2	1,37

Установленная мощность электростанций энергосистемы г. Москвы и Московской области на 01.01.2016 год составила 19158,83 МВт, в том числе: по городу Москве – 11236,28 МВт; по Московской области – 7922,55 МВт.

К **генерирующим компаниям**, осуществляющим деятельность на территории г. Москвы, относятся:

- ПАО «Мосэнерго»;
- ПАО «МОЭК»;
- ООО «Ситиэнерго»;
- ООО «ВТК-инвест»;
- ООО «КП МЭД»;
- ГУП «Экотехпром»;
- ООО «ЕФН-Экотехпром МСЗ 3»;
- ООО «ЕФН Эко Сервис»;
- ООО «Базис-С»;
- АО «Мосгаз»
- ЭТЭЦ ОАО «ВТИ»;
- ТЭЦ ЗИЛ;

Изн. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Лист

4

- ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»;
- ООО «Росмикс»;
- Федеральное государственное бюджетное учреждение (ФГБУ) «Канал имени Москвы».

На территории Московской области расположены электростанции следующих крупных энергетических объединений, а также электростанции различных ведомств и форм собственности:

- - 5 электростанций ПАО «Мосэнерго» (ГРЭС-3 им.Классона, ТЭЦ-17, ТЭЦ - 22, ТЭЦ-27, ТЭЦ-30;
- - ТЭЦ-29 – ООО «Агрокомплекс «Иванисово»;
- - ТЭЦ-6 – ООО «Орехово-Зуевская Теплосеть»;
- - ТЭС, входящие в состав АО «НАТЭК Инвест-Энерго»;
- - Щелковская ГТ - ТЭЦ, входящая в состав АО «ГТ Энерго»;
- - Каширская ГРЭС, входящая в состав АО «Интер РАО-Электрогенерация»;
- - Филиал «Шатурская ГРЭС», входящая в состав ПАО «Юнипро»;
- - Загорская ГАЭС-1, входящая в состав ПАО «РусГидро»;
- - Гидроэлектростанции ФГБУ «Канал имени Москвы»;
- - Гидроэлектростанции АО «Мосводоканал»;
- - ТЭЦ промышленных предприятий (ТЭЦ МОФ ООО «Мечел – Энерго», ТЭЦ г. Рошаль ООО «ТЭК-Е», ТЭЦ АО «Воскресенские минеральные удобрения», ТЭЦ ООО «Энергоцентр».

Состав и установленная мощность электростанций г. Москвы и Московской области по состоянию на 01.01.2016 год представлены в таблице 1.2 и 1.3.

Таблица 1.2 – Структура установленной электрической мощности электростанций в разрезе энергетических компаний г. Москвы по состоянию на 01.01.2016 год

Компания	Предприятие	Установленная эл. мощность на 01.01.2016 год, МВт	Доля всей мощности, %
г. Москва (старые границы)			
ПАО «Мосэнерго»			
	ТЭЦ-20	1154,2	10,27
	ТЭЦ-21 (с ф. ТЭЦ-28)	1765	15,71
	ТЭЦ-23	1420	12,64
	ТЭЦ-12 (с ф. ТЭЦ-7)	611,6	5,44
	ТЭЦ-16	781	6,95
	ТЭЦ-11	330	2,94
	ТЭЦ-9	274,8	2,45
	ТЭЦ-8	605	5,38
	ГЭС-1 (с ф. ГЭС-2)	76	0,68
	ТЭЦ-25	1370	12,19
	ТЭЦ-26	1840,9	16,38
	Всего ПАО «Мосэнерго»	10228,5	53,4
Прочие производители электроэнергетики и блок-станции			
ПАО «МОЭК»	ТЭС «Лыково»	130	1,16
	Всего ПАО «МОЭК»	130	0,68
КП МЭД	ГТЭС «Постниково»	90	0,80
ООО «ВТК -инвест»	ГТЭС «Коломенская»	136	0,73
ЭТЭЦ ОАО «ВТИ»	ТЭЦ-ВТИ	12	0,06

Инв. № подл. Подп. и дата

Лист

9763-09-Т1.1

5

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

Компания	Предприятие	Установленная эл. мощность на 01.01.2016 год, МВт	Доля всей мощности, %
ООО «Ситиэнерго»	ТЭС «Международная»	236	2,10
ТЭЦ ЗИЛ	ТЭЦ ЗИЛ	125	1,11
ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	ТЭЦ МЭИ	6	0,05
ООО «Росмикс»	ГТЭС «Терешково»	170	1,51
ООО «Базис-С»	ООО «Базис-С»	12	0,11
АО «Мосгаз»	ПЭГА на ГРС «Южная»	2,1	0,02
ГУП «Экотехпром»	Спецзавод № 2	3,6	0,03
	Спецзавод № 4	12	0,11
ООО «ЕФН Эко Сервис»	Мини-ТЭС «Курьяновские очистные сооружения»	12,45	0,11
ООО «ЕФН - Экотехпром МСЗ 3»	Спецзавод №3 Мусоросжигающий завод	10,9	0,10
ООО «ЕФН Эко Сервис»	Мини-ТЭС «Люберцы»	13,69	0,12
ФГБУ «Канал имени Москвы»	Сходненская ГЭС №193	29	0,26
	Карамышевская ГЭС №194	3,52	0,03
	Перервинская ГЭС №195	3,52	0,03
Всего по г. Москве (старые границы)		11236,28	58,6
г. Москва (новые границы)			
Всего по г. Москве		11236,28	58,6
Всего по Московской области		7922,55	41,4
Всего по Московской энергосистеме		19158,83	100

Таблица 1.3 – Состав и установленная мощность электростанций Московской области

Наименование	Место расположения	Установленная эл. мощность на 01.01.2016 год, МВт	Доля всей мощности, %
ВСЕГО по Московской области		7922,55	100
ПАО «РусГидро»		1200	
Загорская ГАЭС-1	г. Сергиев-Посад	1200	15,15
Электростанции АО «Интер РАО - Электрогенерация» и ПАО «Юнипро»		3403,4	
АО «Интер РАО - Электрогенерация»		1910	
Каширская ГРЭС	г. Кашира	1910	24,11
ПАО «Юнипро»		1493,4	
Филиал «Шатурская ГРЭС»	г. Шатура	1493,4	18,85
Электростанции ПАО «Мосэнерго»		3110,3	
ТЭЦ-22	г. Дзержинский	1310	16,54
ТЭЦ-27	г. Мытищи	1060	13,38
ГРЭС-3 им. Классона	г. Электрогорск	532,3	6,72
ТЭЦ-17	г. Ступино	192	2,42
ТЭЦ-30	г. Павловский-Посад	16	0,20
Электростанции прочих ГК		52,78	
ТЭЦ-29 ООО «Агрокомплекс «Иванисово»	г. Электросталь	16,78	0,21
ТЭЦ-6 ООО «Орехово-Зуевская Теплосеть»	г. Орехово-Зуево	18	0,23
Щелковская ГТ-ТЭЦ АО «ГТ Энерго»	г. Щелково	18	0,23
Блок-станции		156,07	
ТЭЦ АО «Воскресенские минеральные удобрения»	г. Воскресенск	36	0,45
ТЭЦ МОФ ООО «Мечел-Энерго»	г. Видное	24,7	0,31
ТЭЦ ООО «Энергоцентр»	г. Клин	24	0,30

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

9763-09-Т1.1

6

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

Наименование	Место расположения	Установленная эл. мощность на 01.01.2016 год, МВт	Доля всей мощности, %
ТЭЦ ОАО «ТЭК-Е»	г. Рошаль	24	0,30
*ГЭС Блок-станция		47,37	0,60

На электростанциях энергосистемы г. Москвы и Московской области за период 2010-2015 годов было введено нового генерирующего оборудования общей мощностью 2360,29 МВт, в том числе 411,4 МВт - в Московской области.

За период 2012 - 2015 годов ввод нового генерирующего оборудования на территории Московской области не осуществлялся.

Доля электростанций энергосистемы г.Москвы от общей установленной мощности электростанций энергосистемы г. Москвы и Московской области в 2015 году составляет 58,6 %, из них на долю электростанций ПАО «Мосэнерго» приходится 53,4 %. В 2015 году ПАО «Мосэнерго» на территории г. Москвы ввело в работу ПГУ 211,6 МВт на ТЭЦ-12 и ПГУ 424,2 МВт на ТЭЦ-20.

Поименные вводы генерирующей мощности электростанций г. Москвы за период 2011-2015 годов приведены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Ввод генерирующей мощности на станциях г. Москвы за период 2011-2015 годов, МВт

	2011	2012	2013	2014	2015	Всего
ТЭЦ-16 Мосэнерго				421		421
8 ПГУ(Т)						
ТЭЦ-9 Мосэнерго						
6 ГТУ-65(Т)				64,8		64,8
ТЭЦ-26 Мосэнерго						
8 ПГУ(Т)	420,9					420,9
ТЭЦ-12 Мосэнерго						
11 ПГУ(Т)					211,6	211,6
ТЭЦ-20 Мосэнерго						
11 ПГУ(Т)					424,2	424,2
ГТЭС «Лыково»						
1 ПГУ-130	130					130
<u>Мини-ТЭС Курьяновские очистные сооружения</u>						
5 агрегат БиоТЭЦ	2,73					2,73
ГТЭС «Терешково»						
1 ПГУ(Т)			170			170
ГТЭС «Постниково»						
1 ГТ- 45(Т)			45			
2 ГТ- 45(Т)			45			
Всего по станции			90			90
Мини-ТЭС «Люберцы»						
1-5 агрегат БиоТЭЦ				13,69		13,69
г. Москва - всего	553,6	0,0	260	499,49	635,8	1948,89
ТЭС-всего	553,6	0,0	260	499,49	635,8	1948,89

За период 2011-2015 годов в энергосистеме г. Москвы и Московской области было выведено из эксплуатации оборудование суммарной генерирующей мощностью 406,0 МВт, в г. Москве было выведено из эксплуатации оборудование мощностью 220 МВт.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

9763-09-Т1.1

7

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Выработка электроэнергии электростанциями энергосистемы г. Москвы и Московской области и ее структура за рассматриваемый период 2011-2015 годов представлена в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Структура выработки электроэнергии электростанциями энергосистемы г. Москвы и Московской области за период 2011-2015 годов, млн.кВт.ч

Годы	Выработка электроэнергии – всего	в том числе						
		ТЭС				ГЭС		Эл/станции розничного рынка
		всего	АО «Интер РАО», ПАО «Юнипро»	ТГК	АО-эл/ст	всего	ПАО «РусГидро»	
2011	85011,786	78947,911	14006,241	64676,246	265,424	1984,520	1764,407	4079,355
2012	80603,780	74327,667	12616,902	61360,200	350,565	1661,668	1421,434	4614,445
2013	77163,641	70728,048	11716,999	58636,755	374,294	1698,173	1490,371	4737,420
2014	72896,670	66735,316	9619,689	56838,900	276,728	2016,639	1859,750	4144,715
2015	69504,066	63599,269	8619,064	54734,629	245,575	2004,431	1841,491	3900,367

С 2012 года выработка электроэнергии электростанциями энергосистемы г. Москвы и Московской области имеет тенденцию к снижению. В 2015 году выработка электроэнергии в энергосистеме г. Москвы и Московской области по сравнению с 2011 годом снизилась на 15507,72 млн.кВт.ч (18,2%).

За период 2011-2015 годов основная доля выработки электроэнергии приходится на электростанции г. Москвы и составляет порядка 62 - 67% от суммарной выработки всех станций энергосистемы г. Москвы и Московской области. Выработка электростанций расположенных на территории Московской области - 33- 37%.

Энергосистема г. Москвы и Московской области за рассматриваемый период времени для покрытия максимума нагрузки получала мощность из сопредельных энергосистем. Получение мощности из соседних энергосистем превышало выдачу в другие системы, сальдо-переток составлял следующие значения: в 2010 году – 1684 МВт, в 2011 году – 1102 МВт, в 2012 году – 3345 МВт, в 2013 году – 3439 МВт, в 2014 году – 3532 МВт и в 2015 году - 3613 МВт. Основными поставщиками мощности в энергосистему г. Москвы и Московской области являются Калининская АЭС и Конаковская ГРЭС (Тверская энергосистема), а так же Рязанская ГРЭС (Рязанская энергосистема). Из энергосистемы г. Москвы и Московской области мощность в основном выдавалась в сеть Тульской энергосистемы.

Фактический резерв мощности в энергосистеме г. Москвы и Московской области за рассмотренный период находился в пределах 10 – 32%.

Получение мощности энергосистемой Московской области за период 2010-2015 годов составляло порядка 13,1-38,5% от максимума нагрузки. В 2010 году в Московской области был наименьший дефицит мощности – 13,1%. Резерв мощности за рассматриваемый период составлял 18,3-39% от максимума нагрузки.

Энергосистема г. Москвы и Московской области за период 2010-2015 годов получала электроэнергию из сопредельных энергосистем. Получение электроэнергии возросло с 15,5% в 2010 году до 32% в 2015 году от электропотребления.

Инд. № подл.
Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

9763-09-Т1.1

Лист

8

За рассматриваемый период времени энергосистема Московской области получала как мощность так и электроэнергию из смежных энергосистем. Электропотребление на территории Московской области в 2015 году относительно 2010 года увеличилось на 1512,2 млн.кВт.ч, при этом выработка на электростанциях упала на 6811,4 млн.кВт.ч. Получение электроэнергии за период 2010-2015 годов возросло с 39% до 54% от электропотребления.

На территории энергосистемы г. Москвы и Московской области действуют электрические сети напряжением 750, 500, 220, 110 кВ и ниже.

Электрические объекты напряжением 500 кВ и выше Московского региона эксплуатируются и обслуживаются Московским предприятием магистральных электрических сетей (ПМЭС), входящим в состав филиала ПАО «ФСК ЕЭС» МЭС Центра.

В настоящее время в состав энергосистемы г. Москвы и Московской области входят следующие подстанции, которые находятся на балансе и обслуживаются филиалом ПАО «ФСК ЕЭС» МЭС Центра, ПАО «МОЭСК», АО «ОЭК», АО «Энергокомплекс», ОАО «РЖД» и другими компаниями (абоненты):

- две подстанции с высшим напряжением 750 кВ: ПС 750/500/110 кВ Белый Раст и ПС 750/500/220/110 кВ Грибово;
- десять подстанций с высшим напряжением 500 кВ: ПС 500/220/110 кВ Бескудниково, ПС 500/220/110 кВ Очаково, ПС 500/220/110 кВ Чагино, ПС 500/220/110 кВ Каскадная, ПС 500/220/110 кВ Ногинск, ПС 500/220/110 кВ Пахра, ПС 500/220/110 кВ Трубино, ПС 500/220 кВ Западная, ПС 500/220 кВ Новокаширская, ПС 500/220/110 кВ Дорохово;
- 96 подстанций с высшим напряжением 220 кВ;
- 456 подстанций с высшим напряжением 110 кВ.

В энергосистеме г. Москвы и Московской области сложился радиально-кольцевой принцип построения электрических сетей 110, 220 кВ.

Кольцо 220 кВ на севере и юге энергосистемы – двухцепное, на востоке – четырехцепное, на западе – одноцепное.

От кольца отходят радиальные линии, связывающие электрические сети города с областью.

Сеть 110 кВ является главной распределительной системой в электроснабжении города и области. От неё питаются свыше 97% потребителей энергосистемы г. Москвы и Московской области.

Одной из основных проблем функционирования электрической сети энергосистемы г. Москвы и Московской области являются высокие значения токов КЗ. В настоящее время наибольшая величина токов КЗ в сети 110 кВ и 220 кВ наблюдается на шинах подстанций и электростанций, расположенных на территории города Москвы и ближайшего Подмосковья.

Рост токов КЗ в энергосистеме г. Москвы и Московской области связан с наличием мощных электростанций и ПС 500 кВ, а также определяется сравнительно небольшими расстояниями между электросетевыми объектами.

В связи с вводом новых трансформаторных и генераторных мощностей, линий электропередачи в энергосистеме г. Москвы и Московской области сохраняется тенденция к росту величин токов КЗ

Инв. № подл.	Подп. и дата						Лист
		9763-09-Т1.1					9
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

При этом необходимо отметить, что наибольшее возрастание уровней токов КЗ наблюдается на шинах 220 кВ ПС 500/220/110 кВ Очаково, на шинах 500 кВ ТЭЦ-26, на шинах 220 кВ ТЭЦ-21, на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Гражданская и ТЭЦ-23.

В таблице 1.6 приведены максимальные значения токов КЗ в энергосистеме г. Москвы и Московской области за период 2010-2014 годов.

Таблица 1.6 - Максимальный уровень токов КЗ за период 2010 - 2014 годов в энергосистеме г. Москвы и Московской области

Максимальный уровень токов к.з в энергосистеме г. Москвы						
Год	На шинах 500 кВ		На шинах 220 кВ		На шинах 110 кВ	
	КЗ, кА	Наименование станции/подстанции	КЗ, кА	Наименование станции/подстанции	КЗ, кА	Наименование станции/подстанции
2010-2011	39,3	ТЭЦ-26	61,7	ПС 500/220/110 кВ Очаково	47	ПС 110 кВ Полет
2011-2012	39,3	ТЭЦ-26	62,8	ПС 500/220/110 кВ Очаково	50,4	ПС 110 кВ Полет
2012-2013	39,8	ТЭЦ-26	56,9	ПС 500/220/110 кВ Очаково	40,5	ПС 220/110 кВ Гражданская
			57,0	ТЭЦ-21		
2013-2014	39,8	ТЭЦ-26	59,6	ТЭЦ-21	46,7	ПС 220/110 кВ Гражданская
			57,9	ПС 500/220/110 кВ Очаково		
2014-2015	39,95	ТЭЦ-26	58,8	ТЭЦ-21	38,1	ПС 220/110 кВ Гражданская
			54,9	ПС 500/220/110 кВ Очаково	37,8	ТЭЦ-23
2015-2016	40,2	ТЭЦ-26	59,5	ТЭЦ-21	39,5	ПС 220/110 кВ Гражданская
					38,7	ПС 220/110 кВ Новобратцево

Основными причинами роста токов КЗ являются:

- включение новых объектов генерации;
- ввод новых подстанций и линий электропередачи;
- увеличение трансформаторной мощности существующих подстанций.

В качестве основного мероприятия по ограничению уровней токов КЗ в настоящее время в энергосистеме г. Москвы и Московской области применяется секционирование (деление) сети 110 кВ и 220 кВ. Места секционирования определены ограничением уровней токов КЗ, условиями работы РЗА и в целях недопущения перегрузки некоторых транзитов.

В таблице 1.7 представлен перечень точек деления электрической сети принятый на период 2015 – 2016 годов.

Инв. № подл.	Подп. и дата						Лист
						9763-09-Т1.1	10
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Таблица 1.7 - Перечень точек деления электрической сети энергосистемы г. Москвы и Московской области на период 2015 – 2016 годов

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
г. Москва					
1	ГТЭС Коломенское	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная, ГТЭС Коломенское	ООО «ВТК - инвест»
2	ТЭЦ-21	220	I-II СШ ОРУ-220 кВ № 1, № 2	ТКЗ на ТЭЦ-21, ПС 220 кВ Яшино, Новобратцево, Щедрино, Дубнинская, Бутырки, Центральная, Куркино, Левобережная	ПАО «Мосэнерго»
3	ТЭЦ-23	220	1-2 сек. 220 кВ, 3-4 сек. 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Баскаково, Гольяново	ПАО «Мосэнерго»
4	ТЭЦ-26	220	I-II СШ 1, 2 сек. 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-26, ПС 220 кВ Южная	ПАО «Мосэнерго»
5	ТЭЦ-12	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная	ПАО «Мосэнерго»
6	ТЭЦ-12	220	КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская № 2	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная	ПАО «Мосэнерго»
7	ТЭЦ-16	220	КЛ 220 кВ ТЭЦ-16-Ваганьковская №2	ТКЗ на ПС 220 кВ Ваганьковская, Мневники, Владыкино	ПАО «Мосэнерго»
8	ПС 500 кВ Бескудниково	220	1-3 сек. 220 кВ, 2-4 сек. 220 кВ, 1-2 сек. 220 кВ, 3-4 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Владыкино, Бутырки, Центральная, Яшино, Новобратцево, Щедрино, Дубнинская	ПАО «ФСК ЕЭС»
9	ПС 500 кВ Очаково	220	1-2 сек. 220 кВ, 3-4 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково, ПС 220 кВ Никулино, Матвеевская	ПАО «ФСК ЕЭС»
10	ПС 500 кВ Очаково	220	1-3 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково, ПС 220 кВ Мневники, Никулино	ПАО «ФСК ЕЭС»
11	ПС 500 кВ Очаково	220	2-4 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково, ПС 220 кВ Мневники, Никулино	ПАО «ФСК ЕЭС»
12	ПС 500 кВ Чагино	220	СВ 1-3 сек. или 2-4 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Чагино, Пахра, ПС 220 кВ Иловайская, Южная	ПАО «ФСК ЕЭС»
13	ПС 220 кВ Абрамово	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Восточная, Гольяново, ТЭЦ-23	АО «ОЭК»
14	ПС 220 кВ Абрамово	220	КЛ 220 кВ Абрамово-Горьковская №1	ТКЗ на ТЭЦ-23	АО «ОЭК»
15	ПС 220 кВ Бутырки	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Мещанская, Бутырки, Владыкино, Центральная, Яшино, Новобратцево	ПАО «МОЭСК»
16	ПС 220 кВ Ваганьковская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Гражданская, ПС 110 кВ Ленинградская, Ростокино, Сокольники	АО «Энергокомплекс»
17	ПС 220 кВ Ваганьковская	220	КЛ 220 кВ Гражданская -	ТКЗ на ПС 220 кВ Владыкино, Мневники,	АО «Энергокомплекс»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

11

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
			Ваганьковская № 1	Ваганьковская	
18	ПС 220 кВ Герцево	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Герцево, Бутырки	АО «ОЭК»
19	ПС 220 кВ Горьковская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Чагино, Пахра, ПС 220 кВ Иловайская, Южная	ПАО «МОЭСК»
20	ПС 220 кВ Гражданская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Владыкино после включения транзита 220 кВ Бескудниково - Гражданская - Ваганьковская - ТЭЦ-16 - Мневники - Очаково	ПАО «МОЭСК»
21	ПС 220 кВ Дубнинская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Дубнинская, Новобратцево, ТЭЦ-21	АО «ОЭК»
22	ПС 220 кВ Золотарёвская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная	АО «Энергокомплекс»
23	ПС 220 кВ Красногорская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Красногорская	ПАО «МОЭСК»
24	ПС 220 кВ Красносельская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Мещанская, Красносельская, Бутырки, Владыкино, Центральная, Яшино, Новобратцево	АО «Энергокомплекс»
25	ПС 220 кВ Магистральная	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково при включении второй цепи Очаково-Говорово-Чоботы	ПАО «МОЭСК»
26	ПС 220 кВ Марфино	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Владыкино	ПАО «МОЭСК»
27	ПС 220 кВ Матвеевская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково, ПС 220 кВ Мневники, Матвеевская	ПАО «МОЭСК»
28	ПС 220 кВ Матвеевская	220	КВЛ 220 кВ Матвеевская – Пресня I,II цепь	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»
29	ПС 220 кВ Мещанская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Мещанская, Красносельская, Бутырки, Владыкино, Центральная, Яшино, Новобратцево	ПАО «МОЭСК»
30	ПС 220 кВ Мневники	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Мневники	ПАО «МОЭСК»
31	ПС 220 кВ Никулино	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково, ПС 220 кВ Никулино	ПАО «МОЭСК»
32	ПС 220 кВ Новобратцево	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-21, ПС 220 кВ Яшино, Новобратцево, Бутырки, Центральная, Щедино, Дубнинская	ПАО «МОЭСК»
33	ПС 220 кВ Нововнуково	220	I-II СШ 220 кВ	по условиям РЗА	ПАО «МОЭСК»
34	ПС 220 кВ Парковая	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Парковая, Гольяново	АО «Энергокомплекс»
35	ПС 220 кВ Пресня	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Матвеевская, Южная	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

12

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
36	ПС 220 кВ Руднево	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»
37	ПС 220 кВ Свиблово	220	1-2 сек 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Владыкино	ПАО «МОЭСК»
38	ПС 220 кВ Сигма	220	I-II СШ 220 кВ	по условиям РЗА	ПАО «МОЭСК»
39	ПС 220 кВ Хлебниково	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-27, ПС 220 кВ Хлебниково	ПАО «МОЭСК»
40	ПС 220 кВ Цимлянская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Цимлянская, Иловайская, Южная	АО «Энергокомплекс»
41	ПС 220 кВ Чертаново	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»
42	ПС 220 кВ Ясенево	220	1-2 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Ясенево, ПС 500 кВ Очаково	ПАО «МОЭСК»
43	ПС 220 кВ Яшино	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-21, ПС 220 кВ Новобратцево, Яшино, Герцево, Центральная, Бутырки, Щедрино, Дубнинская	АО «Энергокомплекс»
44	ГЭС-1	110	Северная сек. - Южная сек. 110 кВ ПС Центральная	ТКЗ на ТЭЦ-12, ф.ГЭС-1, ПС 220 кВ Павелецкая	ПАО «Мосэнерго»
45	ГЭС-1	110	Северная сек. - Трансфер 110 кВ и Южная сек. - Трансфер 110 кВ ПС Раушская (2 точки разрыва)	ТКЗ на ПС 220 кВ Автозаводская, ПС 110 кВ Кожухово	ПАО «Мосэнерго»
46	ГЭС-1	110	Северный мост 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-12, ф.ГЭС-1, ПС 110 кВ Автозаводская	ПАО «Мосэнерго»
47	ГЭС-1	110	Южный мост 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Кожухово, ПС 220 кВ Павелецкая	ПАО «Мосэнерго»
48	ГЭС-1	110	1 СШ - 2 СШ 110 кВ Филиала	ТКЗ на ТЭЦ-12, ф.ГЭС-1, ПС 220 кВ Павелецкая	ПАО «Мосэнерго»
49	ТЭС Международная	110	КЛ 110 кВ Перемычка ТЭС-1, КЛ 110 кВ Перемычка ТЭС-2	ТКЗ на ПС 220 кВ Пресня, ПС 110 кВ Фили, Сити, ТЭС Международная, перегрузка КЛ 110 кВ ТЭС Международная – Пресня №1,2	ООО «Ситиэнерго»
50	ТЭЦ-11	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-11, ПС 110 кВ Фрезер, Измайлово, ПС 220 кВ Баскаково, Восточная	ПАО «Мосэнерго»
51	ТЭЦ-12	110	I-II СШ 1, 2, 3 сек. 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-12, ф.ГЭС-1, ПС Центральная 220 кВ	ПАО «Мосэнерго»
52	ТЭЦ-12	110	КЛ 110 кВ ТЭЦ-12 - Сити II	ТКЗ на ПС 110 кВ Фили, ТЭЦ-12, рост загрузки АТ-2 на ПС 220 кВ Пресня	ПАО «Мосэнерго»
53	ТЭЦ-16	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-16	ПАО «Мосэнерго»
54	ТЭЦ-20	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-20, ПС 110 кВ Черемушки, Кожухово	ПАО «Мосэнерго»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

13

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
55	ПС 500 кВ Очаково	110	1-2 сек., 2-3 сек., 4-5 сек., 5-6 сек., 1-4 сек. 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Одинцово, Отрадное, Мазилово, Барвиха, ТЭЦ-25	ПАО «ФСК ЕЭС»
56	ПС 500 кВ Чагино	110	1-3 сек. 110 кВ, 2-4 сек. 110 кВ, 1-2 сек. 110 кВ, 3-4 сек. 110 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Чагино	ПАО «ФСК ЕЭС»
57	ПС 500 кВ Чагино	110	КВЛ 110 кВ Чагино - Донецкая II	по условиям РЗА	ПАО «ФСК ЕЭС»
58	ПС 220 кВ Баскаково	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-11, ПС 220 кВ Баскаково, Восточная, ПС 110 кВ Фрезер	ПАО «МОЭСК»
59	ПС 220 кВ Борисово	110	I-II СШ 110 кВ	по условиям РЗА	ПАО «МОЭСК»
60	ПС 220 кВ Бутырки	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Гражданская, ПС 110 кВ Ленинградская, Ростокино, Сокольники	ПАО «МОЭСК»
61	ПС 220 кВ Герцево	110	I-II СШ 1, 2 сек. 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Тушино	АО «ОЭК»
62	ПС 220 кВ Гражданская	110	I СШ 1-2 сек., II СШ 1-2 сек. 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Новобратцево, Гражданская, Бутырки, ПС 110 кВ Тушино, Ленинградская	ПАО «МОЭСК»
63	ПС 220 кВ Красногорская	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Барвиха, шинах 220 кВ ПС 220 кВ Красногорская	ПАО «МОЭСК»
64	ПС 220 кВ Красногорская	110	ВЛ 110 кВ Красногорская - Строгино I цепь	ТКЗ на ПС 110 кВ Мазилово, Барвиха, Фили	ПАО «МОЭСК»
65	ПС 220 кВ Новобратцево	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Новобратцево, Гражданская, ПС 110 кВ Ленинградская, Тушино	ПАО «МОЭСК»
66	ПС 220 кВ Новобратцево	110	КЛ 110 кВ Новобратцево-Войковская № 1	перегрузка КВЛ 110 кВ Ходынка-ТЭЦ-16 II цепь, КЛ 110 кВ Динамо-Гражданская № 1	ПАО «МОЭСК»
67	ПС 220 кВ Павелецкая	110	КЛ 110 кВ Даниловская - Павелецкая №1	ТКЗ на ПС 220 кВ Павелецкая	ПАО «МОЭСК»
68	ПС 220 кВ Павелецкая	110	КЛ 110 кВ Даниловская - Павелецкая №2	ТКЗ на ТЭЦ-20, ПС 220 кВ Павелецкая, Южная, ПС 110 кВ Черемушки	ПАО «МОЭСК»
69	ПС 220 кВ Пресня	110	КЛ 110 кВ Пресня - Сити №1	ТКЗ на ПС 110 кВ Сити, Фили, ПС 220 кВ Пресня, ТЭЦ-12, ТЭС Международная	ПАО «МОЭСК»
70	ПС 220 кВ Сабурово	110	КВЛ 110 кВ Угреша - Сабурово с отпайкой на ПС Беляево	ТКЗ на ПС 220 кВ Сабурово, Автозаводская, перегрузка КВЛ Угреша-Сабурово с отпайкой на ПС Беляево	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

9763-09-Т1.1

14

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
71	ПС 220 кВ Чоботы	110	КЛ 110 кВ Чоботы-Полет II цепь	ТКЗ на ПС 220 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»
72	ПС 220 кВ Южная	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-20, ПС 220 кВ Южная, Автозаводская, ПС 110 кВ Кожухово, Черемушки	ПАО «МОЭСК»
73	ПС 220 кВ Южная	110	ВЛ 110 кВ Южная - Сабурово с отпайкой на ПС Беляево	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная, Автозаводская, перегрузка ВЛ Южная-Сабурово с отпайкой на ПС Беляево	ПАО «МОЭСК»
74	ПС 220 кВ Центральная	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Центральная, Бутырки, ПС 110 кВ Ростокино, Сокольники	ПАО «МОЭСК»
75	ПС 220 кВ Гражданская	110	КЛ 110 кВ Гражданская-Войковская № 2	перегрузка КВЛ 110 кВ Ходынка-ТЭЦ-16 II цепь, КЛ 110 кВ Динамо-Гражданская № 1	ПАО «МОЭСК»
76	ПС 110 кВ Автозаводская	110	I-II СШ 1, 2 сек. 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Автозаводская, ПС 110 кВ Кожухово	ПАО «МОЭСК»
77	ПС 110 кВ Выхино	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»
78	ПС 110 кВ Динамо	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Динамо, ТЭЦ-16	ПАО «МОЭСК»
79	ПС 110 кВ Измайлово	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-23, ПС 110 кВ Измайлово, ПС 220 кВ Восточная, перегрузка КЛ 110 кВ ТЭЦ-11-Прожектор №1, 2	ПАО «МОЭСК»
80	ПС 110 кВ Карачарово	110	СШ Север 110 кВ - СШ Трансфер 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-11, ПС 110 кВ Карачарово, Фрезер, Андроньевская, Рижская, ПС 220 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»
81	ПС 110 кВ Карачарово	110	СШ Юг 110 кВ-СШ Трансфер 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Андроньевская, Карачарово, ПС 220 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»
82	ПС 110 кВ Карачарово	110	КЛ 110 кВ Карачарово - Андроньевская №1	ТКЗ на ПС 110 кВ Андроньевская, Карачарово, ПС 220 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»
83	ПС 110 кВ Карачарово	110	КЛ 110 кВ Карачарово - Выхино №1	ТКЗ на ПС 110 кВ Андроньевская, ПС 220 кВ Елоховская, Восточная	ПАО «МОЭСК»
84	ПС 110 кВ Кожухово	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Автозаводская, Южная, ПС 110 кВ Кожухово	ПАО «МОЭСК»
85	ПС 110 кВ Коптево	110	ВЛ 110 кВ Новобратцево - Коптево I	установлены защиты тупика	ПАО «МОЭСК»
86	ПС 110 кВ Коптево	110	ВЛ 110 кВ Новобратцево - Коптево II	ТКЗ на ПС 110 кВ Коптево	ПАО «МОЭСК»
87	ПС 110 кВ	110	I-II СШ 110 кВ	перегрузка КВЛ 110 кВ	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

15

Изм. Кол.уч Лист № док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
	Красные Горки			Бескудниково - Красные Горки при нормативных возмущениях	
88	ПС 110 кВ Курьяново	110	І-ІІ СШ 110 кВ	по условиям РЗА	ПАО «МОЭСК»
89	ПС 110 кВ Ленинская	110	І-ІІ СШ 110 кВ	по условиям РЗА	ПАО «МОЭСК»
90	ПС 110 кВ Ленинская	110	ВЛ 110 кВ Курьяново - Ленинская І с отпайкой на ПС Люблино	ТКЗ на ПС 110 кВ Ленинская, ТКЗ на ПС 220 кВ Сабурово	ПАО «МОЭСК»
91	ПС 110 кВ Мазилово	110	І-ІІ СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Мазилово, Фили	ПАО «МОЭСК»
92	ПС 110 кВ Мазилово	110	КЛ 110 кВ Мазилово - Крылатская №2	ТКЗ на ПС 110 кВ Мазилово, Барвиха, Фили	ПАО «МОЭСК»
93	ПС 110 кВ Некрасовка	110	І-ІІ СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Некрасовка	ПАО «МОЭСК»
94	ПС 110 кВ Новокунцево	110	І-ІІ СШ 110 кВ	ТКЗ на шинах 110 кВ ПС 220 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»
95	ПС 110 кВ Новокунцево	110	КВЛ 110 кВ Сетунь - Новокунцево І цепь	ТКЗ на ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»
96	ПС 110 кВ Новокунцево	110	КВЛ 110 кВ Очаково - Новокунцево ІІ цепь	ТКЗ на ПС 110 кВ Новокунцево	ПАО «МОЭСК»
97	ПС 110 кВ Новокунцево	110	ВЛ 110 кВ Новокунцево - Солнцево І цепь	ТКЗ на ПС 220 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»
98	ПС 110 кВ Полет	110	КЛ 110 кВ Чоботы-Полет І цепь	ТКЗ на ПС 220 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»
99	ПС 110 кВ Рублево	110	КВЛ 110 кВ Рублево - Сетунь ІІ цепь	ТКЗ на ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»
100	ПС 110 кВ Самарская	110	КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Елоховская, ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»
101	ПС 110 кВ Самарская	110	КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №2	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Елоховская, ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»
102	ПС 110 кВ Сити	110	І-ІІ СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Сити, Фили, ПС 220 кВ Пресня, ТЭЦ-12, ТЭС Международная	ПАО «МОЭСК»
103	ПС 110 кВ Сокольники	110	І-ІІ СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Сокольники, Черкизово, Новоподлипки, Стромьинка	ПАО «МОЭСК»
104	ПС 110 кВ Сырово	110	І-ІІ СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Сырово	ПАО «МОЭСК»
105	ПС 110 кВ Таганская	110	КЛ 110 кВ Таганская -	ТКЗ на ПС 220 кВ Павелецкая, Автозаводская,	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Лист

16

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
			Новоспасская I	ПС 110 кВ Новоспасская, Таганская, Угреша	
106	ПС 110 кВ Таганская	110	КЛ 110 кВ Таганская - Новоспасская №2	ТКЗ на ПС 220 кВ Павелецкая	ПАО «МОЭСК»
107	ПС 110 кВ Тушино	110	КВЛ 110 кВ Новобратцево - Тушино	ТКЗ на ПС 110 кВ Тушино, Ленинградская, ПС 220 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»
108	ПС 110 кВ Фили	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭС Международная, ПС 110 кВ Сити, ПС 220 кВ Пресня, рост загрузки КЛ 220 кВ Очаково-Матвеевская №1	ПАО «МОЭСК»
109	ПС 110 кВ Фрезер	110	I-II СШ 110 кВ	по условиям РЗА не допускаются 3 параллельных транзита	ПАО «МОЭСК»
110	ПС 110 кВ Черкизово	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-23, ПС 110 кВ Черкизово	ПАО «МОЭСК»
Московская область					
1	ПС 220 кВ Восточная	220	ШСЭВ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Восточная, Гольяново, ТЭЦ-23	ПАО «МОЭСК»
2	ПС 220 кВ Ильинская	220	ШСЭВ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Ильинская	АО «Энергоцентр»
3	ПС 220 кВ Старбеево	220	ШСМВ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Старбеево, Щедрино, Дубнинская, Новобратцево, Яшино	ПАО «МОЭСК»
4	ПС 500 кВ Западная	220	СВ 1-3 сек. 220 кВ и СВ 2-4 сек. 220кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Герцево, Новобратцево, Яшино, Щедрино, Дубнинская	ПАО «ФСК ЕЭС»
5	ПС 500 кВ Ногинск	220	ВВ 2 СШ ВЛ 220кВ Цаги-Ногинск, ВВ 1 СШ ВЛ 220кВ Ногинск-Руднево, ВВ 1 СШ ВЛ 220кВ Ногинск-Шибаново, ВВ 1 СШ ВЛ 220кВ Ногинск-Дальняя, ВВ 2 СШ ВЛ 220кВ Электрогорская I, ВВ 2 СШ ВЛ 220кВ Электрогорская II, ВВ 2 СШ ВЛ 220кВ Шатура-Ногинск	по условиям РЗА Потеря дальнего резервирования присоединений 220 кВ ПС 500 кВ Ногинск, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений 220 кВ ПС 220 кВ Дальняя, ПС 220 кВ Шибаново, ПС 220 кВ Руднево, ПС 220 кВ Цаги, ГРЭС-3, Шатурской ГРЭС. Возможность излишней работы ДЗШ 110 кВ, 220 кВ на ПС 500 кВ Ногинск, ПС 220 кВ Шибаново, ПС 220 кВ Руднево, ПС 220 кВ Цаги, ПС 110 кВ Истомкино, ПС 110 кВ Шульгино, ПС 110 кВ Электросталь, ПС 110 кВ Дуговая, ПС 110 кВ Загишье, ПС 110 кВ Павлово, ПС 110 кВ Шерна, ПС 110 кВ Черноголовка. Селективность резервных защит	ПАО «ФСК ЕЭС»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

17

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
				присоединений обеспечивается только с быстродействующими защитами элементов прилегающей сети (потеря селективности резервных защит присоединений 220 кВ, 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 220 кВ Дальняя, ГРЭС-3, ПС 220 кВ Шибаново, ПС 220 кВ Цаги, ПС 220 кВ Руднево, Шатурской ГРЭС, ПС 220 кВ Стачка, ПС 110 кВ Боровое, ПС 110 кВ Городок, ПС 110 кВ Затишье, ПС 110 кВ Павлово, ПС 110 кВ Истомкино, ПС 110 кВ Шерна, ПС 110 кВ Черноголовка, ПС 110 кВ Шульгино)	
6	ПС 500 кВ Трубино	220	ШСВВ 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Трубино	ПАО «ФСК ЕЭС»
7	Каширская ГРЭС	220	МВ 220 кВ ШОВ, МВ 220 кВ ШСВ 3-4	ТКЗ на Каширской ГРЭС	ПАО «Мосэнерго»
8	ТЭЦ-27	220	ШСЭВ-210, ШСЭВ-220, ШСЭВ-230 и ШСЭВ-240	ТКЗ на ТЭЦ-27, ПС 220 кВ Щедрино, Новобратцево, Дубнинская, Бутырки, Центральная, Уча	АО «Интер РАО-Электрогенерация»
9	ПС 110 кВ Бор	110	ШСЭВ 110 кВ	по условиям РЗА Потеря дальнего резервирования для присоединений ПС 110 кВ Бор, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений ПС 220 кВ Гулево, ПС 110 кВ Добрыниха, ПС 110 кВ Лужники, ПС 110 кВ Подольск, ПС 110 кВ Весенняя, ПС 110 кВ Лаговская, возможность излишней работы ДЗШ 110 кВ на ПС 220 кВ Гулево, ПС 110 кВ Бор, ПС 110 кВ Лужники, ПС 110 кВ Добрыниха, потеря селективности резервных защит присоединений ПС 220 кВ Гулево, ПС 110 кВ Подольск, ПС 110 кВ Бор, ПС 110 кВ Лужники, ПС 110 кВ Добрыниха, ПС 110 кВ	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

18

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
				Столбовая, ПС 110 кВ Полиграф	
10	ПС 110 кВ Бутаково	110	ВВ ВЛ 110 кВ Бутаково – Бурцево П с отпайками	установлены защиты тупика	ПАО «МОЭСК»
11	ПС 110 кВ Дуговая	110	СМВ 110 кВ	перегрузка АТ-1 ПС 500 кВ Ногинск	ПАО «МОЭСК»
12	ПС 110 кВ Затишье	110	ШСЭВ I-II и ШСМВ III-IV СШ 110 кВ	по условиям РЗА Потеря дальнего резервирования присоединений ПС 110 кВ Затишье, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 110 кВ Павлово, потеря селективности резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 110 кВ Затишье, ПС 110 кВ Павлово, ПС 220 кВ Шибаново	ПАО «МОЭСК»
13	ПС 110 кВ Истомкино	110	ШСМВ 110 кВ	по условиям РЗА Потеря дальнего резервирования присоединений ПС 110 кВ Истомкино, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 110 кВ Монино, ПС 110 кВ Шульгино, ПС 110 кВ Орбита, возможность излишней работы ДЗШ 110 кВ на ПС 500 кВ Ногинск, ПС 110 кВ Истомкино, ПС 110 кВ Монино, ПС 110 кВ Орбита, ПС 110 кВ Шульгино, потеря селективности резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 110 кВ Шульгино, ПС ПС 110 кВ Кашино, ПС 110 кВ Дроздово, ПС 110 кВ Монино	ПАО «МОЭСК»
14	ПС 110 кВ Кислородная	110	МВ КВЛ 110 кВ Кислородная – Жегалово II	по условиям РЗА не допускаются 3 параллельных транзита Потеря дальнего резервирования для	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

9763-09-Т1.1

19

Изм. Кол.уч Лист №доку. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
				присоединений ПС 110 кВ Жегалово, ПС 110 кВ Кислородная, ПС 500 кВ Трубино, ПС 220 кВ Горенки, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений ПС 110 кВ Жегалово, ПС 110 кВ Кислородная, ПС 110 кВ Костино, ПС 110 кВ Алмазово, потеря селективности резервных защит присоединений ПС 110 кВ Жегалово, ПС 110 кВ Кислородная, ПС 500 кВ Трубино, ПС 220 кВ Горенки, ПС 110 кВ Алмазово, ПС 110 кВ Костино, ПС 110 кВ Дроздово.	
15	ПС 110 кВ Красково	110	ШСВВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Красково	ПАО «МОЭСК»
16	ПС 110 кВ Красногорка	110	ШСЭВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Сырово	ПАО «МОЭСК»
17	ПС 110 кВ Новодомодедово	110	ШСМВ 110 кВ	перегрузка ВЛ 110 кВ Пахра - Новодомодедово II цепь	ПАО «МОЭСК»
18	ПС 110 кВ Новые Подлипки	110	ШСЭВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Новые Подлипки	ПАО «МОЭСК»
19	ПС 110 кВ Павшино	110	СЭВ 110 кВ	перегрузка ВЛ 110 кВ Красногорская -Павшино, КВЛ 110 кВ Герцево - Павшино с отпайкой на ПС Трикотажная	ПАО «МОЭСК»
20	ПС 110 кВ Электросталь	110	ШСМВ 110 кВ	по условиям РЗА Потеря дальнего резервирования присоединений ПС 110 кВ Электросталь, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 220 кВ Шибаново, возможность излишней работы ДЗШ 110 кВ на ПС 500 кВ Ногинск, ПС 220 кВ Шибаново, ПС 220 кВ Электросталь, потеря селективности резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 220 кВ Шибаново	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

20

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
21	ПС 220 кВ Восточная	110	ШСМВ 1 сек 110 кВ, СМВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»
22	ПС 220 кВ Восточная	110	ШСМВ 2 сек 110 кВ	Потеря дальнего резервирования для присоединений 2сек 110 кВ и трансфера 110 кВ ПС 220 кВ Восточная, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений АТ-2 и АТ-3 ПС 220 кВ Восточная, ПС 110 кВ Измайлово, ТЭЦ-11, ПС 220 кВ Баскаково, потеря селективности резервных защит присоединений ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»
23	ПС 220 кВ Гулево	110	ШСМВ 110 кВ	по условиям РЗА Потеря дальнего резервирования для присоединений ПС 220 кВ Гулево, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений ПС 220 кВ Гулево, ПС 110 кВ Подольск, ПС 110 кВ Бор, ПС 110 кВ Подольск, ПС 110 кВ Весенняя, ПС 110 кВ Лаговская, возможность излишней работы ДЗШ 110 кВ на ПС 220 кВ Гулево, ПС 110 кВ Подольск, ПС 110 кВ Бор, потеря селективности резервных защит присоединений ПС 220 кВ Гулево, ПС 110 кВ Подольск, ПС 110 кВ Бор, ПС 110 кВ Весенняя, ПС 110 кВ Лаговская	ПАО «МОЭСК»
24	ПС 220 кВ Мячково	110	ШСМВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Мячково	НИЦ ЦИАМ
25	ПС 220 кВ Старбеево	110	МВ ВЛ 110 кВ Старбеево - Бурцево I цепь	установлены защиты тупика	ПАО «МОЭСК»
26	ПС 500 кВ Ногинск	110	СВВ 1 СШ 1-2 сек. 110 кВ, СВВ 2 СШ 1-2 сек. 110 кВ, ВВ 1 СШ 110 кВ АТ-1, ВВ 2 СШ 110 кВ АТ-2, ВВ 2 СШ 110 кВ Т-3, ВВ 1 СШ 110 кВ Т-4	ТКЗ на ПС 500 кВ Ногинск	ПАО «ФСК ЕЭС»

Инд. № подл.

Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Лист

21

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
27	ПС 500 кВ Пахра	110	ШСВВ 1 сек. 110 кВ, ШСВВ 2 сек. 110 кВ, СВВ 1 СШ 110 кВ, СВВ 2 СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Пахра	ПАО «ФСК ЕЭС»
28	ПС 500 кВ Трубино	110	ШСВВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Трубино, ПС 110 кВ Новые Подлипки, ПС 110 кВ Фрязино, ПС 110 кВ Клязьма	ПАО «ФСК ЕЭС»
29	ПС 750 кВ Белый Раст	110	ЭВ ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст III цепь	по условиям РЗА не допускается включение 3-х параллельных транзитов. Потеря дальнего резервирования для присоединений 110 кВ ПС 110 кВ Икша 1, ПС 500 кВ Белый Раст, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст I, II цепь с отпайкой на ПС Трудовая, ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст №3, потеря селективности резервных защит присоединений 110 кВ ПС 110 кВ Икша 1, ПС 500 кВ Белый Раст, ПС 110 кВ Шереметьево, ПС 110 кВ Луговая, ПС 110 кВ Икша 2, ПС 110 кВ Комсомольская, ПС 110 кВ Яхрома.	ПАО «ФСК ЕЭС»
30	Каширская ГРЭС	110	СЭВ 110 кВ 1-3 сек. и СЭВ 110 кВ 2-4 сек.	ТКЗ на ПС 110 кВ Ожерелье, Стрелецкая	АО «Интер РАО-Электрогенерация»

В таблице 1.8 приведено общее число мест секционирования электрической сети 110 – 220 кВ в энергосистеме г. Москвы и Московской области за период 2010 – 2016 годов, где в динамике прослеживается их увеличение с целью недопущения сверхвысоких значений уровней токов КЗ, превышающих отключающую способность существующего серийно выпускаемого оборудования.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1		22

Таблица 1.8 - Общее число мест секционирования электрической сети 110 – 220 кВ в энергосистеме г. Москвы и Московской области за период 2010 – 2016 годов по причине превышения значений токов КЗ

Количество мест секционирования		Период			
		2010-2011	2011-2012	2013-2014	2015-2016
Всего по энергосистеме г. Москвы и Московской области, в том числе:		113	116	127	140
по причине превышения значений ТКЗ	Всего, в том числе:	98	95	103	114
	по энергосистеме г. Москвы	76	77	85	98
	по энергосистеме Московской области	22	18	18	16
	на шинах 220 кВ, в том числе:	25	33	36	47
	по энергосистеме г. Москвы	17	26	30	40
	по энергосистеме Московской области	8	7	6	7
	на шинах 110 кВ, в том числе:	73	62	67	67
	по энергосистеме г. Москвы	59	51	55	58
по энергосистеме Московской области	14	11	12	9	
по условиям РЗА и другим причинам	Всего	15	21	24	26

На рисунке 1.1 представлена диаграмма, иллюстрирующая динамику изменения максимальных значений токов КЗ в энергосистеме г. Москвы и Московской области и количества точек секционирования сети за период 2010 – 2016 годов.

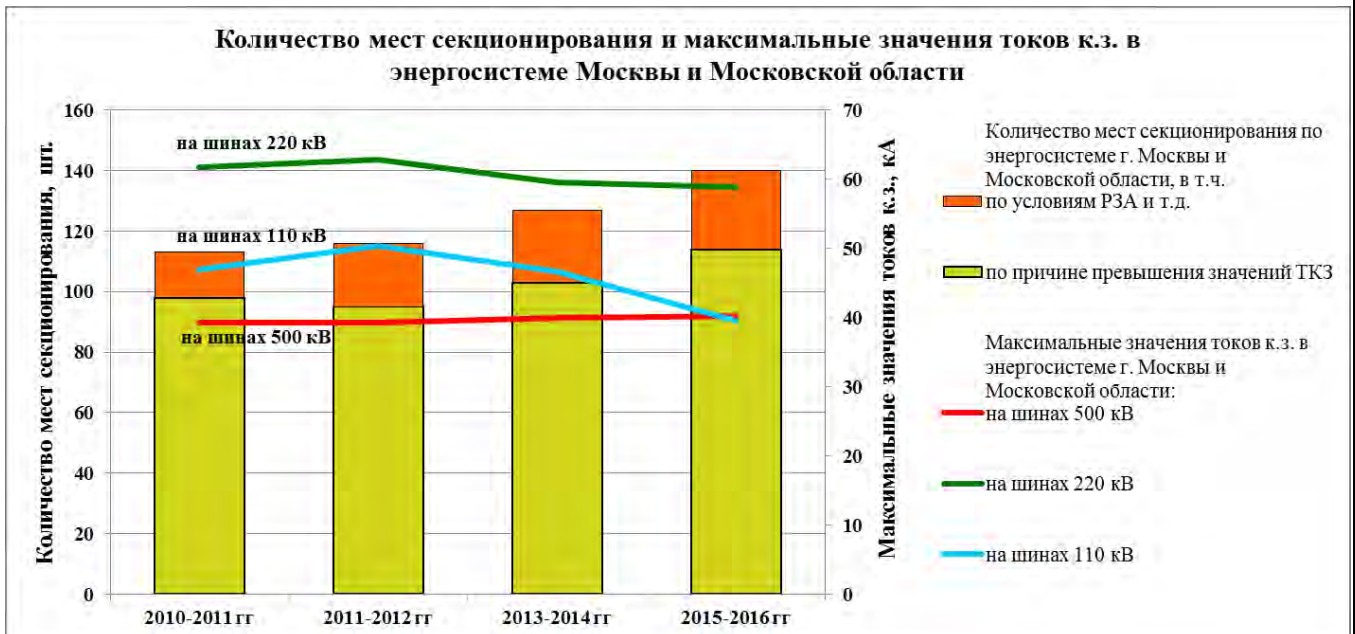


Рисунок 1.1 Динамика изменений максимальных значений токов КЗ в энергосистеме г. Москвы и Московской области и количества точек секционирования сети за период 2010 – 2016 годов

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

9763-09-Т1.1

Лист

23

На подстанциях электрических сетей энергосистемы г. Москвы и Московской области по состоянию на 2016 год установлено:

- на напряжении 750 кВ – 6 выключателей;
- на напряжении 500 кВ - 91 выключатель, из них 26% со сроком службы более 26 лет;
- на напряжении 220 кВ - 1060 выключатель, из них 31% со сроком службы более 26 лет;
- на напряжении 110 кВ - 2531 выключатель, из них 39% со сроком службы более 26 лет.

Количество выключателей 110 кВ и выше со сроком службы 26 лет и более, установленных на энергообъектах энергосистемы г. Москвы и Московской области, приведено в таблице 1.9.

Инв. № подл.		Подп. и дата								Лист
				9763-09-Т1.1						24
				Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол-ч	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

Таблица 1.9. - Количество выключателей 110 кВ и выше со сроком службы 26 лет и более

Наименование энергокомпаний	Напряжение 750 кВ			Напряжение 500 кВ			Напряжение 220 кВ			Напряжение 110 кВ		
	Всего, шт.	Отработавшие 26 лет и более		Всего, шт.	Отработавшие 26 лет и более		Всего, шт.	Отработавшие 26 лет и более		Всего, шт.	Отработавшие 26 лет и более	
		шт.	%		шт.	%		шт.	%		шт.	%
г. Москва	0	0	0	43	0	0	559	86	15	916	294	32
ПАО «МОЭСК»	0	0		0	0		191	52	27	630	239	38
АО «ОЭК»	0	0		0	0		69	0	0	27	0	0
АО «Энергокомплекс»	0	0		0	0		61	0	0	19	0	0
ПАО «ФСК ЕЭС»	0	0		31	0		134	0	0	61	0	0
Абонентские Станции	0	0		0	0		3	2	67	20	14	70
	0	0		12	0		101	32	32	159	41	26
Московская область	6	0	0	48	24	50	501	245	49	1615	687	43
ПАО «МОЭСК»	0	0		0	0		96	19	20	1297	580	45
ПАО «ФСК МО»	6	0		44	24	55	270	172	64	61	0	0
АО «Энергоцентр»	0	0		0	0		13	0	0	0	0	
Абонентские Станции	0	0		0	0		33	9	27	171	87	51
	0	0		4	0		89	45		86	20	
Всего по энергосистеме г. Москвы и Московской области	6	0	0	91	24	26	1060	331	31	2531	981	39

9763-09-т.1.1

Также на двух подстанциях с высшим напряжением 500 кВ, десяти подстанциях с высшим напряжением 220 кВ и шестнадцати энергообъектах с высшим напряжением 110 кВ установлены выключатели, отключающая способность которых не соответствует уровням токов короткого замыкания на шинах 110-220 кВ этих подстанций:

- **г. Москва:**
 - 220 кВ: ПС 220/110 кВ №46 Бутырки, ПС 220 кВ №54 Дубнинская, ПС 220/110 кВ №213 Южная, ПС 220/110 кВ №305 Н.Братцево, ПС 220 кВ №653 Яшино, ПС 220/110 кВ №692 Баскаково, ПС 220 кВ №806 Владыкино;
 - 110 кВ: Филиал ГЭС-1, ПС 110 кВ №6 Кожухово, ПС 110 кВ №17 Фили, ПС 110 кВ №45 Сокольники, ПС 110 кВ №167 Царицыно, ПС 110 кВ №330 Менделеево, ПС 110 кВ №617 Сырово, ПС 110 кВ №728 Профсоюзная, ПС 110 кВ №770 Андроньевская.
- **Московская область:**
 - 500 кВ: ПС 500/220/110 кВ № 514 Трубино, ПС 500/220/110 кВ №509 Пахра;
 - 220 кВ: ПС 220/110 кВ №212 Восточная, ПС 220/110 кВ № 107 Кедрово, ПС 220/110 кВ №140 Радищево;
 - 110 кВ: ПС 110 кВ №21 Афанасово, ПС 110 кВ №696 Прогресс, ПС 110 кВ №64 Барвиха, ПС 110 кВ №308 Нарофоминск, ПС 110 кВ №127 Яхрома, ПС 110 кВ №198 Н.Подлипки, ПС 110 кВ №232 Икша.

Кроме того, на 91 подстанции с высшим напряжением 110 кВ и 1 подстанции с высшим напряжением 220 кВ не установлены выключатели. Ниже представлен список подстанций 110-220 кВ, не оборудованных выключателями:

г. Москва:

1. ПС №164 Лосинка
2. ПС №221 Каширская
3. ПС №310 Свобода
4. ПС №314 Донецкая
5. ПС №344 Сенная
6. ПС №386 Подшипник
7. ПС №431 АЗЛК
8. ПС №603 Гоголево
9. ПС №604 Коровино
10. ПС №606 Шелепиха
11. ПС №622 Лефортово
12. ПС №630 Нагорная
13. ПС №731 Тропарево
14. ПС №762 Прожектор
15. ПС №793 Войковская
16. ПС №796 Трикотажная
17. ПС №801 Кузьминки
18. ПС №814 Лианозово
19. ПС №815 Люблино
20. ПС №825 Москворецкая
21. ПС №059 Вороново
22. ПС №139 Щербинка
23. ПС №371 Кузнецово

Инд. № подл.	Подп. и дата						

24. ПС №494 Десна
25. ПС № 523 Бекасово

Московская область:

1. ПС №29 Тепловозная
2. ПС №47 Щелково
3. ПС №84 Глухово
4. ПС №88 Крутое
5. ПС №216 Губино
6. ПС №317 Мисцево
7. ПС №380 Захарово
8. ПС №451 Кривандино
9. ПС №469 Кукшево
10. ПС №486 Ткач
11. ПС №490 Ясная
12. ПС №495 Щурово
13. ПС №640 Агат
14. ПС №641 Гранит
15. ПС №650 Юдино
16. ПС №659 Бочманово
17. ПС №726 Комплекс
18. ПС №767 Зуево
19. ПС №797 Дизель
20. ПС №812 Бисерово
21. ПС №218 Газовая
22. ПС №409 Лотошино
23. ПС № 302 Анино
24. ПС №714 Давыдково
25. ПС №550 Каринская
26. ПС №645 Сушкинская
27. ПС №11 Соловьево
28. ПС №526 Акулово
29. ПС №729 Наро-Осаново
30. ПС №371 Кузнецово
31. ПС №13 Тайнинка
32. ПС №9 Подлипки
33. ПС №161 Вашутино
34. ПС №220 Ельдигино
35. ПС №328 Ожогоино
36. ПС №329 Осиновка
37. ПС №455 Лобаново
38. ПС №629 Бурцево
39. ПС №669 Рогачево
40. ПС №672 Лешково
41. ПС №803 Юркино
42. ПС №826 Гальцово
43. ПС №069 Котельники
44. ПС №104 Климовская
45. ПС №195 Раменская

Инв. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

27

46. ПС №217 Компрессорная (аб)
47. ПС №227 ЦРП (аб)
48. ПС №244 Глубокое
49. ПС №382 Венюково
50. ПС №410 Коксогаз (аб)
51. ПС №459 Калиново
52. ПС №480 Северово
53. ПС №491 Прудная
54. ПС №497 Протвино (аб)
55. ПС №522 Повадино (аб)
56. ПС №525 Сорокино
57. ПС №591 Топканово
58. ПС №634 Сафоново (аб)
59. ПС №680 Дзержинская
60. ПС №718 Якимовская
61. ПС №721 Ям
62. ПС №741 Жуковская (аб)
63. ПС №755 Молоково
64. ПС №756 Головлянка
65. ПС №764 Загорново
66. ПС №791 Шепчинки
67. ПС №799 Роцинская (аб)

В Приложении Б приведены отчетные значения токов короткого замыкания на шинсистемы г. Москвы и Московской области на 01.01.2016 год.

Инв. № подл.		Подп. и дата					9763-09-г1.1	Лист
				Изм.	Кол.уч	Лист		№док.

2. Краткий обзор отечественного и зарубежного опыта решения задачи ограничения токов КЗ (включая мегаполисы) с использованием перспективных токоограничивающих устройств, в том числе реализованных с применением сверхпроводящих материалов

В составе данного раздела представлен краткий обзор отечественного и зарубежного опыта решения задачи ограничения токов короткого замыкания (далее - токи КЗ) с выделением опыта использования токоограничивающих устройств, реализованных с применением сверхпроводящих материалов.

Уровень токов КЗ является одним из основных показателей развития энергосистемы. Он характеризует мощность энергосистемы – объем и концентрацию генерирующей мощности и нагрузки потребителей, структуру и параметры элементов энергосистемы – линий электропередачи, подстанций, электростанций, плотность электрической сети. Уровнем токов КЗ определяются требования к электрооборудованию и его технические характеристики, а также характеристики устойчивости и надежности работы всей энергосистемы и ее элементов.

Общими характеристиками, определяющими проблемы энергоснабжения крупных городов, являются значительная концентрация нагрузок, усиление электрических сетей и возрастание токов коротких замыканий. В ряде мегаполисов, в частности в Москве, эта ситуация дополнительно осложняется наличием внутригородских электростанций.

Для ограничения уровней токов КЗ в настоящее время применяются различные методы и средства:

- схемные решения – мероприятия, разрабатываемые на стадии выполнения схем развития энергосистем (переход на более высокое номинальное напряжение, переключение отдельных элементов с одной секции или системы шин распределительного устройства на другую, изменение схем и групп соединений генераторов, силовых трансформаторов и автотрансформаторов);
- стационарное деление сети на секционных, шиносоединительных выключателях или выключателях присоединений – малозатратное мероприятие, но снижающее надежность режимов работы энергосистемы из-за ослабления связей, снижения структурного резервирования и неудобства в эксплуатации объектов;
- автоматическое (опережающее) деление сети на секционных и шиносоединительных выключателях, а также на выключателях автотрансформаторов связи распределительных устройств различных напряжений – обеспечивает предварительное снижение токов подпитки КЗ, но имеет ограниченную эффективность из-за сохранения значения сквозного тока КЗ через оборудование, увеличения общего времени отключения КЗ и перехода к послеаварийному режиму;
- использование токоограничивающих реакторов (предназначен для ограничения ударного тока КЗ, включается последовательно в линию и работает как дополнительное индуктивное сопротивление, при КЗ

Инв. № подл.	Подп. и дата

уменьшающее ударный ток), трансформаторов с расщепленной обмоткой низкого напряжения, вставок постоянного тока;

- разземление части нейтралей силовых трансформаторов на многотрансформаторных подстанциях напряжением 110, 154 и 220 кВ – для ограничения токов однофазных (несимметричных) коротких замыканий за счет доведения сопротивления нулевой последовательности до предельных значений по условиям допустимых перенапряжений;
- заземление нейтралей части трансформаторов через резисторы или реакторы - для ограничения токов однофазных (несимметричных) коротких замыканий за счет увеличения сопротивления нулевой последовательности (в случаях, когда однофазный ток КЗ превосходит трехфазный данное мероприятие дает возможность уменьшить объем других мер, принимаемых для ограничения токов КЗ);
- кратковременное размыкание третичной обмотки автотрансформаторов при КЗ, использование автотрансформаторов без третичной обмотки - для ограничения токов однофазных (несимметричных) коротких замыканий за счет увеличения сопротивления нулевой последовательности;
- повышение быстродействия коммутационных аппаратов, а также устройств релейной защиты и автоматики;
- использование вставок постоянного тока, сверхпроводящих токоограничивающих устройств, асинхронизированных турбогенераторов.

Для снижения уровней токов короткого замыкания в энергосистеме г.Москвы и Московской области выполняются следующие мероприятия:

- Замена и модернизация выключателей, часто с переходом на следующий уровень отключающей способности.
- Деление сети 110-220 кВ. Для поддержания необходимого уровня надежности при секционировании шин подстанций и распределительных устройств электростанций и элементов сети используется АВР.
- Установка токоограничивающих реакторов на подстанциях напряжением 220 кВ г. Москвы.
- Установка токоограничивающих реакторов в нейтрали автотрансформаторов. В энергосистеме г. Москвы и Московской области эксплуатируются автотрансформаторы напряжением 500/220 кВ и 500/110 кВ с установленными токоограничивающими реакторами в нейтрали. Установка реакторов в нейтрали автотрансформаторов позволяет снизить токи однофазного КЗ в прилегающей сети на шинах 220 кВ в среднем на 10%, на шинах 110 кВ — на 20%, а в обмотке среднего напряжения – в среднем на 20% и на 30% в электрической сети 110 кВ.

Анализ опыта зарубежных стран по построению схем электрических сетей крупных городов и мегаполисов показывает, что балансовые характеристики, структура и топография электрических сетей, режимы функционирования

Инв. № подл.	
Подл. и дата	

						9763-09-т1.1	Лист
							30
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

энергосистемы г. Москвы и Московской области имеют большое сходство с аналогичными характеристиками зарубежных мегаполисов. Поэтому принципы формирования и развития электрических сетей зарубежных мегаполисов, а также применяемые при этом мероприятия и устройства по ограничению уровней токов короткого замыкания могут рассматриваться и для энергосистемы г. Москвы и Московской области.

В энергосистемах Лондона, Сеула, Парижа, Нью-Йорка в настоящий момент основным мероприятием по ограничению уровней токов КЗ остается автоматическое и стационарное деление электрической сети.

В энергосистеме города Сеула все ЛЭП 154 кВ переведены в радиальный режим работы. Наряду со схемно-режимными мероприятиями, в энергосистеме Сеула была изучена возможность сохранения кольцевой структуры электроснабжения с применением управляемых элементов – установка в точках деления электрической сети 345 кВ двух ВПТ, которые также должны выполнять функцию управления перетоками активной мощности. Данное мероприятие пока не реализовано.

В энергосистеме города Токио из-за высоких уровней токов КЗ электрическая сеть 275 кВ разделена на несколько подсистем, связанных друг с другом через электрическую сеть 500 кВ и, частично, через электрическую сеть более низкого напряжения. При возникновении возмущения подсистема может быть выделена на изолированную работу. Разрабатывается соответствующая автоматика контролируемого выделения на изолированную работу, которая способна в режиме реального времени рассчитывать баланс активной и реактивной мощности, а также уровень токов КЗ

В распределительных электрических сетях рассмотренных энергосистем мегаполисов применяется установка ТОР и ТОУ. Однако до настоящего времени эти мероприятия до конца не востребованы на уровне передающей электрической сети.

В ряде стран, в том числе и в России, ведется пилотное внедрение ТОУ на основе явления сверхпроводимости. Токоограничивающее устройство на основе высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП ТОУ) предназначено для последовательного включения в высоковольтную линию с целью ограничения токов короткого замыкания.

Высокий интерес сетевых и генерирующих компаний зарубежных стран к возможностям таких ТОУ обусловлен тем, что с помощью этих устройств можно не только обеспечить безопасность эксплуатации электросетевого хозяйства, но и значительно снизить затраты на новое строительство или реконструкцию.

Применение ВТСП ТОУ позволяет снизить последствия от аварий, одновременно повышая качество электроснабжения в электроэнергетике, промышленности и электротранспортной инфраструктуре.

В основе действия этих устройств лежит свойство сверхпроводника переходить из состояния с нулевым сопротивлением в состояние с конечной проводимостью при превышении некоторого порогового значения тока. Переключение не требует внешнего воздействия и происходит при превышении критического значения тока, уровень которого задается конструкцией.

Общая схема включения ВТСП ТОУ приведена на рисунке 2.1.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист 31

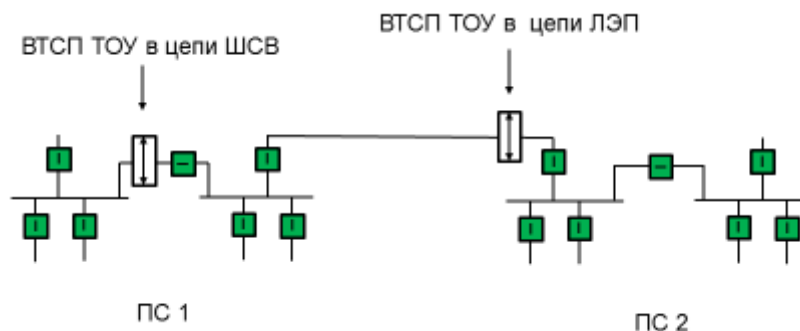


Рис. 2.1. Общая схема включения ВТСП ТОУ.

ВТСП ТОУ имеет характеристики, обеспечивающие возможность его использования в энергосистемах крупных городов и мегаполисов:

- быстродействие 0,001 с – в 100 раз быстрее силовых выключателей;
- глубокое ограничение тока за счет активного сопротивления;
- полная незаметность устройства для сети в обычном режиме (нулевое сопротивление, которое обеспечивается за счет явления сверхпроводимости),
- компактные размеры, значительно меньшие, чем у токоограничивающих реакторов.

Вторым важным аспектом является то, что уникальные возможности ВТСП ТОУ представляют значительный интерес для обеспечения безопасности эксплуатации электросетевой инфраструктуры электротранспорта (ж/д, метрополитен), промышленности (дуговые печи, прокатные станы и др.) и угледобывающих шахт (снижение вероятности возникновения пожара или взрыва в случае короткого замыкания).

В настоящее время в мире уже создано и находятся в эксплуатации более 20 образцов ВТСП ТОУ. Работа интенсивно ведется в Германии, Италии, Великобритании, США, Южной Корее, Китае. Перечень наиболее важных проектов ВТСП ТОУ, созданных за последние 10 лет, приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Перечень ВТСП ТОУ, введенных в эксплуатацию за последние 10 лет

№ п/п	Разработчик	Страна	Год	Напряжение, кВ	Ток, А
1	Siemens/AMSC	Германия	2007	7,5	300
2	LSIS	Корея	2007	24	630
3	Hyundai/AMSC	Корея	2007	13,2	630
4	KEPRI	Корея	2007	22,9	630
5	Toshiba	Япония	2008	6,6	72
6	Innower	Китай	2008	35	90
7	Nexans	Германия	2009	12	100
8	Nexans	Германия	2009	12	800
9	Zenergy Power	США	2009	12	1200

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-т1.1

Лист

32

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

№ п/п	Разработчик	Страна	Год	Напряжение, кВ	Ток, А
10	RSE	Италия	2010	9	250
11	Innopower	Китай	2010	220	800
12	Nexans	Испания	2010	24	1000
13	Zenergy Power	США	2010	12	1200
14	KEPRI	Корея	2010	22,9	3000
15	Nexans	Германия	2011	12	800
16	Siemens	США	2012	115	900
17	RSE	Италия	2012	9	1000
18	Zenergy Power	США	2012	138	1840
19	KEPRI	Корея	2014	154	2000
20	Nexans	Великобритания	2015	10	1050
21	Nexans	Великобритания	2016	10	1600
22	Siemens	Германия	2016	10	817

Ниже представлено краткое описание некоторых из указанных ВТСП ТОУ.

Инва. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-г1.1

Лист

33

Германия (г. Аугсбург)

Расположение	Германия, г.Аугсбург	Сетевая компания: SWA Netze GmbH. ВТСП ТОУ изготовлено компанией Siemens и установлено в распределительную сеть г. Аугсбург, Германия. Устройство обеспечивает защиту распределительной сети от сверхнормативных токов при работе тестовой площадки генераторов компании MTU Energy.
Напряжение	10 кВ	
Ток	817 А	
Год ввода	2016	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-г1.1

Лист

34

Германия (г. Боксберг)

Расположение	Германия, г.Боксберг	Эксплуатирующая компания: Vattenfall. ВТСП ТООУ производства компании Nexans установлено на ТЭЦ в городе Боксберг, ФРГ. Устройство обеспечивает защиту сети питания собственных нужд станции: мощных электроприводов, обеспечивающих работу конвейеров, дробилок, компрессоров, насосов и т.д. Достигнутый результат: снижение токов короткого замыкания с 60 до 7 кА, что значительно снизило уровень технических требований к устанавливаемому оборудованию, а, следовательно, его стоимость.
Напряжение	12 кВ	
Ток	800 А	
Год ввода	2009	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

35

Германия (г. Эссен)

Расположение	Германия, г.Эссен	<p>Сетевая компания: RWE. Изготовлен в рамках проекта AMPACITY, разработчик и изготовитель устройства – компания Nexans. Обеспечивает защиту сверхпроводниковой кабельной линии длиной 1 км, установленной в том же проекте. Успешно эксплуатируется сетевой компанией на подстанции 110/10 кВ в центре немецкого города Эссен.</p> <p>Применение ВТСП ТОУ позволило объединить шины подстанций Dellbrugge и Hercules ВТСП кабельной линией на напряжении 10 кВ, отказавшись от использования повышающих трансформаторов. Это решение высвобождает дополнительное место на подстанции при сохранении доступной мощности.</p>
Напряжение	12 кВ	
Ток	2400 А	
Год ввода	2014	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

36

Великобритания (г. Бирмингем)

Расположение	Великобритания, г.Бирмингем	<p>Сетевая компания: Western Power Distribution.</p> <p>В распределительной сети города Бирмингем в 2015 году установлено два ВТСП ТОУ производства компании Nexans. Устройства полностью автономны и переданы в постоянную эксплуатацию сетевой компании.</p> <p>ВТСП ТОУ позволили объединить питающие шины подстанций при сохранении уровня токов КЗ ниже 10 кА, что привело к увеличению надежности и снижению потерь электроэнергии.</p> <p>Закупка устройств является частью проекта FlexDGrid, реализуемого в Великобритании с целью кардинально улучшить функциональные возможности распределительных сетей, в особенности в связи с подключением новой возобновляемой генерации.</p>
Напряжение	12 кВ	
Ток	1050А 1600 А	
Год ввода	2015	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

37

США (г. Санта Клара)

Расположение	США г.Санта Клара	Сетевая компания: Silicon Valley Power. Одно из самых первых ВТСП ТОУ, установленных в США. Разработчик и изготовитель устройства – компания Applied Materials. Трехфазное ВТСП ТОУ установлено в линию, снабжающую электроэнергией производство Applied Materials, что позволило снизить токи короткого замыкания с 23 до 11 кА.
Напряжение	15 кВ	
Ток	1000 А	
Год ввода	2013	



Инва. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

38

США (г. Пафкипси)

Расположение	США Штат Нью-Йорк г.Пафкипси	Сетевая компания: Hudson Central Power. Однофазное ВТСП ТОУ, установленное в штате Нью Йорк. Разработчик и изготовитель –Applied Materials. Проект реализован при поддержке местного фонда штата Нью Йорк, NYSEDA. Защищает трансформатор, будучи подключенным к линии заземления его нейтрали. За короткий срок эксплуатации посредством этого ВТСП ТОУ уже было ограничено более 15 коротких замыканий.
Напряжение	15 кВ	
Ток	1000 А	
Год ввода	2013	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

9763-09-т1.1

Лист

39

Южная Корея (г. Ичеон)

Расположение	Корея (Южная) г.Ичеон	Сетевая компания: КЕРСО. ВТСП ТООУ разработано и построенное корейским институтом КЕРPRI и компанией LSIS. Устройство выполняет защиту фидерной линии (отходящего присоединения) от токов короткого замыкания. Достигнутый результат: снижение тока короткого замыкания с 25 до 12.5 кА.
Напряжение	22,9 кВ	
Ток	630 А	
Год ввода	2011	



Инва. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-г1.1

Лист

40

Испания (о. Майорка)

Расположение	Испания о. Майорка	Сетевая компания: ENDESA. Изготовлен в рамках европейского проекта, разработчик и изготовитель устройства – компания Nexans. Установлен после серии испытаний в качестве коммутатора шин 15 кВ соседних трансформаторов на острове Майорка в Испании в 2013 году. Основная задача устройства заключается в ограничении тока при коротком замыкании (или при ударе молнии) в одной из систем шин ПС. Комплектный ВТСП ТОУ установлен в контейнер для удобства транспортировки.
Напряжение	24 кВ	
Ток	1000 А	
Год ввода	2010	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

9763-09-т1.1

Лист

41

США (Калифорния)

Расположение	США Калифорния	Сетевая компания: South California Edison. Однофазное ВТСП ТОУ, созданное в кооперации компаний AMSC, Siemens и Nexans. Финансирование проекта осуществляло Министерство энергетики США. ТОУ предназначено для ограничения токов короткого замыкания в магистральной линии электропередач до уровня ниже 40 кА. На настоящий момент устройство прошло все необходимые высоковольтные испытания.
Напряжение	115 кВ	
Ток	800 А	
Год ввода	2013	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

9763-09-т1.1

Лист

42

Тайланд

Расположение	Тайланд	<p>Генерирующая компания: Glow Energy.</p> <p>Два высоковольтных ВТСП ТОУ предназначены для установки на электростанции тайландской компании Glow Energy. Изготовитель – Applied Materials.</p> <p>Установка ВТСП ТОУ обусловлена вводом нового блока генерации, что приводит к росту токов короткого замыкания и предполагает замену всех выключателей 115 кВ, то есть, масштабную реконструкцию станции.</p> <p>ВТСП ТОУ позволяет ввести новый блок без увеличения максимальных токов и без необходимости такой реконструкции.</p>
Напряжение	115 кВ	
Ток	800 А 800А	
Год ввода	2013	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

43

Южная Корея (Гочанг)

Расположение	Корея (Южная) Гочанг	Сетевая компания: КЕРСО. Самое мощное на сегодняшний момент ВТСП ТОУ резистивного типа, предназначенное для ограничения токов короткого замыкания в линии электропередач с 40 кА до 5 кА. Устройство в виде одной фазы изготовлено по заказу сетевой компании КЕРСО корейскими организациями КЕРРИ и КЕРИ.
Напряжение	154 кВ	
Ток	2000 А	
Год ввода	2015	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-г1.1

Лист

44

Китай (г. Тинаджин)

Расположение	Китай г. Тинаджин	ВТСП ТОУ индуктивного типа, установленное в эксплуатацию в Китае на подстанции Шигежуань, г.Тинаджин – самое высоковольтное устройство, разработанное на сегодняшний день. Цель установки устройства – ограничение токов короткого замыкания в магистральной линии электропередач до уровня ниже 40 кА. Разработчик и изготовитель устройства – китайская компания Innopower.
Напряжение	220 кВ	
Ток	800 А	
Год ввода	2010	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

9763-09-т1.1

Лист

45

Использование ВТСП ТОУ в России

Расположение	Россия г.Санкт-Петербург	ВТСП ТОУ постоянного тока, разработанное и изготовленное компанией СуперОкс. Одно из первых ВТСП ТОУ в мире, предназначенное для ограничения постоянного тока (с уровня более 20 кА до 5 кА). Устройство является новым электросетевым инструментом, обеспечивающим более надежные схемы электроснабжения тяговых сетей. Применение таких устройств крайне перспективно на объектах железной дороги и метрополитенов. В настоящий момент устройство успешно прошло высоковольтные испытания, запланирована его опытная эксплуатация на тяговой подстанции в Санкт-Петербурге в 2016 году.
Напряжение	3,3 кВ	
Ток	5000 А	
Год ввода	2016	



Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

46

Расположение	Россия г.Москва	Сетевая компания: АО «ОЭК». В настоящий момент ЗАО СуперОкс завершило выполнение проектных работ по первому высоковольтному токоограничивающему устройству в Российской Федерации. Установка устройства на подстанции «Мневники» запланирована на 2018 год, после изготовления и завершения всех циклов испытаний.
Напряжение	220 кВ	
Ток	1200 А	
Год ввода	2018	



Инва. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-г1.1

Лист

47

3. Балансы мощности и электроэнергии энергосистемы г. Москвы и Московской области на этапы 2020 и 2025 годов с учетом очередности и объема сетевого строительства, ввода и демонтажа электросетевых объектов и генерирующего оборудования

Прогноз электропотребления для энергосистемы г. Москвы и Московской области сформирован на основе базового (консервативного) сценария развития экономики, который соответствует базовому варианту прогноза спроса на электроэнергию, разработанному АО «СО ЕЭС», в рамках Схемы и программы развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов (для энергосистемы г. Москвы и Московской области). Прогноз потребления электроэнергии в период до 2025 года сформирован с сохранением тенденции заложенной в базовом варианте прогноза электропотребления.

В таблице 3.1 представлены основные показатели перспективных режимов электропотребления энергосистемы г. Москвы и Московской области на период 2016–2021 годов и 2025 года для базового варианта электропотребления.

Таблица 3.1 – Отчетные и перспективные режимы электропотребления Московской области и энергосистемы г. Москвы и Московской области (базовый вариант)

Наименование	Ед. измер.	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2025
г. Москва									
Электропотребление	млрд. кВт.ч	51,288	51,718	51,801	52,004	52,391	52,615	52,804	
Электрическая нагрузка	МВт	8703	9325	9465	9577	9637	9685	9748	10185
в т.ч. территории ТиНАО	МВт	504	550	605	625	642	660	677	
Число часов использования электрической нагрузки г. Москвы	час/год	5893	5546	5473	5430	5436	5433	5417	
Московская область									
Электропотребление (без учета потребления на заряд ГАЭС)	млрд. кВт.ч	48,167	48,739	48,94	49,065	49,287	49,77	49,939	52,482
Электрическая нагрузка	МВт	7795	8285	8363	8452	8490	8517	8560	8915
Число часов использования электрической нагрузки	час/год	6179	5883	5852	5805	5805	5844	5834	5887
Максимальная электрическая нагрузка энергосистемы г. Москвы и Московской области									
	МВт	16498	17610	17828	18029	18127	18202	18308	19100

В таблице 3.2 представлены среднегодовые темпы прироста электрических нагрузок по энергосистеме г. Москвы и Московской области.

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-т1.1

Лист

48

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Таблица 3.2 – Среднегодовые темпы прироста электрических нагрузок по энергосистеме г. Москвы и Московской области, %

Наименование	2016-2021 годы	2022-2025 годы	Итого за период 2016 - 2025 годы
Энергосистема г. Москвы и Московской области	1,75	1,06	1,48

Анализ данных таблицы 3.2 показывает, что по энергосистеме г. Москвы и Московской области наибольший прирост электрической нагрузки будет наблюдаться в период до 2021 года.

Установленная мощность электростанций энергосистемы г. Москвы и Московской области на период 2016-2025 годов сформирована с учетом вводов новых генерирующих мощностей и мероприятий по выводу из эксплуатации действующих генерирующих объектов в соответствии с материалами «Схемы и программы развития Единой энергетической системы России на период 2016-2022 годов».

Планируемые суммарные объемы вывода из эксплуатации генерирующей мощности энергосистемы г. Москвы и Московской области на период 2016-2025 годов (базовый вариант) представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Объемы и структура выводимой из эксплуатации генерирующей мощности на электростанциях энергосистемы г. Москвы и Московской области на период 2016-2025 годов (базовый вариант), МВт

№ п/п	Электростанция (станционный номер, тип турбины)	Генерирующая компания	Тип вывода	Мощность, МВт	Год
1	ТЭЦ-16 Мосэнерго	ПАО «Мосэнерго»			
	1 Т-30-90		окончательный	30	2016
	2 Т-25-90		окончательный	25	2016
	3 Т-50-90		окончательный	50	2016
	4 Т-25-90		окончательный	25	2023
	<i>Всего по станции</i>			<i>130</i>	
2	ТЭЦ-20 Мосэнерго	ПАО «Мосэнерго»			
	1 Т-30-90		окончательный	30	2016
	2 Т-30-90		окончательный	30	2023
	3 Т-30-90		окончательный	30	2023
	4 ПТ-35-90		окончательный	35	2023
	5 ПТ-65-90		окончательный	65	2023
	<i>Всего по станции</i>			<i>190</i>	
	ТЭЦ-21 Мосэнерго	ПАО «Мосэнерго»			
	6 Т-100-130		окончательный	100	2023
	8 Т-250-240		окончательный	250	2025
	9 Т-250-240		окончательный	250	2023
	<i>Всего по станции</i>			<i>600</i>	
	ТЭЦ-23 Мосэнерго	ПАО «Мосэнерго»			
	4 Т-100-130		окончательный	100	2023
	5 Т-250-240		окончательный	250	2024
	<i>Всего по станции</i>			<i>350</i>	

Инв. № подл.	Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

№ п/п	Электростанция (станционный номер, тип турбины)	Генерирующая компания	Тип вывода	Мощность, МВт	Год
3	ТЭЦ-8 фил.ТЭЦ-9 Мосэнерго	ПАО «Мосэнерго»			
	5 P-25-130		окончательный	25	2016
	<i>Всего по станции</i>			25	
4	ГЭС-1 им.Смидовича				
	26 P-10-35		окончательный	10	2023
	27 P-10-35		окончательный	10	2023
	<i>Всего по станции</i>			20	
5	ГРЭС-4 Каширская	АО «Интер РАО - Электрогенерация»			
	1 К-300-240		окончательный	300	2023
	2 К-300-240		окончательный	300	2019
	<i>Всего по станции</i>			600	
6	ТЭЦ-6 (г.Орехово-Зуево)	ПАО «Мосэнерго»			
	1 П-6-35		окончательный	6	2016
	2 П-6-35		окончательный	6	2016
	3 P-6-35		окончательный	6	2016
	<i>Всего по станции</i>			18	
7	ТЭЦ-17 Мосэнерго	ПАО «Мосэнерго»			
	2 Т-40-90		окончательный	40	2016
	<i>Всего по станции</i>			40	
8	ТЭЦ-22 Мосэнерго	ПАО «Мосэнерго»			
	9 Т-240-240		окончательный	240	2016
	11 Т-240-240		окончательный	240	2023
	<i>Всего по станции</i>			480	

На электростанциях энергосистемы г. Москвы и Московской области на период 2016–2021 годов планируется вывод из эксплуатации генерирующей мощности в объеме 758 МВт, 2022-2025 годов – 2070 МВт. Общий суммарный вывод из эксплуатации генерирующей мощности составит 2828 МВт. На станциях Московской области к 2021 году планируется вывести из эксплуатации генерирующую мощность в объеме 598 МВт (агрегаты №1-3 ТЭЦ-6 общей мощностью 18 МВт, агрегат №2 ТЭЦ-17 мощность 40 МВт, блок №9 ТЭЦ-22 мощность 240 МВт, блок №2 Каширская ГРЭС 300 МВт). К 2025 году намечается дополнительно демонтировать мощность в объеме 540 МВт (Каширская ГРЭС блок №1 - 300 МВт, ТЭЦ-22 блок №11 – 240 МВт). Общий суммарный вывод из эксплуатации генерирующей мощности составит 1138 МВт.

Вводы новой генерирующей мощности (с высокой вероятностью реализации) на электростанциях энергосистемы г. Москвы и Московской области на период 2016-2021 годов предусматриваются в объеме 840 МВт (Загорская ГАЭС-2). К 2025 году намечаются дополнительные вводы на ТЭС в объеме 1290 МВт. В Московской области до 2021 года ПАО «РусГидро» планирует ввести в эксплуатацию Загорскую ГАЭС-2, установленной мощностью 840 МВт (четыре

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

50

блока по 210 МВт), к 2025 году планируется ввод на ТЭЦ-22 блока №9 мощностью 295 МВт взамен ранее выведенного из эксплуатации.

В таблице 3.4 представлены объемы и структура вводов генерирующего оборудования энергосистемы г. Москвы и Московской области на период 2016-2025 годов.

Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-Г1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол-во ч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Таблица 3.4 - Поагрегатный перечень вводов мощности на электростанциях энергосистемы г. Москвы и Московской области и электростанциях энергосистемы Московской области на период 2016-2025 годов (базовый вариант), МВт

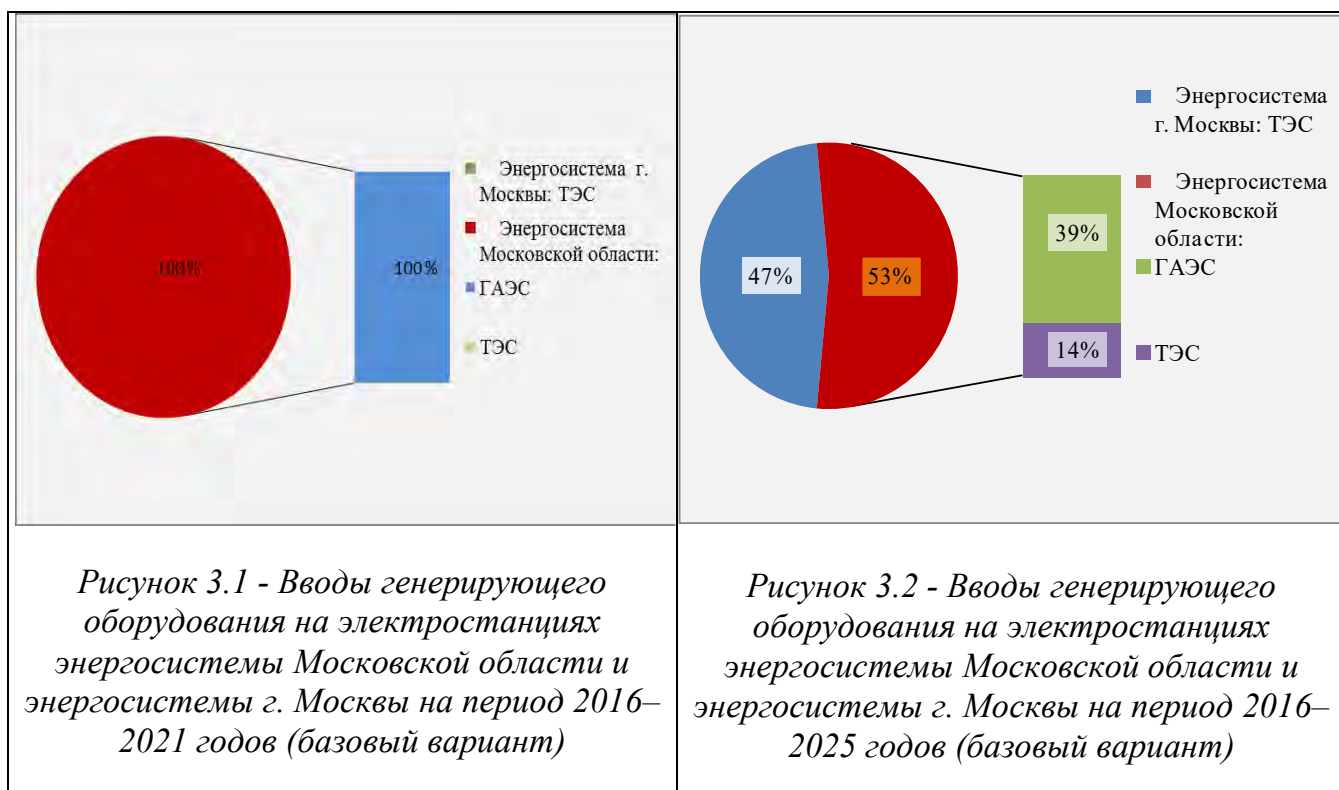
Электростанция (станционный номер, тип турбины)	Генерирующая компания	2016 год	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	2023 год	2024 год	2025 год	2016-2025 годы
ТЭЦ-21 Мосэнерго 9 Т-...-240	ПАО «Мосэнерго»									295,0		295,0
Загорская ГАЭС-2 1 ГАЭС	ПАО «РусГидро»		210,0									210,0
2 ГАЭС			210,0									210,0
3 ГАЭС				210,0								210,0
4 ГАЭС				210,0								210,0
<i>Всего по станции</i>				420,0	420,0							
ГТЭС «Городецкая» (Кожухово) 1 ПГУ(Т)	ООО «Росмикс»								170,0			170,0
ГТЭС «Варшавская»(Шербинка) 1 ПГУ(Т)	ООО «ЭнергоПромИнвест»									125,0		125,0
ТЭЦ-23 Мосэнерго 4 Т-110-130	ПАО «Мосэнерго»									110,0		110,0
5 Т-295-240										295,0		295,0
<i>Всего по станции</i>												405,0
ТЭЦ-22 Мосэнерго 9 Т-...-240	ПАО «Мосэнерго»								295,0			295,0

9763-09-т.1.1

В таблице 3.5 и на рисунках 3.1 и 3.2 представлен объем вводов генерирующего оборудования по энергосистеме г. Москвы и Московской области и его доля по Московской области и г. Москве на период 2016-2021(2025) годов.

Таблица 3.5 - Объем вводов мощности на электростанциях энергосистемы г. Москвы и Московской области, энергосистемы Московской области и энергосистемы г. Москвы (базовый вариант), МВт

	2016-2021	%	2022-2025	%	2016-2025	%
Энергосистема г. Москвы и Московской области – всего	840	100	1290	100	2130	100
в том числе:						
Энергосистема г. Москвы	0	0	995	77	995	47
Энергосистема Московской области	840	100	295	23	1135	53



Структура установленной мощности по типам электростанций энергосистемы г. Москвы и Московской области и электростанций энергосистемы Московской области на период 2016-2021(2025) годов по базовому варианту представлена в таблице 3.6 и на рисунке 3.3.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Таблица 3.6 - Установленная мощность генерирующего оборудования на период 2016-2021(2025) годов по типам электростанций энергосистемы г. Москвы и Московской области и электростанций энергосистемы Московской области (базовый вариант), МВт

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2025
Энергосистема Московской области - всего	7624,6	8044,6	8464,6	8164,6	8164,6	8164,6	7919,6
ГЭС	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4	47,4
ГАЭС	1200,0	1620,0	2040,0	2040,0	2040,0	2040,0	2040,0
ТЭС-всего	6377,2	6377,2	6377,2	6077,2	6077,2	6077,2	5832,2
теплофикационные	2628,8	2628,8	2628,8	2628,8	2628,8	2628,8	2683,8
паросиловые	1678,0	1678,0	1678,0	1678,0	1678,0	1678,0	1733,0
ПГУ	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0	900,0
ГТУ и ГПА	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8	50,8
конденсационные	3748,4	3748,4	3748,4	3448,4	3448,4	3448,4	3148,4
паросиловые	2850,0	2850,0	2850,0	2550,0	2550,0	2550,0	2250,0
ПГУ	393,4	393,4	393,4	393,4	393,4	393,4	393,4
ГТУ и ГПА	505,0	505,0	505,0	505,0	505,0	505,0	505,0
Энергосистема г. Москвы и Московской области - всего	18700,8	19120,8	19540,8	19240,8	19240,8	19240,8	18478,8
ГЭС	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4	83,4
ГАЭС	1200,0	1620,0	2040,0	2040,0	2040,0	2040,0	2040,0
ТЭС-всего	17391,3	17391,3	17391,3	17091,3	17091,3	17091,3	16329,3
теплофикационные	13500,9	13500,9	13500,9	13500,9	13500,9	13500,9	13038,9
паросиловые	9950,6	9950,6	9950,6	9950,6	9950,6	9950,6	9193,6
ПГУ	3208,7	3208,7	3208,7	3208,7	3208,7	3208,7	3503,7
ГТУ и ГПА	341,6	341,6	341,6	341,6	341,6	341,6	341,6
конденсационные	3878,4	3878,4	3878,4	3578,4	3578,4	3578,4	3278,4
паросиловые	2850,0	2850,0	2850,0	2550,0	2550,0	2550,0	2250,0
ПГУ	523,4	523,4	523,4	523,4	523,4	523,4	523,4
ГТУ и ГПА	505,0	505,0	505,0	505,0	505,0	505,0	505,0
детанд.-генер.уст.	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
возобновляемые	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1

При реализации намечаемых вводов и планируемого демонтажа установленная мощность электростанций энергосистемы г. Москвы и Московской области в базовом варианте составит в 2016 году 18700,8 МВт, электростанций энергосистемы Московской области - 7624,6 МВт. К 2021 году на электростанциях энергосистемы г. Москвы и Московской области установленная мощность генерирующего оборудования может составить 19240,8 МВт, в том числе в энергосистеме Московской области – 8164,6 МВт, к 2025 году – 18478,8 МВт и 7919,6 МВт соответственно.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

54

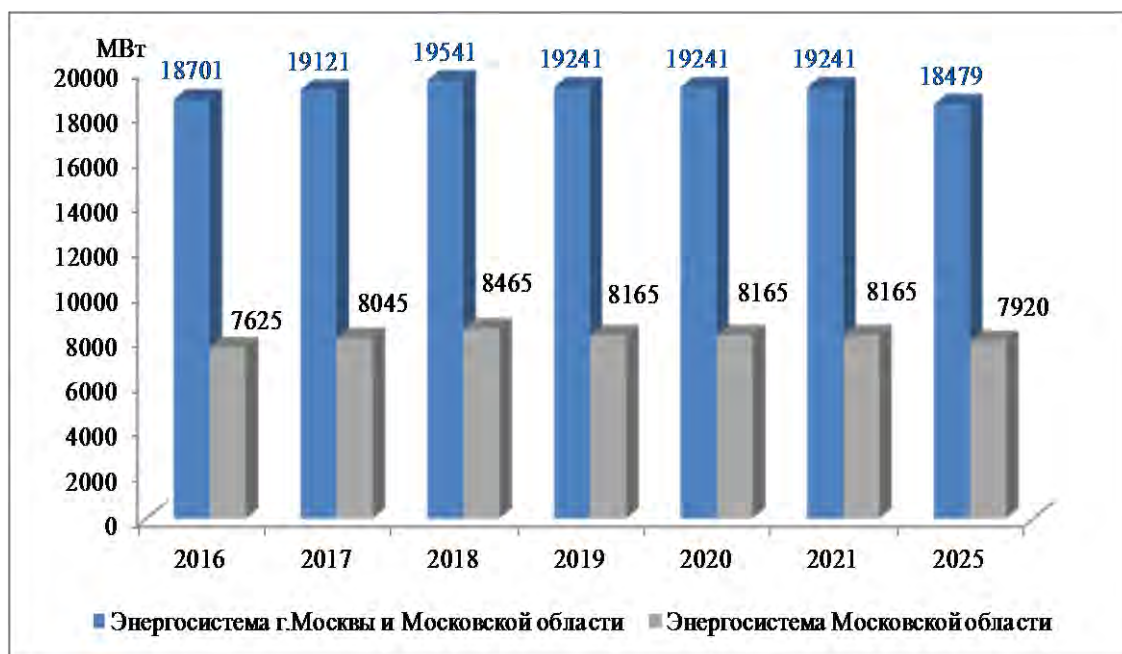


Рисунок 3.3 - Установленная мощность электростанций энергосистемы г. Москвы и Московской области и электростанций энергосистемы Московской области (базовый вариант)

В соответствии с прогнозируемыми уровнями роста нагрузки, намечаемыми объемами работ по техническому перевооружению электростанций и вводами новых энерго мощностей, баланс мощности и энергии по энергосистеме г. Москвы и Московской области для базового варианта прогноза электропотребления на период 2016-2021(2025) годов представлен в таблице 3.9.

В таблице 3.7 представлен баланс мощности на период 2016-2025 годов по энергосистеме г. Москвы и Московской области для базового варианта.

Таблица 3.7 – Баланс мощности по энергосистеме г. Москвы и Московской области на период 2016-2025 годов (базовый вариант), МВт

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2025
ПОТРЕБНОСТЬ							
Максимум нагрузки	17610,0	17828,0	18029,0	18127,0	18202,0	18308,0	19100,0
Расчетный резерв мощности	2289,0	2318,0	2344,0	2357,0	2366,0	2380,0	2483,0
Расчетный резерв в % к суммарному максимуму	13	13	13	13	13	13	13
ИТОГО потребность	19899,0	20146,0	20373,0	20484,0	20568,0	20688,0	21583,0
ПОКРЫТИЕ							
Располагаемая мощность на расчетный максимум	18554,2	18554,2	18974,2	19094,2	19094,2	19094,2	18362,2
ГЭС	1268,8	1268,8	1688,8	2108,8	2108,8	2108,8	2108,8
ТЭС	17259,3	17259,3	17259,3	16959,3	16959,3	16959,3	16227,3
ВИЭ	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1
ИТОГО покрытие максимума нагрузки	18554,2	18554,2	18974,2	19094,2	19094,2	19094,2	18362,2
Выдача мощности (+)	-1344,8	-1591,8	-1398,8	-1389,8	-1473,8	-1593,8	-3220,8
Получение мощности(-)							
Фактический резерв мощности	944,2	726,2	945,2	967,2	892,2	786,2	0,0
То же в % к суммарному максимуму	5,4	4,1	5,2	5,3	4,9	4,3	0,0

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-т1.1

Лист

55

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2025
Пропускная способность внешних электрических связей Московской энергосистемы с ОЭС Центра	5000	5500	5800	6100	6500	6800	7000

При росте нагрузки и незначительном увеличении мощности генерирующего оборудования получение мощности энергосистемой г. Москвы и Московской области на период 2016- 2021 годов может возрасти с 1732 МВт в 2016 году до 3868 МВт в 2021 году, а к 2025 году - до 5134 МВт.

В таблице 3.8 представлены балансы электроэнергии на период 2016-2021(2025) годов в энергосистеме г. Москвы и Московской области для базового варианта.

Таблица 3.8 - Баланс электроэнергии по энергосистеме г. Москвы и Московской области на период 2016- 2021(2025) годов (базовый вариант)
млрд.кВт.ч

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2025
Электропотребление	103,037	103,321	104,569	106,098	106,805	107,163	111,982
Выработка	73,061	73,384	74,654	76,124	76,324	76,424	82,110
Получение (-)	-29,976	-29,937	-29,915	-29,974	-30,481	-30,739	-29,872

Анализ представленных данных показывает, что энергосистема г. Москвы и Московской области на всю рассматриваемую перспективу в базовом варианте развития генерирующих мощностей получает из смежных энергосистем как мощность, так и электроэнергию. Получение электроэнергии в 2016 году может составить 29,976 млрд.кВт.ч, в 2021 году – 30,739 млрд.кВт.ч., в 2025 году – 29,872 млрд.кВт.ч.

Инва. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Перспективное электросетевое строительство на период 2016-2025 годов напряжением 110 кВ и выше в энергосистеме г. Москвы и Московской области

Перспективное развитие сети рассматриваемого района принималось согласно «Схеме и программе развития Единой энергосистемы России на период 2016-2022 годы», «Схеме и программе развития электроэнергетики города Москвы на 2015 - 2020 годы», «Схеме и программе перспективного развития электроэнергетики Московской области на период 2016 - 2020 годы», а так же проектам Инвестиционных программ ПАО «МОЭСК» на 2015-2019 гг. и ПАО «ФСК ЕЭС» на 2016 – 2020 годы.

Вводы до 2020 года

г. Москва без учета территории ТиНАО

Объекты сетевого строительства с высшим напряжением 220 кВ

Подстанции

ПС 220/20/10 кВ Битца (перевод ПС 110 кВ Битца на напряжение 220 кВ с сооружением КЛ 220 кВ ТЭЦ-26 – Битца №1,2)

ПС 110 кВ Битца предназначена для электроснабжения потребителей ЮЗАО г. Москвы. Реконструируемая подстанция оснащена двумя силовыми трансформаторами напряжением 110/10/10 кВ мощностью по 63 МВА каждый (год изготовления – 2001).

К сети 110 кВ подстанция подключена следующими ЛЭП:

- ВЛ 110 кВ Бирюлево – Битца;
- ВЛ 110 кВ Битца – Ясенево с отп. на ПС 110 кВ Профсоюзная.

На подстанции предполагается строительство КРУЭ 220 кВ по схеме «две рабочие системы шин», установка двух трансформаторов напряжением 220/20 кВ мощностью по 200 МВА каждый и двух трансформаторов напряжением 220/10 кВ мощностью по 100 МВА.

К сети 220 кВ ПС 220 кВ Битца присоединяется путем сооружения КЛ 220 кВ ТЭЦ-26 – Битца №1,2 (2x8,5 км).

Ввод объекта планируется в **2017 году**.

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2017 году.

ПС 220/20 кВ Архангельская с заходами КВЛ 220 кВ Очаково - Красногорская

Подстанцию 220/20 кВ Архангельская с установкой двух трансформаторов мощностью 100 МВА напряжением 220/20 кВ каждый планируется разместить на территории Новой Москвы в районе пос. Рублево-Архангельское. Для присоединения данной подстанции к энергосистеме планируется сооружение заходов КВЛ 220 кВ Очаково-Красногорская (2x1 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта будет определена по итогам конкурса на право строительства, проводимого Правительством Москвы.

Ввод объекта планируется в **2018 году**.

Инв. № подл.	Подл. и дата							9763-09-т1.1	Лист 57
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2018 году.

Внедрение сверхпроводникового токоограничивающего устройства 220 кВ на ПС 220 кВ Мневники

Комплекс работ по установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №1 выполняется на подстанции 220/20 кВ Мневники №238. Подстанция №238 Мневники, кабельные линии КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №1 и №2 находятся на балансе и обслуживаются АО «ОЭК».

ПС 220 кВ Мневники присоединена к электрической сети двумя КЛ 220 кВ с ПС 500 кВ Очаково и по двум КЛ 220 кВ с ТЭЦ-16. На ПС 220 кВ Мневники установлены три силовых трансформатора 220/20 кВ, мощностью по 100 МВА (год изготовления – 2012).

КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №1 протяженностью 12,492 км, построена в 2012 году, выполнена кабелем марки 2XS(FL)2Y-LWL 1x2000 RMS265-127/220kV и ПвПуг-1x2000сгж/265ов-127/220. По условиям обеспечения допустимых токов короткого замыкания в сети 220 кВ и их ограничения в цепь КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №1 установлен токоограничивающий реактор (ТОР) сопротивлением 3 Ом.

В КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №1 предполагается установить высокотемпературное сверхпроводящее токоограничивающее устройство (ВТСП ТОУ) параллельно действующему ТОР.

Организация, ответственная за реализацию проекта – АО «ОЭК».
Ввод объекта планируется в **2018** году.

Линии электропередачи

КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №1, №2

Для обеспечения возможности подключения нагрузки к ПС 220 кВ Белорусская предусматривается сооружение КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №1, №2 протяженностью 2x5 км.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».
Ввод объекта планируется в **2020** году.

Реализация мероприятий в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2020 году.

Заходы ВЛ 220 кВ ЦАГИ – Руднево и Ногинск – Руднево на ПС 500/220/110 кВ Каскадная

Строительство заходов на ПС 500/220/110 кВ Каскадная ВЛ 220 кВ ЦАГИ – Руднево и Ногинск – Руднево (4x0,286 км) с образованием ЛЭП 220 кВ Каскадная – Руднево 1,2, ЛЭП 220 кВ Каскадная – ЦАГИ и ЛЭП 220 кВ Каскадная – Ногинск планируется к выполнению ПАО «МОЭСК» в 4 квартале 2016 года.

Окончание строительства – **2016** год.

Сооружение заходов ВЛ 220 кВ ЦАГИ – Руднево и Ногинск – Руднево на ПС 500 кВ Каскадная в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2016 году.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист
							58

Строительство второй цепи транзита 220 кВ Очаково-Говорово-Чоботы

Для обеспечения возможности подключения нагрузки к ПС 220 кВ Говорово предполагается строительство второй цепи транзита 220 кВ Очаково – Говорово – Чоботы.

Строительство данного транзита предполагается в кабельно-воздушном исполнении: кабельная часть (заходы на ПС 220 кВ Говорово) будет выполнена кабелем марки 2XS2Y-LWL 1x1200 протяженностью 4x1,1 км, воздушная часть – проводом марки АСО-400 общей протяженностью 15,6 км.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Ввод объекта планируется в **2017 году**.

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2016 (2017) году.

Заходы КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Академическая на ПС 220/20 кВ Котловка

Для включения и обеспечения возможности подключения нагрузки к ПС 220 кВ Котловка предусматривается сооружение врезок в КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Академическая на ПС 220/20 кВ Котловка (2x4,5 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – АО «Энергокомплекс».

Ввод объекта планируется в **2017 году**.

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2017 году.

Заходы ВЛ 220 кВ ТЭЦ-26 - Ясенево на ПС 220 кВ Бутово

Для включения ПС 220/110 кВ Бутово и для выдачи мощности ТЭЦ-26 предусматривается сооружение кабельных заходов ВЛ 220 кВ ТЭЦ-26 – Ясенево на ПС 220/110 кВ Бутово протяженностью 2x1,5 км.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Ввод объекта планируется в **2018 году**.

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2018 году.

Реконструкция КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино

КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино имеет протяженность 5,1 км, находится в эксплуатации с 1956 года, последняя реконструкция была проведена в 1989 году. Линия выполнена проводом АС-400 и кабелем МВДТ 1x550, МВДТк 1x1200. Пропускная способность ВЛ составляет 650 А (ограничение по кабелю).

Предусматривается реконструкция кабельных участков от ПС 220 кВ Владыкино до ПП 206 и от ПС 220 кВ Бутырки до ПП 205 (2,8 км) с увеличением пропускной способности.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Окончание реконструкции – **2017 год**.

Инв. № подл.	Подл. и дата							9763-09-Г1.1	Лист
									59
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Объекты нового строительства напряжением 110 кВ

Подстанции

ПС 110/20 кВ Медведевская с заходами КВЛ 110 кВ Очаково-Одинцово с отпайкой на ПС Мамонтово I, II цепь

Для подключения новых потребителей на территории Инновационного центра «Сколково», предусматривается сооружение ПС 110/20 кВ Медведевская. На ПС планируется установить два трансформатора напряжением 110/20 кВ, оснащенных РПН, мощностью по 80 МВА каждый.

Присоединение ПС к сети 110 кВ планируется осуществить путем сооружения кабельных заходов КВЛ 110 кВ Очаково – Одинцово с отпайкой на ПС Мамонтово I, II цепь (4х2,5 км) с образованием новых ЛЭП 110 кВ: ЛЭП 110 кВ Очаково – Медведевская I, II цепь и ЛЭП 110 кВ Медведевская – Одинцово I, II цепь с отпайкой на ПС Мамонтово.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Срок ввода объекта – **2017 год**.

Линии электропередачи

Строительство заходов на ПС 500 кВ Каскадная КВЛ 110 кВ Восточная – Некрасовка с отпайкой на ПС Ясная, ВЛ 110 кВ Некрасовка – Кучино, ВЛ 110 кВ Минеральная – Некрасовка, существующей ВЛ 110 кВ Прогресс – Некрасовка

В настоящее время осуществляется продолжение строительства ПС 500/220/110 кВ Каскадная (второй этап) – включение КРУЭ 110 кВ, выполненного по схеме «одинокные рабочие секционированные системы шин с подключением трансформаторов АТ 220/110 кВ через развилку из выключателей» для возможности сооружения заходов ЛЭП 110 кВ.

Для обеспечения возможности технологического присоединения новых потребителей и на основании технических условий планируется:

- Строительство заходов на ПС 500 кВ Каскадная КВЛ 110 кВ Восточная – Некрасовка с отпайкой на ПС Ясная с образованием новых ЛЭП 110 кВ Каскадная – Восточная с отпайкой на ПС Ясная и ЛЭП 110 кВ Каскадная – Некрасовка I.
- Строительство заходов на ПС 500 кВ Каскадная ВЛ 110 кВ Некрасовка – Кучино с образованием новых ЛЭП 110 кВ Каскадная – Кучино и ЛЭП 110 кВ Каскадная – Некрасовка 2.
- Перезавод существующей ВЛ 110 кВ Минеральная – Некрасовка с ПС 110 кВ Некрасовка на ПС 500 кВ Каскадная с образованием новой ЛЭП 110 кВ Каскадная – Минеральная.
- Перезавод существующей ВЛ 110 кВ Прогресс – Некрасовка с ПС 110 кВ Некрасовка на ПС 500 кВ Каскадная с образованием новой ЛЭП 110 кВ Каскадная – Прогресс.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Срок завершения мероприятий – **2020 год**.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

60

территории ТиНАО г. Москвы

Объекты строительства 220 кВ

Подстанции

ПС 220/110/20/10 кВ Хованская (Город 101) с сооружением ЛЭП Лесная – Хованская №1,2

Для подключения новых потребителей на присоединенной территории г. Москвы, предусматривается сооружение ПС 220/110 кВ Хованская (Город 101).

На подстанции предполагается установка двух автотрансформаторов напряжением 220/110/10 кВ мощностью по 250 МВА каждый, двух трансформаторов напряжением 220/20 кВ мощностью по 100 МВА каждый.

Для присоединения данной подстанции к энергосистеме планируется сооружение КЛ 220 кВ Лесная – Хованская №1,2 (2x10,1 км), а также строительство заходов 110 кВ Лесная – Летово с отпайками на ПС Десна и ПС Троицкая и ВЛ 110 кВ Летово – Марьино с отпайкой на ПС Десна (4x0,1 км) с образованием новых ВЛ 110 кВ: Хованская – Летово 1,2, Хованская – Марьино и Хованская – Лесная с отпайками на ПС Десна и ПС Троицкая.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Ввод объекта планируется в **2017 году**.

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2017 году.

Установка токоограничивающего реактора 220 кВ на ПС 220 кВ Никулино

Для ограничения уровней токов КЗ на шинах 220 кВ ПС 220 кВ Никулино, ПС 220 кВ Саларьево, ПС 220 кВ Хованская, ПС 220 кВ Филиппово, ПС 220 кВ Лесная требуется установка токоограничивающего реактора 220 кВ в КЛ 220 кВ Никулино – Хованская №1 сопротивлением не менее 3 Ом.

Организация, ответственная за реализацию проекта – определяется по итогам конкурса на право строительства объекта, проводимого Правительством Москвы.

Ввод объекта - **2019 год**.

Линии электропередачи

КЛ 220 кВ Никулино – Хованская №1,2

Для обеспечения возможности подключения новых потребителей к ПС 220 кВ Никулино предполагается сооружение КЛ 220 кВ Никулино – Хованская №1,2 (2x10,5 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – АО «Энергокомплекс».

Ввод объекта в соответствии с материалами «Схемы и программы развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в **2019 году**.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист 61

Московская область

Объекты строительства 500 кВ

Подстанции

Перевод ПС 220/110 кВ Ярцево на напряжение 500 кВ

(Северные электрические сети, *Сергиево-Посадский муниципальный район*)

Для обеспечения выдачи мощности и заряда I очереди (2x210 МВт) Загорской ГАЭС-2 предполагается перевод подстанции 220 кВ Ярцево на напряжение 500 кВ.

На подстанции Ярцево сооружается РУ 500 кВ, в которое заводится ВЛ 500 кВ Конаковская ГРЭС – Трубино (заходы 2x1 км). На ПС 500/220/110 кВ Ярцево предполагается установить два автотрансформатора напряжением 500/220 кВ мощностью 2x501 МВА.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «ФСК ЕЭС».

Предполагаемый ввод объекта - **2016 год**.

Ввод объекта по «Схеме и программе развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2016 году.

Линии электропередачи

Сооружение ВЛ 500 кВ Загорская ГАЭС-2- Ярцево I, II цепь

(Северные электрические сети)

Для обеспечения выдачи мощности и заряда I очереди (2x210 МВт) Загорской ГАЭС-2 предполагается сооружение ВЛ 500 кВ Загорская ГАЭС-2-Ярцево I, II цепь длиной 2x30 км.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «ФСК ЕЭС».

Предполагаемый ввод объекта - **2016 год**.

Ввод объекта по «Схеме и программе развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2016 году.

Объекты строительства 220 кВ

Подстанции

ПС 220/10 кВ Братовщина

(Северные электрические сети, *Пушкинский муниципальный район*)

Для обеспечения возможности присоединения новых потребителей Пушкинского района Московской области планируется сооружение ПС 220/10 кВ Братовщина.

На подстанции предполагается установка трех трансформаторов мощностью по 100 МВА напряжением 220/10 кВ каждый.

Подстанция присоединяется к сети 220 кВ путем сооружения ЛЭП 220 кВ Трубино – Братовщина I, II цепь протяженностью 2 x10 км.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ООО «Лендгруп».

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в **2016 году**.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	

							9763-09-Т1.1	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			62

ПС 220/20 кВ Назарьево

(Западные электрические сети, Истринский муниципальный район)

Для электроснабжения потребителей ООО «АкваСтройТЭК» предполагается строительство ПС 220/20 кВ Назарьево.

На **I этапе** устанавливаются два трансформатора напряжением 220/20 кВ мощностью 100 МВА каждый оснащенные устройствами РПН и сооружаются заходы существующей ВЛ 220 кВ Радищево-Луч (ориентировочной протяженностью 2х1 км) с образованием новых ЛЭП 220 кВ Радищево-Назарьево I цепь и ЛЭП 220 кВ Назарьево-Луч.

На **II этапе** устанавливаются два дополнительных трансформатора напряжением 220/20 кВ мощностью 100 МВА каждый оснащенные устройствами РПН и сооружаются заходы существующей ВЛ 220 кВ Радищево-Шмелево (ориентировочной протяженностью 2х1 км) с образованием новых ЛЭП 220 кВ Радищево-Назарьево II цепь и ЛЭП 220 кВ Назарьево-Шмелево соответственно. Также предусматривается сооружение новой ЛЭП 220 кВ Шмелево – Грибово II цепь (ориентировочной протяженностью 40 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – ООО «АкваСтрой».

Ввод объекта планируется в **2016 году**.

Строительство заходов от ВЛ 220 кВ Радищево – Луч и ВЛ 220 кВ Радищево – Шмелево на ПС 220 кВ Назарьево входит в ИП ПАО «ФСК ЕЭС» (**2016-2017 год**).

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в **2016 году**.

ПС 220/20 кВ Ершово

(Западные электрические сети, Одинцовский муниципальный район)

Для присоединения новых потребителей предполагается строительство подстанции ПС 220/20 кВ Ершово, которую планируется разместить в п. Ершово Одинцовского района Московской области.

На ПС 220/20 кВ Ершово устанавливаются два трансформатора мощностью 200 МВА каждый напряжением 220/20 кВ, оснащенных устройствами РПН. К сети 220 кВ ПС 220/20 кВ Ершово присоединяется путем сооружения заходов одной цепи КВЛ 220 кВ Дорохово – Слобода (ориентировочная протяженность - 2х7 км).

Ввод объекта планируется в **2017 год**.

Организация, ответственная за реализацию проекта – инвестор.

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в **2017 году**.

ПС 220/10 кВ Ступино

(Южные электрические сети, Ступинский муниципальный район)

Для электроснабжения жилой застройки северо-западного района г. Ступино, вновь строящихся и реконструируемых промышленных потребителей, объектов социальной инфраструктуры Ступинского муниципального района предусматривается строительство ПС 220/10 кВ Ступино.

На подстанции предусматривается установка двух трансформаторов 220/10 кВ мощностью 2х100 МВА

К сети 220 кВ подстанция присоединяется путем сооружения заходов ВЛ 220 кВ Каширская ГРЭС – Пахра (2х7,65 км).

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист
							63

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «ФСК ЕЭС».
Ввод объекта планируется в **2017 году**.

Ввод объекта по Инвестиционной программе ПАО «ФСК ЕЭС» на 2016-2020 годы в 2016 году.

Данное мероприятие предусмотрено «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» и планируется в **2017 году**.

ПС 220/110/10 кВ Тютчево

(Северные электрические сети, Пушкинский муниципальный район)

Для улучшения схемно-режимной ситуации в прилегающей сети 110 кВ, для возможности подключения новых потребителей г. Пушкино намечен ввод подстанции 220/110/10 кВ Тютчево с установкой двух автотрансформаторов 220/110 кВ мощностью 2х200 МВА. Присоединение к сети 220 кВ осуществляется путем сооружения заходов ВЛ 220 кВ Уча – Новософрино (2х5 км). Присоединение к сети 110 кВ предлагается в два этапа:

- сооружение двухцепной ЛЭП 110 кВ Тютчево-Пушкино (2х6 км);
- сооружение двухцепного транзита 110 кВ Тютчево – Гранит (2х15км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Предполагаемый ввод объекта - **2018 год**.

Объект входит в Инвестиционную программу ПАО «МОЭСК».

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период **2016-2022 годов**» планируется в **2018 году**.

На данный объект выданы технические требования от 13.04.2011 года № 58-09/538.

ПС 220/110/10 кВ Филимоново (Н.Подъячево)

(Северные электрические сети, Дмитровский муниципальный район)

Подстанцию 220/110 кВ Филимоново (Н.Подъячево) с установкой двух автотрансформаторов мощностью 200 МВА напряжением 220/110/10 кВ каждый планируется разместить в Дмитровском районе Московской области. Для присоединения данной подстанции к энергосистеме планируется:

- строительство заходов ЛЭП 220 кВ Радищево-Шуколово (2х2,5 км) с образованием ЛЭП 220 кВ Филимоново-Радищево и ЛЭП 220 кВ Филимоново-Шуколово;

- строительство заходов ВЛ 110 кВ Константиново-Юрьево I, II цепь (4х6 км) с образованием ВЛ 110 кВ Филимоново-Константиново I, II цепь и ВЛ 110 кВ Филимоново-Юрьево I, II цепь.

Предполагаемый ввод объекта - **2018 год**.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Объект входит в Инвестиционную программу ПАО «МОЭСК».

Ввод объекта по «Схеме и программе развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в **2018 году**.

Инв. № подл.	Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист
							64

Объекты строительства 110 кВ

Подстанции

ПС 110/10 кВ Колычево

(Восточные электрические сети, Коломенский муниципальный район)

Для электроснабжения жилищно-коммунального хозяйства Коломенского м.р. сооружается ПС 110/10 кВ Колычево. На подстанции предусматривается установка двух трансформаторов мощностью 40 МВА напряжением 110/10 кВ каждый, оснащенных устройствами РПН. Для присоединения к сети 110 кВ будут сооружаться заходы ВЛ 110 кВ Голутвин – Городна и ВЛ 110 кВ Голутвин – Ива (4x2 км), с образованием новых ВЛ 110 кВ Голутвин – Колычево I, II цепь; ВЛ 110 кВ Колычево – Ива; ВЛ 110 кВ Колычево – Городна и строительство нового участка ВЛ 110 кВ до ВЛ 110 кВ Голутвин – Рубин (1 км) с образованием ВЛ 110 кВ Колычево – Рубин, а участок линии от ПС 220/110 кВ Голутвин до места сплетения нового участка демонтировать.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ОАО «Энергоцентр».

Предполагаемый период окончания строительства – **2016-2017 год.**

ПС 110/10 кВ Флагман

(Северные электрические сети, Мытищинский муниципальный район)

Второй этап включения ПС 110/10 кВ Флагман в электрическую сеть энергосистемы г. Москвы и Московской области: меняется схема присоединения ПС 110 кВ Флагман к сети 110 кВ.

Предполагается реконструкция РУ 110 кВ Мамонтовская с расширением на 2 дополнительные ячейки 110 кВ для образования ЛЭП 110 кВ Мамонтовская – Флагман I, II цепь; ликвидируются отпайки от ВЛ 110 кВ Мамонтовская-Уча и ВЛ 110 кВ Зеленоградская-Мамонтовская на ПС 110/10 кВ Флагман.

Организация ответственная за реализацию проекта – инвестор.

Ввод объекта планируется в **2021 году.**

ПС 110/10 кВ Реутово

(Восточные электрические сети, Городской округ Реутов)

Сооружение данной подстанции обусловлено жилищным развитием г. Реутов. На подстанции планируется установка двух трансформаторов мощностью по 40 МВА каждый напряжением 110/10 кВ. КРУЭ 110 кВ соорудить по схеме «две рабочие системы шин», рассчитанное на присоединение двух линий, двух трансформаторов и шиносоединительного выключателя. Подключение к сети 110 кВ будет осуществлено путем сооружения двухцепной ЛЭП 110 кВ Каскадная – Реутово I, II цепь (2x5 км) и двухцепной ЛЭП 110 кВ Восточная – Реутово I, II цепь (2x2 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – ООО «РеутЭнерго».

Ввод объекта планируется в **2016-2017 году.**

Инва. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

ПС 110/10 кВ Долино

(Северные электрические сети, Городской округ Дубна)

Для электроснабжения Особой экономической зоны г. Дубна намечен ввод подстанции 110/10 кВ Долино с установкой двух трансформаторов 110/10 кВ мощностью 2x80 МВА.

Присоединение к сети 110 кВ предлагается путем сооружения двух ЛЭП 110 кВ Темпы-Долино I, II цепь длиной ориентировочно 2x2 км.

Организация, ответственная за реализацию проекта – Инвестор

Предполагаемый ввод объекта - **2017 год.**

ПС 110 кВ Терново (Н.Металлист)

(Южные электрические сети, Каширский муниципальный район)

Для электроснабжения потребителей Каширского муниципального района предполагается строительство подстанции 110/10 кВ Терново с установкой двух трансформаторов мощностью 40 МВА напряжением 110/10 кВ каждый. Присоединение данной подстанции к энергосистеме планируется путем сооружения заходов ВЛ 110 кВ Каширская ГРЭС – Стрелецкая I, II цепь (~ 4x1 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – ОАО «Энергоцентр».

Ввод объекта планируется в **2017 - 2018 годы.**

ПС 110 кВ Грибоедово

(Северные электрические сети, Пушкинский муниципальный район)

Для электроснабжения объектов ОАО «РЖД» планируется сооружение ПС 110/10 кВ Грибоедово. На подстанции предполагается установка двух трансформаторов мощностью по 25 МВА напряжением 110/10 кВ каждый.

Подстанция присоединяется к существующей сети 110 кВ путем сооружения линий КВЛ 110 кВ Уча – Грибоедово I, II цепь. Ориентировочная длина трассы воздушного участка КВЛ – 8,6 км и кабельного участка КВЛ – 1,5 км.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ОАО «РЖД».

Предполагаемый ввод объекта - **2018 год.**

ПС 110 кВ Женевская

(Северные электрические сети, Городской округ Лобня)

Для электроснабжения потребителей г. Лобня сооружается ПС 110/10 кВ Женевская с установкой двух трансформаторов мощностью 80 МВА каждый. Присоединение ПС Женевская к сети 110 кВ предполагается осуществить по схеме «заход-выход» ВЛ 110 кВ Луговая - Шереметьево (длина заходов 2x1,5 км). При этом образуются ЛЭП 110 кВ Женевская - Шереметьево и ЛЭП 110 кВ Луговая - Женевская.

РУ 110 кВ планируется выполнить по схеме «две рабочие системы шин», рассчитанным на присоединение 2-х линий 110 кВ, 2-х трансформаторов и шиносоединительного выключателя. Кроме того, необходимо предусмотреть место для размещения 4-х резервных ячеек 110 кВ.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ОАО «Энергоцентр».

Предполагаемый ввод объекта – **2017 - 2020 годы.**

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист
							66

ПС 110 кВ Машзавод

(Восточные электрические сети, Ногинский муниципальный район)

Для обеспечения возможности подключения новых потребителей Ногинского района сооружается ПС 110/6 кВ Машзавод.

На подстанции планируется установка двух трансформаторов мощностью 2x40 МВА напряжением 110/6 кВ. Подключение к сети 110 кВ будет осуществлено путем строительства ЛЭП 110 кВ Ногинск – Машзавод I, II цепь (2x5 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – Инвестор.
Ввод объекта планируется в **2019** году.

Линии электропередачи

ЛЭП 110 кВ Луч – Ядрошино
(Западные электрические сети)

ВЛ 110 кВ Луч – Пернатово с отпайкой на ПС 110 кВ Чеховская протяженностью 12,6 км выполнена проводом АС-150, находится в эксплуатации с 1958 года, последняя реконструкция проводилась в 2008 году

Сооружение ВЛ 110 кВ Луч – Ядрошино (18,5 км) с пропускной способностью не менее, чем у провода марки АС-150.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».
Ввод объекта планируется в **2019** году.

Вводы на период 2021-2025 годов

г. Москва без учета территории ТиНАО

ГТЭС Городецкая (Кожухово)

Для энергоснабжения районов Косино и Кожухово г. Москвы предусматривается включение ГТЭС Городецкая мощностью 226 МВт.

Выдача мощности на напряжение 220 кВ будет осуществляться путем сооружения заходов КВЛ 220 кВ Руднево – ТЭЦ-23 (2x1 км) и ВЛ 220 кВ Руднево – Восточная (2x1 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – Правительство г. Москвы.

Ввод объекта в эксплуатацию планируется в **2022(2023)** году.

ГТЭС Варшавская (ГТЭС Щербинка)

Для энергоснабжения района Щербинка г. Москвы предусматривается включение ГТЭС Варшавская общей мощностью 375 МВт (три ПГУ мощностью 3x125 МВт).

Присоединение к сети 220 кВ предполагается путем сооружения кабельных заходов для врезки в ВЛ 220 кВ Лесная – Пахра и ВЛ 220 кВ Образцово – Лесная протяженностью 4x5 км, с образованием КВЛ 220 кВ ГТЭС Варшавская (Щербинка) – Лесная I цепь, КВЛ 220 кВ ГТЭС Варшавская (Щербинка) – Пахра, КВЛ 220 кВ ГТЭС Варшавская (Щербинка) – Образцово, КВЛ 220 кВ ГТЭС Варшавская (Щербинка) – Лесная II цепь. Предусматривается выдача электрической мощности от ГТЭС на напряжение 20 (10) кВ не менее 80% от установленной мощности для электроснабжения зоны коммунального сектора «Щербинка».

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист
							67

Ввод первой очереди объекта (125 МВт) планируется в **2024 году**, второй и третьей очереди (2x125 МВт) – **после 2025 года**.

Организация, ответственная за реализацию проекта - ООО «ЭнергоПромИнвест».

территории ТиНАО г. Москвы

Объекты нового строительства 220 кВ

Подстанции

ПС 220/20 кВ Саларьево

Подстанцию 220/20 кВ Саларьево с установкой двух трансформаторов напряжением 220/20 кВ мощностью по 100 МВА каждый планируется разместить на территории ТиНАО. Для присоединения данной подстанции к энергосистеме на I этапе планируется сооружение заходов КЛ 220 кВ Никулино – Хованская №1,2 (4x2 км) с образованием новых ЛЭП 220 кВ Никулино – Саларьево №1,2 и ЛЭП 220 кВ Хованская – Саларьево №1,2.

ПС 220/110/20/10 кВ Филиппово (Н. Марьино)

Для подключения новых потребителей на присоединенной территории г. Москвы, (п. Марьино и Подольского района), предусматривается строительство ПС 220/110 кВ Филиппово (Н.Марьино).

На подстанции предусматривается установка двух автотрансформаторов напряжением 220/110/10 кВ мощностью по 250 МВА каждый, оснащенных устройствами РПН, двух трансформаторов напряжением 220/20 кВ мощностью по 100 МВА каждый.

Для присоединения данной подстанции к энергосистеме планируется строительство заходов КЛ 220 кВ Лесная – Хованская №1,2 (4x1 км) с образованием новых ЛЭП 220 кВ: Филиппово – Хованская 1,2 и Филиппово – Лесная 1,2 , а также заходов ВЛ 110 кВ Лесная – Хованская с отпайками на ПС Десна и ПС Троицкая и ВЛ 110 кВ Марьино – Леоново с образованием новых ВЛ 110 кВ: Филиппово – Хованская с отпайкой на ПС Десна, Филиппово – Лесная с отпайкой на ПС Троицкая, Филиппово – Марьино и Филиппово – Леоново. В связи с отсутствием точных данных по распределению нагрузок на территории ТиНАО г. Москвы схема включения ПС Филиппово в сеть 110 кВ будет уточняться.

Организация, ответственная за реализацию проекта – определяется по итогам конкурса на право строительства объекта, проводимого Правительством Москвы.

Ввод объекта планируется в **2021 году**.

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2021 году.

ПС 220 кВ Софьино со строительством заходов ВЛ 220 кВ Кедрово - Лесная

Подстанцию 220/20 кВ Софьино с установкой двух силовых трансформаторов напряжением 220/20 кВ мощностью по 100 МВА каждый планируется разместить на территории ТиНАО. Для присоединения данной

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист 68

подстанции к энергосистеме планируется сооружение заходов ВЛ 220 кВ Кедрово - Лесная (2х6 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – определяется по итогам конкурса на право строительства объекта, проводимого Правительством Москвы.

Ввод объекта планируется в **2021** году.

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2021 году.

ПС 220/110 кВ Вороново (перевод ПС 110 кВ Вороново на напряжение 220 кВ) со строительством ЛЭП 220 кВ Софьино - Вороново I и II цепь

Реконструируемая подстанция оснащена двумя силовыми трансформаторами напряжением 110/35/10 кВ и 110/10/6 кВ мощностью по 25 МВА каждый (год изготовления – 1989, 1979).

К сети 110 кВ подстанция подключена следующими ЛЭП:

- Отпайкой ВЛ 110 кВ Ваулово – Кресты с отп. на ПС Вороново;
- ВЛ 110 кВ Лебедево - Вороново с отп. на ПС Былово.

В связи с отсутствием возможности технологического присоединения потребителей новых территорий г. Москвы предлагается перевод ПС 220 кВ Вороново на напряжение 220 кВ.

На подстанции предполагается установка двух автотрансформаторов напряжением 220/110/10 кВ мощностью по 250 МВА каждый и двух трансформаторов напряжением 220/20 кВ мощностью по 100 МВА.

К сети 220 кВ ПС 220 кВ Вороново присоединяется путем сооружения ЛЭП 220 кВ Софьино - Вороново №1,2 (2х24 км).

Ввод объекта планируется в **2022** году.

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в 2022 году.

ПС 220/20 кВ Первомайская¹

Подстанцию 220/20 кВ Первомайская с установкой на I этапе двух трансформаторов напряжением 220/20 кВ мощностью по 100 МВА каждый планируется разместить на территории ТиНАО. Для присоединения данной подстанции к энергосистеме планируется сооружение ЛЭП 220 кВ Софьино – Первомайская 1, 2 (2х15 км).

Строительство данной подстанции обеспечит подключение новых потребителей Новомосковского и Троицкого АО (п. Первомайское и п. Марушкинское). На II этапе (после 2025 г.) с увеличением нагрузки предполагается установка еще двух силовых трансформаторов напряжением 220/20 кВ мощностью по 100 МВА каждый.

Организация, ответственная за реализацию проекта – инвестор.

Ввод объекта планируется в **2023** году.

¹ Этапность строительства принята согласно «Схеме и программе перспективного развития электроэнергетики города Москвы на период 2015-2020 гг.» в соответствии с ростом нагрузок, принятых по базовому варианту

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист
							69

Организация, ответственная за реализацию проекта – определяется Правительством Москвы по итогам проведения конкурса на право заключения инвестиционного контракта.

ПС 220/20 кВ Московский¹

Подстанцию 220/20 кВ Московский с установкой двух трансформаторов напряжением 220/20 кВ мощностью по 100 МВА каждый планируется разместить на территории ТиНАО. Для присоединения данной подстанции к энергосистеме планируется сооружение ЛЭП 220 кВ Первомайская – Московский 1,2 (2x20 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – инвестор.

Ввод объекта планируется в **2024** году.

Организация, ответственная за реализацию проекта – определяется Правительством Москвы по итогам проведения конкурса на право заключения инвестиционного контракта.

Объекты нового строительства 110 кВ

Подстанции

ПС 110/10 кВ Ильино

Для подключения новых потребителей на территории ТиНАО в сельском поселении Роговское, предусматривается сооружение ПС 110/10 кВ Ильино.

На ПС Ильино предполагается установить два трансформатора напряжением 110/10 кВ мощностью по 25 МВА каждый.

К сети 110 кВ подстанция присоединяется путем сооружения заходов ВЛ 110 кВ Ваулово – Лебедево с отпайками на ПС Кресты и ПС Былово.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Ввод объекта планируется в **2023** году.

Московская область

Объекты нового строительства 220 кВ

Подстанции

ПС 220/110/10 кВ Саввинская

*(Западные электрические сети, **Городской округ Звенигород**)*

Подстанцию 220/110/10 кВ Саввинская планируется разместить в г.о. Звенигород.

На подстанции предусматривается установка двух автотрансформаторов напряжением 220/110/10 кВ мощностью 250 МВА каждый, оснащенных устройством РПН.

РУ 220 кВ предполагается выполнить по схеме две рабочие системы шин, рассчитанное на присоединение 4-х линий 220 кВ, 2-х автотрансформаторов, шиносоединительного выключателя и 2-х резервных ячеек.

¹ Этапность строительства принята согласно «Схеме и программе перспективного развития электроэнергетики города Москвы на период 2015-2020 гг.» в соответствии с ростом нагрузок, принятых по базовому варианту

Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1	Лист 70

К сети 220 кВ ПС Саввинская присоединяется путем сооружения заходов двухцепной КВЛ 220 кВ Дорохово – Слобода длиной 4х0,2 км с образованием КВЛ 220 кВ Слобода – Саввинская I, II цепь и КВЛ 220 кВ Саввинская – Дорохово I, II цепь.

К сети 110 кВ присоединение подстанции осуществляется сооружением двухцепной ВЛ 110 кВ Саввинская – Звенигород I, II цепь (ориентировочной протяженностью 2х2 км) и двухцепной ВЛ 110 кВ Саввинская – Успенская (ориентировочной протяженностью 2х10 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО МОЭСК.

Ввод объекта планируется в **2021** году.

Объект входит в Инвестиционную программу ПАО «МОЭСК».

Ввод объекта в соответствии со «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов» планируется в **2021** году.

ПС 220/10 кВ Ольгино

(Восточные электрические сети, Городской округ Балашиха)

Для электроснабжения жилищно-коммунального хозяйства г.о. Балашиха сооружается подстанция 220/10 кВ Ольгино. На подстанции предусматривается установка трансформаторов мощностью 80 МВА напряжением 220/10 кВ. Для присоединения данной подстанции к энергосистеме планируется выполнить строительство заходов ВЛ 220 кВ Ногинск – Руднево (Каскадная) (2х5 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – ОАО «МОЭСК».

Ввод объекта планируется в **2022** году (**2025** год).

Данное мероприятие не предусмотрено «Схемой и программой развития ЕЭС России на период 2016-2022 годов».

Перевод ПС 110/6 кВ №734 Сирена на напряжение 220 кВ

(Восточные электрические сети, Городской округ Егорьевск)

На подстанции предусматривается установка двух автотрансформаторов 220/110/10 кВ мощностью по 125 МВА каждый, сооружение нового ОРУ 220 кВ по схеме «две рабочие системы шин», рассчитанное на присоединение 4-х линий, двух автотрансформаторов и шиносоединительного выключателя. В новом ОРУ 220 кВ предусматривается возможность установки двух резервных ячеек. Присоединение к сети 220 кВ будет осуществляться путем сооружения заходов ВЛ 220 кВ Шатурская ГРЭС – Пески и ВЛ 220 кВ Крона – Пески (4х1,5 км) с образованием ВЛ 220 кВ Сирена – Шатурская ГРЭС I, II цепь; ВЛ 220 кВ Сирена – Пески и ВЛ 220 кВ Сирена – Крона.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Ввод объекта планируется в **2023** году.

Объект входит в Инвестиционную программу ПАО «МОЭСК».

ПС 220/20 кВ Назарьево

(Западные электрические сети, Истринский муниципальный район)

III этап. Для электроснабжения потребителей ООО «АкваСтройТЭК» предполагается строительство ПС 220/20 кВ Назарьево.

При увеличении нагрузки потребителей, устанавливаются третий и четвертый трансформаторы напряжением 220/20 кВ мощностью 100 МВА каждый

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист 71

оснащенные устройствами РПН и строится ЛЭП 220 кВ Грибово – Шмелево II цепь ориентировочной протяженностью 40 км.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ООО «АкваСтрой».

Ввод объекта планируется в **2025 году. (III этап).**

Ввод объекта в соответствии с материалами «Схемы и программы развития ЕЭС России на период 2015-2021 годов» (**I и II этапы**) планируется в 2018 году.

Линии электропередачи

Заходы ВЛ 220 кВ Ярцево-Радуга на ПС 220 кВ Дмитров (Северные электрические сети, *Дмитровский муниципальный район*)

Для повышения надежности электроснабжения потребителей Дмитровского района и снижения загрузки ВЛ 220 кВ Конаковская ГРЭС – Темпы I, II цепь намечается сооружение заходов ВЛ 220 кВ Ярцево - Радуга на ПС 220 кВ Дмитров протяженностью 2х15 км.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «ФСК ЕЭС».

Ввод объекта в соответствии с ИП ПАО «ФСК ЕЭС» - **2022 год.**

Ввод объекта по «Схеме и программе развития ЕЭС России на период **2016-2022 годов**» планируется в **2022 году.**

Вторая цепь ВЛ 220 кВ Грибово – Шмелево (Западные электрические сети)

Для выполнения Технических условий на технологическое присоединение к электрическим сетям ПАО «ФСК ЕЭС» новой ПС 220/20 кВ Назарьево по III этапу ее строительства (установка дополнительно третьего и четвертого трансформаторов 220/20 кВ мощностью 100 МВА каждый на этой подстанции) строится новая ЛЭП 220 кВ Грибово – Шмелево II цепь ориентировочной протяженностью 40 км с установкой линейной ячейки в ОРУ 220 кВ ПС 750 кВ Грибово и линейной ячейки в ОРУ 220 кВ ПС 220 кВ Шмелево.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «ФСК ЕЭС».

Ввод объекта планируется в **2025 году.**

Объекты нового строительства 110 кВ

Подстанции

ПС 110/35/10 кВ №307 Лыщево (перевод на 110 кВ) (Западные электрические сети, *Истринский муниципальный район*)

Предполагается установка двух трансформаторов мощностью по 25 МВА каждый напряжением 110/35/10 кВ.

Присоединение к сети 110 кВ будет осуществляться путем сооружения ВЛ 110 кВ Лыщево – Петровская I, II цепь (2х23 км) и ВЛ 110 кВ Луч – Лыщево I, II цепь (2х39,5 км).

Организация ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Ввод объекта планируется в **2023 году.**

Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

ПС 110/10 кВ Нефедиха

(Северные электрические сети, Дмитровский муниципальный район)

На подстанции предполагается установка двух трансформаторов мощностью по 25 МВА каждый, напряжением 110/10 кВ.

Подстанция присоединяется к существующей сети 110 кВ путем сооружения заходов ВЛ 110 кВ Солнечногорск – Белый Раст I цепь, с образованием ЛЭП 110 кВ Нефедиха – Белый Раст и ЛЭП 110 кВ Солнечногорск – Нефедиха (~2х0,5км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – Инвестор.

Ввод объекта планируется в **2022 году**.

Объект не входит в Инвестиционную программу ПАО «МОЭСК».

ПС 35/10 кВ № 647 Нудоль (перевод на напряжение 110 кВ)

(Северные электрические сети, Клинский муниципальный район)

Для возможности исполнения поданных заявок на ТП намечается перевод ПС Нудоль на напряжение 110 кВ с установкой двух трансформаторов мощностью 2х25 МВА напряжением 110/35/10 кВ.

Присоединение к сети 110 кВ осуществляется путем сооружения двухцепной ВЛ 110 кВ Петровская – Нудоль I, II цепь протяженностью 2х9 км и двухцепной ВЛ 110 кВ Осиновка-Нудоль I,II цепь протяженностью 2х20 км.

Кроме того, на подстанции намечается замена двух существующих трансформаторов мощностью 4 МВА и 3,2 МВА напряжением 35/10 кВ на два трансформатора мощностью 2х6,3 МВА напряжением 35/10 кВ.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Предполагаемый ввод объекта - **2022 год**.

Объект входит в Инвестиционную программу ПАО «МОЭСК».

ПС 110/35/10 кВ №542 Петровская (перевод на 110 кВ)

(Западные электрические сети, Истринский муниципальный район)

На подстанции предполагается установка двух трансформаторов мощностью по 40 МВА каждый напряжением 110/35/10 кВ.

Присоединение к сети 110 кВ осуществляется путем сооружения ВЛ 110 кВ Лыщево – Петровская протяженностью 2х23 км и ВЛ 110 кВ Петровская – Нудоль 2х9 км.

Организация, ответственная за реализацию проекта – ПАО «МОЭСК».

Окончание реконструкции – **2022 год**.

Объект входит в Инвестиционную программу ПАО «МОЭСК».

ПС 110/10 кВ Востряково

(Южные электрические сети, Городской округ Домодедово)

На подстанции предусматривается установка двух трансформаторов напряжением 110/10 кВ мощностью 2х80 МВА.

Подключение к сети 110 кВ предполагается путем сооружения заходов ВЛ 110 кВ Тишково – Пахра с отпайкой на ПС Транспортная (2х2 км) и ВЛ 110 кВ Барыбино – Пахра с отпайкой на ПС Санаторная(2х1 км).

Организация, ответственная за реализацию проекта – Инвестор.

Ввод объекта планируется в **2025 году**.

Инв. № подл.	Подп. и дата	

							9763-09-Г1.1	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			73

4. Оценка перспективного уровня токов КЗ в электрической сети 110 кВ и выше Московской энергосистемы без учета установки ВТСП ТОУ на период 2020 и 2025 годов

Для оценки перспективных значений уровней токов КЗ в энергосистеме г. Москвы и Московской области были проведены расчеты на этапы 2020 и 2025 годов без учета установки ВТСП ТОУ.

Выполнение расчетов токов КЗ производилось с использованием программного обеспечения АРМ СРЗА по сформированной АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ» расчетной схеме сети 110 кВ и выше Московской энергосистемы с учетом примыкающих к ней объектов смежных энергосистем.

Расчетные модели для проведения расчетов токов короткого замыкания на этапы 2020 и 2025 годов соответствуют утвержденной Схеме и программе развития ЕЭС России на 2016 – 2022 годы, проекту Схемы и программы развития электроэнергетики города Москвы на период 2016-2021 годов, утвержденной Схеме и программе перспективного развития электроэнергетики Московской области на период 2017-2021 годов и согласованы АО «СО ЕЭС».

Расчетные данные по кабельным линиям принимались в соответствии со справочными материалами (справочник «Основное оборудование электрических сетей», Москва, 2014).

В таблице 4.1 представлен перечень точек деления электрической сети принятый на период 2020 и 2025 годов.

Таблица 4.1 Перечень точек деления электрической сети энергосистемы г. Москвы и Московской области на период 2020 и 2025 годов

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
г. Москва					
1	ГТЭС Коломенское	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная, ГТЭС Коломенское	ООО «ВТК - инвест»
2	ТЭЦ-21	220	I-II СШ ОРУ-220 кВ № 1, № 2	ТКЗ на ТЭЦ-21, ПС 220 кВ Яшино, Новобратцево, Щедрино, Дубнинская, Бутырки, Центральная, Куркино, Левобережная	ПАО «Мосэнерго»
3	ТЭЦ-23	220	1-2 сек. 220 кВ, 3-4 сек. 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Баскаково, Гольяново	ПАО «Мосэнерго»
4	ТЭЦ-26	220	I-II СШ 1, 2 сек. 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-26, ПС 220 кВ Южная	ПАО «Мосэнерго»
5	ТЭЦ-12	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная	ПАО «Мосэнерго»
6	ТЭЦ-20	220	КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №1	ТКЗ на ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ Бескудниково	ПАО «Мосэнерго»
7	ТЭЦ-20	220	1-2 сек. 220 кВ, 3-4 сек. 220 кВ	Перегрузка КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Академическая и ВЛ 220 кВ Академическая – Южная	ПАО «Мосэнерго»
8	ПС 500 кВ Бескудниково	220	1-3 сек. 220 кВ, 2-4 сек. 220 кВ, 1-2 сек. 220 кВ, 3-4	ТКЗ на ПС 220 кВ Владыкино, Бутырки, Центральная, Яшино,	ПАО «ФСК ЕЭС»

Инва. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1	Лист 74

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
			сек. 220 кВ	Новобратцево, Щедрино, Дубнинская	
9	ПС 500 кВ Очаково	220	1-2 сек. 220 кВ, 3-4 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково, ПС220кВ Никулино, Матвеевская	ПАО «ФСК ЕЭС»
10	ПС 500 кВ Очаково	220	1-3 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково, ПС 220 кВ Мневники, Никулино	ПАО «ФСК ЕЭС»
11	ПС 500 кВ Очаково	220	2-4 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково, ПС 220 кВ Мневники, Никулино	ПАО «ФСК ЕЭС»
12	ПС 500 кВ Чагино	220	СВ 1-3 сек. или 2-4 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Чагино, Пахра, ПС 220 кВ Иловайская, Южная	ПАО «ФСК ЕЭС»
13	ПС 220 кВ Абрамово	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Восточная, Гольяново, ТЭЦ-23	АО «ОЭК»
14	ПС 220 кВ Абрамово	220	КЛ 220 кВ Абрамово-Горьковская №1	ТКЗ на ТЭЦ-23	АО «ОЭК»
15	ПС 220 кВ Абрамово	220	КЛ 220 кВ Абрамово-Горьковская №2	ТКЗ на ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ Бескудниково	АО «ОЭК»
16	ПС 220 кВ Бутырки	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Мещанская, Бутырки, Владыкино, Центральная, Яшино, Новобратцево	ПАО «МОЭСК»
17	ПС 220 кВ Бутырки	220	КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1	ТКЗ на ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ Бескудниково	ПАО «МОЭСК»
18	ПС 220 кВ Ваганьковская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Гражданская, ПС 110 кВ Ленинградская, Ростокино, Сокольники	АО «Энергокомплекс»
19	ПС 220 кВ Ваганьковская	220	КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская № 1	ТКЗ на ПС 220 кВ Владыкино, Мневники, Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»
20	ПС 220 кВ Герцево	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Герцево, Бутырки	АО «ОЭК»
21	ПС 220 кВ Горьковская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Чагино, Пахра, ПС 220 кВ Иловайская, Южная	ПАО «МОЭСК»
22	ПС 220 кВ Гражданская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Владыкино после включения транзита 220 кВ Бескудниково - Гражданская - Ваганьковская - ТЭЦ-16 - Мневники - Очаково	ПАО «МОЭСК»
23	ПС 220 кВ Дубнинская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Дубнинская, Новобратцево, ТЭЦ-21	АО «ОЭК»
24	ПС 220 кВ Золотарёвская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная	АО «Энергокомплекс»
25	ПС 220 кВ Красногорская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Красногорская	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

75

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
26	ПС 220 кВ Красносельская	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Мещанская, Красносельская, Бутырки, Владыкино, Центральная, Яшино, Новобратцево	АО «Энергокомплекс»
27	ПС 220 кВ Красносельская	220	КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2	ТКЗ на ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ Бескудниково	АО «Энергокомплекс»
28	ПС 220 кВ Красносельская	220	КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1	ТКЗ на ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ Бескудниково	АО «Энергокомплекс»
29	ПС 220 кВ Магистральная	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково при включении второй цепи Очаково-Говорово-Чоботы	ПАО «МОЭСК»
30	ПС 220 кВ Магистральная	220	КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №2	ТКЗ на ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ Бескудниково	ПАО «МОЭСК»
31	ПС 220 кВ Марфино	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Владыкино	ПАО «МОЭСК»
32	ПС 220 кВ Матвеевская	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково, ПС 220 кВ Мневники, Матвеевская	ПАО «МОЭСК»
33	ПС 220 кВ Мещанская	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Мещанская, Красносельская, Бутырки, Владыкино, Центральная, Яшино, Новобратцево	ПАО «МОЭСК»
34	ПС 220 кВ Мещанская	220	КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2	ТКЗ на ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ Бескудниково	ПАО «МОЭСК»
35	ПС 220 кВ Мневники	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Мневники	ПАО «МОЭСК»
36	ПС 220 кВ Мневники	220	КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2	ТКЗ на ПС 220 кВ Ваганьковская, Мневники, Владыкино (ЭВ Т-1)	АО «ОЭК»
37	ПС 220 кВ Никулино	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Очаково, ПС 220 кВ Никулино	ПАО «МОЭСК»
38	ПС 220 кВ Новобратцево	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-21, ПС 220 кВ Яшино, Новобратцево, Бутырки, Центральная, Щедрино, Дубнинская	ПАО «МОЭСК»
39	ПС 220 кВ Нововнуково	220	І-ІІ СШ 220 кВ	по условиям РЗА	ПАО «МОЭСК»
40	ПС 220 кВ Парковая	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Парковая, Гольяново	АО «Энергокомплекс»
41	ПС 220 кВ Пресня	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Матвеевская, Южная	ПАО «МОЭСК»
42	ПС 220 кВ Руднево	220	І-ІІ СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»
43	ПС 220 кВ Свиблово	220	1-2 сек 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Владыкино	ПАО «МОЭСК»
44	ПС 220 кВ Сигма	220	І-ІІ СШ 220 кВ	по условиям РЗА	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

76

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
45	ПС 220 кВ Хлебниково	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-27, ПС 220 кВ Хлебниково	ПАО «МОЭСК»
46	ПС 220 кВ Цимлянская	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Цимлянская, Иловайская, Южная	АО «Энергокомплекс»
47	ПС 220 кВ Черганово	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»
48	ПС 220 кВ Ясенево	220	1-2 сек. 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Ясенево, ПС 500 кВ Очаково	ПАО «МОЭСК»
49	ПС 220 кВ Яшино	220	I-II СШ 220 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-21, ПС 220 кВ Новобратцево, Яшино, Герцево, Центральная, Бутырки, Щедрино, Дубнинская	АО «Энергокомплекс»
50	ГЭС-1	110	Северная сек. - Южная сек. 110 кВ ПС Центральная	ТКЗ на ТЭЦ-12, ф.ГЭС-1, ПС 220 кВ Павелецкая	ПАО «Мосэнерго»
51	ГЭС-1	110	Северная сек. - Трансфер 110 кВ и Южная сек. - Трансфер 110 кВ ПС Раушская (2 точки разрыва)	ТКЗ на ПС 220 кВ Автозаводская, ПС 110 кВ Кожухово	ПАО «Мосэнерго»
52	ГЭС-1	110	Северный мост 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-12, ф.ГЭС-1, ПС 110 кВ Автозаводская	ПАО «Мосэнерго»
53	ГЭС-1	110	Южный мост 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Кожухово, ПС 220 кВ Павелецкая	ПАО «Мосэнерго»
54	ГЭС-1	110	1 СШ - 2 СШ 110 кВ Филиала	ТКЗ на ТЭЦ-12, ф.ГЭС-1, ПС 220 кВ Павелецкая	ПАО «Мосэнерго»
55	ТЭС Международная	110	КЛ 110 кВ Перемычка ТЭС-1, КЛ 110 кВ Перемычка ТЭС-2	ТКЗ на ПС 220 кВ Пресня, ПС 110 кВ Фили, Сити, ТЭС Международная, перегрузка КЛ 110 кВ ТЭС Международная – Пресня №1,2	ООО «Ситиэнерго»
56	ТЭЦ-11	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-11, ПС 110 кВ Фрезер, Измайлово, ПС 220 кВ Баскаково, Восточная	ПАО «Мосэнерго»
57	ТЭЦ-12	110	I-II СШ 1, 2, 3 сек. 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-12, ф.ГЭС-1, ПС Центральная 220 кВ	ПАО «Мосэнерго»
58	ТЭЦ-12	110	КЛ 110 кВ ТЭЦ-12 - Сити II	ТКЗ на ПС 110 кВ Фили, ТЭЦ-12, рост загрузки АТ-2 на ПС 220 кВ Пресня	ПАО «Мосэнерго»
59	ТЭЦ-16	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-16	ПАО «Мосэнерго»
60	ТЭЦ-20	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-20, ПС 110 кВ Черемушки, Кожухово	ПАО «Мосэнерго»
61	ПС 500 кВ Очаково	110	1-2 сек., 2-3 сек., 4-5 сек., 5-6 сек., 1-4 сек. 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Одинцово, Отрадное, Мазилово, Барвиха, ТЭЦ-25	ПАО «ФСК ЕЭС»
62	ПС 500 кВ Чагино	110	1-3 сек. 110 кВ, 2-4 сек. 110 кВ, 1-2	ТКЗ на ПС 500 кВ Чагино	ПАО «ФСК ЕЭС»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

77

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
			сек. 110 кВ, 3-4 сек. 110 кВ		
63	ПС 500 кВ Чагино	110	КВЛ 110 кВ Чагино - Донецкая II	по условиям РЗА	ПАО «ФСК ЕЭС»
64	ПС 220 кВ Баскаково	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-11, ПС 220 кВ Баскаково, Восточная, ПС 110 кВ Фрезер	ПАО «МОЭСК»
65	ПС 220 кВ Борисово	110	I-II СШ 110 кВ	по условиям РЗА	ПАО «МОЭСК»
66	ПС 220 кВ Бутырки	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Гражданская, ПС 110 кВ Ленинградская, Ростокино, Сокольники	ПАО «МОЭСК»
67	ПС 220 кВ Герцево	110	I-II СШ 1, 2 сек. 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Тушино	АО «ОЭК»
68	ПС 220 кВ Гражданская	110	I СШ 1-2 сек., II СШ 1-2 сек. 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Новобратцево, Гражданская, Бутырки, ПС 110 кВ Тушино, Ленинградская	ПАО «МОЭСК»
69	ПС 220 кВ Красногорская	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Барвиха, шинах 220 кВ ПС 220 кВ Красногорская	ПАО «МОЭСК»
70	ПС 220 кВ Красногорская	110	ВЛ 110 кВ Красногорская - Строгино I цепь	ТКЗ на ПС 110 кВ Мазилово, Барвиха, Фили	ПАО «МОЭСК»
71	ПС 220 кВ Новобратцево	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Новобратцево, Гражданская, ПС 110 кВ Ленинградская, Тушино	ПАО «МОЭСК»
72	ПС 220 кВ Павелецкая	110	КЛ 110 кВ Даниловская - Павелецкая №1	ТКЗ на ПС 220 кВ Павелецкая	ПАО «МОЭСК»
73	ПС 220 кВ Павелецкая	110	КЛ 110 кВ Даниловская - Павелецкая №2	ТКЗ на ТЭЦ-20, ПС 220 кВ Павелецкая, Южная, ПС 110 кВ Черемушки	ПАО «МОЭСК»
74	ПС 220 кВ Пресня	110	КЛ 110 кВ Пресня - Сити №1	ТКЗ на ПС 110 кВ Сити, Фили, ПС 220 кВ Пресня, ТЭЦ-12, ТЭС Международная	ПАО «МОЭСК»
75	ПС 220 кВ Сабурово	110	КВЛ 110 кВ Угреша - Сабурово с отпайкой на ПС Беляево	ТКЗ на ПС 220 кВ Сабурово, Автозаводская, перегрузка КВЛ Угреша-Сабурово с отпайкой на ПС Беляево	ПАО «МОЭСК»
76	ПС 220 кВ Чоботы	110	КЛ 110 кВ Чоботы-Полет II цепь	ТКЗ на ПС 220 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»
77	ПС 220 кВ Южная	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-20, ПС 220 кВ Южная, Автозаводская, ПС 110 кВ Кожухово, Черемушки	ПАО «МОЭСК»
78	ПС 220 кВ Южная	110	ВЛ 110 кВ Южная - Сабурово с отпайкой на ПС Беляево	ТКЗ на ПС 220 кВ Южная, Автозаводская, перегрузка ВЛ Южная-Сабурово с отпайкой на ПС Беляево	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

78

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
79	ПС 220 кВ Центральная	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Центральная, Бутырки, ПС 110 кВ Ростокино, Сокольники	ПАО «МОЭСК»
80	ПС 220 кВ Гражданская	110	I-II СШ 1 сек. 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Новобратцево, Гражданская, ТЭЦ-16, ПС 110 кВ Динамо	ПАО «МОЭСК»
81	ПС 110 кВ Берсенеvская	110	I СШ 110 кВ – II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-12 (МВ-140Р-110 кВ Т-60Р, МВ-108 КЛ 110 кВ ТЭЦ-12 – Зубовская №1), ПС 220 кВ Павелецкая МВ КЛ 110 кВ Павелецкая – Таганская №1, №2 (ВВ КЛ 110 кВ ГЭС-1 – Павелецкая)	АО «ОЭК»
82	ПС 110 кВ Автозаводская	110	I-II СШ 1, 2 сек. 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Автозаводская, ПС 110 кВ Кожухово	ПАО «МОЭСК»
83	ПС 110 кВ Выхино	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»
84	ПС 110 кВ Динамо	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Динамо, ТЭЦ-16	ПАО «МОЭСК»
85	ПС 110 кВ Измайлово	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-23, ПС 110 кВ Измайлово, ПС 220 кВ Восточная, перегрузка КЛ 110 кВ ТЭЦ-11-Прожектор №1, 2	ПАО «МОЭСК»
86	ПС 110 кВ Карачарово	110	СШ Север 110 кВ - СШ Трансфер 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-11, ПС 110 кВ Карачарово, Фрезер, Андроньевская, Рижская, ПС 220 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»
87	ПС 110 кВ Карачарово	110	СШ Юг 110 кВ- СШ Трансфер 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Андроньевская, Карачарово, ПС 220 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»
88	ПС 110 кВ Карачарово	110	КЛ 110 кВ Карачарово - Андроньевская №1	ТКЗ на ПС 110 кВ Андроньевская, Карачарово, ПС 220 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»
89	ПС 110 кВ Карачарово	110	КЛ 110 кВ Карачарово - Выхино №1	ТКЗ на ПС 110 кВ Андроньевская, ПС 220 кВ Елоховская, Восточная	ПАО «МОЭСК»
90	ПС 110 кВ Кожухово	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Автозаводская, Южная, ПС 110 кВ Кожухово	ПАО «МОЭСК»
91	ПС 110 кВ Коптево	110	ВЛ 110 кВ Новобратцево - Коптево I	установлены защиты тупика	ПАО «МОЭСК»
92	ПС 110 кВ Коптево	110	ВЛ 110 кВ Новобратцево - Коптево II	ТКЗ на ПС 110 кВ Коптево	ПАО «МОЭСК»
93	ПС 110 кВ Курьяново	110	I-II СШ 110 кВ	по условиям РЗА	ПАО «МОЭСК»
94	ПС 110 кВ Ленинская	110	I-II СШ 110 кВ	по условиям РЗА	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

79

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
95	ПС 110 кВ Ленинская	110	ВЛ 110 кВ Курьяново - Ленинская I с отпайкой на ПС Люблино	ТКЗ на ПС 110 кВ Ленинская, ТКЗ на ПС 220 кВ Сабурово	ПАО «МОЭСК»
96	ПС 110 кВ Мазилово	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Мазилово, Фили	ПАО «МОЭСК»
97	ПС 110 кВ Мазилово	110	КЛ 110 кВ Мазилово - Крылатская №2	ТКЗ на ПС 110 кВ Мазилово, Барвиха, Фили	ПАО «МОЭСК»
98	ПС 110 кВ Некрасовка	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Некрасовка	ПАО «МОЭСК»
99	ПС 110 кВ Новокунцево	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на шинах 110 кВ ПС 220 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»
100	ПС 110 кВ Новокунцево	110	КВЛ 110 кВ Сетунь - Новокунцево I цепь	ТКЗ на ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»
101	ПС 110 кВ Новокунцево	110	КВЛ 110 кВ Очаково - Новокунцево II цепь	ТКЗ на ПС 110 кВ Новокунцево	ПАО «МОЭСК»
102	ПС 110 кВ Новокунцево	110	ВЛ 110 кВ Новокунцево - Солнцево I цепь	ТКЗ на ПС 220 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»
103	ПС 110 кВ Полет	110	КЛ 110 кВ Чоботы-Полет I цепь	ТКЗ на ПС 220 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»
104	ПС 110 кВ Рублево	110	КВЛ 110 кВ Рублево - Сетунь II цепь	ТКЗ на ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»
105	ПС 110 кВ Самарская	110	КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Елоховская, ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»
106	ПС 110 кВ Самарская	110	КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №2	ТКЗ на ПС 220 кВ Бутырки, Елоховская, ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»
107	ПС 110 кВ Сокольники	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Сокольники, Черкизово, Новоподлипки, Стромьинка	ПАО «МОЭСК»
109	ПС 110 кВ Сырово	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Сырово	ПАО «МОЭСК»
110	ПС 110 кВ Таганская	110	КЛ 110 кВ Таганская - Новоспасская I	ТКЗ на ПС 220 кВ Павелецкая, Автозаводская, ПС 110 кВ Новоспасская, Таганская, Угреша	ПАО «МОЭСК»
111	ПС 110 кВ Таганская	110	КЛ 110 кВ Таганская - Новоспасская №2	ТКЗ на ПС 220 кВ Павелецкая	ПАО «МОЭСК»
112	ПС 110 кВ Тушино	110	КВЛ 110 кВ Новобратцево - Тушино	ТКЗ на ПС 110 кВ Тушино, Ленинградская, ПС 220 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»
113	ПС 110 кВ Фили	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭС Международная, ПС 110 кВ Сити, ПС 220 кВ Пресня, рост загрузки КЛ 220	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-т1.1

Лист

80

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
				кВ Очаково-Матвеевская №1	
114	ПС 110 кВ Фрезер	110	I-II СШ 110 кВ	по условиям РЗА не допускаются 3 параллельных транзита	ПАО «МОЭСК»
115	ПС 110 кВ Черкизово	110	I-II СШ 110 кВ	ТКЗ на ТЭЦ-23, ПС 110 кВ Черкизово	ПАО «МОЭСК»
Московская область					
1	ПС 220 кВ Восточная	220	ШСЭВ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Восточная, Гольяново, ТЭЦ-23	ПАО «МОЭСК»
2	ПС 220 кВ Ильинская	220	ШСЭВ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Ильинская	АО «Энергоцентр»
3	ПС 220 кВ Старбеево	220	ШСМВ 220 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Старбеево, Щедрино, Дубнинская, Новобратцево, Яшино	ПАО «МОЭСК»
4	ПС 500 кВ Западная	220	СВ 1-3 сек. 220 кВ и СВ 2-4 сек. 220кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Герцево, Новобратцево, Яшино, Щедрино, Дубнинская	ПАО «ФСК ЕЭС»
5	ПС 500 кВ Трубино	220	ШСВВ 220 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Трубино	ПАО «ФСК ЕЭС»
6	Каширская ГРЭС	220	МВ 220 кВ ШОВ, МВ 220 кВ ШСВ 3-4	ТКЗ на Каширской ГРЭС	ПАО «Мосэнерго»
7	ТЭЦ-27	220	ШСЭВ-210, ШСЭВ-220, ШСЭВ-230 и ШСЭВ-240	ТКЗ на ТЭЦ-27, ПС 220 кВ Щедрино, Новобратцево, Дубнинская, Бутырки, Центральная, Уча	АО «Интер РАО-Электрогенерация»
8	ПС 220 кВ Алмаз	110	ВЛ 110 кВ Алмаз – Радуга Ицель (ВЛ 110 кВ Алмаз – Радуга (левая))	На ВЛ 110 кВ Ивановская ГЭС – Темпы I, II цепь с отпайками не предусмотрены устройства РЗА для режима замыкания транзита	
9	ПС 110 кВ Бутаково	110	ВВ ВЛ 110 кВ Бутаково – Бурцево II с отпайками	установлены защиты тупика	ПАО «МОЭСК»
10	ПС 110 кВ Дуговая	110	СМВ 110 кВ	перегрузка АТ-1 ПС 500 кВ Ногинск	ПАО «МОЭСК»
11	ПС 110 кВ Затишье	110	ШСЭВ I-II и ШСМВ III-IV СШ 110 кВ	по условиям РЗА Потеря дальнего резервирования присоединений ПС 110 кВ Затишье, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 110 кВ Павлово, потеря селективности резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 110 кВ Затишье, ПС 110 кВ Павлово, ПС 220 кВ Шибаново	ПАО «МОЭСК»

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

81

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
12	ПС 110 кВ Истомкино	110	ШСМВ 110 кВ	по условиям РЗА Потеря дальнего резервирования присоединений ПС 110 кВ Истомкино, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 110 кВ Момино, ПС 110 кВ Шульгино, ПС 110 кВ Орбита, возможность излишней работы ДЗШ 110 кВ на ПС 500 кВ Ногинск, ПС 110 кВ Истомкино, ПС 110 кВ Момино, ПС 110 кВ Орбита, ПС 110 кВ Шульгино, потеря селективности резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 110 кВ Шульгино, ПС 110 кВ Кашино, ПС 110 кВ Дроздово, ПС 110 кВ Момино	ПАО «МОЭСК»
13	ПС 110 кВ Кислородная	110	МВ КВЛ 110 кВ Кислородная – Жегалово II	по условиям РЗА не допускаются 3 параллельных транзита Потеря дальнего резервирования для присоединений ПС 110 кВ Жегалово, ПС 110 кВ Кислородная, ПС 500 кВ Трубино, ПС 220 кВ Горенки, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений ПС 110 кВ Жегалово, ПС 110 кВ Кислородная, ПС 110 кВ Костино, ПС 110 кВ Алмазово, потеря селективности резервных защит присоединений ПС 110 кВ Жегалово, ПС 110 кВ Кислородная, ПС 500 кВ Трубино, ПС 220 кВ Горенки, ПС 110 кВ Алмазово, ПС 110 кВ Костино, ПС 110 кВ Дроздово.	ПАО «МОЭСК»
14	ПС 110 кВ Красково	110	ШСВВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Красково	ПАО «МОЭСК»
15	ПС 110 кВ Красногорка	110	ШСЭВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Сырово	ПАО «МОЭСК»

Индв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

82

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
16	ПС 110 кВ Новодомодедово	110	ШСМВ 110 кВ	перегрузка ВЛ 110 кВ Пахра - Новодомодедово II цепь	ПАО «МОЭСК»
17	ПС 110 кВ Новые Подлипки	110	ШСЭВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 110 кВ Новые Подлипки	ПАО «МОЭСК»
18	ПС 110 кВ Павшино	110	СЭВ 110 кВ	перегрузка ВЛ 110 кВ Красногорская -Павшино, КВЛ 110 кВ Герцево - Павшино с отпайкой на ПС Трикотажная	ПАО «МОЭСК»
19	ПС 110 кВ Радуга	110	ВЛ 110 кВ Ивановская ГЭС – Темпы II цепь с отпайками	На ВЛ 110 кВ Ивановская ГЭС – Темпы I, II цепь с отпайками не предусмотрены устройства РЗА для режима замыкания транзита	
20	ПС 110 кВ Электросталь	110	ШСМВ 110 кВ	по условиям РЗА Потеря дальнего резервирования присоединений ПС 110 кВ Электросталь, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 220 кВ Шибаново, возможность излишней работы ДЗШ 110 кВ на ПС 500 кВ Ногинск, ПС 220 кВ Шибаново, ПС 220 кВ Электросталь, потеря селективности резервных защит присоединений 110 кВ ПС 500 кВ Ногинск, ПС 220 кВ Шибаново	ПАО «МОЭСК»
21	ПС 220 кВ Восточная	110	ШСМВ 1 сек 110 кВ, СМВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»
22	ПС 220 кВ Восточная	110	ШСМВ 2 сек 110 кВ	Потеря дальнего резервирования для присоединений 2сек 110 кВ и трансфера 110 кВ ПС 220 кВ Восточная, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит присоединений АТ-2 и АТ-3 ПС 220 кВ Восточная, ПС 110 кВ Измайлово, ТЭЦ-11, ПС 220 кВ Баскаково, потеря селективности резервных защит присоединений ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»
23	ПС 220 кВ Мячково	110	ШСМВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 220 кВ Мячково	НИЦ ЦИАМ

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

9763-09-Т1.1

Лист

83

№ п/п	Наименование ТЭС, ПС, на которой выполнено деление	Коммутационный аппарат, на котором выполнен разрыв		Причина выполнения деления	Принадлежность к электросетевой компании
		Уном, кВ	Диспетчерское наименование ЛЭП, АТ, СШ, секция шин		
24	ПС 220 кВ Старбеево	110	МВ ВЛ 110 кВ Старбеево - Бурцево I цепь	установлены защиты тупика	ПАО «МОЭСК»
25	ПС 500 кВ Пахра	110	ШСВВ 1 сек. 110 кВ, ШСВВ 2 сек. 110 кВ, СВВ 1 СШ 110 кВ, СВВ 2 СШ 110 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Пахра	ПАО «ФСК ЕЭС»
26	ПС 500 кВ Трубино	110	ШСВВ 110 кВ	ТКЗ на ПС 500 кВ Трубино, ПС 110 кВ Новые Подлипки, ПС 110 кВ Фрязино, ПС 110 кВ Клязьма	ПАО «ФСК ЕЭС»
27	ПС 750 кВ Белый Раст	110	ЭВ ВЛ 110 кВ Икша - Белый Раст III цепь	по условиям РЗА не допускается включение 3-х параллельных транзитов. Потеря дальнего резервирования для присоединений 110 кВ ПС 110 кВ Икша 1, ПС 500 кВ Белый Раст, потеря чувствительности оперативно ускоряемых ступеней резервных защит ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст I, II цепь с отпайкой на ПС Трудовая, ВЛ 110 кВ Икша – Белый Раст №3, потеря селективности резервных защит присоединений 110 кВ ПС 110 кВ Икша 1, ПС 500 кВ Белый Раст, ПС 110 кВ Шереметьево, ПС 110 кВ Луговая, ПС 110 кВ Икша 2, ПС 110 кВ Комсомольская, ПС 110 кВ Яхрома.	ПАО «ФСК ЕЭС»
28	Каширская ГРЭС	110	СЭВ 110 кВ 1-3 сек. и СЭВ 110 кВ 2-4 сек.	ТКЗ на ПС 110 кВ Ожерелье, Стрелецкая	АО «Интер РАО-Электрогенерация»

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

9763-09-т1.1

Лист

84

Для оценки возможности уменьшения количества точек деления электрической сети 110-220 кВ расчеты выполнялись для трех вариантов конфигурации сети на расчетные периоды 2020 и 2025 годов.

Вариант 1 – сохранение секционирования электрической сети 110 - 220 кВ энергосистемы г. Москвы и Московской области.

Вариант 2 – с учетом изменения топологии электрической сети 220 кВ энергосистемы г. Москвы и Московской области.

Вариант 3 – с учетом изменения топологии электрической сети 110 - 220 кВ энергосистемы г. Москвы и Московской области.

Вариант 1

Вариант 1 (без установки ТОУ) представляет собой нормальную схему работы электрической сети энергосистемы г. Москвы и Московской области на период 2020-2025 годов с учетом перспективного секционирования сети с целью снижения уровней токов КЗ.

При проведении расчетов токов КЗ были учтены следующие мероприятия по ограничению уровней токов КЗ:

- Установка токоограничивающих реакторов:
 - ТОР 4 Ом в КЛ 220 кВ ТЭЦ-21 – Новобратцево № 1,2,
 - ТОР 3 Ом в КЛ 220 кВ Очаково - Мневники № 1,
 - ТОР 2 Ом в КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Ваганьковская № 2,
 - ТОР 4 Ом в КВЛ 110 кВ Новобратцево – Ленинградская I, II цепь,
 - ТОР 30 Ом в ВЛ 110 кВ Нефтезавод- Красково I,II цепь.
- Дополнительное деление электрической сети ЦАО г. Москвы.
Из-за высокого уровня токов КЗ на подстанциях энергосистемы г. Москвы и Московской области и, в частности, для снижения токов КЗ на шинах ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ Бескудниково, необходимо осуществить разрыв транзита на передачах:
 - КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2;
 - КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №1;
 - КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №1;
 - КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2;
 - КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1;
 - КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2;
 - КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №2;
 - КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1;
 - КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1;
 - КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.
- На уровне 2019 года принята установка токоограничивающего реактора сопротивлением 3 Ом в КЛ 220 кВ Никулино – Саларьево №1 для ограничения уровней токов к.з в сети 220 кВ.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	

- Принята отдельная работа (четырьмя точками) шин 220 кВ ПС 500 кВ Очаково и ПС 500 кВ Бескудниково в связи с высокими уровнями токов КЗ на шинах данных подстанций.

Результаты расчетов токов КЗ на 2020 и 2025 годы для Варианта 1 представлены в Приложении В.

Результаты расчетов токов КЗ на 2020 и 2025 года для Варианта 1 показали, что по сравнению с 2016 годом с учетом дополнительного секционирования в 2020 и 2025 годах (число точек деления в энергосистеме г. Москвы увеличилось) наиболее заметный рост уровней токов КЗ наблюдается в районах расположения следующих объектов:

- ПС 220/110 кВ Пресня,
- ПС 220/110 кВ Магистральная,
- ПС 220 кВ Мневники,
- ТЭЦ-16,
- ТЭЦ-20,
- ПС 220 кВ Ваганьковская.

Также значительное изменение уровней токов КЗ по сравнению с 2016 годом наблюдалось на шинах подстанций, расположенных на территории ТиНАО г. Москвы.

Необходимо отметить, что расчетные значения токов КЗ с учетом перспективного секционирования в 2025 году по сравнению с уровнями 2020 года в целом по энергосистеме практически не изменяются.

Географическое распределение диапазонов уровней токов КЗ для конфигурации сети согласно Варианту 1 на 2020 год представлено на рисунке 4.1, на 2025 год – на рисунке 4.2.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	

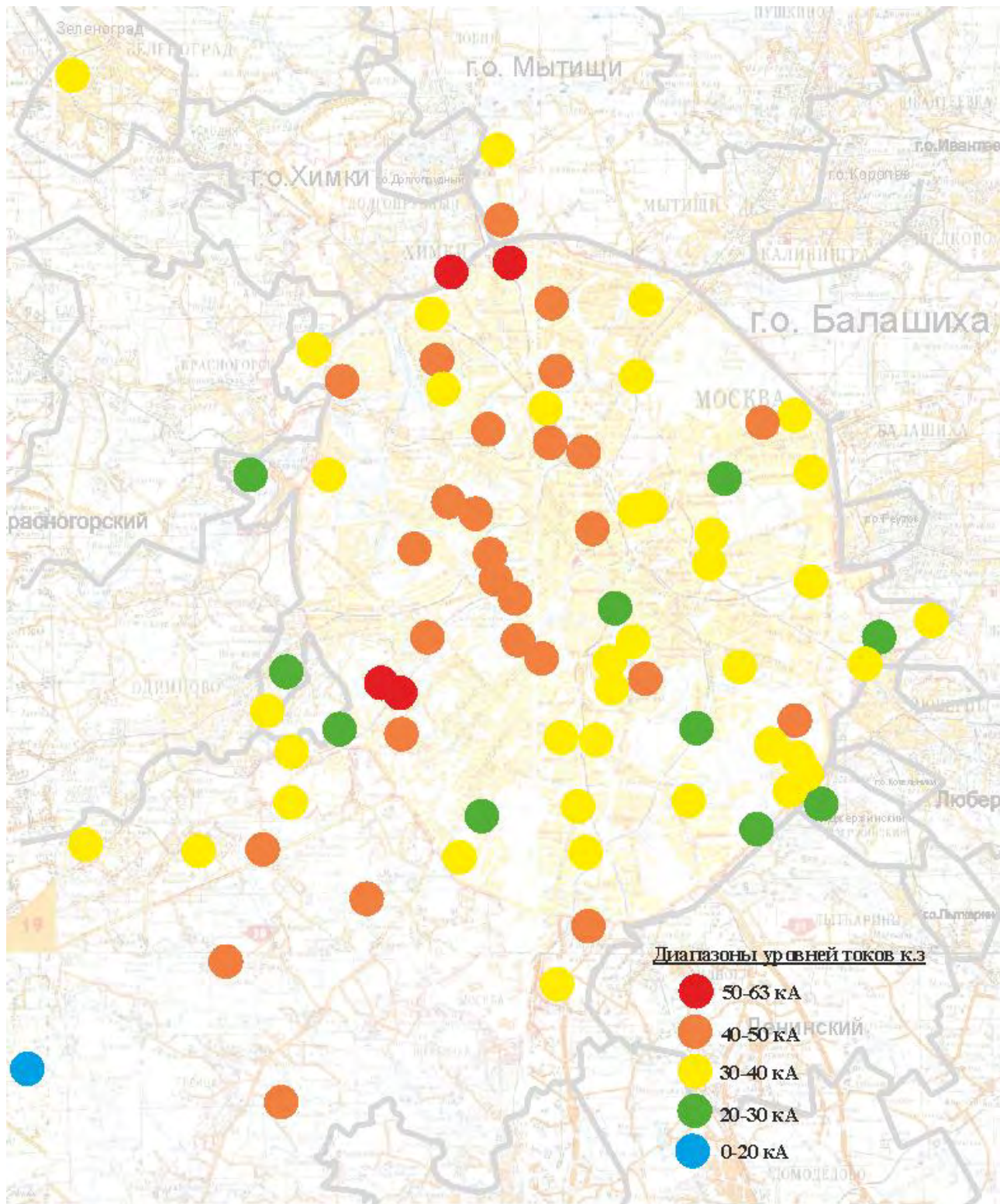


Рисунок 4.1 - Географическое распределение диапазонов уровней токов КЗ при делении электрической сети 220 кВ и выше энергосистемы г. Москвы и Московской области на 2020 год согласно Варианту 1.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

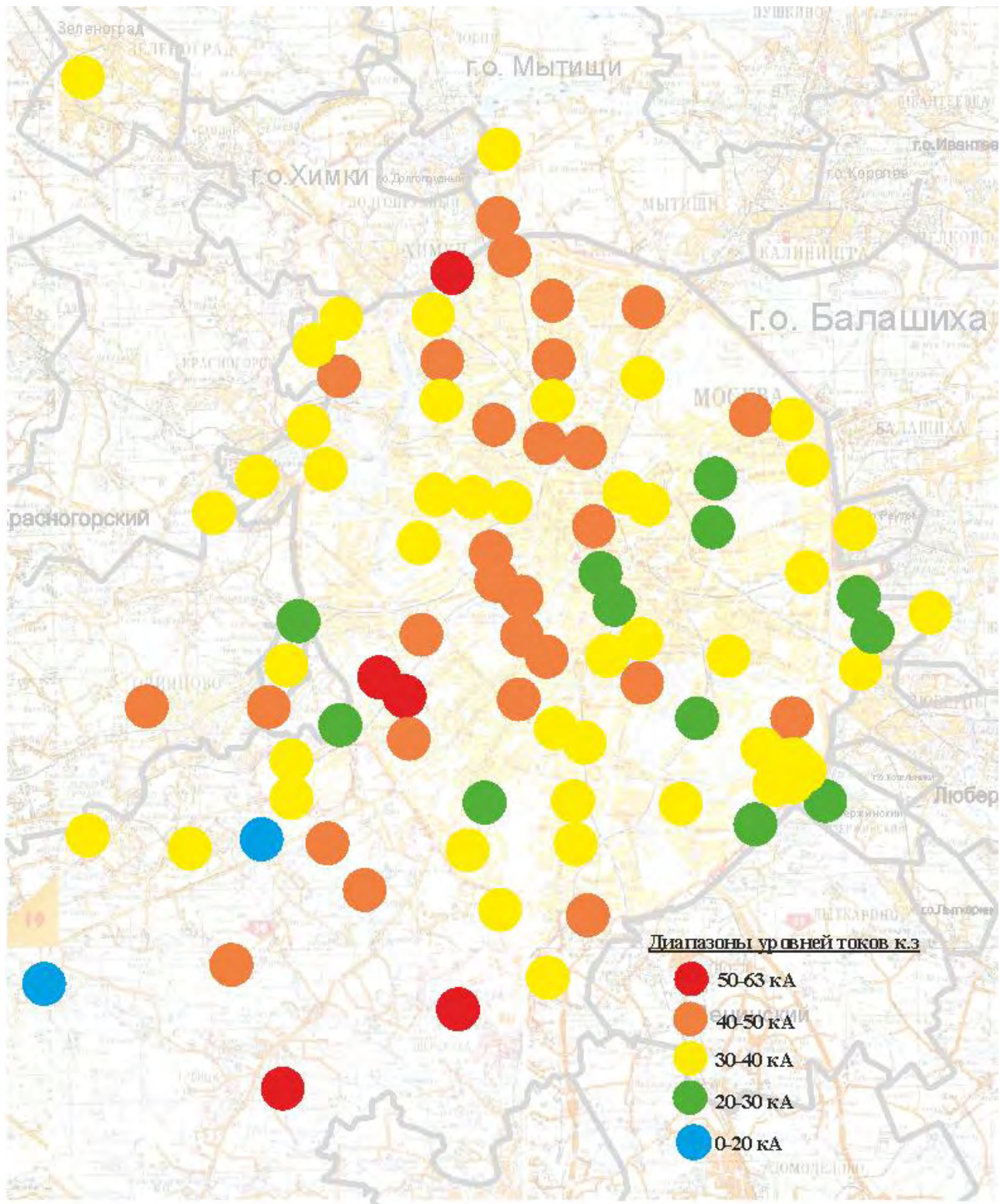


Рисунок 4.2 - Географическое распределение диапазонов уровней токов КЗ при делении электрической сети 220 кВ и выше энергосистемы г. Москвы и Московской области на 2025 год согласно Варианту 1.

Несмотря на секционирование электрической сети в целях снижения уровней токов короткого замыкания, на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220/10 кВ Лесная, ПС 220 кВ Щедрино отключающая способность установленных выключателей ниже

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

расчетных значений токов КЗ. Требуется их замена на выключатели с большей отключающей способностью.

В таблице 4.2 представлены данные по количеству выключателей, установленных на шинах 220 кВ подстанций, требующих замены при секционировании электрической сети согласно Варианту 1 (без установки ТОУ).

Таблица 4.2 - Данные по количеству выключателей, требующих замены при сохранении секционирования электрической сети (Вариант 1 (без установки ТОУ))

Наименование РУ ПС/ТЭЦ	Компания-собственник	Отключающая способность выключателей, кА	Количество выключателей требующих замены, шт	
			2020 год	2025 год
РУ 220 кВ ТЭЦ-23	ПАО «Мосэнерго»	40	1	1
РУ 220 кВ ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	1	-
РУ 220 кВ ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2	2
РУ 220 кВ ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1	1
РУ 220 кВ ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1	1
РУ 220 кВ ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	5	7
Итого по 220 кВ:			11	12
<i>Капитальные затраты на замену выключателей 220 кВ с КРУЭ, млн. руб.</i>			3567,8	3276,74
<i>Капитальные затраты на замену выключателей 220 кВ без КРУЭ, млн. руб.</i>			2258,16	2376,91
РУ 110 кВ ПС 110 кВ Сокольники	ПАО «МОЭСК»	31,5	1	-
РУ 110 кВ ПС 110 кВ Черкизово	ПАО «МОЭСК»	26,3	2	2
РУ 110 кВ ПС 110 кВ Некрасовка	ПАО «МОЭСК»	26,3	2	2
РУ 110 кВ ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»	25	4	4
РУ 110 кВ ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	26,3	-	5
РУ 110 кВ ПС 110 кВ Сырово	ПАО «МОЭСК»	20	-	1
Итого по 110 кВ:			9	14
<i>Капитальные затраты на замену выключателей 110 кВ с КРУЭ, млн. руб.</i>			747,2	1091,32
<i>Капитальные затраты на замену выключателей 110 кВ без КРУЭ, млн. руб.</i>			747,2	1091,32

Вариант 2

Вариант 2 представляет собой схему работы энергосистемы г. Москвы и Московской области на перспективу 2020 и 2025 годов с учетом изменения топологии электрической сети 220 кВ.

Рассмотрено два подхода к изменению топологии электрической сети напряжением 220 кВ:

- 1) включение в работу всех линий 220 кВ и всех секционных выключателей напряжением 220 кВ на подстанциях, отключенных для снижения уровней токов КЗ в сети (исключение всех точек деления сети 220 кВ);
- 2) включение в работу линий транзитов 220 кВ в г. Москве, отключенных для снижения уровней токов КЗ в сети.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

89

Результаты расчетов токов КЗ на 2020 и 2025 годы для Варианта 2 представлены в Приложении В.

Географическое распределение диапазонов уровней токов КЗ для конфигурации сети согласно Варианту 2 при включении в работу всех линий 220 кВ и всех секционных выключателей напряжением 220 кВ на подстанциях, отключенных для снижения уровней токов КЗ в сети (исключение всех точек деления сети 220 кВ) на 2020 год представлено на рисунке 4.3 и на 2025 год – на рисунке 4.4.

Инв. № подл.	
	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-Г1.1

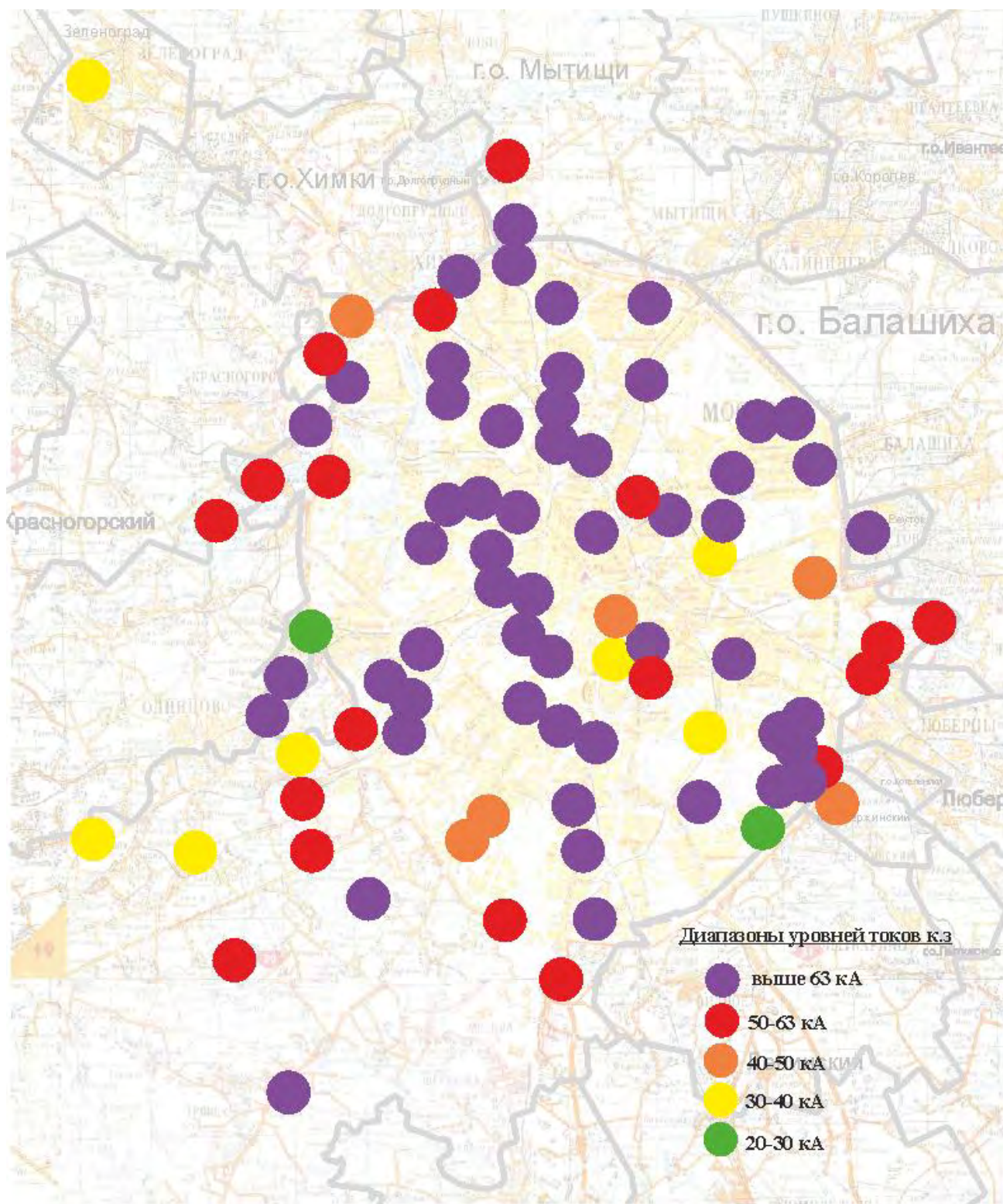


Рисунок 4.3 - Географическое распределение диапазонов уровней токов КЗ при исключении всех точек деления электрической сети 220 кВ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на 2020 год. Вариант 2.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

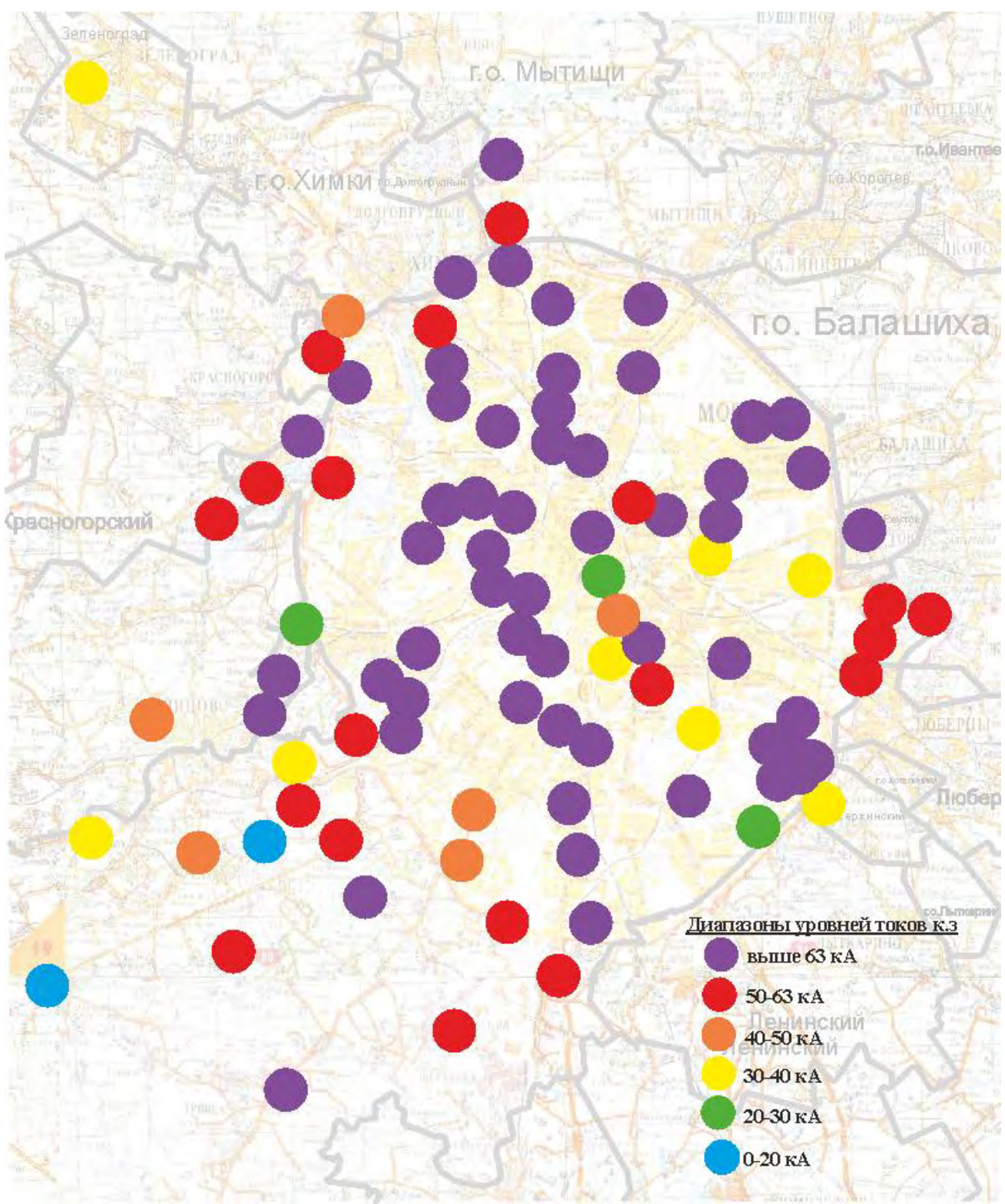


Рисунок 4.4 - Географическое распределение диапазонов уровней токов КЗ при исключении всех точек деления электрической сети 220 кВ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на 2025 год. Вариант 2.

Инва. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

В таблице 4.3 представлены максимальные значения токов КЗ на шинах 220 кВ подстанций и станций, полученные в результате проведенного расчета токов КЗ на период 2020 года.

Таблица 4.3 - Максимальные значения токов КЗ на шинах 220 кВ подстанций и станций при исключении всех точек деления электрической сети 220 кВ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на период 2020 года. Вариант 2

Наименование РУ ПС/ТЭЦ	Компания-собственник	Максимальное значение токов КЗ, кА
РУ 220 ПС 500 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	179,0
РУ 220 ПС 220 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	173,7
РУ 220 ПС 220 кВ Марфино	АО «Энергокомплекс»	159,1
РУ 220 ПС 220 кВ Мещанская	АО «Энергокомплекс»	157,9
РУ 220 ТЭЦ-25	ПАО «Мосэнерго»	156,5
РУ 220 ПС 500 кВ Бескудниково	ПАО «ФСК ЕЭС»	156,1
РУ 220 ПС 220 кВ Магистральная	АО «ОЭК»	156,1
РУ 220 ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энергокомплекс»	146,9
РУ 220 ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	137,5
РУ 220 ПС 220 кВ Никулино	АО «Энергокомплекс»	135,8
РУ 220 ТЭЦ-23	ПАО «Мосэнерго»	131,7
РУ 220 ТЭЦ-20	ПАО «Мосэнерго»	128,8
РУ 220 ПС 220 кВ Кожевническая	АО «Энергокомплекс»	127,8
РУ 220 ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	126,1
РУ 220 ПС 220 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	125,1
РУ 220 ТЭЦ-16	ПАО «Мосэнерго»	121,4
РУ 220 ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	121,1
РУ 220 ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	119,2
РУ 220 ПС 220 кВ Золотаревская	АО «Энергокомплекс»	117,7
РУ 220 ТЭЦ-12	ПАО «Мосэнерго»	114,2
РУ 220 ПС 220 кВ Пресня	ПАО «МОЭСК»	110,4
РУ 220 ПС 220 кВ Центральная	ПАО «МОЭСК»	106,5
РУ 220 ТЭЦ-21	ПАО «Мосэнерго»	103,3
РУ 220 ПС 220 кВ Сколково	ПАО «ФСК ЕЭС»	103,0
РУ 220 ПС 500 кВ Чагино	ПАО «ФСК ЕЭС»	98,3
РУ 220 ПС Белорусская (проект.)	ПАО «МОЭСК»	151,1

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

9763-09-т1.1

Лист

93

Как показали расчеты токов КЗ, при замыкании всех отключенных по токам КЗ элементов электрической сети напряжением 220 кВ энергосистемы г. Москвы и Московской области, уровни токов кз на шинах подстанций достигают предельных значений (на шинах 220 кВ: ПС 500/220/110 кВ Очаково – 179,0 кА, ПС 220/110 кВ Бутырки – 173,7 кА и т.п.). Повлиять на снижение этих значений до величин, соответствующих отключающей способности серийных выключателей (не более 63 кА), при замыкания всех отключенных по токам КЗ элементов электрической сети напряжением 220 кВ, путем установки токоограничивающих устройств на данный момент не представляется возможным.

Поэтому рассматривается наиболее реалистичный сценарий - режим замыкания только *транзитов 220 кВ, проходящих по ЦАО г. Москвы, отключенных по токам КЗ.*

В работу включаются следующие линии 220 кВ, отключенные из-за высоких значений токов КЗ:

- КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1,2;
- КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1;
- КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
- КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
- КЛ 220 кВ Кожевническая – Красносельская №2;
- КЛ 220 кВ Магистральная – Белорусская №2;
- КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №1.

Географическое распределение диапазонов уровней токов КЗ для конфигурации сети согласно Варианту 2 при включении в работу линий 220 кВ ЦАО г. Москвы, отключенных для снижения уровней токов КЗ в сети, на 2020 год представлено на рисунке 4.5 и на 2025 год – на рисунке 4.6.

Инд. № подл.	Подп. и дата						9763-09-т1.1	Лист
								94
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

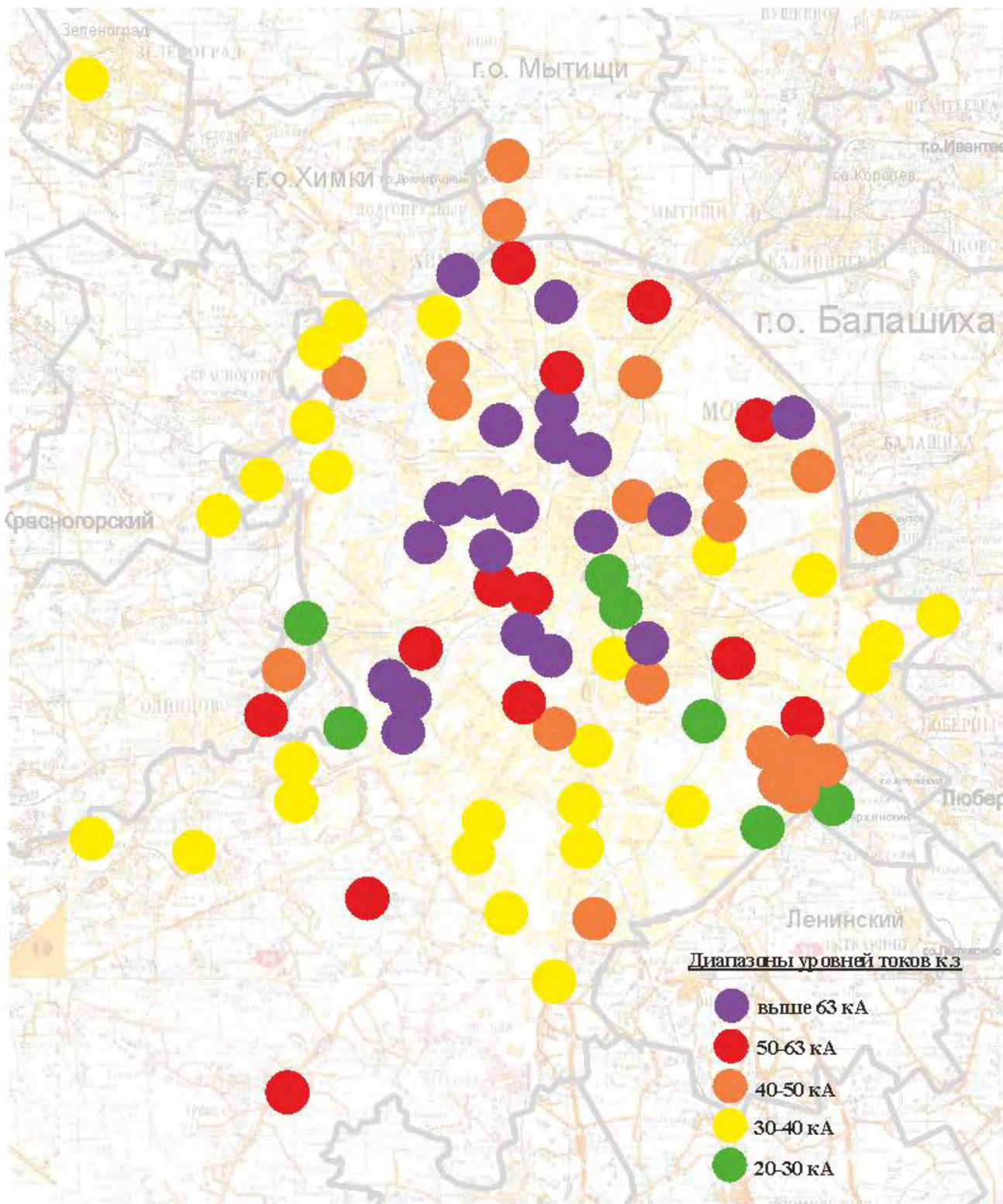


Рисунок 4.5 - Географическое распределение диапазонов уровней токов КЗ при замыкании транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы на период 2020 года. Вариант 2.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

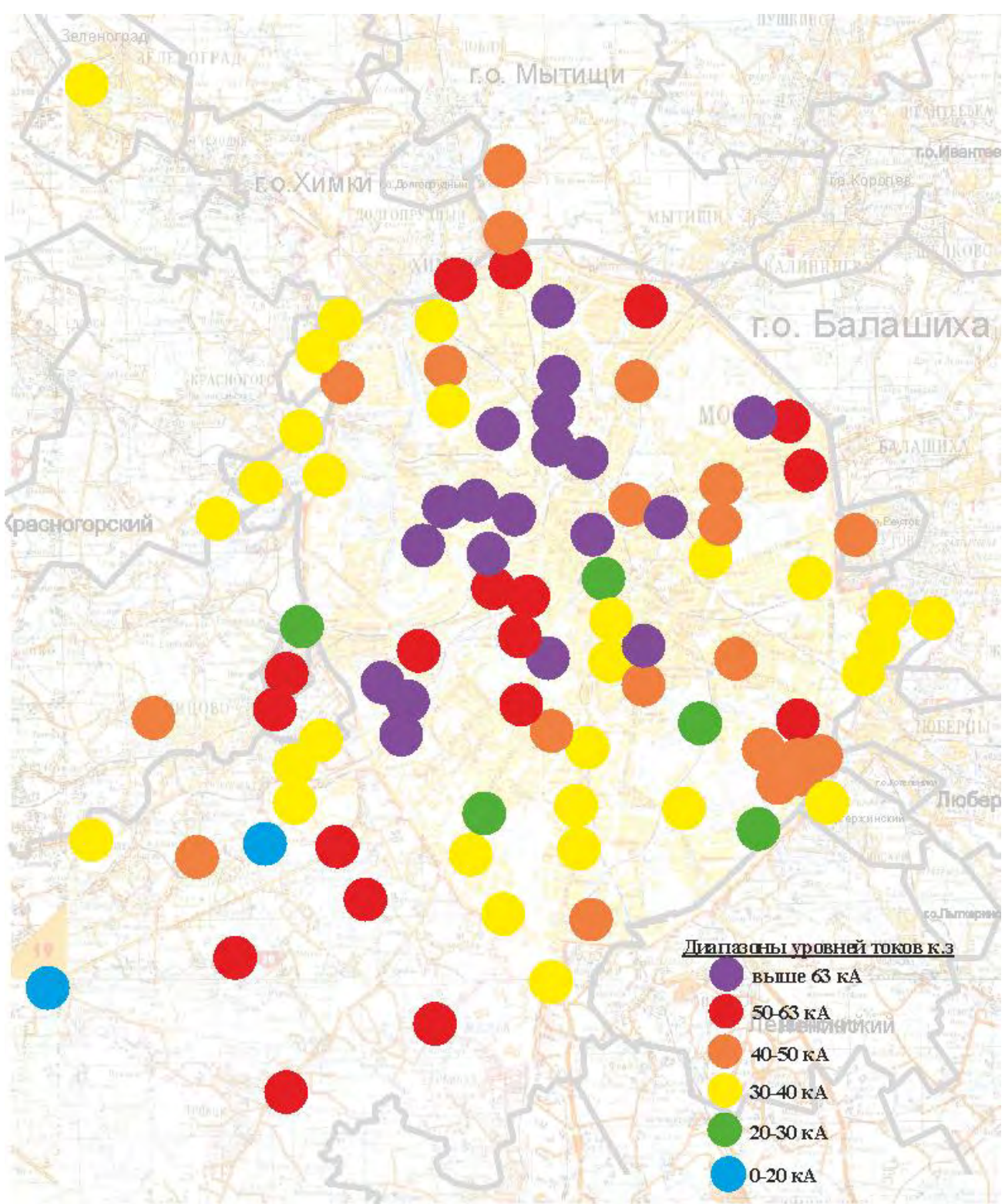


Рисунок 4.6 - Географическое распределение диапазонов уровней токов КЗ при замыкании транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы на период 2025 года. Вариант 2.

В таблице 4.4 приведены значения токов КЗ на шинах 220 кВ подстанций и станций, на которых уровни токов КЗ превысили максимальную отключающую способность серийных выключателей (63 кА).

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Таблица 4.4 - Максимальные значения токов КЗ на шинах 220 кВ подстанций и станций при замыкании транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы на период 2020 года.

Вариант 2

Наименование РУ ПС/ТЭЦ	Компания-собственник	Максимальное значение т.к.з, кА
РУ 220 ПС 220 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	100,1
РУ 220 ПС 220 кВ Мещанская	АО «Энергокомплекс»	92,8
РУ 220 ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энергокомплекс»	87,3
РУ 220 ПС 500 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	80,7
РУ 220 ПС 220 кВ Магистральная	АО «ОЭК»	79,9
РУ 220 ПС 220 кВ Марфино	АО «Энергокомплекс»	79,8
РУ 220 ТЭЦ-23	ПАО «Мосэнерго»	79,6
РУ 220 ТЭЦ-25	ПАО «Мосэнерго»	76,2
РУ 220 ТЭЦ-16	ПАО «Мосэнерго»	75,9
РУ 220 ПС 220 кВ Центральная	ПАО «МОЭСК»	75,8
РУ 220 ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	73,2
РУ 220 ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	71,5
РУ 220 ПС 220 кВ Кожевническая	ПАО «МОЭСК»	69,9
РУ 220 ТЭЦ-20	ПАО «Мосэнерго»	69,6
РУ 220 ПС 220 кВ Никулино	АО «Энергокомплекс»	66,6
РУ 220 ПС 220 кВ Золотаревская	АО «Энергокомплекс»	64,1
РУ 220 ПС 500 кВ Бескудниково	ПАО «ФСК ЕЭС»	64,1
РУ 220 ПС 220 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	64,1
РУ 220 ТЭЦ-21	ПАО «Мосэнерго»	64,0
РУ 220 ПС 220 кВ Белорусская (проект.)	ПАО «МОЭСК»	80,8

Как показали проведенные расчеты токов КЗ, при включении в работу указанных выше КЛ 220 кВ, уровни токов КЗ на шинах 220 кВ на ПС 500/220/110 кВ Очаково, ПС 500/220/110 кВ Бескудниково, ТЭЦ-25, ТЭЦ-16, ТЭЦ-20, ТЭЦ-21, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Мневники, ПС 220/110 кВ Центральная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Кожевническая, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220 кВ Золотаревская, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220/110 кВ Гражданская, ПС 220 кВ Левобережная, ПС 220 кВ Магистральная, ПС 220 кВ Матвеевская, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220 кВ Марфино, ПС 220 кВ Никулино, ПС 220 кВ Парковая, ПС 220 кВ Мещанская, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220 кВ Белорусская (проектируемая ПС), ПС 220/110 кВ Восточная превышают максимально-возможную отключающую способность серийно выпускаемых выключателей (63 кА).

Инд. № подл.
Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

97

Необходимо отметить, что уровень токов КЗ превышает отключающую способность современных выключателей (в настоящее время выключателей с отключающей способностью более 63 кА серийно не производится). Переход на более высокий, по сравнению с существующим, уровень отключающей способности выключателей потребует более значительных капиталовложений на установку выключателей с большей отключающей способностью, на обеспечение динамической и термической стойкости силовых трансформаторов, электрических аппаратов и проводников. В общем случае снижается аппаратная надежность ввиду большей вероятности отказов аппаратов при работе с предельными параметрами, а также ввиду более частых ремонтов при указанных условиях работы. Кроме того, переход на новую ступень по отключаемому току КЗ означает, что все оборудование должно быть рассчитано на увеличенный сквозной ток.

Инв. № подл.	Подп. и дата						9763-09-т1.1	Лист
								98
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

5. Определение перспективных мест для установки ВТСП ТОУ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на период 2020 и 2025 годов

Для решения проблемы ограничения токов КЗ в энергосистеме г. Москвы и Московской области предлагается установка токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости (далее – ВТСП ТОУ).

ВТСП ТОУ состоит из: трех однофазных высоковольтных криостатов наружной установки, комбинированного быстродействующего трехфазного силового выключателя, выносного трансформатора тока для подключения релейных защит и автоматики, действующей на управление – отключение и включение быстродействующего выключателя с целью защиты криостата ВТСП от перегрева, криогенной одноконтурной системы охлаждения на основе цикла Турбо-Брайтона, трехфазного разъединителя с моторным приводом в цепи ВТСП для создания видимого разрыва при профилактике или неисправности ВТСП.

Основные технические характеристики ВТСП ТОУ предоставлены ЗАО «СуперОкс» и приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Технические характеристики ВТСП ТОУ

№	Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Тип			
				Дискретный		Восстанавливающийся под нагрузкой	
1.	Класс напряжения	Ur	кВ	110	220	110	220
2.	Ток срабатывания, пиковое значение*	Ic	кА	3.5			
3.	Активное сопротивление в режиме нормальной работы	Rnc	Ом	0,001			
4.	Активное сопротивление в режиме ограничения тока	Rcl	Ом	5, 10, 15, 20, 25	10, 15, 20, 30, 40	5, 10, 15, 20, 25	10, 15, 20, 30, 40
5.	Реактивное сопротивление ВТСП ТОУ	Xfcl	МОм	0,01			
6.	Номинальный ток	In	А	600; 1200; 2000		300; 600; 1200	
7.	Максимально допустимое время протекания тока КЗ в режиме ограничения тока	tsc	с	0.1, 0.4, 1.0			
8.	Максимально допустимое время протекания тока перегрузки (в сутки)	tovr	ч	1, 4, 8			
9.	Максимальная длительность режима восстановления (без токовой нагрузки)	trec	с	0.3, 3, 10, 30		3, 10, 30	
10.	Максимальный ток восстановления под нагрузкой	Irec	А	Не применимо		Равен номинальному току ВТСП ТОУ	
11.	Максимальная длительность режима	trec	с	Не применимо		30	

* Необходимая величина уточняется на Этапе 2 Работы

Подп. и дата

Инв. № подл.

						9763-09-Т1.1	Лист
							99
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата		

восстановления	под				
----------------	-----	--	--	--	--

С точки зрения режимов работы существуют два типа ВТСП ТОУ: дискретный (необходима бестоковая пауза после прохождения тока КЗ) и восстанавливающийся под нагрузкой (далее - ВПН). Описание и сравнение режимов работы ВТСП ТОУ сведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Режимы работы ВТСП ТОУ

Режим	Дискретный ВТСП ТОУ	Восстанавливающийся под нагрузкой ВТСП ТОУ
Нормальная работа	Классифицируется как режим, при котором ток на участке с ВТСП ТОУ (I) ниже номинального тока ВТСП ТОУ (In). В таком режиме сопротивление ВТСП ТОУ (сопротивление нормальной работы Rnc) пренебрежимо мало (0,001 Ом) – устройство обеспечивает транзит электрической мощности.	
Перегрузка	Классифицируется как режим, при котором ток на участке с ВТСП ТОУ выше номинального (In), но ниже, чем ток срабатывания (Ic). В таком режиме сопротивление ВТСП ТОУ равно сопротивлению нормальной работы Rnc – устройство обеспечивает транзит электрической мощности, однако длительность работы ВТСП ТОУ в режиме перегрузки ограничена: время работы в этом режиме составляет от 1 до 8 часов в сутки, в зависимости от конструкции устройства. При превышении указанной длительности работы возможен выход технологических параметров работы ВТСП ТОУ за допустимый интервал, что повлечет за собой срабатывание технологических защит ВТСП ТОУ с целью предупреждения повреждения устройства	
Ограничение тока	Классифицируется как режим, в котором ток на участке с ВТСП ТОУ (I) превышает ток срабатывания ВТСП ТОУ (Ic). Этот режим характеризуется возрастанием активного сопротивления ВТСП ТОУ до величины, называемой сопротивлением токоограничения (Rcl). Максимальная величина тока через ВТСП ТОУ ограничивается глубиной токоограничения (сопротивлением) самого ВТСП ТОУ. При переходе дискретного типа ВТСП ТОУ в режим ограничения тока происходит срабатывание второй ступени встроенных технологических защит (отключение ВТСП ТОУ) с нулевой выдержкой времени с целью предупреждения повреждения устройства. Максимально допустимое время протекания тока КЗ через ВТСП ТОУ составляет 0,1 - 1,0 с (в зависимости от конструкции устройства, см. Табл. 5.2), при этом полное время отключения ВТСП ТОУ не должно превышать максимально допустимого времени протекания тока КЗ с учетом времени отключения выключателя, выдержки времени УРОВ и времени запаса.	Классифицируется как режим, в котором ток на участке с ВТСП ТОУ (I) превышает ток срабатывания ВТСП ТОУ (Ic). Этот режим характеризуется возрастанием активного сопротивления ВТСП ТОУ до величины, называемой сопротивлением токоограничения (Rcl). Максимальная величина тока через ВТСП ТОУ ограничивается глубиной токоограничения (сопротивлением) самого ВТСП ТОУ. При этом максимально допустимое время протекания тока КЗ через ВТСП ТОУ составляет 0,1 - 1,0 с (в зависимости от конструкции устройства, см. Табл. 5.2). Срабатывание второй ступени технологических защит (с отключением восстанавливающегося под нагрузкой ВТСП ТОУ) происходит только при превышении времени выдержки второй ступени технологической защиты, устанавливаемой так, чтобы полное время отключения ВТСП ТОУ не превышало максимально допустимого времени протекания тока КЗ с учетом выдержки времени срабатывания второй ступени, времени отключения выключателя, выдержки времени УРОВ и времени запаса.
Восстановление	Классифицируется как режим, возникающий после режима ограничения тока, то есть после отключения короткого замыкания (ток в цепи равен нулю). Отсутствие токовой нагрузки в этом режиме обеспечивается технологическими защитами ВТСП ТОУ, формирующими	Классифицируется как режим, возникающий после режима ограничения тока, то есть после отключения короткого замыкания (ток в цепи ниже либо равен току восстановления под нагрузкой Irec). Аналогично дискретному типу ВТСП ТОУ, в этом

Инв. № подл.	Подп. и дата

Режим	Дискретный ВТСП ТОУ	Восстанавливающийся под нагрузкой ВТСП ТОУ
	<p>аварийный сигнал при переходе устройства из нормального режима в режим ограничения тока. В режиме восстановления происходит постепенное снижение сопротивления от значения Rcl до Rnc. По достижении Rnc ВТСП ТОУ переходит в режим нормальной работы: аварийная сигнализация снимается - возможно включение ШСВ (ТОУ в цепи ШСВ) или выключателей линии (ТОУ в цепи ЛЭП) путем ручного опробования либо выполнения АПВ. Длительность режима восстановления составляет от 0.3 до 30 секунд в зависимости от конструкции устройства. Включение ВТСП ТОУ этого типа в режиме восстановления под нагрузку или КЗ не допускается (см. раздел «Технические мероприятия, необходимые для работы АПВ на ВЛ, КВЛ и ШСВ при установке в их цепи ВТСП ТОУ»).</p>	<p>режиме происходит постепенное снижение сопротивления от значения Rcl до Rnc с переходом в режим нормальной работы, однако допускается включение ВТСП ТОУ под нагрузку (а также перегрузку и КЗ), при этом при включении ВТСП ТОУ под перегрузку либо КЗ возможно срабатывание технологических защит для предупреждения повреждения устройства (см. раздел «Технические мероприятия, необходимые для работы АПВ на ВЛ, КВЛ и ШСВ при установке в их цепи ВТСП ТОУ»).</p>

На проектной стадии установки ВТСП ТОУ необходимо провести уточнение технических характеристик ВТСП ТОУ (номинальный ток, ток срабатывания, максимально допустимое время протекания тока КЗ и др.), а также проверку релейной защиты прилегающей сети на условия чувствительности и селективности во всех режимах работы ВТСП ТОУ (нормальной работы, перегрузки, ограничения тока, восстановления).

Принципы построения технологических защит, их взаимодействие с устройствами РЗА объекта электроэнергетики, а также объектов электроэнергетики прилегающей сети.

ВТСП ТОУ оснащается комплексом собственных технологических защит, предназначенных для контроля режимов работы устройства, координации ВТСП ТОУ с системами релейной защиты (РЗ) и предупреждения повреждения устройства в аварийных ситуациях. Комплекс технологических защит управляется системой автоматического управления: система собирает показания контрольных приборов и формирует исполнительные сигналы.

Технологические защиты встроены в систему автоматического управления ВТСП ТОУ, которая контролирует технологические параметры работы устройства. Типовые функции технологических защит:

1. Контроль тока через ВТСП ТОУ (предупредительная сигнализация – при превышении номинального тока, аварийная – при превышении тока срабатывания ВТСП ТОУ³);
2. Контроль давления в баке ТОУ (предупредительная сигнализация – при превышении контрольного значения, аварийная – при превышении аварийного);

³ Для ВТСП ТОУ, восстанавливающего под нагрузкой, аварийная сигнализация поступает при длительном превышении тока срабатывания (свыше длительности термической стойкости ВТСП ТОУ).

Инд. № подл.	Подп. и дата
--------------	--------------

3. Контроль температуры верхних слоев хладагента (предупредительная сигнализация – при превышении контрольного значения, аварийная – при превышении аварийного);
4. Контроль уровня хладагента (предупредительная сигнализация – при падении уровня ниже контрольного значения, аварийная – при падении ниже аварийного).

Система автоматического управления двукратно-резервирована, используется 2 ПЛК-контроллера, 2 сервера, 2 комплекта модулей КИП, 2 комплекта управляющих модулей). Электропитание системы автоматического управления осуществляется от бесперебойного источника.

При отказе/ошибке основной системы управления в работу вступает резервная система управления. Резервирование реализовано на аппаратном и программном уровне: резервное оборудование опрашивает основное и в случае отсутствия ответа переходит в режим основного и формирует сообщение о неисправности оператору (предупредительная сигнализация). В случае, если отказ системы управления произошел в условиях предупредительной сигнализации – резервная система продолжит сигнализацию до снятия предупредительного режима. В случае, если отказ системы управления произошел в условиях аварийной сигнализации (технологические параметры ВТСП ТОУ находятся за пределами допустимого интервала) резервная система управления продолжит сигнализацию до снятия аварийного режима (с возможностью включения ВТСП ТОУ под нагрузку при снятии аварийной сигнализации) и реализацией соответствующих управляющих воздействий на отключение цепи.

Система автоматического управления формирует сигнализацию ступенчатого действия по каждому типу технологической защиты (ток, давление, температура, уровень):

1. Предупредительный сигнал – действует на сигнализацию, формируется код ошибки (причина неисправности); предупредительная сигнализация информирует о необходимости вывода ВТСП ТОУ из работы оперативным персоналом.
2. Аварийный сигнал – сигнализация (с кодом ошибок) и отключение участка с ВТСП ТОУ с пуском УРОВ без контроля тока. Аварийный сигнал блокирует включение участка с целью недопущения ручного опробования либо выполнения АПВ. После снятия аварийной сигнализации (в частности, по истечении времени восстановления) блокировка выключателя снимается автоматически. После снятия блокировки возможна постановка участка под напряжение вручную, либо посредством АПВ (если длительность блокировки не превысила длительность выдержки АПВ).

Под участком с ВТСП ТОУ понимается две различных схемы установки ВТСП ТОУ (рис. 2.1):

1. ВТСП ТОУ в цепи ШСВ. Для отключения участка используется отключение ШСВ. Защита при КЗ между выключателем и ВТСП ТОУ реализуется с помощью дифференциальной защиты шин. Необходим пересчет уставок дифференциальной защиты шин с учетом сопротивления ВТСП ТОУ. При невозможности обеспечить чувствительность защит применяется установка дополнительного выключателя (ВТСП ТОУ изолируется от сети с двух

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист 102

сторон): в этом случае технологические защиты действуют на оба выключателя одновременно.

- 2. ВТСП ТОУ в цепи с ЛЭП. Отключение участка происходит посредством одновременного отключения выключателей линии. Управление выключателями реализуется по каналам дифференциальной защиты линии либо каналам устройств аварийной передачи сигналов и команд (не менее двух каналов). При невозможности использования перечисленных каналов применяется установка дополнительного выключателя между ЛЭП и ВТСП ТОУ: в этом случае технологические защиты действуют на оба выключателя одновременно.

Технические мероприятия, необходимые для работы АПВ на ВЛ, КВЛ и ШСВ при установке в их цепи ВТСП ТОУ

Ручное опробование присоединения с ВТСП ТОУ допускается с ВТСП ТОУ в режиме нормальной работы (после прохождения режима восстановления). При этом при постановке ЛЭП под напряжение на КЗ со стороны ВТСП ТОУ устройство перейдет в режим ограничения тока со срабатыванием технологических защит, сигнализирующих о КЗ. При постановке ЛЭП под напряжение с противоположной от ВТСП ТОУ стороны, в случае КЗ на ЛЭП, отключение произойдет посредством срабатывания защит противоположной стороны линии. Смены режима работы ВТСП ТОУ не произойдет, поскольку нет протекания тока через ВТСП ТОУ. Для корректной работы РЗ ЛЭП (в частности-при КЗ между выключателем и ТОУ) необходимо изменение уставок ступеней РЗ, используемых для автоматического ускорения, с учетом сопротивления токоограничения. При невозможности выбрать уставки - использовать алгоритмы технологических защит для ускорения работы защит при постановке линии под напряжение: в таком случае при постановке ВТСП ТОУ под напряжение вторая ступень технологической защиты (аварийная сигнализация) будет срабатывать без выдержки времени; после постановки под напряжение и нахождения ВТСП ТОУ в режиме нормальной работы в течение заданного интервала система управления ВТСП ТОУ автоматически увеличит выдержку по времени для технологических защит.

Выполнение АПВ на присоединении, в том числе с включением на КЗ. Для корректной работы АПВ на присоединениях с ВТСП ТОУ, применимы два варианта:

- 1. Используются ВТСП ТОУ с длительностью режима восстановления менее выдержки цикла АПВ (бестоковой паузы). Таким образом, после КЗ ВТСП ТОУ восстанавливается в течение безоковой паузы и переходит в режим нормальной работы, после перехода в режим нормальной работы следует АПВ. В случае включения на КЗ ВТСП ТОУ переходит в режим ограничения тока и отключает линию посредством технологических защит. После прохождения режима восстановления реализуется следующий цикл АПВ. Необходимое количество циклов включения на КЗ для ВТСП ТОУ устанавливается на этапе проектирования (не менее 3 в течение 1 часа).
- 2. В присоединение с АПВ устанавливается ВТСП ТОУ, восстанавливающийся под нагрузкой. В таком случае при успешном АПВ через ВТСП ТОУ (находящийся в режиме восстановления) протекает ток нагрузки; время

Инв. № подл.	Подл. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

нахождения ВТСП ТОУ в режиме восстановления не превышает максимальной длительности режима восстановления под нагрузкой. На время работы в режиме восстановления вторая ступень технологических защит работает без выдержки времени. Таким образом, в случае неуспешного АПВ (или повторного КЗ в режиме восстановления) ВТСП ТОУ будет отключен посредством работы технологических защит с блокировкой АПВ на ВЛ, КВЛ, либо ШСВ. Блокировка продолжается до перехода ВТСП ТОУ в режим нормальной работы, после чего возможно повторное АПВ либо постановка ЛЭП под напряжение в ручном режиме.

Выбор конкретного типа исполнения ВТСП ТОУ целесообразно производить на стадии предпроектных исследований с учетом специфики рассматриваемого энергообъекта: доступного физически места, технических особенностей и алгоритмов АПВ на объекте установки и других факторов.

Определение мест установки ВТСП ТОУ рассматривается:

- для **Варианта 1** – без изменения топологии электрической сети с расстановкой ТОУ на подстанциях и станциях с целью возможности включения секционных выключателей;
- для **Варианта 2** – с изменением топологии электрической сети напряжением 220 кВ для нескольких сценариев технических решений:
 1. **Сценарий 1.** Изменение топологии сети путем поочередного замыкания линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с расстановкой по этим линиям ВТСП ТОУ.
 2. **Сценарий 2.** Изменение топологии сети путем замыкания всех линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с постепенным подбором мест расстановки ВТСП ТОУ (акцент на район, прилегающий к ПС 220/110 кВ Бутырки).
 3. **Сценарий 3.** Изменение топологии сети путем замыкания всех линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с постепенным подбором мест расстановки ВТСП ТОУ (акцент на район, прилегающий к ПС 500/220/110 кВ Очаково).
- для **Варианта 3** - с изменением топологии электрической сети напряжением 110 кВ, путем поочередного замыкания линий 110 кВ, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с расстановкой по этим линиям ВТСП ТОУ.

Расчеты электрических режимов зимних и летних максимальных нагрузок рабочего дня и расчеты токов короткого замыкания проводились на 2020 год, а также на 2025 год в случае отставания электросетевого строительства в энергосистеме г. Москвы и Московской области.

Расчетные модели для выполнения оценки технико-экономического эффекта применения ВТСП ТОУ для условий энергосистемы г. Москвы и Московской области были согласованы АО «СО ЕЭС» (письмо №Н31-П-2-19-12919 от 20.10.2016; см. Приложение А).

Инв. № подл.	
Подл. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист 104
------	--------	------	-------	-------	------	--------------	-------------

5.1 Определение перспективных мест для установки ВТСП ТОУ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на период 2020 и 2025 годов для Варианта 1

Вариант 1 *не предполагает* изменения топологии электрической сети энергосистемы г. Москвы и Московской области путем включения в работу линий, отключенных из-за высоких значений токов КЗ, т.е. транзиты 220 кВ ЦАО г. Москвы остаются разомкнуты.

В данном сценарии технического решения предлагается расстановка ВТСП ТОУ на подстанциях и станциях с целью возможности включения секционных выключателей 220 кВ.

В настоящее время и на перспективу до 2025 года включительно шины 220 кВ ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ Бескудниково из-за высоких уровней токов КЗ вынуждены работать четырьмя секциями вместо двух, как предусматривается проектами.

Предлагается последовательная установка ВТСП ТОУ в цепи выключателей на следующих подстанциях/станциях.

Шаг 1. ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями и 3-ей и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ Очаково.

Шаг 2. + ШСВ 220 кВ между 1-ой и 3-ей секциями и 2-ой и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ ПС Бескудниково.

Шаг 3. + ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями I СШ и между 1-ой и 2-ой секциями II СШ ТЭЦ-20.

• **Шаг 1. Установка ВТСП ТОУ на ПС 500/220/110 кВ Очаково**

На данном этапе предлагается замкнуть шиносоединительные выключатели 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями и 3-ей и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ Очаково.

При включении в работу ПС 500/220/110 кВ Очаково двумя секциями 220 кВ, на шинах 220 кВ ПС 500/220/110 кВ Очаково, ТЭЦ-25, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Матвеевская, ПС 220 кВ Никулино уровень токов КЗ превысит отключающую способность выключателей, установленных на этих подстанциях. Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений.

Для снижения уровня токов КЗ предлагается установка двух ТОУ сопротивлением по 40 Ом в цепь ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями и 3-ей и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ Очаково.

Результаты расчетов приведены в таблицах Г.1-Г.4 (см. Приложение Г).

В таблице 5.1.1 приведены данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на данном шаге расчетов. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней (значения токов КЗ, которые меньше отключающей способности установленного выключателя, на величину, не превышающую погрешность расчета, равную 0,5 кА).

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист
							105

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.1.1 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 1. Шаг 1.

Вариант 1				Шаг 1 - ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ											
				2020 год						2025 год					
				без учета установки ТОУ			установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Очаково			без учета установки ТОУ			установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Очаково		
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя на шинах 220 кВ, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл., кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл., кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл., кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл., кА
				ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	80,17	29	более 80	55,56	-	-	79,66	29
ТЭЦ-25	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	-		70,71	-	-	48,91	-	-	70,25	-	-	48,66	-	-
ТЭЦ-23		40	1981-1984	40,17	1	50	40,16	1	50	40,41	1	50	40,41	1	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	36,71	-	-	36,7	-	-	38,34	-	-	38,33	-	-
ПС 220 кВ Дубинская	АО «ОЭК»	50		50,97	1	63	50,84	1	63	-	-	-	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40		43,13	2	50	43,02	2	50	40,83	2	50	40,72	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	33,46	2	40	32,89	1	40	33,32	2	40	32,74	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная		25	1989-1990, 1997	47,06	6	50	45,83	5	50	51,64	7	63	50,35	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	16,65	-	-	16,65	-	-	16,81	-	-	16,81	-	-
ПС 220 кВ Гольяново		35,5	1979	26,73	-	-	26,74	-	-	26,49	-	-	26,49	-	-
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	39,97	1	50	39,96	1	50	42,97	1	50	42,95	1	50
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50		60,44	3	63	46,75	-	-	60,12	3	63	46,52	-	-
ПС 220 кВ Никулино	АО «Энерго-комплекс»	50		57,85	4	63	46,36	-	-	60,63	4	63	47,83	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				49			11			49			12		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				0			2			0			2		

9763-09-Т.1.1

• **Шаг 2 + Установка ВТСП ТОУ на ПС 500/220/110 кВ Бескудниково**

На этом этапе предлагается дополнительно замкнуть шиносоединительные выключатели 220 кВ между 1-ой и 3-ей секциями и 2-ой и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ ПС Бескудниково.

При включении в работу ПС 500/220/110 кВ Бескудниково двумя секциями 220 кВ, на шинах 220 кВ ПС 500/220/110 кВ Бескудниково, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Мещанская уровень токов КЗ превысит отключающую способность выключателей, установленных на этих подстанциях. Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений.

Для снижения уровня токов КЗ предлагается установка двух ТОУ по 40 Ом между 1-ой и 3-ей секциями и 2-ой и 4-ой секциями 220 кВ ПС 500/220/110 кВ Бескудниково.

Результаты расчетов приведены в таблицах Г.1-Г.4 (см. Приложение Г).

В таблице 5.1.2 приведены данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на данном шаге расчетов. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей.

• **Шаг 3 + Установка ВТСП ТОУ на ТЭЦ-20**

На этом этапе предлагается дополнительно замкнуть шиносоединительные выключатели 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями I СШ и между 1-ой и 2-ой секциями II СШ ТЭЦ-20.

При включении в работу ТЭЦ-20 одной секцией 220 кВ, на шинах 220 кВ ТЭЦ-20, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Матвеевская уровень токов КЗ превысит отключающую способность выключателей, установленных на этих подстанциях. Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений.

Для снижения уровня токов КЗ предлагается установка ТОУ 40 Ом в цепь ШСВ 1с 220 кВ и ШСВ 2с 220 кВ ТЭЦ-20.

Результаты расчетов приведены в таблицах Г.1-Г.4 (см. Приложение Г).

В таблице 5.1.3 приведены данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на данном шаге расчетов. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино.

В таблице 5.1.4 приведены данные по выключателям, установленных на перечисленных объектах, замена которых потребуется при реализации всех рассмотренных шагов Варианта 1.

Инв. № подл.	Подп. и дата						9763-09-г1.1	Лист
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.		Дата

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Таблица 5.1.2 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 1. Шаг 2.

Вариант 1				Шаг 2															
				+ ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ															
				2020 год						2025 год									
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Котл. выключателя на шинах 220 кВ, кА	Год изготовления	без учета установки ТОУ				установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Бескудниково				без учета установки ТОУ				установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Бескудниково			
				Значение тока КЗ за выключат элем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение ток.к. выкл. кА	Значение тока КЗ за выключат элем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение ток.к. выкл. кА	Значение тока КЗ за выключат элем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение ток.к. выкл. кА	Значение тока КЗ за выключат элем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение ток.к. выкл. кА				
ПС 500/220/110 кВ Бескудниково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2008	67,79	4	80	44,91	-	-	67,84	2	80	44,05	-	-				
ТЭЦ-23	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	40	1981-1984	42,33	4	50	40,16	1	50	41,27	1	50	40,42	1	50				
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	46,84	4	50	36,83	-	-	46,6	4	50	38,46	-	-				
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50		52,93	1	63	50,86	1	63	50,38	1	63	48,28	-	-				
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40		44,47	2	50	43,04	2	50	42,2	2	50	40,74	2	50				
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	32,94	1	40	32,88	1	40	32,81	1	40	32,74	1	40				
ПС 220/110 кВ Лесная		25	1989-1990, 1997	45,84	5	50	45,83	5	50	50,35	7	63	50,35	7	63				
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	16,97	-	-	16,64	-	-	16,98	-	-	16,81	-	-				
ПС 220 кВ Гольяново		35,5	1979	28,1	-	-	26,76	-	-	27,04	-	-	26,49	-	-				
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	59,11	4	63	40,24	1	50	59,05	4	63	43,24	1	50				
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				25				11				22				12			
Общее количество установленных ТОУ, шт.				2				4				2				4			

9763-09-т.1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Таблица 5.1.3- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 1. Шаг 3.

Вариант 1				Шаг 3											
				+ ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ											
				2020 год						2025 год					
Наименование станции/ подстанции	Принадлежность	Тоткл. выключателя на шинах 220 кВ, кА	Год изготовления	без учета установки ТОУ			установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ТЭЦ-20			без учета установки ТОУ			установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ТЭЦ-20		
				Значение тока КЗ за выключат элем, кА	Кол-во выключат елеи на замену, шт	Рекомен дуемое значение Тоткл. кА	Значение тока КЗ за выключат элем, кА	Кол-во выключат елеи на замену, шт	Рекомен дуемое значение Тоткл. кА	Значение тока КЗ за выключат элем, кА	Кол-во выключат елеи на замену, шт	Рекомен дуемое значение Тоткл. кА	Значение тока КЗ за выключат элем, кА	Кол-во выключат елеи на замену, шт	Рекомен дуемое значение Тоткл. кА
ТЭЦ-20	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	63		68,74	4	80	44,19	-	-	68,19	12	80	45	-	-
ТЭЦ-23		40	1981-1984	40,17	1	50	40,16	1	50	40,43	1	50	40,42	1	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	36,84	-	-	36,83	-	-	38,51	-	-	38,47	-	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50		50,89	1	63	50,86	1	63	48,31	-	-	48,29	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40		43,07	2	50	43,05	2	50	40,77	2	50	40,75	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	37,07	2	40	33,06	1	40	36,9	2	40	33,29	2	40
ПС 220/110 кВ Лесная		25	1989-1990, 1997	45,84	5	50	45,84	5	50	50,35	7	63	50,35	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	16,65	-	-	16,65	-	-	16,82	-	-	16,82	-	-
ПС 220 кВ Гольяново		35,5	1979	26,76	-	-	26,77	-	-	26,5	-	-	26,5	-	-
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	40,24	1	50	40,24	1	50	43,25	1	50	43,24	1	50
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50		50,59	2	63	46,91	-	-	50,35	2	63	46,97	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				18			11			27			13		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				4			6			4			6		

9763-09-т.1.1

Таблица 5.1.4 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 1. Шаг 1+Шаг 2+ Шаг 3.

Вариант 1				Шаг 1								Шаг 2								Шаг 3									
				ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ								+ ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ								+ ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ									
				2020				2025				2020				2025				2020				2025					
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Иоткл. выключателя на шинах 220 кВ, кА	Год изготовления	без учета установки ТОУ		установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Очаково		без учета установки ТОУ		установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Очаково		без учета установки ТОУ		установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Бескудниково		без учета установки ТОУ		установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Бескудниково		без учета установки ТОУ		установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ТЭЦ-20		без учета установки ТОУ		установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ТЭЦ-20			
				Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выкл. кА
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	29	Более 80	-	-	29	более 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 500/220/110 кВ Бескудниково		63	2008	-	-	-	-	-	-	-	-	4	80	-	-	2	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ТЭЦ-20		63		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	80	-	-	12	80	-	-	-	-	
ТЭЦ-23		40	1981-1984	1	50	1	50	1	50	1	50	4	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	-	-	-	-	-	-	-	-	4	50	-	-	4	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50		1	63	1	63	-	-	-	-	1	63	1	63	1	63	-	-	1	63	1	63	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40		2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	2	40	1	40	2	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	2	40	1	40	2	40	2	40	2	40
ПС 220/110 кВ Лесная		25	1989-1990, 1997	6	50	5	50	7	63	7	63	5	50	5	50	7	63	7	63	5	50	5	50	7	63	7	63	7	63
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	1	50	1	50	1	50	1	50	4	63	1	50	4	63	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50		3	63	-	-	3	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	63	-	-	2	63	-	-	-	
ПС 220 кВ Никулино	АО «Энергокомплекс»	50		4	63	-	-	4	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				49		11		49		12		25		11		22		12		18		11		27		13			
Общее количество установленных ТОУ, шт.				0		2		0		2		2		4		2		4		4		6		4		6			

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

111

Для Варианта 1 были проведены расчеты электрических режимов на 2020 и 2025 годы для зимнего и летнего максимума нагрузок рабочего дня. Результаты электрических расчетов представлены в Главе 6.

В таблицах 5.1.5 – 5.1.6 представлены данные по потерям активной мощности в электрической сети напряжением 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы для этого Варианта 1.

Таблица 5.1.5- Потери в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы на 2020 год при поэтапной установке ВТСП ТОУ для Варианта 1

Вариант 1				
Потери активной мощности, МВт				
	Нормальная схема работы при секционировании сети на 2020 год	Шаг 1 (установлено 1 ТОУ)	Шаг 2 (установлено 2 ТОУ)	Шаг 3 (установлено 3 ТОУ)
Режим зимнего максимума нагрузок 2020 г.	81,9	81,2	81,0	80,3
Режим летнего максимума нагрузок 2020 г.	95,0	93,3	93,2	93,4

Таблица 5.1.6- Потери в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы на 2025 год при поэтапной установке ВТСП ТОУ для Варианта 1

Вариант 1				
Потери активной мощности, МВт				
	Нормальная схема работы при секционировании сети на 2025 год	Шаг 1 (установлено 1 ТОУ)	Шаг 2 (установлено 2 ТОУ)	Шаг 3 (установлено 3 ТОУ)
Режим зимнего максимума нагрузок 2025 г.	109,8	109,6	109,4	107,8
Режим летнего максимума нагрузок 2025 г.	103,6	101,5	101,3	101,3

По данным приведенным в таблицах 5.1.5 и 5.1.6 можно сделать вывод о том, что при замыкании ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями и 3-ей и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ Очаково, ШСВ 220 кВ между 1-ой и 3-ей секциями и 2-ой и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ ПС Бескудниково и ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями I СШ и между 1-ой и 2-ой секциями II СШ ТЭЦ-20 и установке шести ВТСП ТОУ в этих точках, потери активной мощности в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы незначительно снижаются (на 2%).

Для оценки экономического эффекта были произведены поэтапные расчеты капиталовложений, которые включают в себя:

- расчет стоимости выключателей, подлежащих замене при ликвидации точек деления сети в связи с ростом токов КЗ на шинах подстанций и

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

112

станций (при выполнении расчета затраты на замену выключателей учитывались без замены КРУЭ и с заменой КРУЭ (всего или секции) на подстанциях/станциях);
- расчет капитальных затрат на установку ВТСП ТОУ.

Оценка капитальных затрат выполнена по сборнику «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-1150 кВ» для электросетевых объектов ОАО «ФСК ЕЭС», утвержденных Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 21.10.2014 № 477.

Расчеты выполнены в базовых ценах 2000 г. и учитывают НДС. При пересчете стоимости в текущие цены использованы индексы изменения сметной стоимости текущих цен по капитальным вложениям в отрасль «Электроэнергетика» на 01.06.16 г., как рекомендованные к применению Минстроем России (Письмо №31523-ХМ/09 от 27.09.2016 г.)

В таблице 5.1.7 приведены данные по капитальным вложениям, рассчитанные по шагам Варианта 1. В таблице 5.1.8 приведены данные по капитальным вложениям, необходимых для замены выключателей при сохранении существующей топологии сети по Варианту 1.

Выводы по Варианту 1.

Для повышения надежности работы энергосистемы рассматривалась возможность работы ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ Бескудниково на напряжении 220 кВ двумя секциями. Как показали расчеты, в этом случае, без установки ВТСП ТОУ, значения токов КЗ на шинах 220 кВ превысили максимальную отключающую способность серийно выпускаемых выключателей (63 кА) и составили: на ПС Очаково - 80,17 кА; на ТЭЦ-25 – 70,71 кА; ПС Бескудниково – 67,79 кА (на уровне 2020 года).

Для снижения уровней токов КЗ и возможности замыкания ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями и 3-ей и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ Очаково, ШСВ 220 кВ между 1-ой и 3-ей секциями и 2-ой и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ ПС Бескудниково и ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями I СШ и между 1-ой и 2-ой секциями II СШ ТЭЦ-20 необходимо установить 6 штук ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом каждый:

2 штуки – в цепь ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями и 3-ей и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ Очаково;

2 штуки – в цепь ШСВ 220 кВ между 1-ой и 3-ей секциями и 2-ой и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ ПС Бескудниково;

2 штуки – в цепь ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями I СШ и между 1-ой и 2-ой секциями II СШ ТЭЦ-20.

При этом на шинах 220 кВ подстанций/станций рассматриваемого района значения токов КЗ превысили отключающую способность установленных выключателей: при реализации в 2020 году – 11 штук (ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино); при реализации в 2025 году – 13 штук (ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино). Потребуется замена выключателей на выключатели с большей отключающей способностью, при этом необходимо отметить, что выключатели отслужили нормативный срок службы (25 лет).

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Исходя из результатов, представленных в таблицах 5.1.7-5.1.8, следует, что для реализации варианта замкнутой работы двумя секциями 220 кВ ПС 500/220/110 кВ Очаково и ПС 500/220/110 кВ ПС Бескудниково без установки ВТСП ТОУ потребуются капитальные затраты (с учетом замены КРУЭ на подстанции/станции): при реализации в 2020 году – 19,98 млрд. руб., при реализации в 2025 году – 19,6 млрд. руб., тогда как с учетом установки ВТСП ТОУ необходимые капитальные затраты составят: при реализации в 2020 году – 13,29 млрд. руб. и при реализации в 2025 году -13,09 млрд. руб. (с учетом замены КРУЭ на подстанциях).

На рис. 5.1.1 схематично представлена расстановка ВТСП ТОУ для Варианта 1 с указанием полученных расчетных значений токов КЗ на шинах 220 кВ станций/подстанций ЦАО г. Москвы.

Инв. № подл.						Подп. и дата	
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1	
						114	

Таблица 5.1.7 – Пошаговый расчет капитальных затрат необходимых для реализации Варианта 1

Вариант 1															
Шаг	Описание	2020 год							2025 год						
		Количество выключателей на замену, шт.	Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.	Кап. затраты на замену выключателей без КРУЭ, млн. руб.	Кол-во установл. ТОУ, шт.	Кап. затраты на установку ТОУ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты без учета замены КРУЭ, млн. руб.	Количество выключателей на замену, шт.	Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.	Кап. затраты на замену выключателей без КРУЭ, млн. руб.	Кол-во установл. ТОУ, шт.	Кап. затраты на установку ТОУ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты без учета замены КРУЭ, млн. руб.
Шаг 1	ПС Очаково работает 2 секциями 220 кВ	49	22 400,25	13 343,69	-	-	22 400,25	13 343,69	49	21 964,78	13 318,03	-	-	21 964,78	13 318,03
	установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Очаково	11	3 567,80	2 258,16	2	3 240,45	6 808,25	5 498,61	12	3 276,74	2 376,91	2	3 240,45	6 517,19	5 617,35
Шаг 2	установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Очаково+ ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ	25	12 730,20	5 346,07	2	3 240,45	15 970,64	8 586,52	22	9 168,18	4 672,18	2	3 240,45	12 408,63	7 912,63
	установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Очаково + 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Бескудниково	11	3 567,80	2 258,16	4	6 480,89	10 048,70	8 739,06	12	3 276,74	2 376,91	4	6 480,89	9 757,64	8 857,80
Шаг 3	установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Очаково + 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Бескудниково + ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ	18	8 906,69	3 970,79	4	6 480,89	15 387,59	10 451,69	27	8 615,63	6 891,25	4	6 480,89	15 096,53	13 372,14
	установлены 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Очаково + 2 ТОУ по 40 Ом в ШСВ 220 кВ ПС Бескудниково + 2 ТОУ 40 Ом в ШСВ 220 кВ ТЭЦ-20	11	3 567,80	2 258,16	6	9 721,34	13 289,15	11 979,50	13	3 373,01	2 473,18	6	9 721,34	13 094,35	12 194,52

Таблица 5.1.8 – Капитальные затраты, необходимые для замены выключателей при сохранении существующей топологии сети по Варианту 1 без установки ВТСП ТОУ

Вариант 1	2020 год			2025 год		
	Количество выключателей на замену, шт.	Кап.вложения с учетом замены выключателей, млн. руб.	Кап.вложения с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Количество выключателей на замену, шт.	Кап.вложения с учетом замены выключателей, млн. руб.	Кап.вложения с учетом замены КРУЭ, млн. руб.
при сохранении существующего секционирования сети	11	2258,16	3567,80	12	2376,91	3276,74
замкнут ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями и 3-ей и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ Очаково + замкнут ШСВ 220 кВ между 1-ой и 3-ей секциями и 2-ой и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ ПС Бескудниково + замкнут ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями I СШ и между 1-ой и 2-ой секциями II СШ ТЭЦ-20 (без установки ТОУ)	74	19984,18	37557,13	71	19599,09	37123,91

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

115

9763-09-Г1.1

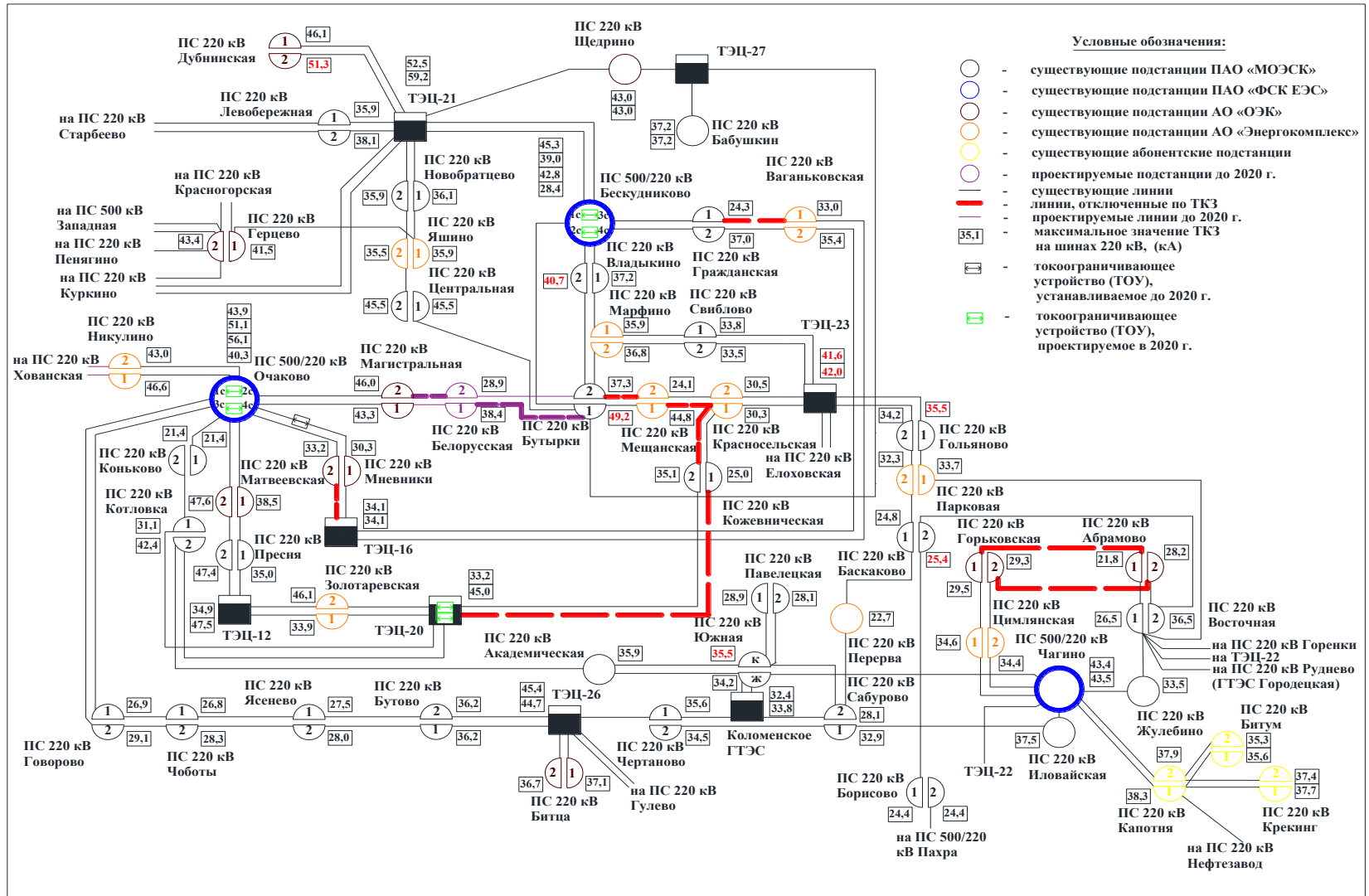


Рис. 5.1.1. Схема расстановки ВТСП ТОУ для Варианта 1 с указанием полученных расчетных значений токов КЗ на шинах 220 кВ станций/подстанций ЦАО г. Москвы

5.2 Определение перспективных мест для установки ВТСП ТОУ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на период до 2020 и 2025 годов для Варианта 2

5.2.1 Изменение топологии сети путем поочередного замыкания линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с расстановкой по этим линиям ВТСП ТОУ (Сценарий 1)

Для определения мест расстановки, очередности и оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ выбран метод итерационного расчета с шагом изменения сопротивления 5 Ом путем подборки определенного места в зависимости от результатов расчетов поэтапного включения в работу линий 220 кВ, отключенных из-за высоких значений токов КЗ.

При определении перспективных мест установки ВТСП ТОУ был учтен перечень возможных объектов применения и мест установки технических устройств (в том числе ВТСП ТОУ) для решения задачи ограничения токов короткого замыкания, направленный в адрес ЗАО «СуперОКС» письмом АО «СО ЕЭС» от 17.03.2016 № Н14-19-3230 (Приложение №2 к настоящему Техническому заданию).

Наибольшие уровни токов КЗ наблюдаются на шинах 220 кВ ПС Бутырки и подстанциях в зоне ее влияния, поэтому расстановка ТОУ начинается с включения в работу линии КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2 и выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на этой линии.

Ниже приведена пошаговая последовательность проведенных расчетов с учетом включения в работу линии и установки на ней ВТСП ТОУ.

- **Шаг 1.** Включена в работу КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, Итерационный метод выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на этой линии.
- **Шаг 2.** Включена в работу КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 при установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, Итерационный метод выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на этой линии.
- **Шаг 3.** Включена в работу КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2 при установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, Итерационный метод выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на этой линии.
- **Шаг 4.** Включена в работу КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2 при установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2.
- **Шаг 5.** Включена в работу КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1 при установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2.

Инв. № подл.	
	Подп. и дата

Изм.	Колуч	Лист	№док.	Подп.	Дата

- **Шаг 6.** Включена в работу КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2 при установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1.
- **Шаг 7.** Включена в работу КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 при установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2.
- **Шаг 8.** Включена в работу КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2 при установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1.
- **Шаг 9.** Включена в работу КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1 при установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2.
- **Шаг 10.** Включена в работу КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2 при установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1.

Шаг 1. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.

В работу включается КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что значения токов КЗ в этом случае на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Бутырки, ПС Владыкино, ПС Марфино, ПС Красносельская превысят отключающую способность установленных выключателей.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района рассмотрено несколько возможных объектов применения ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом в данном районе:

1. ШСЭВ 220 кВ ПС Бутырки;
2. ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.

По полученным результатам (см. табл. 5.2.1.1), можно сделать вывод о том, что наиболее эффективна установка ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

118

Для выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2 сначала устанавливается ТОУ с активным сопротивлением 5 Ом. При этом значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Бутырки, ПС Владыкино. Дальнейшее повышение сопротивления ТОУ до 10 Ом, 15 Ом и 20 Ом не оказывает достаточного влияния на снижение значения токов КЗ.

Расчеты показали, что при замыкании КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2 оптимальным значением величины сопротивления является 40 Ом, В этом случае замена выключателей не потребуется.

Результаты расчетов сведены в таблице 5.2.1.2. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей.

В таблицах Д.2, Д.4 (См. Приложение Д) представлены подстанции/станции, на которых при включении КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2 значения токов КЗ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Таблица 5.2.1.1- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Вариант 2. Сценарий 1. Шаг 1- выбор оптимального места установки ВТСП ТОУ

Вариант №2. Сценарий №1				• Шаг 1. Выбор оптимального места установки ВТСП ТОУ								
				включена КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2			ТОУ 40 Ом ШСЭВ 220 кВ ПС Бутырки			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2		
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ТЭЦ-23	ПАО «МОСЭНЕРГО»	40	1981-1984	53,97	7	63	54,02	7	63	40,18	1	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	54,53	3	63	55,23	3	63	37,53	-	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,00	1	63	51,02	1	63	50,85	1	63
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,19	2	50	43,21	2	50	43,03	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	33,08	1	40	33,11	1	40	32,89	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990,1997	45,89	5	50	45,90	5	50	45,89	5	50
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	18,39	-	-	18,49	-	-	16,64	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	34,63	-	-	34,64	-	-	27,06	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	49,5	1	63	49,73	1	63	40,44	1	50
ПС 220 кВ Марфино	АО «Энергокомплекс»	50		52,69	2	63	53,29	2	63	36,99	-	-
ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энергокомплекс»	50		51,49	2	63	52,08	3	63	30,80	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				24			25			11		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				0			1			1		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

120

Таблица 5.2.1.2- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 1. Шаг 1- выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОО на линии КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2

Вариант №2. Сценарий №1				2020 год																2025 год							
				• Шаг 1. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОО на линии КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2																Шаг 1							
				включена КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2			ТОО 5 Ом КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2			ТОО 10 Ом КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2			ТОО 15 Ом КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2			ТОО 20 Ом КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2			ТОО 40 Ом КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2			включена КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2			ТОО 40 Ом КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2		
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	I _{откл.} выкл., кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА
ТЭЦ-23	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	40	1981-1984	53,97	7	63	47,65	7	50	43,56	5	50	41,57	4	50	40,55	3	50	40,18	1	50	52,03	7	63	40,43	1	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	54,53	3	63	46,90	2	50	42,28	1	50	40,11	1	50	39,00	-	-	37,53	-	-	55,34	3	63	39,17	-	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,00	1	63	50,95	1	63	50,90	1	63	50,88	1	63	50,86	1	63	50,85	1	63	-	-	-	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,18	2	50	43,13	2	50	43,09	2	50	43,06	2	50	43,04	2	50	43,03	2	50	40,89	2	50	40,72	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	33,08	1	40	33,02	1	40	32,96	1	40	32,93	1	40	32,91	1	40	32,89	1	40	32,99	1	40	32,75	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная		25	1989-1990, 1997	45,89	5	50	45,89	5	50	45,89	5	50	45,89	5	50	45,89	5	50	45,89	5	50	50,39	7	63	50,39	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	18,39	-	-	17,78	-	-	17,23	-	-	16,93	-	-	16,77	-	-	16,64	-	-	18,15	-	-	16,81	-	-
ПС 220 кВ Гольяново		35,5	1979	34,63	-	-	31,67	-	-	29,46	-	-	28,36	-	-	27,79	-	-	27,06	-	-	33,57	-	-	26,5	-	-
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	49,50	1	63	46,05	1	50	43,44	1	50	42,09	1	50	41,38	1	50	40,44	1	50	51,75	1	63	43,42	1	50
ПС 220 кВ Марфино	АО «Энерго-комплекс»	50		52,69	2	63	45,63	-	-	41,37	-	-	39,36	-	-	38,33	-	-	36,99	-	-	53,41	2	63	38,54	-	-
ПС 220 кВ Мещанская		50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,2	-	-	41,68	-	-
ПС 220 кВ Красносельская		50		51,49	2	63	41,61	-	-	35,99	-	-	33,54	-	-	32,33	-	-	30,80	-	-	51,41	3	63	30,43	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				24			19			16			15			13			11			26			12		
Общее количество установленных ТОО, шт.				0			1			1			1			1			1			0			1		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

121

Шаг 2. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 при условии: включена в работу КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, ВТСП ТОУ 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.

В работу включается КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что значения токов КЗ в этом случае на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Бутырки, ПС Владыкино, ПС Гольяново, ПС Красносельская превысят отключающую способность установленных выключателей.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линию КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 5 Ом. При этом значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Бутырки, ПС Владыкино. Дальнейшее повышение сопротивления ТОУ до 10 Ом, 15 Ом и 20 Ом не оказывает достаточного влияния на снижение значения токов КЗ.

При установке ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом на линию КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, потребуется их замена на выключатели с большей отключающей способностью

В таблице 5.2.1.3 представлены подстанции/станции, на которых при включении КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 значения токов КЗ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней (значения токов КЗ, которые меньше отключающей способности установленного выключателя, на величину, не превышающую погрешность расчета, равную 0,5 кА).

Инв. № подл.	Подп. и дата							9763-09-т1.1	Лист
									122
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Таблица 5.2.1.3- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 1. Шаг 2

Вариант №2. Сценарий №1				2020 год																		2025					
				• Шаг 2. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 при условии: ВТСП ТОУ 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2,																							
				включена КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1			ТОУ 5 Ом КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1			ТОУ 10 Ом КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1			ТОУ 15 Ом КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1			ТОУ 20 Ом КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1			включена КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1		
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	I _{откл.} выкл., кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА
				ТЭЦ-23	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	40	1981-1984	58,02	4	63	49,69	4	50	45,03	2	50	43,03	2	50	42,06	2	50	40,83	1	50	56,15	4
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	53,31	3	63	45,94	3	50	41,14	2	50	38,93	-	-	37,82	-	-	37,54	-	-	50,49	3	63	39,17	-	-
		63	2011	65,22	1	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	63,12	2	80	49,24	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	52,39	1	63	51,81	1	63	51,37	1	63	51,15	1	63	51,04	1	63	50,90	1	63	49,74	1	63	48,31	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	44,19	2	50	43,8	2	50	43,47	2	50	43,29	2	50	43,2	2	50	43,08	2	50	41,9	2	50	40,78	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	32,89	1	40	32,89	1	40	32,89	1	40	32,89	1	40	32,89	1	40	32,89	1	40	32,75	1	40	32,75	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	45,89	5	50	45,89	5	50	45,89	5	50	45,89	5	50	45,89	5	50	45,89	5	50	50,39	7	63	50,39	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,48	-	-	16,89	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	35,67	1	40	31,80	-	-	29,29	-	-	28,13	-	-	27,54	-	-	27,06	-	-	34,85	-	-	26,86	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	40,53	1	50	40,49	1	50	40,46	1	50	40,45	1	50	40,45	1	50	40,44	1	50	43,43	1	50	43,43	1	50
ПС 220 кВ Мещанская	АО «Энерго-комплекс»	50		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,64	-	-	41,62	-	-
ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энерго-комплекс»	50		56,15	2	63	42,52	-	-	35,90	-	-	33,33	-	-	32,13	-	-	30,80	-	-	53,97	2	63	30,71	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				21			17			14			12			12			11			23			12		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				1			2			2			2			2			2			1			2		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Лист

123

Шаг 3. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2 при условии: включена в работу КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1.

В работу включается КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что значения токов КЗ в этом случае на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Гольяново, ПС Владыкино, ПС Красносельская, ПС Матвеевская превысят отключающую способность установленных выключателей.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линию КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 5 Ом, При этом значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино. Дальнейшее повышение сопротивления ТОУ до 10 Ом, 15 Ом и 20 Ом не оказывает достаточного влияния на снижение значения токов КЗ.

При установке ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом на линию КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2 значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, потребуется их замена на выключатели с большей отключающей способностью.

Результаты расчетов сведены в таблице Д.1-Д.4 Приложения Д.

В таблице 5.2.1.4 представлены подстанции/станции, на которых при включении КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2 значения токов КЗ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1		

Таблица 5.2.1.4 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 1. Шаг 3

Вариант №2. Сценарий №1				2020 год																		2025 год					
				• Шаг 3. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОО на линии КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2 при условии: ВТСП ТОО сопротивлением 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2 и КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1																							
				включена КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2			ТОО 5 Ом КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2			ТОО 10 Ом КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2			ТОО 15 Ом КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2			ТОО 20 Ом КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2			ТОО 40 Ом КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2			включена КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2			ТОО 40 Ом КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2		
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выкл., кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ТЭЦ-23	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	40	1981-1984	55,96	7	63	50,20	7	63	45,54	6	50	43,21	5	50	41,99	5	50	40,83	3	50	53,3	7	63	41,07	1	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	37,53	-	-	37,48	-	-	37,47	-	-	37,47	-	-	37,48	-	-	37,51	-	-	39,18	-	-	39,14	-	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	50,90	1	63	50,90	1	63	50,90	1	63	50,90	1	63	50,90	1	63	50,90	1	63	-	-	-	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,08	2	50	43,08	2	50	43,08	2	50	43,08	2	50	43,08	2	50	43,08	2	50	40,78	2	50	40,78	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	34,93	2	40	34,35	2	40	33,77	2	40	33,43	2	40	33,25	2	40	33,00	1	40	34,59	2	40	32,85	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	45,91	5	50	45,91	5	50	45,90	5	50	45,90	5	50	45,89	5	50	45,89	5	50	50,41	7	63	50,39	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	18,07	-	-	17,74	-	-	17,34	-	-	17,08	-	-	16,93	-	-	16,7	-	-	17,73	-	-	16,89	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	35,78	1	40	33,35	-	-	30,72	-	-	29,41	-	-	28,69	-	-	27,69	-	-	34,41	-	-	26,86	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	40,44	1	50	40,40	1	50	40,38	1	50	40,39	1	50	40,39	1	50	40,41	1	50	43,45	1	50	43,4	1	50
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50		50,35	2	63	49,13	-	-	48,11	-	-	47,56	-	-	47,26	-	-	46,87	-	-	49,91	2	63	46,63	-	-
ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энерго-комплекс»	50		54,20	3	63	45,43	-	-	38,57	-	-	35,53	-	-	34,02	-	-	32,05	-	-	52,54	3	63	30,72	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				24			18			17			16			16			13			24			12		
Общее количество установленных ТОО, шт.				2			3			3			3			3			3			2			3		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-г1.1

Лист

125

Шаг 4. Включена в работу КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Кожевническая №2, ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2.

В работу включается КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Кожевническая №2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что значения токов КЗ в этом случае на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, ПС Красносельская превысят отключающую способность установленных выключателей.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линии КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом, При этом значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, потребуется их замена на выключатели с большей отключающей способностью.

Результаты расчетов сведены в таблице Д.1-Д.4 Приложения Д.

В таблице 5.2.1.5 представлены подстанции/станции, на которых при включении ТЭЦ-20 - Кожевническая №2 значения токов КЗ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом на линии КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1		

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Колуч	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.2.1.5 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 1. Шаг 4

Вариант №2. Сценарий №1				• Шаг 4											
				2020 год						2025 год					
				включена КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Кожевническая №2			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Кожевническая №2			включена КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Кожевническая №2			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Кожевническая №2		
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ТЭЦ-23	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	40	1981-1984	56,90	6	63	42,14	4	50	57,03	4	63	42,36	2	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	38,91	-	-	37,66	-	-	40,54	1	50	39,27	-	-
ПС 220 кВ Дубининская	АО «ОЭК»	50	2006	50,94	1	63	50,89	1	63	-	-	-	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,13	2	50	43,07	2	50	40,85	2	50	40,77	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	33,01	1	40	33,00	1	40	32,85	1	40	32,85	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	45,91	5	50	45,89	5	50	50,41	7	63	50,4	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	18,33	-	-	16,92	-	-	18,45	-	-	17,08	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	35,21	1	40	27,71	-	-	35,18	1	40	27,67	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	41,52	1	50	40,52	1	50	44,45	1	50	43,5	1	50
ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энерго-комплекс»	50		51,25	2	63	32,09	-	-	51,2	2	63	32,17	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				19			14			19			13		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				3			4			3			4		

9763-09-Г1.1

Шаг 5. Включена в работу КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1, ВТСП ТОУ 40 Ом установлены на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2.

В работу включается КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что расчетные значения уровней токов КЗ в этом случае на шинах 220 кВ ПС Очаково, ТЭЦ-25, ПС Бутырки, ПС Магистральная, ПС Мещанская, ПС Белорусская (проект) превышают отключающую способность серийно выпускаемых выключателей (63 кА).

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линии Белорусская – Бутырки №1 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом. При этом значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, потребуется их замена на выключатели с большей отключающей способностью.

Результаты расчетов сведены в таблице Д.1-Д.4 Приложения Д.

В таблице 5.2.1.6 представлены подстанции/станции, на которых при включении КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1 значения токов КЗ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ 40 Ом на линии КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
		9763-09-т1.1						
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.1.6 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 1. Шаг 5

Вариант №2. Сценарий №1				• Шаг 5											
				2020 год						2025 год					
				включена КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1			включена КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1		
Наименование станции/ подстанции	Принад- лежность	I _{откл.} выкл., кА	Год изготов- ления	Значение тока КЗ за выключателем, кА			Значение тока КЗ за выключателем, кА			Значение тока КЗ за выключателем, кА			Значение тока КЗ за выключателем, кА		
				Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА				
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	73,39	7	80	55,29	-	-	74,21	6	80	55,00	-	-
ТЭЦ-25	ПАО «МОС- ЭНЕРГО»	-	-	65,38	-	-	48,89	-	-	66,13	-	-	48,63	-	-
ТЭЦ-23	ПАО «МОС- ЭНЕРГО»	40	1981- 1984	42,31	4	50	42,13	4	50	42,58	2	50	42,34	2	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	61,69	3	63	37,65	-	-	60,88	4	63	39,31	-	-
		63	2011	74,23	2	80	50,42	-	-	73,72	3	80	49,79	-	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	53,02	1	63	50,98	1	63	50,49	1	63	48,40	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	44,78	2	50	43,17	2	50	42,54	2	50	40,87	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979- 1980, 1984- 1985	33,00	1	40	33,00	1	40	32,85	1	40	32,85	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989- 1990, 1997	49,15	6	50	46,01	5	50	53,51	7	63	50,51	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	16,95	-	-	16,92	-	-	17,11	-	-	17,08	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	27,75	-	-	27,71	-	-	27,82	-	-	27,66	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	41,39	1	50	40,57	1	50	44,85	1	50	43,55	1	50
ПС 220 кВ Магистральная	АО «ОЭК»	63		70,95	3	80	45,72	-	-	71,28	3	80	45,84	-	-
ПС 220 кВ Никулино	АО «Энерго- комплексе»	50		61,70	2	80	46,69	-	-	62,83	2	80	48,16	-	-

9763-09-т1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Код.уч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

9763-09-т.1.1

Вариант №2. Сценарий №1				• Шаг 5											
				2020 год						2025 год					
				включена КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1			включена КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1		
Наименование станции/ подстанции	Принад- лежность	I _{откл.} выкл., кА	Год изготов- ления	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА
ПС 220 кВ Мещанская	АО «Энерго- комплекс»	50		64,47	1	80	45,21	-	-	57,98	1	63	41,7	-	-
ПС 220 кВ Белорусская (проект.)	ПАО «МОЭСК»	63		69,49	2	80	38,81	-	-	69,56	2	80	39,48	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				35			14			35			13		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				4			5			4			5		

Шаг 6. Включена в работу КЛ 220 кВ Белорусская-Магистральная №2, ВТСП ТОУ 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1.

В работу включается КЛ 220 кВ Белорусская-Магистральная №2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что расчетные значения уровней токов КЗ в этом случае на шинах 220 кВ ПС Очаково, ТЭЦ-25, ПС Бутырки, ПС Магистральная, ПС Белорусская (проект) превышают отключающую способность серийно выпускаемых выключателей (63 кА).

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линии КЛ 220 кВ Белорусская-Магистральная №2 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом. При этом значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, потребуется их замена на выключатели с большей отключающей способностью.

Результаты расчетов сведены в таблице Д.1-Д.4 Приложения Д.

В таблице 5.2.1.7 представлены подстанции/станции, на которых при включении КЛ 220 кВ Белорусская-Магистральная №2 значения токов КЗ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом на линии КЛ 220 кВ Белорусская-Магистральная №2. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1		131

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.1.7- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 1. Шаг 6

Вариант №2. Сценарий №1				• Шаг 6											
				2020 год						2025 год					
				включена КЛ 220 кВ Белорусская- Магистральная №2			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Белорусская- Магистральная №2			включена КЛ 220 кВ Белорусская- Магистральная №2			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Белорусская- Магистральная №2		
Наименование станции/подстанц ии	Принад- лежность	Юткл. выкл., кА	Год изготовле ния	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	75,04	7	80	55,99	-	-	75,06	7
ТЭЦ-25	ПАО «МОС- ЭНЕРГО»	-	-	66,58	-	-	49,45	-	-	66,59	-	-	49,17	-	-
ТЭЦ-23	ПАО «МОС- ЭНЕРГО»	40	1981-1984	44,38	4	50	42,32	4	50	44,37	2	50	42,52	2	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	64,04	4	80	38,84	-	-	65,27	4	80	40,5	1	50
		63	2011	64,08	1	80	50,48	-	-	65,3	2	80	49,86	-	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,03	1	63	50,99	1	63	-	-	-	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,23	2	50	43,17	2	50	40,97	2	50	40,88	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК	31,5	1979-1980, 1984-1985	33,56	2	40	33,05	1	40	33,43	2	40	32,89	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	46,08	5	50	46,02	5	50	50,58	7	63	50,52	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	17,28	-	-	16,96	-	-	17,39	-	-	17,11	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	29,06	-	-	27,75	-	-	28,95	-	-	27,78	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	54,13	1	63	41,34	1	50	56,65	1	63	44,32	1	50
ПС 220 кВ Магистральная	АО «ОЭК»	63		69,23	2	80	46,78	-	-	69,56	2	80	46,55	-	-

9763-09-Т.1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Колуч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

9763-09-т1.1

Вариант №2. Сценарий №1				• Шаг 6											
				2020 год						2025 год					
				включена КЛ 220 кВ Белорусская- Магистральная №2			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Белорусская- Магистральная №2			включена КЛ 220 кВ Белорусская- Магистральная №2			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Белорусская- Магистральная №2		
Наименование станции/подстанц ии	Принад- лежность	Юткл. выкл., кА	Год изготовле ния	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 220 кВ Марфино	АО «Энерго- комплекс»	50		61,42	3	63	38,23	-	-	62,47	3	80	39,77	-	-
ПС 220 кВ Белорусская (проект,)	ПАО «МОЭСК»	63		65,81	2	80	38,71	-	-	66,45	2	80	39,5	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				36			14			36			14		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				5			6			5			6		

Шаг 7. Включена в работу КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, ВТСП ТОУ 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2.

В работу включается КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что значения токов КЗ в этом случае на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, ПС Ваганьковская превысят отключающую способность установленных выключателей.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линии КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом. При этом значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, потребуется их замена на выключатели с большей отключающей способностью.

Результаты расчетов сведены в таблице Д.1-Д.4 Приложения Д.

В таблице 5.2.1.8 представлены подстанции/станции, на которых при включении КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 значения токов КЗ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ 40 Ом на линии КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1		134

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.1.8 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 1. Шаг 7

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата	• Шаг 7															
						2020 год						2025 год									
						включена КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1			включена КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1						
Наименование станции/подста нции	Принад лежность	Юткл. выкл ., кА	Год изготовле ния	Значени е тока КЗ за выключ ателем, кА	Кол-во выключ ателей на замену, шт	Рекомен дуемое значение Юткл. выключ ателя, кА	Значени е тока КЗ за выключ ателем, кА	Кол-во выключ ателей на замену, шт	Рекомен дуемое значение Юткл. выключ ателя, кА	Значени е тока КЗ за выключ ателем, кА	Кол-во выключ ателей на замену, шт	Рекомен дуемое значение Юткл. выключ ателя, кА	Значени е тока КЗ за выключ ателем, кА	Кол-во выключ ателей на замену, шт	Рекоменду емое значение Юткл. выключат еля, кА						
						ТЭЦ-23	ПАО «МОС- ЭНЕРГО»	40	1981-1984	42,32	5	50	42,32	4	50	42,52	2	50	42,52	2	50
						ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	38,88	-	-	38,88	-	-	40,5	1	50	40,5	1	50
						ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,06	1	63	50,99	1	63	-	-	-	-	-	-
						ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,23	2	50	43,17	2	50	40,93	2	50	40,88	2	50
						ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979- 1980, 1984-1985	33,06	1	40	33,04	1	40	32,91	1	40	32,89	1	40
						ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989- 1990, 1997	46,02	5	50	46,02	5	50	50,52	7	63	50,52	7	63
						ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	16,96	-	-	16,96	-	-	17,11	-	-	17,11	-	-
						ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	28,13	-	-	27,76	-	-	27,78	-	-	27,78	-	-
						ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	41,36	2	50	41,34	1	50	44,34	1	50	44,32	1	50
						ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго- комплекс»	50		50,16	2	63	35,48	-	-	49,73	2	63	35,00	-	-
						Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				18			14			16			14		
						Общее количество установленных ТОУ, шт.				6			7			6			7		

9763-09-т1.1

Шаг 8. Включена в работу КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, ВТСП ТОУ 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1.

В работу включается КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что значения токов КЗ в этом случае на шинах 220 кВ ПС Очаково, ТЭЦ-23, ПС Владыкино, ПС Ваганьковская, ПС Никулино превысят отключающую способность установленных выключателей.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линии КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом. При этом значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, потребуется их замена на выключатели с большей отключающей способностью.

Результаты расчетов сведены в таблице Д.1-Д.4 Приложения Д.

В таблице 5.2.1.9 представлены подстанции/станции, на которых при включении КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2 значения токов КЗ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ 40 Ом на линии КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1		

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.1.9 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2.Сценарий 1. Шаг 8

Вариант №2, Сценарий №1				• Шаг 8											
				2020 год						2025 год					
				включена КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2			включена КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2		
Наименование станции/ подстанции	Принад- лежность	Юткл. выкл., кА	Год изготовле- ния	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	63,85	1	80	56,00	-	-	66,1	2	80	55,69	-	-
ТЭЦ-25	ПАО «МОС- ЭНЕРГО»	-	-	56,46	-	-	49,47	-	-	58,45	-	-	49,18	-	-
ТЭЦ-23		40	1981-1984	42,35	5	50	42,33	4	50	42,54	2	50	42,52	2	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	38,97	-	-	38,89	-	-	40,59	1	50	40,52	1	50
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,00	1	63	50,99	1	63	-	-	-	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,19	2	50	43,18	2	50	40,9	2	50	40,89	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	33,04	1	40	33,04	1	40	32,89	1	40	32,89	1	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50		-	-	-	-	-	-	61,00	4	63	35,25	-	-
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	51,78	7	50	46,16	5	50	56,1	7	63	50,67	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	16,96	-	-	16,96	-	-	17,11	-	-	17,11	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	28,32	-	-	27,84	-	-	27,8	-	-	27,78	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	41,43	2	50	41,36	1	50	44,41	2	50	44,34	1	50
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго- комплекс»	50		57,18	2	63	36,53	-	-	57,69	3	63	36,04	-	-
ПС 220 кВ Никудино	АО «Энерго- комплекс»	50		57,96	2	63	46,89	-	-	61,01	4	63	48,37	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				23			14			28			14		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				7			8			7			8		

9763-09-т.1.1

Шаг 9. Включена в работу КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1, ВТСП ТОУ 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2.

Включение КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1, №2 в работу с целью повышения надежности работы энергосистемы г. Москвы и Московской области требует технических решений, направленных на снижения значений токов КЗ на шинах 220 кВ ПС 220/110 кВ Восточная, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС Владыкино, ТЭЦ-23, в частности установка ТОУ на объектах сети, определенных и подтвержденных с помощью необходимых расчетов.

Рассмотрено несколько возможных объектов применения ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом в данном районе:

- ШСЭВ 220 кВ ПС Восточная;
- ЭВ КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1;
- ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1, №2.

Результаты расчетов сведены в таблице Д.1-Д.4 Приложения Д.

В таблице 5.2.1.10 представлены подстанции/станции, на которых при включении КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1 значения токов КЗ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при попеременной установке ВТСП ТОУ 40 Ом в цепь ШСЭВ 220 кВ ПС Восточная, на линии КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1, на линии КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей.

Как показали расчеты, наиболее эффективна установка ВТСП ТОУ 40 Ом на линии КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1.

Инв. № подл.	Подп. и дата							9763-09-Т1.1	Лист
									138
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.1.10 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2.Сценарий 1. Шаг 9

Изм.	Копия	Лист	№ док	Подп.	Дата	• Шаг 9																						
						Вариант №2. Сценарий №1																						
						2020 год															2025 год							
						включена КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1			ТОУ 40 Ом ШСЭВ 220 кВ ПС Восточная			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1			ТОУ 40 Ом КЛ 220кВ Абрамово – Горьковская №1			включена КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1			ТОУ 40 Ом КЛ 220кВ Абрамово – Горьковская №1							
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Иоткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл.	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл.	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл.	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл.	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл.	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл.	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА							
							ТЭЦ-23	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	40	1981-1984	46,59	5	50	46,79	5	50	42,73	4	50	42,80	4	50	46,7	3	50	42,97	2	50
							ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	39,43	-	-	39,46	-	-	38,98	-	-	38,97	-	-	41,03	1	50	40,59	1	50
							ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,02	1	63	51,03	1	63	50,99	1	63	50,99	1	63	-	-	-	-	-	-
							ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,21	2	50	43,22	2	50	43,18	2	50	43,18	2	50	40,93	2	50	40,89	2	50
							ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	33,05	1	40	33,08	1	40	33,08	1	40	33,04	1	40	32,89	1	40	32,89	1	40
							ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	46,16	5	50	46,17	5	50	46,17	5	50	46,16	5	50	50,68	7	63	50,67	7	63
							ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	26,28	1	40	26,91	1	40	17,98	-	-	17,87	-	-	26,4	1	40	17,99	-	-
							ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	27,92	-	-	27,85	-	-	27,78	-	-	27,85	-	-	27,58	-	-	27,79	-	-
							ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	41,78	1	50	41,80	1	50	41,42	1	50	41,42	1	50	44,74	1	50	44,39	1	50
							ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40		41,25	1	50	42,99	2	50	36,83	-	-	36,47	-	-	41,41	1	50	34,15	-	-
							Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				17			18			14			14			17			14		
							Общее количество установленных ТОУ, шт.				8			9			9			9			8			9		

9763-09-Т1.1

Шаг 10. Включена в работу КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2, ВТСП ТОУ 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1.

В работу включается КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что значения токов КЗ в этом случае на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, ПС Восточная, ПС Иловайская превысят отключающую способность установленных выключателей.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линиях КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом. При этом значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС Владыкино, потребуется их замена на выключатели с большей отключающей способностью.

Результаты расчетов сведены в таблице Д.1-Д.4 Приложения Д.

В таблице 5.2.1.11 представлены подстанции/станции, на которых при включении КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2 значения токов КЗ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ 40 Ом на линии КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей.

Инв. № подл.						9763-09-т1.1	Лист
							140
Подп. и дата							
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.1.11- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 1. Шаг 10

Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Пош.	Дата	• Шаг 10															
						2020 год						2025 год									
						Вариант №2. Сценарий №1				включена КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2			включена КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2			ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2		
						Наименование станции/ подстанции	Принад- лежность	Тоткл. выкл., кА	Год изготовле- ния	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Тоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Тоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Тоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение Тоткл. выключателя, кА
						ТЭЦ-23	ПАО «МОС- ЭНЕРГО»	40	1981-1984	42,81	4	50	42,80	4	50	42,98	2	50	42,97	2	50
						ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	38,97	-	-	38,97	-	-	40,59	1	50	40,59	1	50
						ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	50,99	1	63	50,99	1	63	-	-	-	-	-	-
						ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,18	2	50	43,18	2	50	40,89	2	50	40,89	2	50
						ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979- 1980, 1984-1985	33,05	1	40	33,04	1	40	32,89	1	40	32,89	1	40
						ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989- 1990, 1997	46,16	5	50	46,16	5	50	50,68	7	63	50,67	7	63
						ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	40,86	2	50	37,56	-	-	40,5	2	50	37,03	-	-
						ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	23,38	-	-	23,38	-	-	17,99	-	-	17,99	-	-
						ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	27,85	-	-	27,85	-	-	27,81	-	-	27,79	-	-
						ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	41,42	1	50	41,42	1	50	44,4	1	50	44,39	1	50
						ПС 220 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40		43,86	3	50	36,81	-	-	42,34	3	50	34,5	-	-
						Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.			19			14			19			14			
						Общее количество установленных ТОУ, шт.			9			10			9			10			

9763-09-Т.1.1

Для возможности замыкания транзитов напряжением 220 кВ в ЦАО г. Москвы потребуется установка 10 штук ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом на все включаемые линии:

- КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1, 2;
- КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
- КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2;
- КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1;
- КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2;
- КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2.,

При этом в районе ЦАО г. Москвы потребуется замена 14 выключателей на шинах 220 кВ ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Щедрино.

Количество выключателей на шинах 220 кВ требующих замены приведено в таблице 5.2.1.12.

В таблице 5.2.1.12 приведены данные по выключателям, установленных на перечисленных объектах, замена которых потребуется при реализации всех рассмотренных шагов Сценария 1 Варианта 2.

Инв. № подл.						9763-09-т1.1	Лист
							142
Подп. и дата							
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Таблица 5.2.1.12 - Данные по выключателям, замена которых потребуется при реализации всех рассмотренных шагов Сценария 1 Варианта 2

Вариант №2.Сценарий №1				Шаг 1				Шаг 2				Шаг 3				Шаг 4				Шаг 5			
				ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2				ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1				ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Красносельская–Кожевническая№2				ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Кожевническая №2				ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Белорусская- Бутырки №1			
				2020 год		2025 год		2020 год		2025		2020 год		2025 год		2020 год		2025 год		2020 год		2025 год	
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	I _{откл.} выкл., кА	Год изготовления	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА		
ТЭЦ-23	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	40	1981-1984	1	50	1	50	1	50	1	50	3	50	1	50	4	50	2	50	4	50	2	50
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				11		12		11		12		13		12		14		13		14		13	
Общее количество установленных ТОУ, шт.				1				2				3				4				5			

Продолжение таблицы 5.2.1.12

Вариант №2. Сценарий №1				Шаг 6				Шаг 7				Шаг 8				Шаг 9				Шаг 10			
				ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Белорусская- Магистральная №2				ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1				ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2				ТОУ 40 Ом КЛ 220кВ Абрамово – Горьковская №1				ТОУ 40 Ом КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2			
				2020 год		2025 год		2020 год		2025 год		2020 год		2025 год		2020 год		2025 год		2020 год		2025 год	
Наименование станции/подстанции	Принадлежность	I _{откл.} выкл., кА	Год изготовления	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА		
ТЭЦ-23	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	40	1981-1984	4	50	2	50	4	50	2	50	4	50	2	50	4	50	2	50	4	50	2	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	-	-	1	50	-	-	1	50	-	-	1	50	-	-	1	50	-	-	1	50
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				14		14		14		14		14		14		14		14		14		14	
Общее количество установленных ТОУ, шт.				6				7				8				9				10			

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колуч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	-------	------	-------	-------	------

9763-09-г1.1

Лист

143

Для Варианта 2 Сценария 1 были проведены расчеты электрических режимов на 2020 и 2025 годы для зимнего и летнего максимума нагрузок рабочего дня. Результаты электрических расчетов представлены в Главе 6.

В таблицах 5.2.1.13-5.2.1.14 представлены данные по потерям активной мощности в электрической сети напряжением 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы для этого варианта.

По данным приведенным в таблицах 5.2.1.13-5.2.1.14 можно сделать вывод о том, что замыкание транзитов напряжением 220 кВ в ЦАО г. Москвы с установкой 10 штук ВТСП ТОО сопротивлением 40 Ом на все включаемые линии, не дает увеличения потерь активной мощности в электрической сети.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.1.13- Потери в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы на 2020 год при пошаговой установке ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 1

Вариант 2. Сценарий 1											
Потери активной мощности, МВт											
	Нормальная схема работы при секционировании сети на 2020 год	Шаг 1 (1 ТОУ)	Шаг 2 (2 ТОУ)	Шаг 3 (3 ТОУ)	Шаг 4 (4 ТОУ)	Шаг 5 (5 ТОУ)	Шаг 6 (6 ТОУ)	Шаг 7 (7 ТОУ)	Шаг 8 (8 ТОУ)	Шаг 9 (9 ТОУ)	Шаг 10 (10 ТОУ)
Режим зимнего максимума нагрузок 2020 г.	81,87	81,95	81,94	81,99	81,93	82,07	82,11	82,15	81,87	82,16	82,14
Режим летнего максимума нагрузок 2020 г.	95,00	94,71	94,83	95,23	95,49	95,19	95,23	95,18	94,63	93,75	93,79

Таблица -5.2.1.14 Потери в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы на 2025 год при пошаговой установке ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 1

Вариант 2. Сценарий 1											
Потери активной мощности, МВт											
	Нормальная схема работы при секционировании сети на 2025 год	Шаг 1 (1 ТОУ)	Шаг 2 (2 ТОУ)	Шаг 3 (3 ТОУ)	Шаг 4 (4 ТОУ)	Шаг 5 (5 ТОУ)	Шаг 6 (6 ТОУ)	Шаг 7 (7 ТОУ)	Шаг 8 (8 ТОУ)	Шаг 9 (9 ТОУ)	Шаг 10 (10 ТОУ)
Режим зимнего максимума нагрузок 2025 г.	109,80	109,74	109,70	109,62	109,37	109,84	109,84	109,70	109,58	109,53	108,97
Режим летнего максимума нагрузок 2025 г.	103,60	103,33	103,18	103,43	103,54	103,47	103,50	103,39	103,10	103,21	102,71

9763-09-т1.1

Для оценки экономического эффекта были произведены пошаговые расчеты капиталовложений, которые включают в себя:

- расчет стоимости выключателей, подлежащих замене при ликвидации точки деления сети в связи с ростом токов КЗ на шинах подстанций и станций (при выполнении расчета затраты на замену выключателей учитывались без замены КРУЭ и с заменой КРУЭ (всего или секции) на подстанциях/станциях);
- расчет капитальных затрат на установку ВТСП ТОУ.

В таблице 5.2.1.15 приведены данные по капитальным вложениям, рассчитанные по шагам.

Оценка капитальных затрат выполнена по сборнику «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-1150 кВ» для электросетевых объектов ОАО «ФСК ЕЭС», утвержденных Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 21.10.2014 № 477.

Расчеты выполнены в базовых ценах 2000 г. и учитывают НДС. При пересчете стоимости в текущие цены использованы индексы изменения сметной стоимости текущих цен по капитальным вложениям в отрасль «Электроэнергетика» на 01.06.16 г., как рекомендованные к применению Минстроем России (Письмо №31523-ХМ/09 от 27.09.2016 г.)

Выводы по Варианту 2 Сценарий 1.

В данном варианте применялся метод поэтапного включения в работу линий 220 кВ ЦАО г. Москвы, отключенных из-за высоких значений токов КЗ.

Для определения оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ выбран метод итерационного расчета с шагом изменения сопротивления 5 Ом, примененный при установке ВТСП ТОУ на линиях КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2. Расчеты показали, что при замыкании этих линий оптимальным значением величины сопротивления является 40 Ом.

По полученным результатам рекомендуются следующие места установки 10 штук ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом каждый:

- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Кожевническая – Красносельская №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Магистральная – Белорусская №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

При этом на шинах 220 кВ подстанций и станций рассматриваемого района - ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино - значения токов КЗ превысили отключающую способность установленных выключателей. Потребуется замена

Инв. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

14 штук выключателей на выключатели с большей отключающей способностью, при этом необходимо отметить, что выключатели отслужили нормативный срок службы (25 лет).

Исходя из результатов, представленных в таблице 5.2.1.15, следует, что для реализации варианта замкнутой работы транзита 220 кВ ЦАО г. Москвы без установки ВТСП ТОУ потребуются капитальные затраты (с учетом замены КРУЭ на подстанции/станции) порядка 72,84 млрд. руб., тогда как с учетом установки ВТСП ТОУ необходимые капитальные затраты составят: при реализации в 2020 году – 20,53 млрд. руб, при реализации в 2025 год – 21,41 млрд. руб. (с учетом замены КРУЭ на подстанциях).

На рис. 5.2.1.1 схематично представлена расстановка ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 1 с указанием полученных расчетных значений токов КЗ на шинах 220 кВ станций/подстанций ЦАО г. Москвы.

В этом варианте были рассмотрены возможные объекты применения ВТСП ТОУ для решения задачи ограничения токов короткого замыкания согласно списку, направленному в адрес ЗАО «СуперОКС» письмом АО «СО ЕЭС» от 17.03.2016 №Н14-19-3230 (Приложение №2 к настоящему Техническому заданию).

Рассмотрено применение ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом:

1. ШСЭВ 220 кВ ПС Бутырки;
2. ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.

Проведенные расчеты показали, что наиболее эффективна установка ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.

Рассмотрено применение ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом:

- ШСЭВ 220 кВ ПС Восточная;
- ЭВ КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1;
- ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1, №2.

Как показали расчеты, наиболее эффективна установка ВТСП ТОУ 40 Ом на линии КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1.

Инв. № подл.						9763-09-т1.1	Лист
							147
Подп. и дата							
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Таблица 5.2.1.15 Пошаговый расчет капитальных затрат необходимых для реализации Варианта 2 Сценария 1

Вариант 2 Сценарий 1																
Шаг	Описание	Сопротивление установленного ТОУ на рассматриваемой ЛЭП 220 кВ, Ом	2020 год							2025 год						
			Кол-во выключателей на замену, шт.	Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.	Кап. затраты на замену выключателей без КРУЭ, млн. руб.	Кол-во установл. ТОУ 40 Ом, шт.	Кап. затраты на установку ТОУ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты без учета замены КРУЭ, млн. руб.	Количество выключателей на замену, шт.	Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.	Кап. затраты на замену выключателей без КРУЭ, млн. руб.	Кол-во установл. ТОУ 40 Ом, шт.	Кап. затраты на установку ТОУ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты без учета замены КРУЭ, млн. руб.
Шаг 1	Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2	-	24	7 962,28	4 744,39	-	-	7 962,28	4 744,39	26	7 671,22	5 023,59	-	-	7 671,22	5 023,59
		5	19	5 807,74	3 537,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		10	16	5 518,93	3 104,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		15	15	5 374,52	2 960,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		20	13	3 856,62	2 546,98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		40	11	3 567,81	2 258,17	1	1 620,22	5 188,03	3 878,39	12	3 276,75	2 376,91	1	1 620,22	4 896,97	3 997,13
	ВТСП ТОУ 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.															
Шаг 2	Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1	-	21	7 061,01	4 343,26	1	1 620,22	8 681,23	5 963,48	23	7 058,76	4 924,57	1	1 620,22	8 678,98	6 544,79
		5	17	5 230,11	3 249,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		10	14	4 941,30	2 815,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		15	12	3 712,21	2 402,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		20	12	3 712,21	2 402,57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		40	11	3 567,81	2 258,17	2	3 240,45	6 808,26	5 498,62	12	3 276,75	2 376,91	2	3 240,45	6 517,20	5 617,36
	ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом установлен на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2 и КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1.															
Шаг 3	Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на линии КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2	-	24	7 104,48	4 597,52	2	3 240,45	10 344,93	7 837,97	24	6 217,50	4 440,81	2	3 240,45	9 457,95	7 681,26
		5	18	4 642,83	3 333,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		10	17	4 386,11	3 076,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		15	16	4 241,70	2 932,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		20	16	4 241,70	2 932,06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		40	13	3 856,62	2 546,98	3	4 860,67	8 717,29	7 407,65	12	3 276,75	2 376,91	3	4 860,67	8 137,42	7 237,58
Шаг 4	Включена КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Кожевническая №2	-	19	5 642,13	3 737,51	3	4 860,67	10 502,80	8 598,18	19	6 604,95	4 335,03	3	4 860,67	11 465,62	9 195,70
		40	14	4 001,03	2 691,39	4	6 480,89	10 481,92	9 172,28	13	3 421,15	2 521,32	4	6 480,89	9 902,04	9 002,21
Шаг 5	Включена КЛ 220 кВ Белорусская-Бутырки №1	-	35	16 402,15	9 636,23	4	6 480,89	22 883,04	16 117,12	35	17 172,32	9 604,14	4	6 480,89	23 653,21	16 085,03
		40	14	4 001,03	2 691,39	5	8 101,12	12 102,15	10 792,51	13	3 421,15	2 521,32	5	8 101,12	11 522,27	10 622,44
Шаг 6	Включена КЛ 220 кВ Белорусская-Магистральная №2	-	36	19 694,15	9 526,66	5	8 101,12	27 795,27	17 627,78	36	17 028,41	10 158,85	5	8 101,12	25 129,53	18 259,97
		40	14	4 001,03	2 691,39	6	9 721,34	13 722,37	12 412,73	14	4 650,24	2 790,13	6	9 721,34	14 371,58	12 511,47
Шаг 7	Включена КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1	-	18	5 591,74	3 423,03	6	9 721,34	15 313,08	13 144,37	16	5 663,33	3 232,96	6	9 721,34	15 384,67	12 954,30
		40	14	4 001,03	2 691,39	7	11 341,56	15 342,59	14 032,95	14	4 650,24	2 790,13	7	11 341,56	15 991,80	14 131,69
Шаг 8	Включена КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2	-	23	10 944,03	4 647,24	7	11 341,56	22 285,59	15 988,80	28	13 269,18	5 878,76	7	11 341,56	24 610,74	17 220,32
		40	14	4 001,03	2 691,39	8	12 961,79	16 962,82	15 653,18	14	4 650,24	2 790,13	8	12 961,79	17 612,03	15 751,92
Шаг 9	Включена КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1	-	17	4 610,10	3 300,46	8	12 961,79	17 571,89	16 262,25	17	5 259,31	3 399,20	8	12 961,79	18 221,10	16 360,99
		40 Ом на ШСВ 220 кВ ПС Восточная	18	4 754,51	3 444,87	9	14 582,01	19 336,52	18 026,88	-	-	-	-	-	-	-
		40 Ом на КЛ 220 кВ Восточная-Абрамово №1	14	4 001,03	2 787,68	9	14 582,01	18 583,04	17 369,69	-	-	-	-	-	-	-
		40	14	4 001,03	2 691,39	9	14 582,01	18 583,04	17 273,40	14	4 650,24	2 790,13	9	14 582,01	19 232,25	17 372,14
Шаг 10	Включена КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2	-	19	5 479,11	3 647,34	9	14 582,01	20 061,12	18 229,35	19	6 128,32	3 746,09	9	14 582,01	20 710,33	18 328,10
		40	14	4 001,03	2 691,39	10	16 202,24	20 203,27	18 893,63	14	4 650,24	2 790,13	10	16 202,24	20 852,48	18 992,37

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-г1.1

Лист

148

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	Код.уч	Лист	№ док	Подп.	Дата

9763-09-Т.1.1

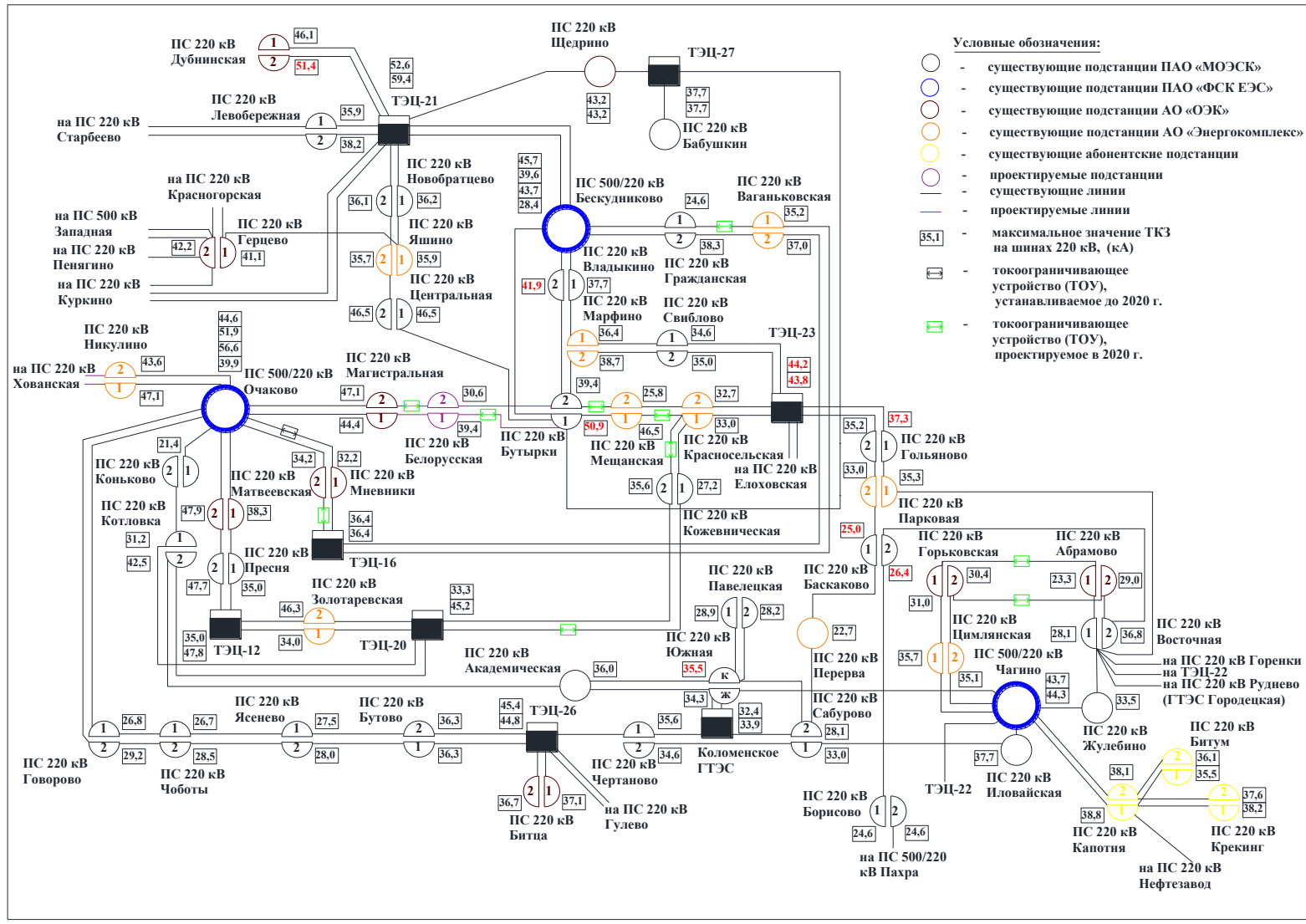


Рис. 5.2.1.1. Схема расстановки ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценария 1 с указанием полученных расчетных значений токов КЗ на шинах 220 кВ станций/подстанций ЦАО г. Москвы.

5.2.2 Изменение топологии сети путем замыкания всех линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с постепенным подбором мест расстановки ВТСП ТОУ (акцент на район, прилегающий к ПС 220/110 кВ Бутырки) (Сценарий 2)

В Сценарии 2 все отключенные линии по токам КЗ транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы включаются в работу. Анализ работы электрической сети при такой конфигурации приведен выше в Главе 6.

Затем последовательно происходит расстановка ВТСП ТОУ на подстанциях и станциях этого района. В этом сценарии основным местом расстановки ТОУ являются линии, отходящие от ПС 220/110 кВ Бутырки.

Ниже приведена пошаговая последовательность проведенных расчетов токов КЗ для Сценария 2.

- **Шаг 1.** Включены в работу 10 транзитов 220 кВ ЦАО г. Москвы:
 - КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1, №2;
 - КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1;
 - КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
 - КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
 - КЛ 220 кВ Кожевническая – Красносельская №2;
 - КЛ 220 кВ Магистральная – Белорусская №2;
 - КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
 - КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2;
 - КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №1.
- **Шаг 2.** + установка двух ВТСП ТОУ по 40 Ом: на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1 и КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.
- **Шаг 3.** + установка двух ВТСП ТОУ по 40 Ом: на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1 и КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №2.
- **Шаг 4.** + установка ВТСП ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2.
- **Шаг 5.** + установка двух ВТСП ТОУ по 40 Ом: на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №1 и КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №2.
- **Шаг 6.** + установка двух ВТСП ТОУ по 40 Ом: на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1 и КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №2.
- **Шаг 7.** + установка ВТСП ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

Результаты расчетов по сценарию 2 на 2020 и 2025 года приведены в Таблицах Е.1 – Е.4 (см. Приложение Е).

- **Шаг 1.** Включены в работу 10 транзитов:
 - КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1, №2;
 - КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1;
 - КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
 - КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
 - КЛ 220 кВ Кожевническая – Красносельская №2;

Инв. № подл.	Подп. и дата						9763-09-т1.1	Лист
								150
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

Марфино, ПС 220 кВ Никулино, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220/110 кВ Восточная и на ПС 220 кВ Белорусская (проектируемая) уровень токов КЗ превышает 63 кА.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице Е.2, Е.4 (см. Приложение Е) и таблице 5.2.2. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей.

Инв. № подл.	Подп. и дата						Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1	

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.2.1 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 2. Шаг 1

Вариант №2.Сценарий №2				• Шаг 1. Включены в работу 10 транзитов					
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	2020 год			2025 год		
				Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	80,18	19	более 80	80,24	20	более 80
ПС 500/220/110 кВ Бескудниково		63	2008	64,12	1	80	64,53	3	80
ТЭЦ-25	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	-	-	71,4	-	-	71,42	-	-
ТЭЦ-16		63		74,89	5	80	75,35	5	80
ТЭЦ-20		63		68,14	5	80	67,36	4	80
ТЭЦ-21		63	2006-2009	63,56	6	80	-	-	-
ТЭЦ-23		40	1981-1984	78,22	10	80	75,48	10	80
		63	2009-2011	76,54	5	80	73,84	4	80
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	87,22	7	более 80	85,04	7	более 80
		63	2011	99,74	3+2проект.	более 80	95,37	3+2проект.	более 80
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	54,41	4	63	51,83	1	63
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	45,9	2	50	43,68	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	36,61	3	40	36,45	2	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50	2012-2014	71,15	4	80	72,04	5	80
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	55,88	7	63	59,94	7	63
ПС 220/110 кВ Центральная		63	2013	75,36	5	80	72,69	5	80
ПС 220 кВ Иловайская		40	1996	40,93	2	50	40,11	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	27,92	1	40	27,95	1	40
ПС 220 кВ Кожевническая		63	2015	68,92	2	80	67,36	2	80
ПС 220/110 кВ Елоховская		40	2007	43,32	2	50	42,99	1	50
ПС 220 кВ Золотаревская		АО «Энерго-комплекс»	63		63,43	2	80	62,87	2
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	42,83	2	50	42,37	2	50
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	61,79	2	63	65,51	2	80
ПС 220/110 кВ Гражданская		63		60,86	-	-	61,04	-	-
ПС 220 кВ Левобережная		40	2006	40,43	1	50	-	-	-

9763-09-Т.1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол.ч	
Лист	
№ док	
Пош.	
Дата	

9763-09-т.1.1

154

Лист

Вариант №2.Сценарий №2				• Шаг 1. Включены в работу 10 транзитов					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 220 кВ Магистральная	АО «ОЭК»	63	2007	79,6	5	более 80	79,12	5	более 80
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50	2006	59,31	2	63	58,87	2	63
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50		72,81	4	80	73,21	4	80
ПС 220 кВ Марфино		50		79,44	3	более 80	79,83	3	более 80
ПС 220 кВ Никулино		50		66,34	4	80	67,03	4	80
ПС 220 кВ Парковая		50		52,38	2	63	52,07	2	63
ПС 220 кВ Мещанская		50		61,08	1	63	54,49	1	63
ПС 220 кВ Красносельская		50		86,83	9	более 80	82,65	8	более 80
ПС 220 кВ Белорусская (проект.)		ПАО «МОЭСК»	63		80,33	4	более 80	79,25	4
ПС 220/110 кВ Восточная	40		2002-2003	43,85	4	50	43,85	4	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					140			129	
Общее количество установленных ТОУ, шт.					0			0	

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	Кол.ч	Лист	№ док	Подп.	Дата

Таблица 5.2.2.2 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 2. Шаг 2

Вариант №2. Сценарий №2				• Шаг 2					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Иоткл. выкл. юча теля, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Иоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Иоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выключателя, кА
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	77,18	18	80	77,07	18	80
ТЭЦ-25	ПАО «МОСЭНЕРГО»	-	-	68,48	-	-	68,37	-	-
ТЭЦ-16		63		74,6	5	80	75,05	5	80
ТЭЦ-20		63		61,83	-	-	60,73	-	-
ТЭЦ-23		40	1981-1984	63,41	10	80	63,26	10	80
		63	2009-2011	61,58	-	-	61,46	-	-
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	65,73	7	80	67,09	7	80
		63	2011	74,44	3+2проект.	80	73,79	3+2проект.	80
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	53,12	1	63	50,61	1	63
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	44,89	2	50	42,66	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	35,32	2	40	35,01	2	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50		70,89	5	80	71,77	5	80
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	55,42	7	63	59,58	7	63
ПС 220 кВ Иловайская		40	1996	40,91	2	50	40,09	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	27,26	1	40	27,33	1	40
ПС 220/110 кВ Елоховская		40	2007	38,01	-	-	37,92	-	-
ПС 220 кВ Гольяново		35,5	1979	36,55	2	40	35,93	2	40
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	55,29	2	63	58,68	2	63
ПС 220/110 кВ Гражданская		63		60,68	-	-	60,86	-	-
ПС 220 кВ Магистральная	АО «ОЭК»	63	2007	70,76	5	80	72,04	5	80
ПС 220 кВ Матвеевская		50	2006	59,15	2	63	58,8	2	63

9763-09-т.1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол.ч.ч	
Лист	
№ док	
Пош.	
Дата	

9763-09-т.1.1

156 Лист

Вариант №2. Сценарий №2				• Шаг 2					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Иоткл. выкл. юча теля, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Иоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Иоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выключателя, кА
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50		72,56	4	80	72,95	4	80
ПС 220 кВ Марфино		50		63,09	3	80	64,28	3	80
ПС 220 кВ Никулино		50		63,29	4	80	66,45	4	80
ПС 220 кВ Красносельская		50		55,19	5	63	54,41	5	63
ПС 220 кВ Белорусская (проект.)	ПАО «МОЭСК»	63		69,86	4	80	70,04	4	80
ПС 220/110 кВ Восточная		40	2002-2003	43,94	4	50	42,94	4	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				100			100		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				2			2		

Как видно из таблицы 5.2.2.2, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 2 штук ТОУ снизилось до 100 штук (на 40 штук в 2020 году и на 29 штук в 2025 году).

• **Шаг 3.** На этом этапе предлагается дополнительно установить два ТОУ: на КЛ 220 кВ кВ Бутырки – Белорусская №1 и КЛ 220 кВ кВ Бутырки – Белорусская №2. Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1, №2.

Результаты расчетов токов КЗ на шинах подстанций приведены в таблице Е.1 и Е.3 (см. Приложение Е).

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на ПС 500/220/110 кВ Очаково, ТЭЦ-25, ТЭЦ-16, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220 кВ Мневники, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220/110 кВ Гражданская, ПС 220 кВ Матвеевская, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220 кВ Никулино, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220/110 кВ Восточная.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице Е.2, Е.4 (см. Приложение Е) и таблице 5.2.2.3. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	Подп. и дата							9763-09-т1.1	Лист
									157
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Пошл.	Дата

Таблица 5.2.2.3- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 2. Шаг 3

Вариант №2. Сценарий №2				• Шаг 3					
Наименование ПС	Принадлежность	I откл. выключателя, кА	Год изготовления	2020			2025		
				Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	69,86	4	80	72,06	5	80
ТЭЦ-25	ПАО «МОСЭНЕРГО»	-	-	61,82	-	-	63,74	-	-
ТЭЦ-16		63		74,2	5	80	74,67	5	80
ТЭЦ-23		40	1981-1984	61,75	10	80	61,79	10	80
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	50,19	1	63	42,29	1	50
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,15	1	63	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,37	2	50	41,09	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	35,04	2	40	34,71	2	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50	2012-2014	70,31	5	80	71,19	5	80
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	52,96	7	63	57,31	7	63
ПС 220 кВ Иловайская		40	1996	40,9	2	50	40,09	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	27,17	1	40	27,26	1	40
ПС 220/110 кВ Елоховская		40	2007	37,13	-	-	37,15	-	-
ПС 220 кВ Гольяново		35,5	1979	36,48	2	40	35,18	2	40
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	44,26	2	50	45,1	2	50
ПС 220/110 кВ Гражданская		63		60,47	-	-	60,66	-	-
ПС 220 кВ Матвеевская		АО «ОЭК»	50	2006	51	2	63	50,55	2
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50		72,21	4	80	72,61	4	80
ПС 220 кВ Никулино		50		62,04	2	63	65,07	4	80
ПС 220 кВ Красносельская		50		54,87	5	63	53,85	5	63
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	43,94	4	50	42,84	4	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				61			63		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				4			4		

9763-09-Т.1.1

Как видно из таблицы 5.2.2.3, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 4 штук ТОУ снизилось:

- на уровне 2020 года - со 100 до 61 штук (на 39 штук);
- на уровне 2025 года – со 100 до 63 штук (на 37 штук).

- **Шаг 4.** Четвертый шаг включает в себя дополнительную установку ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2. Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1, №2; на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1, №2.

Результаты расчетов токов КЗ на шинах подстанций приведены в таблице Е.1, Е.3 (см. Приложение Е).

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Матвеевская, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220/110 кВ Восточная.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице Е.2, Е.4 (см. Приложение Е) и таблице 5.2.2.4. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1		

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	Кол-во	Лист	№ док	Пош.	Дата

Таблица 5.2.2.4 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 2. Шаг 4

Вариант №2. Сценарий №2				• Шаг 4					
Наименование ПС	Принадлежность	I откл. выключателя, кА	Год изготовления	2020			2025		
				Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА
ТЭЦ-23	ПАО «МОСЭНЕРГО»	40	1981-1984	61,78	10	63	61,79	10	63
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	39,69	1	50	42,19	1	50
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,09	1	63	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,32	2	50	41,04	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	35,08	2	40	34,7	2	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	46,16	5	50	50,66	7	63
ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	41,41	2	50	40,09	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	27,29	1	40	27,26	1	40
ПС 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	37,14	-	-	37,15	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	36,3	2	40	35,17	1	40
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	42,12	2	50	45,0	2	50
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50		51,03	2	63	50,55	2	63
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50		50,49	2	63	50,98	2	63
ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энергокомплекс»	50		54,76	5	63	53,86	5	63
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	44,45	4	50	42,83	4	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				41			41		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				5			5		

9763-09-Г.1.1

Как видно из таблицы 5.2.2.4, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 5 штук ТОУ снизилось:

- на уровне 2020 года - с 61 до 41 штук (на 20 штук);
- на уровне 2025 года – с 63 до 41 штук (на 22 штуки).

• **Шаг 5.** Пятый шаг включает в себя дополнительную установку двух ТОУ по 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23- Красносельская №1 и КЛ 220 кВ ТЭЦ-23- Красносельская №2. Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1, №2; на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1, №2; на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2.

Результаты расчетов токов КЗ на шинах подстанций приведены в таблице Е.1, Е.3 (см. Приложение Е).

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220/110 кВ Восточная.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице Е.2, Е.4 (см. Приложение Е) и таблице 5.2.2.5. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей.

Инв. № подл.	Подп. и дата							9763-09-Т1.1	Лист
									161
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док	Пошт.	Дата

Таблица 5.2.2.5- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 2. Шаг 5

Вариант №2. Сценарий №2				• Шаг 5					
Наименование ПС	Принадлежность	I откл. выключателя, кА	Год изготовления	2020			2025		
				Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА
ТЭЦ-23	ПАО «МОСЭНЕРГО»	40	1981-1984	44,78	2	50	44,98	2	50
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	38,9	-	-	41,49	1	50
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,12	1	63	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,35	2	50	41,08	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	33,49	2	40	33,29	2	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	46,15	5	50	50,66	7	63
ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	41,38	2	50	40,06	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	26,32	1	40	26,31	1	40
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	27,02	-	-	26,67	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	41,68	2	50	44,64	1	50
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50		50,13	2	63	50,66	2	63
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	44,4	4	50	42,37	4	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				23			24		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				7			7		

9763-09-т.1.1

Как видно из таблицы 5.2.2.5, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 7 штук ТОУ снизилось:

- на уровне 2020 года - с 41 до 23 штук (на 18 штук);
- на уровне 2025 года – с 41 до 24 штук (на 17 штук).

Для снижения уровней токов КЗ на шинах 220 кВ данных ПС предлагается установка ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1, 2.

- **Шаг 6.** Шестой шаг включает в себя дополнительную установку двух ТОУ по 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1 и КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №2. Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1, №2; на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1, №2; на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2; на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №1, №2.

Результаты расчетов токов КЗ на шинах подстанций приведены в таблице Е.1 и Е.3 (см. Приложение Е).

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220/110 кВ Восточная.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице Е.2 и Е.4 (см. Приложение Е) и таблице 5.2.2.6. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.2.6 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 2. Шаг 6

Вариант №2. Сценарий №2				• Шаг 6					
Наименование ПС	Принадлежность	I откл. выключателя, кА	Год изготовления	2020 год			2025 год		
				Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	37,55	-	-	39,92	1	50
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,09	1	63	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,31	2	50	41,03	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	31,09	1	40	31,12	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	46,09	5	50	50,55	7	63
ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	41,24	2	50	39,97	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	19,53	-	-	19,55	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	40,83	1	50	43,84	1	50
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50		49,9	2	63	50,42	2	63
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	44,34	3	50	42,31	3	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				17			19		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				9			9		

9763-09-Т.1.1

Как видно из таблицы 5.2.2.6, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 9 штук ТОУ снизилось:

- в 2020 году – с 23 до 17 штук (на 6 штук);
- в 2025 году – с 24 до 19 штук (на 5 штук).

- **Шаг 7.** Седьмой шаг включает в себя дополнительную установку ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2. Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1, №2; на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1, №2; на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2; на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23- Красносельская №1, №2; на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23- Гольяново №1, №2.

Результаты расчетов токов КЗ на шинах подстанций приведены в таблице Е.1 и Е.3 (см. Приложение Е).

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Ваганьковская.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице Е.2 и Е.4 (см. Приложение Е) и таблице 5.2.2.7. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.						9763-09-т1.1	Лист
							165
Подп. и дата							
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол.уч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.2.2.7- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 2. Шаг 7

Вариант №2. Сценарий №2				• Шаг 7					
Наименование ПС	Принадлежность	I откл. выключателя, кА	Год изготовления	2020 год			2025 год		
				Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Iоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	37,55	-	-	39,91	1	50
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,08	1	63	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,30	2	50	41,02	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	31,08	1	40	31,12	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	46,09	5	50	50,55	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	19,53	-	-	19,54	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	40,82	1	50	43,83	1	50
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50		49,9	2	63	50,42	2	63
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				12			14		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				10			10		

9763-09-Т1.1

Как видно из таблицы 5.2.2.7, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 10 штук ТОУ снизилось:

- в 2020 году – с 17 до 12 штук (на 5 штук);
- в 2025 году – с 19 до 14 штук (на 5 штук).

В таблице 5.2.2.8 сведены результаты расчетов токов КЗ на период 2020 и 2025 годов по всем этапам (шагам) по количеству выключателей, установленных на шинах 220 кВ станций и подстанций, отключающая способность которых не соответствует расчетным значениям уровней токов КЗ, с указанием рекомендуемого значения отключающей способности новых выключателей.

Как видно из представленных данных, при замыкании всех транзитов 220 кВ ЦАО г. Москвы при реализации Варианта 2 по Сценарию 2 для снижения уровней токов КЗ в электрической сети рассматриваемого района, необходимо установить 10 штук ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом каждый на линиях:

- КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1, №2;
- КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1, №2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-23- Красносельская №1, №2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1, №2;
- КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

При этом на шинах 220 кВ следующих подстанций потребуется замена существующих выключателей на выключатели с большей отключающей способностью:

на уровне 2020 года (в количестве 12 штук):

- ПС 220 кВ Дубнинская (1 выключатель 50 кА на выключатель 63 кА);
- ПС 220 кВ Щедрино (2 выключателя 40 кА на 2 выключателя 50 кА);
- ПС 220/110 кВ Южная (1 выключатель 31,5 кА на выключатель 40 кА),
- ПС 220/110 кВ Лесная (5 выключателей 25 кА (срок эксплуатации 31-37 лет) на 5 выключателей 50 кА);
- ПС 220 кВ Владыкино (1 выключатель 40 кА (срок эксплуатации 27 лет) на выключатель 50 кА);
- ПС 220 кВ Ваганьковская (2 выключателя 50 кА на 2 выключателя 63 кА).

на уровне 2025 года (в количестве 14 штук):

- ПС 220/110 кВ Бутырки (1 выключатель 40 кА (срок эксплуатации 37 лет) на выключатель 50 кА);
- ПС 220 кВ Щедрино (2 выключателя 40 кА на 2 выключателя 50 кА);
- ПС 220/110 кВ Южная (1 выключатель 31,5 кА на выключатель 40 кА);
- ПС 220/110 кВ Лесная (7 выключателей 25 кА (срок эксплуатации 31-37 лет) на 7 выключателей 63 кА);
- ПС 220 кВ Владыкино (1 выключатель 40 кА (срок эксплуатации 27 лет) на выключатель 50 кА);
- ПС 220 кВ Ваганьковская (2 выключателя 50 кА на 2 выключателя 63 кА).

На рисунке 5.2.2.1 схематично представлены места установки ВТСП ТОУ по Варианту 2 Сценария 2 с указанием расчетных значений токов КЗ.

Инв. № подл.	Подп. и дата						9763-09-т1.1	Лист
								167
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

Таблица 5.2.2.8 - Данные по выключателям, замена которых потребуется при реализации всех рассмотренных шагов Сценария 2 Варианта 2 на период 2020 и 2025 годов

Вариант №2. Сценарий №2					Шаг 1		Шаг 2		Шаг 3		Шаг 4		Шаг 5		Шаг 6		Шаг 7																
					2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год													
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления выключателей	Срок службы выключателей	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА															
					ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	9	19	более 80	20	более 80	18	80	18	80	4	80	5	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПС 500/220/110 кВ Бескудниково	63	2008	8	1	80		3	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ТЭЦ-16	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	63			5	80	5	80	5	80	5	80	5	80	5	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ТЭЦ-20		63			5	80	4	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ТЭЦ-21		63	2006-2009	7-10	6	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ТЭЦ-23		40	1981-1984	32-35	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80	10	63	10	63	2	50	2	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		63	2009-2011	5-7	5	80	4	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	37	7	более 80	7	более 80	7	80	7	80	1	63	1	50	1	50	1	50	-	-	1	50	-	-	1	50	-	-	1	50	
		63	2011	5	3+2 проект	более 80	3+2 проект	более 80	3+2 проект	80	3+2 проект	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	11	4	63	1	63	1	63	1	63	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-	
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	11	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	31-37	3	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	1	40	1	40	1	40	1	40	
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50			4	80	5	80	5	80	5	80	5	80	5	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	19-27	7	63	7	63	7	63	7	63	7	63	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	
ПС 220/110 кВ Центральная		63	2013	3	5	80	5	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Иловайская		40	1996	20	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	-	-	-
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	33	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПС 220 кВ Кожевническая		63	2015	1	2	80	2	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220/110 кВ Елоховская		40	2007	9	2	50	1	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Золотаревская		АО «Энерго-комплекс»	63			2	80	2	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	37	2	50	2	50	2	40	2	40	2	40	2	40	2	40	1	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	27	2	63	2	80	2	63	2	63	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	
ПС 220 кВ Левобережная		40	2006	10	1	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Магистральная	АО «ОЭК»	63	2007	10	5	более 80	5	более 80	5	80	5	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50	2006	11	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50			4	80	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	
ПС 220 кВ Марфино		50			3	более 80	3	более 80	3	80	3	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Никулино		50			4	80	4	80	4	80	4	80	2	63	4	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Парковая		50			2	63	2	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Мещанская		50			1	63	1	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Красносельская		50			9	более 80	8	более 80	5	63	5	63	5	63	5	63	5	63	5	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Белорусская (проект.)	ПАО «МОЭСК»	63			4	более 80	4	более 80	4	80	4	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ПС 220/110 кВ Восточная		40	2002-2003	13-14	4	50	4	50	4	50	4	50	4	50	4	50	4	50	4	50	4	50	4	50	3	50	3	50	-	-	-	-	
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					140	129	100	100	61	63	41	41	23	24	17	19	12	14															
Общее количество установленных ТРУ, шт.					0	2	4	5	7	9	10																						

Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Для Варианта 2 Сценария 2 были проведены расчеты электрических режимов на 2020 и 2025 годы для зимнего и летнего максимума нагрузок рабочего дня. Результаты электрических расчетов представлены в Главе 6.

В таблицах 5.2.2.9 – 5.2.2.10 представлены данные по потерям активной мощности в электрической сети напряжением 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы для этого варианта.

По данным приведенным в таблицах 5.2.2.9 – 5.2.2.10 можно сделать вывод о том, что замыкание транзитов напряжением 220 кВ в ЦАО г. Москвы и установка 10 штук ВТСП ТОО сопротивлением 40 Ом по Варианту 2 Сценарию 2, не дает увеличения потерь активной мощности в электрической сети.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол.уч	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.2.2.9. Потери в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы на 2020 год при пошаговой установке ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 2

Вариант 2. Сценарий 2								
Потери активной мощности, МВт								
	Нормальная схема работы при секционировании сети на 2020 год	Шаг 1	Шаг 2 (2 ТОУ)	Шаг 3 (4 ТОУ)	Шаг 4 (5 ТОУ)	Шаг 5 (7 ТОУ)	Шаг 6 (9 ТОУ)	Шаг 7 (10 ТОУ)
Режим зимнего максимума нагрузок 2020 г.	81,87	82,14	82,14	82,14	82,14	82,14	82,14	82,14
Режим летнего максимума нагрузок 2020 г.	95,00	93,79	93,79	93,79	93,79	93,79	93,79	93,79

Таблица 5.2.2.10. Потери в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы на 2025 год при пошаговой установке ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 2

Вариант 2. Сценарий 2								
Потери активной мощности, МВт								
	Нормальная схема работы при секционировании сети на 2025 год	Шаг 1	Шаг 2 (2 ТОУ)	Шаг 3 (4 ТОУ)	Шаг 4 (5 ТОУ)	Шаг 5 (7 ТОУ)	Шаг 6 (9 ТОУ)	Шаг 7 (10 ТОУ)
Режим зимнего максимума нагрузок 2025 г.	109,80	108,90	108,90	108,90	108,90	108,90	108,90	108,90
Режим летнего максимума нагрузок 2025 г.	103,60	102,70	102,70	102,70	102,70	102,70	102,70	102,70

9763-09-Г1.1

Для оценки экономического эффекта были произведены пошаговые расчеты капиталовложений, которые включают в себя:

- расчет стоимости выключателей, подлежащих замене при ликвидации точки деления сети в связи с ростом токов КЗ на шинах подстанций и станций, с учетом и без учета замены всей секции выключателей при превышении токов КЗ хотя бы на одном из них (с заменой КРУЭ и без замены КРУЭ);
- расчет капитальных затрат на установку ВТСП ТОУ.

В таблице 5.2.2.11 приведены данные по капитальным вложениям, рассчитанные по шагам.

Оценка капитальных затрат выполнена по сборнику «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-1150 кВ» для электросетевых объектов ОАО «ФСК ЕЭС», утвержденных Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 21.10.2014 № 477.

Расчеты выполнены в базовых ценах 2000 г. и учитывают НДС. При пересчете стоимости в текущие цены использованы индексы изменения сметной стоимости текущих цен по капитальным вложениям в отрасль «Электроэнергетика» на 01.06.16 г., как рекомендованные к применению Минстроем России (Письмо №31523-ХМ/09 от 27.09.2016 г.)

При выполнении расчета необходимых капитальных затрат для реализации варианта затраты на замену выключателей учитывались без замены КРУЭ и с заменой КРУЭ (всего или секции) на подстанциях/станциях.

Выводы по Варианту 2 Сценарий 2.

В данном варианте все отключенные линии по токам КЗ транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы включаются в работу, затем последовательно происходит расстановка ВТСП ТОУ на подстанциях и станциях этого района, начиная от ПС 220/110 кВ Бутырки.

Как показали расчеты токов КЗ, *при замыкании транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы*, отключенных по токам КЗ, на уровне 2020 года потребуются замена 140 выключателей на выключатели с большей отключающей способностью, а на уровне 2025 года – 129 выключателей.

По полученным результатам рекомендуются следующие места установки 10 штук ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом каждый:

- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

Инд. № подл.	Подп. и дата							9763-09-т1.1	Лист
									171
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				

При этом на шинах 220 кВ подстанций рассматриваемого района значения токов КЗ превысили отключающую способность установленных выключателей: при реализации в 2020 году – 12 штук (ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Ваганьковская); при реализации в 2025 году – 14 штук (ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Ваганьковская). Потребуется замена выключателей на выключатели с большей отключающей способностью.

Исходя из результатов, представленных в таблице 5.2.2.8, следует, что для реализации варианта замкнутой работы транзита 220 кВ ЦАО г. Москвы без установки ВТСП ТОУ потребуются капитальные затраты (с учетом замены КРУЭ на подстанция/станция) при реализации в 2020 году - 71,69 млрд. руб., при реализации в 2025 году – 72,84 млрд.руб., тогда как с учетом установки ВТСП ТОУ необходимые капитальные затраты составят при реализации в 2020 году - 20,53 млрд.руб. (с учетом замены КРУЭ на подстанциях), при реализации в 2025 году – 21,41 млн.руб. (с учетом замены КРУЭ на подстанциях).

На рис. 5.2.2.1 схематично представлена расстановка ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 2 с указанием полученных расчетных значений токов КЗ на шинах 220 кВ станций/подстанций ЦАО г. Москвы.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1		172

Таблица 5.2.2.11. Пошаговый расчет капитальных затрат необходимых для реализации Варианта 2 Сценария 2

Вариант 2 Сценарий 2															
Шаг	Описание	2020 год							2025 год						
		Количество выключателей на замену, шт.	Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.	Кап. затраты на замену выключателей без КРУЭ, млн. руб.	Кол-во установл. ТОУ, шт.	Кап. затраты на установку ТОУ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты без учета замены КРУЭ, млн. руб.	Количество выключателей на замену, шт.	Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.	Кап. затраты на замену выключателей без КРУЭ, млн. руб.	Кол-во установл. ТОУ, шт.	Кап. затраты на установку ТОУ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты без учета замены КРУЭ, млн. руб.
Шаг 1	Включены в работу 10 транзитов	140	71 694,09	42 701,94	-	-	71 694,09	42 701,94	129	72 839,62	43 003,06	-	-	72 839,62	43 003,06
Шаг 2	Установлены ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1,2	100	48 542,20	29 405,27	2	3240,4	51 782,60	32 645,67	100	48 542,20	29 380,57	2	3240,4	51 782,60	32 620,97
Шаг 3	Установлены ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1,2 и Бутырки – Белорусская №1,2	61	27 107,80	16 003,42	4	6480,9	33 588,70	22 484,32	63	27 907,80	17 062,68	4	6480,9	34 388,70	23 543,58
Шаг 4	Установлены ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1,2, на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1,2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2.	41	12 276,98	7 660,62	5	8101,1	20 378,08	15 761,72	41	11 889,64	7 668,28	5	8101,1	19 990,74	15 769,38
Шаг 5	Установлены ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1,2, КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1,2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №1,2	23	7 085,55	4 404,60	7	11341,6	18 427,15	15 746,20	24	7 590,36	4 637,86	7	11341,6	18 931,96	15 979,46
Шаг 6	Установлены ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1,2, КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1,2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №1,2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1,2	17	5 802,58	3 410,44	9	14582	20 384,58	17 992,44	19	6 740,61	3 788,11	9	14582	21 322,61	18 370,11
Шаг 7	Установлены ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1,2, КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1,2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №1,2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1,2, на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2	12	4 324,50	2 452,01	10	16202,2	20 526,70	18 654,21	14	5 205,28	2 832,15	10	16202,2	21 407,48	19 034,35

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Лист

173

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Код.уч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

9763-09-Т1.1

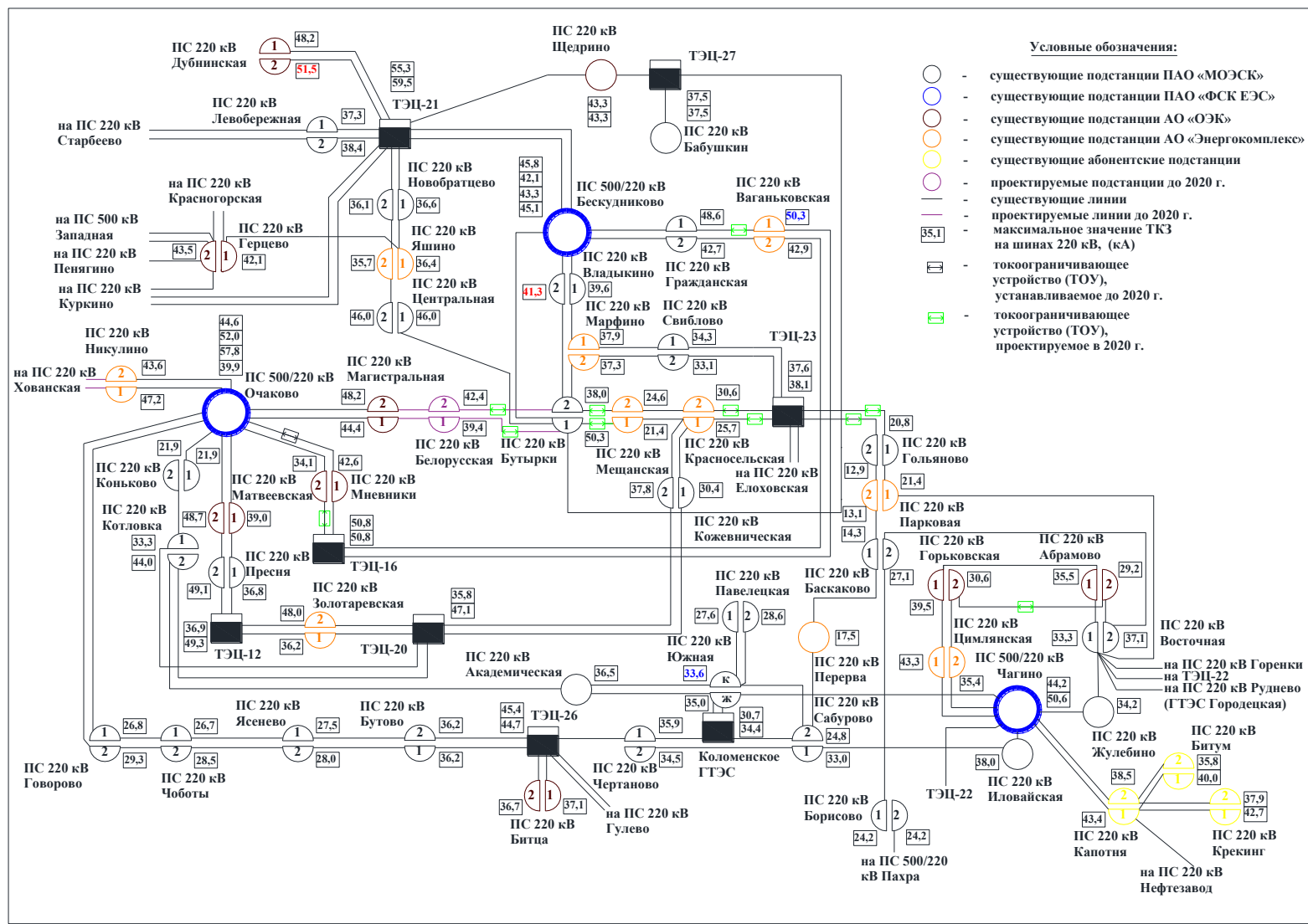


Рис. 5.2.2.1. Схема расстановки ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 2 с указанием полученных расчетных значений токов КЗ на шинах 220 кВ станций/подстанций ЦАО г. Москвы.

5.2.3 Изменение топологии сети путем замыкания всех линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с постепенным подбором мест расстановки ВТСП ТОУ (акцент на район, прилегающий к ПС 500/220/110 кВ Очаково) (Сценарий 3)

В Сценарии 3, так же как и в Сценарии 2, все отключенные линии по токам КЗ транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы включаются в работу. Анализ работы электрической сети при такой конфигурации приведен выше в Главе 6.

Затем последовательно происходит расстановка ВТСП ТОУ на подстанциях и станциях этого района. В этом сценарии основным местом расстановки ТОУ являются линии, отходящие от ПС 500/220/110 кВ Очаково.

Ниже приведена пошаговая последовательность проведенных расчетов токов КЗ для Сценария 3.

- **Шаг 1.** Включены в работу 10 транзитов 220 кВ ЦАО г. Москвы:
 - КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1,2;
 - КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1;
 - КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
 - КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
 - КЛ 220 кВ Кожевническая – Красносельская №2;
 - КЛ 220 кВ Магистральная – Белорусская №2;
 - КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
 - КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2;
 - КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №1.
- **Шаг 2.** + установка ВТСП ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково – Магистральная №1, №2.
- **Шаг 3.** + установка ВТСП ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2.
- **Шаг 4.** +установка ВТСП ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1.
- **Шаг 5.** + установка ВТСП ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново №1, №2.
- **Шаг 6.** +установка ВТСП ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23- Красносельская №1, №2.
- **Шаг 7.** + установка ВТСП ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.
- **Шаг 8.** + установка ВТСП ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

Результаты расчетов по сценарию 3 приведены в Таблицах К.1 – К.2 (см. Приложение К).

Рассмотрим эти шаги подробнее.

- **Шаг 1.** Включены в работу 10 транзитов:
 - КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1,2;

Инв. № подл.						Подп. и дата
						Лист
						175
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1

- КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1;
- КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
- КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
- КЛ 220 кВ Кожевническая – Красносельская №2;
- КЛ 220 кВ Магистральная – Белорусская №2;
- КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №1.

При включении в работу указанных КЛ 220 кВ (см. Таблицу В.1), уровни токов КЗ на шинах 220 кВ на ПС 500/220/110 кВ Очаково, ПС 500/220/110 кВ Бескудниково, ТЭЦ-25, ТЭЦ-16, ТЭЦ-20, ТЭЦ-21, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220 кВ Мневники, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220/110 кВ Центральная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Кожевническая, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220 кВ Золотаревская, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220/110 кВ Гражданская, ПС 220 кВ Левобережная, ПС 220 кВ Магистральная, ПС 220 кВ Матвеевская, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220 кВ Марфино, ПС 220 кВ Никулино, ПС 220 кВ Парковая, ПС 220 кВ Мещанская, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220 кВ Белорусская (проектируемая – уровень токов КЗ превышает 63 кА), ПС 220/110 кВ Восточная превышают отключающую способность установленных на них выключателей.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице К.2 и К.4 (см. Приложение К) и таблице 5.2.3.1. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней (значения токов КЗ, которые меньше отключающей способности установленного выключателя, на величину, не превышающую погрешность расчета, равную 0,5 кА).

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1		

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.3.1- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 3. Шаг 1

Вариант №2. Сценарий №3				• Шаг 1. Включены в работу 10 транзитов					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	80,18	19	более 80	80,24	20	более 80
ПС 500/220/110 кВ Бескудниково		63	2008	64,12	1	80	64,53	3	80
ТЭЦ-25	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	-	-	71,4	-	-	71,42	-	-
ТЭЦ-16		63		74,89	5	80	75,35	5	80
ТЭЦ-20		63		68,14	5	80	67,36	4	80
ТЭЦ-21		63	2006-2009	63,56	6	80	-	-	-
ТЭЦ-23		40	1981-1984	78,22	10	80	75,48	10	80
		63	2009-2011	76,54	5	80	73,84	4	80
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	87,22	7	более 80	85,04	7	более 80
		63	2011	99,74	3+2проект.	более 80	95,37	3+2проект.	более 80
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	54,41	4	63	51,83	1	63
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	45,9	2	50	43,68	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	36,61	3	40	36,45	2	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50	2012-2014	71,15	4	80	72,04	5	80
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	55,88	7	63	59,94	7	63
ПС 220/110 кВ Центральная		63	2013	75,36	5	80	72,69	5	80
ПС 220 кВ Иловайская		40	1996	40,93	2	50	40,11	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	27,92	1	40	27,95	1	40
ПС 220 кВ Кожевническая		63	2015	68,92	2	80	67,36	2	80
ПС 220/110 кВ Елоховская		40	2007	43,32	2	50	42,99	1	50
ПС 220 кВ Золотаревская		АО «Энерго-комплекс»	63		63,43	2	80	62,87	2
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	42,83	2	50	42,37	2	50
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	61,79	2	63	65,51	2	80
ПС 220/110 кВ Гражданская		63		60,86	-	-	61,04	-	-
ПС 220 кВ Левобережная		40	2006	40,43	1	50	-	-	-
ПС 220 кВ Магистральная	АО «ОЭК»	63	2007	79,6	5	более 80	79,12	5	более 80

9763-09-г1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Колуч	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

9763-09-г1.1

Лист
178

Вариант №2. Сценарий №3				• Шаг 1. Включены в работу 10 транзитов					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50	2006	59,31	2	63	58,87	2	63
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50		72,81	4	80	73,21	4	80
ПС 220 кВ Марфино		50		79,44	3	более 80	79,83	3	более 80
ПС 220 кВ Никулино		50		66,34	4	80	67,03	4	80
ПС 220 кВ Парковая		50		52,38	2	63	52,07	2	63
ПС 220 кВ Мещанская		50		61,08	1	63	54,49	1	63
ПС 220 кВ Красносельская		50		86,83	9	более 80	82,65	8	более 80
ПС 220 кВ Белорусская (проект.)	ПАО «МОЭСК»	63		80,33	4	более 80	79,25	4	более 80
ПС 220/110 кВ Восточная		40	2002-2003	43,85	4	50	43,85	4	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				140			129		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				0			0		

182

Как видно из таблицы 5.2.3.1, количество выключателей, которые необходимо заменить составляет на 2020 год - 140 штук, на 2025 год – 129 штук.

• **Шаг 2.** Для снижения уровней токов КЗ на шинах 220 кВ подстанций рассматриваемого района предлагается на первом этапе этого сценария установка двух ВТСП ТОУ 40 Ом: на КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1 и КЛ 220 кВ Очаково – Магистральная №2.

Как показали проведенные расчеты, уровень токов КЗ на шинах 220 кВ заметно снизился. Результаты расчетов приведены в таблице К.1 и К.3 (см. Приложение К).

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на ПС 500/220/110 кВ Очаково, ТЭЦ-16, ТЭЦ-20, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220 кВ Мневники, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220/110 кВ Центральная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Кожевническая, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220 кВ Золотаревская, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Левобережная, ПС 220 кВ Матвеевская, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220 кВ Марфино, ПС 220 кВ Никулино, ПС 220 кВ Парковая, ПС 220 кВ Мещанская, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220/110 кВ Восточная.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице К.2 и К.4 (см. Приложение К) и таблице 5.2.3.2. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
		9763-09-Т1.1						
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.3.2- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2.Сценарий 3. Шаг 2

Вариант №2. Сценарий №3				• Шаг 2. + Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково-Магистральная №1,2					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	69,63	4	80	71,84	5	80
ТЭЦ-25		-	-	-	-	-	63,53	-	-
ТЭЦ-16	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	63		74,19	5	80	74,67	5	80
ТЭЦ-20		63		67,96	4	80	67,19	3	80
ТЭЦ-23		40	1981-1984	74,94	10	80	72,80	10	80
		63	2009-2011	73,29	4	80	71,18	4	80
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	68,17	7	80	68,62	7	80
		63	2011	81,00	3+2проект.	более 80	76,70	3+2проект.	80
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	53,62	1	63	51,00	1	63
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	45,3	2	50	43,02	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК	31,5	1979-1980, 1984-1985	36,59	3	40	36,43	2	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50	2012-2014	70,22	4	80	71,11	5	80
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	52,39	6	63	56,81	7	63
ПС 220/110 кВ Центральная		63	2013	65,38	4	80	62,50	2	80
ПС 220 кВ Иловайская		40	1996	40,93	2	50	40,10	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	27,82	1	40	27,85	1	40
ПС 220 кВ Кожевническая		63	2015	67,49	2	80	66,71	2	80
ПС 220/110 кВ Елоховская		40	2007	42,17	2	50	41,81	1	50
ПС 220 кВ Золотаревская		АО «Энерго-комплекс»	63		62,82	2	80	62,21	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	41,26	2	50	40,77	2	50
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	55,63	2	63	58,30	2	63
ПС 220 кВ Левобережная		40	2006	39,96	1	50	-	-	-
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50	2006	50,43	2	63	50,07	2	63

9763-09-г1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Колу	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

9763-09-г1.1

181

Вариант №2. Сценарий №3				• Шаг 2. + Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково-Магистральная №1,2					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50		72,20	4	80	72,61	4	80
ПС 220 кВ Марфино		50		64,79	3	80	65,41	3	80
ПС 220 кВ Никулино		50		61,77	2	63	64,79	2	80
ПС 220 кВ Парковая		50		51,29	2	63	50,96	2	63
ПС 220 кВ Мещанская	АО «Энерго-комплекс»	50		45,52	-	-	41,68	-	-
ПС 220 кВ Красносельская	ПАО «МОЭСК»	50		80,42	9	более 80	77,36	8	80
ПС 220/110 кВ Восточная		40	2002-2003	43,96	4	50	43,72	4	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				99			93		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				2			2		

185

Как видно из таблицы 5.2.3.2, количество выключателей, которые необходимо заменить при установке 2 штук ТОУ, снизилось:

- на уровне 2020 года - со 140 до 99 штук (на 41 штуку);
- на уровне 2025 года – со 129 до 93 штуки (на 36 штук).

- **Шаг 3.** На этом этапе предлагается дополнительно установить ТОУ на КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №2. Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1, №2.

При установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №2 уровень токов на шинах 220 кВ ПС 500/220/110 кВ Очаково, ТЭЦ-16, ПС 220 кВ Мневники, ПС 220 кВ Левобережная, ПС 220 кВ Никулино снизился до значений, не превышающих отключающую способность выключателей. Результаты расчетов приведены в таблице К.1 и К.3.

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 220 кВ на ТЭЦ-20, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220/110 кВ Центральная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Кожевническая, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220 кВ Золотаревская, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Матвеевская, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220 кВ Марфино, ПС 220 кВ Парковая, ПС 220 кВ Мещанская, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220/110 кВ Восточная.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице К.2 и К.4 (см. Приложение К) и таблице 5.2.3.3. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол.уч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.2.3.3- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 3. Шаг 3

Вариант №2. Сценарий №3				• Шаг 3.+ Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2						
				2020 год			2025 год			
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	
ТЭЦ-20	ПАО «МОСЭНЕРГО»	63		67,90	4	80	67,13	3	80	
ТЭЦ-23		40	1981-1984	74,90	10	80	72,77	10	80	
		63	2009-2011	73,25	4	80	71,15	4	80	
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	68,11	7	80	68,39	7	80	
		63	2011	80,91	3+2проект.	более 80	76,60	3+2проект.	80	
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	53,58	1	63	50,96	1	63	
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	45,2	2	50	42,98	2	50	
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	36,58	3	40	36,41	2	40	
ПС 220/110 кВ Лесная		25	1989-1990, 1997	45,30	5	50	49,91	7	63	
ПС 220/110 кВ Центральная		63	2013	65,30	4	80	62,42	-	-	
ПС 220 кВ Иловайская		40	1996	40,92	2	50	40,10	2	50	
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	27,82	1	40	27,85	1	40	
ПС 220 кВ Кожевническая		63	2015	67,36	2	80	66,57	2	80	
ПС 220/110 кВ Елоховская		40	2007	42,15	1	50	41,80	1	50	
ПС 220 кВ Золотаревская		АО «Энергокомплекс»	63		62,80	2	80	62,18	-	-
ПС 220 кВ Гольяново		ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	41,23	2	50	40,74	2	50
ПС 220 кВ Владыкино			40	1989	55,48	2	63	58,10	2	63
ПС 220 кВ Левобережная	40		2006	39,92	1	50	-	-	-	
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50	2006	50,43	2	63	50,08	2	63	
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50		51,95	2	63	51,57	2	63	
ПС 220 кВ Марфино		50		64,60	3	80	65,21	3	80	
ПС 220 кВ Парковая		50		51,28	2	63	50,95	2	63	
ПС 220 кВ Мещанская		50		45,43	-	-	41,60	-	-	
ПС 220 кВ Красносельская		50		80,37	9	более 80	77,33	8	80	
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	43,96	4	50	43,72	4	50	
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.							80			
Общее количество установленных ТОУ, шт.							72			
							3			

9763-09-т1.1

Как видно из таблицы 5.2.3.3, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 3 штук ТОУ снизилось:

- на уровне 2020 года - с 99 до 80 штук (на 19 штук);
- на уровне 2025 года – с 93 до 72 штук (на 21 выключатель).

- **Шаг 4.** Четвертый шаг включает в себя дополнительную установку ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1. Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1, №2; на КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №2.

При установке ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1 уровень токов на шинах 220 кВ заметно снизился. Результаты расчетов приведены в таблицах К.1 и К.3.

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 220 кВ на ТЭЦ-20, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Кожевническая, ПС 220 кВ Золотаревская, ПС 220 кВ Гольяново, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Матвеевская, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220 кВ Марфино, ПС 220 кВ Мещанская, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220/110 кВ Восточная.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблицах К.2 и К.4 (см. Приложение К) и таблице 5.2.3.4. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1		184

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол-во	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.2.3.4- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 3. Шаг 4

Вариант №2. Сценарий №3				• Шаг 4. + Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ТЭЦ-20	ПАО «МОСЭНЕРГО»	63		67,96	3	80	67,12	3	80
ТЭЦ-23	ПАО «МОСЭНЕРГО»	40	1981-1984	66,66	10	80	64,23	10	80
		63	2009-2011	65,04	1	80	65,10	1	80
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	67,74	6	80	68,35	6	80
		63	2011	67,71	1+1проект.	80	68,39	1+1проект.	80
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,54	1	63	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,6	2	50	41,36	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	36,62	3	40	36,41	2	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	45,32	5	50	49,92	7	63
ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	41,41	2	50	40,09	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	27,37	1	40	27,31	1	40
ПС 220 кВ Кожевническая	ПАО «МОЭСК»	63	2015	67,43	1	80	66,56	1	80
ПС 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	39,29	-	-	37,89	-	-
ПС 220 кВ Золотаревская	АО «Энергокомплекс»	63		62,84	2	80	62,17	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	40,79	2	50	39,27	2	50
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	55,4	2	63	57,64	2	63
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50	2006	50,44	2	63	50,08	2	63
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50		51,01	2	63	51,50	2	63
ПС 220 кВ Марфино	АО «Энергокомплекс»	50		64,68	3	80	65,19	3	80
ПС 220 кВ Мещанская	АО «Энергокомплекс»	50		48,87	-	-	44,89	-	-
ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энергокомплекс»	50		75,56	7	80	74,42	7	80
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	44,45	4	50	42,89	4	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					61			59	
Общее количество установленных ТОУ, шт.					4			4	

9763-09-т1.1

Как видно из таблицы 5.2.3.4, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 4 штук ТОУ снизилось:

- на уровне 2020 года - с 80 до 61 штук (на 19 штук);
- на уровне 2025 года – с 72 до 59 штук (на 13 штук).

Большие уровни токов КЗ наблюдаются на шинах 220 кВ ТЭЦ-23 и подстанциях в зоне ее влияния, поэтому для снижения уровней токов КЗ на шинах 220 кВ данных подстанций и станции предлагается установка ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново №1, №2 и на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №1, №2. Это, соответственно, 5-й шаг и 6-й шаг.

- **Шаг 5.** Этот шаг включает в себя дополнительную установку двух ТОУ по 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1, №2. Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1, №2; на КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №2; КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1.

Результаты расчетов приведены в таблицах К.1 и К.3 (см. Приложение К).

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 220 кВ на ТЭЦ-20, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Кожевническая, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220 кВ Золотаревская, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Матвеевская, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220 кВ Марфино, ПС 220 кВ Мещанская, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220/110 кВ Восточная.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице К.2 и К.4 (см. Приложение К) и таблице 5.2.3.5. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	Подп. и дата							9763-09-т1.1	Лист
									186
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.2.3.5- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 3. Шаг 5

Вариант №2. Сценарий №3				• Шаг 5. + Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1,2					
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	2020 год			2025 год		
				Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ТЭЦ-20	ПАО «МОСЭНЕРГО»	63		67,87	3	80	67,04	3	80
ТЭЦ-23	ПАО «МОСЭНЕРГО»	40	1981-1984	63,87	10	80	61,44	10	63
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	66,65	6	80	67,23	6	80
		63	2011	66,62	1+1проект.	80	67,26	1+1проект.	80
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,51	1	63	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,6	2	50	41,32	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	34,7	3	40	34,65	3	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	45,28	5	50	49,83	7	63
ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	41,25	2	50	39,98	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	19,57	-	-	19,58	-	-
ПС 220 кВ Кожевническая	ПАО «МОЭСК»	63	2015	67,14	1	80	66,24	1	80
ПС 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	37,67	-	-	-	-	-
ПС 220 кВ Золотаревская	АО «Энергокомплекс»	63		62,78	2	80	62,12	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	54,88	2	63	57,00	2	63
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50	2006	50,43	2	63	50,06	2	63
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50		50,91	2	63	51,4	2	63
ПС 220 кВ Марфино	АО «Энергокомплекс»	50		63,61	3	80	64,09	3	80
ПС 220 кВ Мещанская	АО «Энергокомплекс»	50		48,78	-	-	44,81	-	-
ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энергокомплекс»	50		74,34	6	80	73,12	4	80
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	44,37	3	50	42,35	3	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				55			52		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				6			6		

9763-09-Г1.1

Как видно из таблицы 5.2.3.5, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 6 штук ТОУ снизилось:

- на уровне 2020 года - с 61 до 55 штук (на 6 штук);
- на уровне 2025 года – с 59 до 52 штук (на 7 штук).

- **Шаг 6.** На этом этапе дополнительно устанавливаются два ТОУ по 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23- Красносельская №1, №2. Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1, №2; на КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №2; КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1; КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1, №2.

Результаты расчетов приведены в таблицах К.1 и К.3 (см. Приложение К).

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 220 кВ на ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220 кВ Марфино, ПС 220 кВ Мещанская, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220/110 кВ Восточная.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице К.2 и К.4 (см. Приложение К) и таблице 5.2.3.6. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	Подп. и дата							9763-09-т1.1	Лист
									188
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-Т.1.1

Таблица 5.2.3.6 - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 3. Шаг 6

Вариант №2. Сценарий №3				• Шаг 6. + Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №1,2					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	57,69	5	63	59,09	5	63
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,47	1	63	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,5	2	50	41,29	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	33,82	2	40	33,94	2	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	45,25	5	50	49,82	7	63
ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	41,24	2	50	39,97	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	19,53	-	-	19,54	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	51,03	1	63	53,67	1	63
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50		50,45	2	63	50,93	2	63
ПС 220 кВ Марфино	АО «Энергокомплекс»	50		55,48	2	63	56,73	2	63
ПС 220 кВ Мещанская	АО «Энергокомплекс»	50		48,61	-	-	44,61	-	-
ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энергокомплекс»	50		52,53	3	63	53,01	3	63
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	44,34	3	50	42,32	3	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					28			29	
Общее количество установленных ТОУ, шт.					8			8	

Как видно из таблицы 5.2.3.6, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 8 штук ТОУ снизилось:

- на уровне 2020 года - с 55 до 28 штук (на 27 штук);
- на уровне 2025 года – с 52 до 29 штуки (на 23 штуки).

Для снижения уровней токов КЗ на шинах 220 кВ данных ПС предлагается установка ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.

- **Шаг 7.** На этом шаге дополнительно устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1, №2; на КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №2; КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1; КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1, №2; КЛ 220 кВ ТЭЦ-23- Красносельская №1, №2.

Результаты расчетов приведены в в таблицах К.1 и К.3.

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 220 кВ на ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Иловайская, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220/110 кВ Восточная.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице К.2 и К.4 (см. Приложение К) и таблице 5.2.3.7. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.						9763-09-Т1.1	Лист
							190
Подп. и дата							
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	Колуч	Лист	№ док	Подп.	Дата

Таблица 5.2.3.7- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 3. Шаг 7

Вариант №2. Сценарий №3				• Шаг 7.+ Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	41,09	3	50	42,45	4	50
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,39	1	63	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,5	2	50	41,18	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК	31,5	1979-1980, 1984-1985	30,99	-	-	31,03	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	45,26	5	50	49,82	7	63
ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	41,24	2	50	39,96	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	19,53	-	-	19,55	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	42,44	1	50	45,45	1	50
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50		50,41	2	63	50,92	2	63
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	44,34	3	50	42,31	3	50
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					19			22	
Общее количество установленных ТОУ, шт.					9			9	

9763-09-Г1.1

Как видно из таблицы 5.2.3.7, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 9 штук ТОУ снизилось:

- на уровне 2020 года - с 28 до 19 штук (на 9 штук);
- на уровне 2025 года – с 29 до 22 штук (на 7 штук).

Для снижения уровней токов КЗ на шинах 220 кВ данных ПС предлагается установка ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

Шаг 8. Для снижения уровней токов КЗ на шинах 220 кВ оставшихся подстанций (см. табл. К.1) предлагается дополнительно установить ТОУ сопротивлением 40 Ом на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2. Расчет токов КЗ проводится с учетом установки ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1, №2; на КЛ 220 кВ Очаково-Мневники №2; КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1; КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1, №2; КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №1, №2; КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2.

Результаты расчетов приведены в таблицах К.1 и К.3.

Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 220 кВ на ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Ваганьковская.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений, Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице К.2 и К.4 (см, Приложение К) и таблице 5.2.3.8. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Согласно данным таблицы 5.2.3.8, количество выключателей, которые необходимо заменить, при установке 10 штук ТОУ снизилось:

- на уровне 2020 года - с 19 до 14 штук (на 5 штук);
- на уровне 2025 года – с 22 до 17 штук (на 5 штук).

В таблице 5.2.3.9 сведены результаты расчетов токов КЗ на период 2020 и 2025 годов по всем этапам (шагам) по количеству выключателей, установленных на шинах 220 кВ станций и подстанций, отключающая способность которых не соответствует расчетным значениям уровней токов КЗ, с указанием рекомендуемого значения отключающей способности новых выключателей.

Как видно из представленных данных, при замыкании всех транзитов 220 кВ ЦАО г. Москвы при реализации Варианта 2 по Сценарию 3 для снижения уровней токов КЗ в электрической сети рассматриваемого района, необходимо установить 10 штук ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 40 Ом каждый на линиях:

- КЛ 220 кВ Очаково – Магистральная №1, №2;
- КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2;
- КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1, №2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-23- Красносельская №1, №2;

Инв. № подл.	Подп. и дата						9763-09-т1.1	Лист
								192
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			

- КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
- КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2,

При этом на шинах 220 кВ следующих подстанций потребуется замена существующих выключателей на выключатели с большей отключающей способностью:

на уровне 2020 года (в количестве 14 штук):

- ПС 220/110 кВ Бутырки (3 выключателя 40 кА (срок эксплуатации 37 лет) на 3 выключателя 50 кА);
- ПС 220 кВ Дубнинская (1 выключатель 50 кА на выключатель 63 кА);
- ПС 220 кВ Щедрино (2 выключателя 40 кА на 2 выключателя 50 кА);
- ПС 220/110 кВ Лесная (5 выключателей 25 кА (срок эксплуатации 31-37 лет) на 5 выключателей 50 кА);
- ПС 220 кВ Владыкино (1 выключатель 40 кА (срок эксплуатации 27 лет) на выключатель 50 кА);
- ПС 220 кВ Ваганьковская (2 выключателя 50 кА на 2 выключателя 63 кА).

на уровне 2025 года (в количестве 17 штук):

- ПС 220/110 кВ Бутырки (4 выключателя 40 кА (срок эксплуатации 37 лет) на 4 выключателя 50 кА);
- ПС 220 кВ Щедрино (2 выключателя 40 кА на 2 выключателя 50 кА);
- ПС 220/110 кВ Южная (1 выключатель 31,5 кА на выключатель 40 кА);
- ПС 220/110 кВ Лесная (7 выключателей 25 кА (срок эксплуатации 31-37 лет) на 7 выключателей 63 кА);
- ПС 220 кВ Владыкино (1 выключатель 40 кА (срок эксплуатации 27 лет) на выключатель 50 кА);
- ПС 220 кВ Ваганьковская (2 выключателя 50 кА на 2 выключателя 63 кА).

На рисунке 5.2.3.1 схематично представлены места установки ВТСП ТОУ по Варианту 2 Сценария 3 с указанием расчетных значений токов КЗ.

Инв. № подл.	Подп. и дата							9763-09-Т1.1	Лист
									193
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Колуч.	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.2.3.8- Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 и 2025 годов. Вариант 2. Сценарий 3. Шаг 8

Вариант №2.Сценарий №3				• Шаг 8. + Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2					
				2020 год			2025 год		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 220/110 кВ Бугырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	41,08	3	50	42,45	4	50
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	51,39	1	63	-	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	43,4	2	50	41,18	2	50
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК	31,5	1979-1980, 1984-1985	30,99	-	-	31,03	1	40
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	45,26	5	50	49,82	7	63
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	19,53	-	-	19,54	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	42,43	1	50	45,44	1	50
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50		50,4	2	63	50,92	2	63
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					14			17	
Общее количество установленных ТОУ, шт.					10			10	

9763-09-г1.1

Таблица 5.2.3.9- Данные по выключателям, замена которых потребуется при реализации всех рассмотренных шагов Сценария 3 Варианта 2 на период 2020 и 2025 годов

Вариант №2. Сценарий №3					Шаг 1		Шаг 2		Шаг 3		Шаг 4		Шаг 5		Шаг 6		Шаг 7		Шаг 8																			
					2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год																
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, шт.	Год изготовления выключателей	Срок службы выключателей	Количество выключателей на замену шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА		Количество выключателей на замену шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА		Количество выключателей на замену шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА		Количество выключателей на замену шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА		Количество выключателей на замену шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА		Количество выключателей на замену шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА		Количество выключателей на замену шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА							
					Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя кА						
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	9	19	более 80	20	более 80	4	80	5	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
ПС 500/220/110 кВ Бескудниково		63	2008	8	1	80	3	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ТЭЦ-16	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	63			5	80	5	80	5	80	5	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ТЭЦ-20		63			5	80	4	80	4	80	3	80	4	80	3	80	3	80	3	80	3	80	3	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ТЭЦ-21		63	2006-2009	7-10	6	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ТЭЦ-23		40	1981-1984	32-35	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80	10	80	10	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		63	2009-2011	5-7	5	80	4	80	4	80	4	80	4	80	4	80	1	80	1	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	37	7	более 80	7	более 80	7	80	7	80	7	80	7	80	6	80	6	80	6	80	6	80	5	63	5	63	3	50	4	50	3	50	4	50		
		63	2011	5	3+2 про ект	более 80	3+2 про ект	более 80	3+2 про ект	более 80	3+2 про ект	80	3+2 про ект	80	1+1 про ект	80	1+1 про ект	80	1+1 про ект	80	1+1 про ект	80	1+1 про ект	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	11	4	63	1	63	1	63	1	63	1	63	1	63	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-	1	63	-	-		
ПС 220 кВ Щедрино		40	2006	11	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50		
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	31-37	3	40	2	40	3	40	2	40	3	40	2	40	3	40	2	40	3	40	3	40	2	40	2	40	-	-	1	40	-	-	1	40		
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50	2012-2014	3-5	4	80	5	80	4	80	5	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	19-27	7	63	7	63	6	63	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63	5	50	7	63		
ПС 220/110 кВ Центральная		63	2013	3	5	80	5	80	4	80	2	80	4	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ПС 220 кВ Иловайская		40	1996	20	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	-	-	-	-
ПС 220/110 кВ Баскаково		25	1983	33	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	1	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Кожевническая		63	2015	1	2	80	2	80	2	80	2	80	2	80	2	80	2	80	2	80	2	80	1	80	1	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220/110 кВ Елоховская		40	2007	9	2	50	1	50	2	50	1	50	1	50	1	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ПС 220 кВ Золотаревская		АО «Энерго-комплекс»	63			2	80	2	80	2	80	-	-	2	80	-	-	2	80	-	-	2	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	37	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	27	2	63	2	80	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	1	63	1	63	1	50	1	50	1	50	1	50		
ПС 220 кВ Левобережная		40	2006	10	1	50	-	-	1	50	-	-	1	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ПС 220 кВ Магистральная	АО «ОЭК»	63	2007	10	5	более 80	5	более 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	Недоп.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

195

Вариант №2. Сценарий №3					Шаг 1		Шаг 2		Шаг 3		Шаг 4		Шаг 5		Шаг 6		Шаг 7		Шаг 8																			
					2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год	2020 год	2025 год																
Наименование ПС	Принадлежность	Тоткл. выключателя, шт.	Год изготовления выключателей	Срок службы выключателей	Количество выключателей на замену шт.		Количество выключателей на замену шт.		Количество выключателей на замену шт.		Количество выключателей на замену шт.		Количество выключателей на замену шт.		Количество выключателей на замену шт.		Количество выключателей на замену шт.		Количество выключателей на замену шт.																			
					Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя кА	Количество выключателей на замену шт.																
ПС 220 кВ Матвеевская	АО «ОЭК»	50	2006	11	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50			4	80	4	80	4	80	4	80	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	2	63
ПС 220 кВ Марфино		50			3	более 80	3	более 80	3	80	3	80	3	80	3	80	3	80	3	80	3	80	3	80	2	63	2	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Никулино		50				4	80	4	80	2	63	2	80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Парковая		50				2	63	2	63	2	63	2	63	2	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Мещанская		50				1	63	1	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
ПС 220 кВ Красносельская		50				9	более 80	8	более 80	9	более 80	8	80	9	более 80	8	80	7	80	7	80	6	80	4	80	3	63	3	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ПС 220 кВ Белорусская (проект.)	ПАО «МОЭСК»	63			4	более 80	4	более 80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
ПС 220/110 кВ Восточная		40	2002-2003	13-14	4	50	4	50	4	50	4	50	4	50	4	50	4	50	4	50	3	50	3	50	3	50	3	50	3	50	3	50	3	50	-	-	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					140	129	99	93	80	72	61	59	55	52	28	29	19	22	14	17																		
Общее количество установленных ТОУ, шт.					0		2		3		4		6		8		9		10																			

Изм. № подл. Подп. и дата Взам. инв. №

Изм. Кол.уч Лист Недок. Подп. Дата

9763-09-т1.1

Лист

196

Для Варианта 2 Сценария 3 были проведены расчеты электрических режимов на 2020 и 2025 годы для зимнего и летнего максимума нагрузок рабочего дня. Результаты электрических расчетов представлены в Главе 6.

В таблицах 5.2.3.10 – 5.2.3.11 представлены данные по потерям активной мощности в электрической сети напряжением 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы для этого варианта.

По данным приведенным в таблицах 5.2.3.10 – 5.2.3.11 можно сделать вывод о том, что замыкание транзитов напряжением 220 кВ в ЦАО г. Москвы и установка 10 штук ВТСП ТОО сопротивлением 40 Ом по Варианту 2 Сценарию 3, не приводит к увеличению потерь активной мощности в электрической сети.

Инв. № подл.	Подп. и дата						9763-09-Т1.1	Лист
								197
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол.уч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.2.3.10 - Потери в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы на 2020 год при пошаговой установке ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 3

Вариант 2. Сценарий 3									
Потери активной мощности, МВт									
	Нормальная схема работы при секционировании сети на 2020 год	Шаг 1	Шаг 2 (2 ТОУ)	Шаг 3 (3 ТОУ)	Шаг 4 (4ТОУ)	Шаг 5 (6 ТОУ)	Шаг 6 (8 ТОУ)	Шаг 7 (9 ТОУ)	Шаг 8 (10 ТОУ)
Режим зимнего максимума нагрузок 2020 г.	81,87	82,14	82,14	82,14	82,14	82,14	82,14	82,14	82,14
Режим летнего максимума нагрузок 2020 г.	95,00	93,79	93,79	93,79	93,79	93,79	93,79	93,79	93,79

Таблица 5.2.3.11 - Потери в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы на 2025 год при пошаговой установке ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 3

Вариант 2. Сценарий 3									
Потери активной мощности, МВт									
	Нормальная схема работы при секционировании сети на 2025 год	Шаг 1	Шаг 2 (2 ТОУ)	Шаг 3 (3 ТОУ)	Шаг 4 (4ТОУ)	Шаг 5 (6 ТОУ)	Шаг 6 (8 ТОУ)	Шаг 7 (9 ТОУ)	Шаг 8 (10 ТОУ)
Режим зимнего максимума нагрузок 2025 г.	109,80	108,90	108,90	108,90	108,90	108,90	108,90	108,90	108,90
Режим летнего максимума нагрузок 2025 г.	103,60	102,70	102,70	102,70	102,70	102,70	102,70	102,70	102,70

9763-09-т.1.1

Для оценки экономического эффекта были произведены пошаговые расчеты капиталовложений, которые включают в себя:

- расчет стоимости выключателей, подлежащих замене при ликвидации точки деления сети в связи с ростом токов КЗ на шинах подстанций и станций (при выполнении расчета затраты на замену выключателей учитывались без замены КРУЭ и с заменой КРУЭ (всего или секции) на подстанциях/станциях);
- расчет капитальных затрат на установку ВТСП ТОУ.

В таблице 5.2.3.12 приведены данные по капитальным вложениям, рассчитанные по шагам.

Оценка капитальных затрат выполнена по сборнику «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-1150 кВ» для электросетевых объектов ОАО «ФСК ЕЭС», утвержденных Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 21.10.2014 № 477.

Расчеты выполнены в базовых ценах 2000 г. и учитывают НДС. При пересчете стоимости в текущие цены использованы индексы изменения сметной стоимости текущих цен по капитальным вложениям в отрасль «Электроэнергетика» на 01.06.16 г., как рекомендованные к применению Минстроем России (Письмо №31523-ХМ/09 от 27.09.2016 г.)

Выводы по Варианту 2 Сценарий 3.

В данном варианте все отключенные линии по токам КЗ транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы включаются в работу, затем последовательно происходит расстановка ВТСП ТОУ на подстанциях и станциях этого района, начиная от ПС 500/220/110 кВ Очаково.

Как показали расчеты токов КЗ, при замыкании транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы, отключенных по токам КЗ, на уровне 2020 года потребуется замена 140 выключателей на выключатели с большей отключающей способностью, а на уровне 2025 года – 129 выключателей.

По полученным результатам рекомендуются следующие места установки 10 штук ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом каждый:

- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Очаково – Магистральная №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Очаково – Магистральная №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №1;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
- 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

При этом на шинах 220 кВ подстанций рассматриваемого района значения токов КЗ превысили отключающую способность установленных выключателей: при реализации в 2020 году – 14 штук (ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Ваганьковская); при реализации в 2025 году – 17 штук (ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино, ПС 220 кВ Ваганьковская). Потребуется замена выключателей на выключатели с большей отключающей способностью.

Исходя из результатов, представленных в таблице 5.2.3.12, следует, что для реализации варианта замкнутой работы транзита 220 кВ ЦАО г. Москвы без установки ВТСП ТОУ потребуются капитальные затраты (с учетом замены КРУЭ на подстанция/станция) при реализации в 2020 году - 71,69 млрд. руб., при реализации в 2025 году – 72,84 млрд.руб., тогда как с учетом установки ВТСП ТОУ необходимые капитальные затраты составят при реализации в 2020 году – 22,70 млрд.руб. (с учетом замены КРУЭ на подстанциях), при реализации в 2025 году – 22,62 млрд.руб. (с учетом замены КРУЭ на подстанциях).

На рис. 5.2.3.1 схематично представлена расстановка ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 3 с указанием полученных расчетных значений токов КЗ на шинах 220 кВ станций/подстанций ЦАО г. Москвы.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1		

Таблица 5.2.3.12. Пошаговый расчет капитальных затрат необходимых для реализации Варианта 2 Сценария 3

Вариант 2 Сценарий 3															
Шаг	Описание	2020 год							2025 год						
		Количество выключателей на замену, шт.	Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.	Кап. затраты на замену выключателей без КРУЭ, млн. руб.	Кол-во установл. ТОУ, шт.	Кап. затраты на установку ТОУ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты без учета замены КРУЭ, млн. руб.	Количество выключателей на замену, шт.	Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.	Кап. затраты на замену выключателей без КРУЭ, млн. руб.	Кол-во установл. ТОУ, шт.	Кап. затраты на установку ТОУ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты без учета замены КРУЭ, млн. руб.
Шаг 1	Включены в работу 10 транзитов	140	71 694,09	42 701,94	-	-	71 694,09	42 701,94	129	72 839,62	43 003,06	-	-	72 839,62	43 003,06
Шаг 2	Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково-Магистральная №1,2.	99	48 921,26	29 369,43	2	3240,4	52 161,66	32 609,83	93	47 023,43	27 906,12	2	3240,4	50 263,83	31 146,52
Шаг 3	Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково-Магистральная №1,2, на КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2	80	36 449,07	22 984,14	3	4860,7	41 309,77	27 844,84	72	31 043,75	20 181,94	3	4860,7	35 904,45	25 042,64
Шаг 4	Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково-Магистральная №1,2, на КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2, на КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1	61	27 488,12	16 742,38	4	6480,9	33 969,02	23 223,28	59	27 210,85	16 299,79	4	6480,9	33 691,75	22 780,69
Шаг 5	Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково-Магистральная №1,2, на КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2, на КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1,2	55	26 418,72	15 672,98	6	9721,3	36 140,02	25 394,28	52	24 633,21	12 759,44	6	9721,3	34 354,51	22 480,74
Шаг 6	Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково-Магистральная №1,2, на КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2, на КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1,2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №1,2	28	10 437,73	5 500,48	8	12961,8	23 399,53	18 462,28	29	10 146,67	5 604,40	8	12961,8	23 108,47	18 566,20
Шаг 7	Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково-Магистральная №1,2, на КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2, на КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1,2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №1,2, на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2	19	7 978,65	3 759,80	9	14582	22 560,65	18 341,80	22	7 895,85	4 221,33	9	14582	22 477,85	18 803,33
Шаг 8	Устанавливается ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Очаково-Магистральная №1,2, на КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2, на КЛ 220 кВ Мещанская-Красносельская №1, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново №1,2, на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Красносельская №1,2, на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2	14	6 500,57	2 801,37	10	16202,2	22 702,77	19 003,57	17	6 417,77	3 265,37	10	16202,2	22 619,97	19 467,57

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-г1.1

Лист

201

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	Колуч.	Лист	№ док	Подп.	Дата

9763-09-г1.1

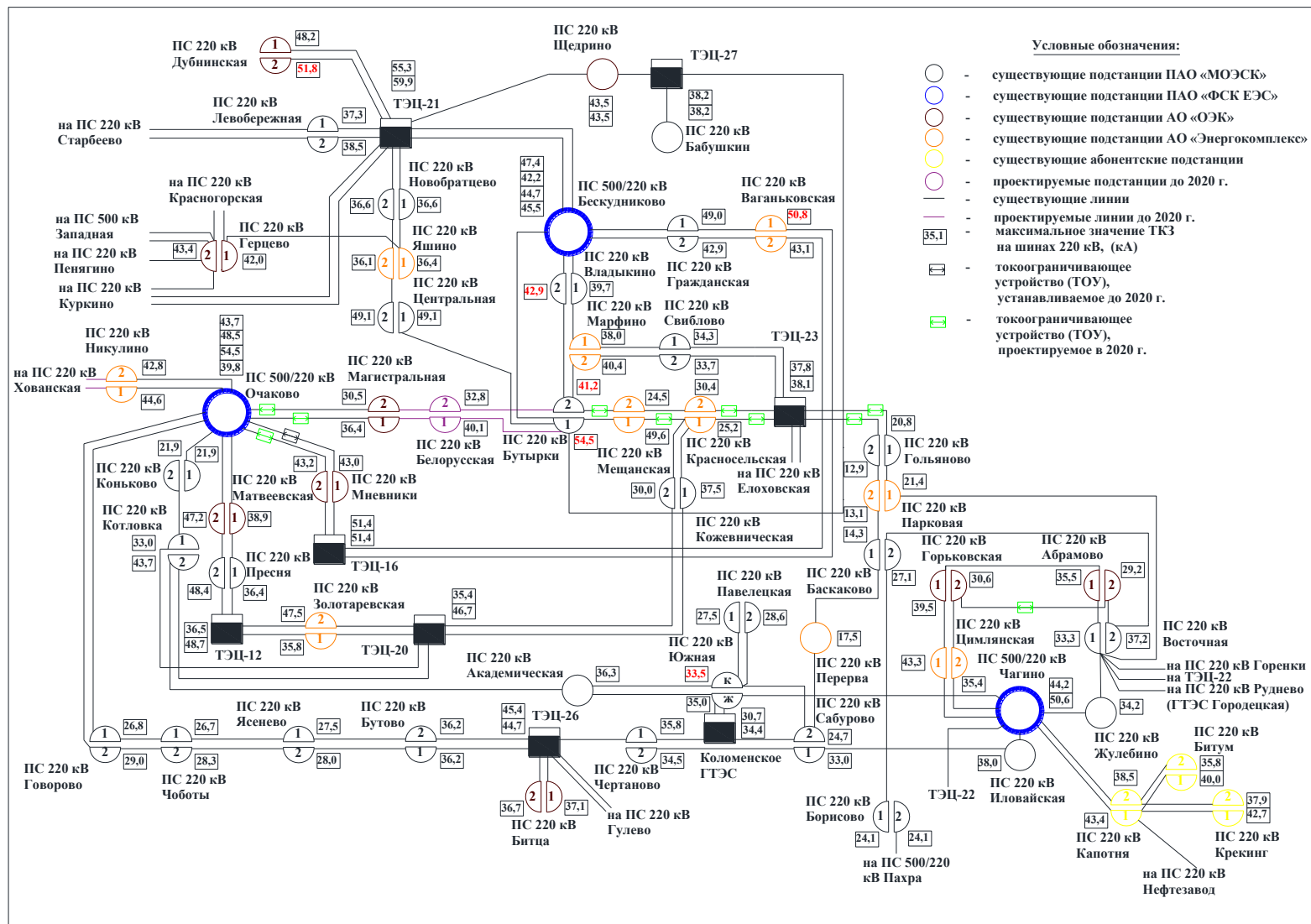


Рис. 5.2.3.1. Схема расстановки ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 3 с указанием полученных расчетных значений токов КЗ на шинах 220 кВ станций/подстанций ЦАО г. Москвы.

5.2.4 Изменение топологии сети 220 кВ с подбором мест расстановки ВТСП ТОУ (Сценарий 4)

Дополнительно, согласно замечаниям АО «СО ЕЭС» от 17.05.2017 года № Б31-П-2-19-4678, рассматривается вариант, предполагающий изменение топологии электрической сети напряжением 220 кВ энергосистемы г. Москвы и Московской области, путем замыкания следующих точек деления сети: ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки), ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2 на ПС 220 кВ Мещанская, ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 на ПС 220 кВ Красносельская, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Восточная, ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская № 1 на ПС 220 кВ Абрамово, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Герцево, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Красногорская, ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 на ПС 220 кВ Ваганьковская, ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2 на ПС 220 кВ Мневники.

В приложении Л приведены результаты расчетов токов КЗ на 2020 год (см. таблицы Л.1-Л.2) и на 2025 год (см. таблицы Л.5-Л.6), для схемы секционирования сети на рассматриваемый год и при замыкании следующих точек деления сети (без установки ВТСП ТОУ):

- ПС 220 кВ Бутырки: ШСЭВ 220 кВ (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки);
- ПС 220 кВ Мещанская: ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2;
- ПС 220 кВ Красносельская: ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- ПС 220 кВ Восточная: ШСЭВ 220 кВ;
- ПС 220 кВ Абрамово: ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №1;
- ПС 220 кВ Герцево: ШСЭВ 220 кВ;
- ПС 220 кВ Красногорская: ШСЭВ 220 кВ;
- ПС 220 кВ Ваганьковская: ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
- ПС 220 кВ Мневники: ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2.

В таблице 5.2.4.1 приведены сводные данные по выключателям, отключающая способность которых ниже расчетного значения тока КЗ, при замыкании всех точек деления сети по Сценарию 4 (без установки ВТСП ТОУ) на 2020, 2025 годы. Красным цветом выделены значения, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней (значения токов КЗ, которые меньше отключающей способности установленного выключателя, на величину, не превышающую погрешность расчета, равную 0,5 кА).

Инв. № подл.							9763-09-Т1.1	Лист 203
	Подп. и дата							
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Таблица 5.2.4.1. Сводные данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ для Варианта 2 Сценарий 4 на 2020 и 2025 годы

замкнуты все точки деления сети по Сценарию 4				2020			2025		
Наименование ПС	Принадлежность	I _{откл.} выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее I _{откл.} выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее I _{откл.} выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	70,2	4	80	72,34	5	80
ТЭЦ-25	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	-	-	62,13	-	-	63,99	-	-
ТЭЦ-16		63	н/д	74,61	5	80	74,9	5	80
ТЭЦ-21		63	2006-2009	64,86	8	80	61,36	-	-
ТЭЦ-22		31,5; 40; 50	1972, 1981-1984, 1989	28,6	-	-	28,49	-	-
ТЭЦ-23	АО «МОЭК»	40	1981-1984	67,16	10	80	63,4	10	80
		63	2009-2011	65,64	2	80	61,9	-	-
ТЭС Лыково	АО «МОЭК»	50	н/д	49,54	2	63	49,18	-	-
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	94,85	7	более 80	91,65	7	более 80
		63	2011	95,20	7	более 80	91,68	7	более 80
ПС 220 кВ Герцево	АО «ОЭК»	50	2006	70,75	11	80	69,82	11	80
ПС 220 кВ Дубнинская		50	2006	55,34	2	63	52,72	2	63
ПС 220 кВ Щедрино		40	2006	46,51	2	50	44,2	2	50
ПС 220 кВ Абрамово		50	2011-2012	59,13	1	63	58,26	1	63
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	33,35	2	40	33,22	2	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50	2012-2014	70,72	4	80	71,48	4	80
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	53,35	7	63	57,65	7	63
ПС 220/110 кВ Центральная		63	2013	72,8	5	80	70,74	4	80
ПС 220 кВ Горьковская	АО «ОЭК»	50	2011	55,53	2	63	54,99	2	63
ПС 220 кВ Пенягино	ПАО «МОЭСК»	40	2009	56,79	3	63	56,23	3	63
		50	2009	56,79	2	63	56,23	2	63
ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	40,18	2	50	39,59	2	50
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	38,05	1	40	36,96	1	40
ПС 220/110 кВ Елоховская		40	2007	39,72	1	50	39,12	-	-
ПС 220 кВ Гольяново		35,5	1979	39,07	2	50	37,03	1	40
ПС 220 кВ Владыкино		40	1989	60,77	3	63	61,19	2	63
ПС 220 кВ Красногорская		50	2006, н/д	56,99	4	63	56,51	4	63
ПС 220/110 кВ Гражданская		63	2013	60,86	-	-	60,96	-	-

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

204

Изм. Колуч Лист Недок. Подп. Дата

замкнуты все точки деления сети по Сценарию 4				2020			2025		
Наименование ПС	Принадлежность	Иоткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Иоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Иоткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Иоткл. выключателя, кА
ПС 220 кВ Левобережная		40	2006	40,93	1	50	39,18	-	-
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50	н/д	72,65	4	80	72,88	4	80
ПС 220 кВ Марфино		50	н/д	87,25	3	более 80	84,52	3	более 80
ПС 220 кВ Никулино		50	н/д	62,33	4	80	65,33	4	80
ПС 220 кВ Парковая		50	н/д	52,68	2	63	51,63	2	63
ПС 220 кВ Мещанская		50	н/д	66,29	2	80	56,51	2	63
ПС 220 кВ Цимлянская		50	н/д	55,54	1	63	55,19	1	63
ПС 220 кВ Красносельская		50	н/д	66,22	5	80	61,86	5	63
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	71,02	12	80	69,18	12	80
ПС 220 кВ Куркино		40	2001	45,3	2	50	44,14	2	50
ПС 220 кВ Ильинская	АО «Энерго-центр»	50	н/д	50,99	1	63	50,54	1	63
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				136			120		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				0			0		

Как видно из результатов расчетов, в случае замыкания точек деления сети по Сценарию 4 без установки ВТСП ТОУ, на уровне 2020 года потребуется замена 136 выключателей на выключатели с большей отключающей способностью, на уровне 2025 года – замена 120 выключателей.

При этом, необходимо отметить, что уровни токов КЗ на шинах 220 кВ на ПС 500/220/110 кВ Очаково, ПС 500/220/110 кВ Бескудниково, ТЭЦ-25, ТЭЦ-16, ТЭЦ-21, ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Мневники, ПС 220/110 кВ Центральная, ПС 220/110 кВ Герцево, ПС 220/110 кВ Восточная, ПС 220 кВ Ваганьковская, ПС 220 кВ Марфино, ПС 220 кВ Никулино, ПС 220 кВ Мещанская, ПС 220 кВ Красносельская превышают максимально-возможную отключающую способность серийно выпускаемых выключателей (63 кА).

Для снижения высокого уровня токов КЗ в электрической сети в местах замыкания точек деления предлагается установка ВТСП ТОУ. Последовательность установки ВТСП ТОУ и последовательность проведения расчетов приведена ниже.

Шаг 1. Замыкаем ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки). Устанавливаем ТОУ 40 Ом в ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Бутырки.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

205

Шаг 2. + Включаем КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2. Устанавливаем ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2.

Шаг 3. + Включаем КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1. Устанавливаем ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1.

Шаг 4. + Замыкаем ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Восточная. Устанавливаем ТОУ 40 Ом в ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Восточная.

Шаг 5. + Включаем КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №1. Устанавливаем ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №1.

Шаг 6. + Замыкаем ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Герцево. Устанавливаем ТОУ 40 Ом в ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Герцево.

Шаг 7. + Замыкаем ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Красногорская. Устанавливаем ТОУ 40 Ом в ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Красногорская.

Шаг 8. + Включаем КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №1. Устанавливаем ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №1.

Шаг 9. + Включаем КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2. Устанавливаем ТОУ 40 Ом на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2.

Результаты расчетов токов КЗ по шагам приведены в Приложении Л (2020 год - см. таблицы Л.3-Л.4, 2025 год - см. таблицы Л.7-Л.8).

В таблице 5.2.4.2 приведены сводные данные по выключателям, отключающая способность которых ниже расчетного значения тока КЗ на 2020 год, в таблице 5.2.4.3 – на 2025 год. Красным цветом выделены значения, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1		

Таблица 5.2.4.2. Сводные данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, для Варианта 2 Сценарий 4 на 2020 год

2020 год				шаг 1						шаг 2						шаг 3						шаг 4						шаг 5								
				вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Бутырки			вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Бутырки + ТОУ ШСВ-220 кВ Бутырки			+ вкл. КЛ 220кВ Бутырки-Мещанская №2			+ ТОУ КЛ 220кВ Бутырки-Мещанская №2			+ вкл. КЛ 220кВ Мещанская-Красносельская №1			+ ТОУ КЛ 220кВ Мещанская-Красносельская №1			+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Восточная			+ ТОУ ШСВ-220 кВ Восточная			+ вкл. КЛ 220 кВ Абрамово-Горьковская №1			+ ТОУ Абрамово-Горьковская №1					
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА			
																																		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	43,25	-	-	43,25	-	-	43,25	-	-	43,25	-	-	43,25	-	-	43,25	-	-	43,25	-	-	43,25	-	-	43,25	-	-	43,25	-	-	43,25	-	-
ТЭЦ-25	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	-	-	48,78	-	-	48,76	-	-	48,76	-	-	48,76	-	-	48,79	-	-	48,76	-	-	48,76	-	-	48,76	-	-	48,76	-	-	48,76	-	-	48,76	-	-
ТЭЦ-16		63	н/д	33,88	-	-	33,85	-	-	34,08	-	-	33,85	-	-	33,86	-	-	33,85	-	-	33,87	-	-	33,86	-	-	33,87	-	-	33,86	-	-	33,86	-	-
ТЭЦ-21		63	2006-2009	61,01	-	-	58,75	-	-	58,97	-	-	58,75	-	-	60,83	-	-	58,88	-	-	58,9	-	-	58,88	-	-	58,92	-	-	58,88	-	-	58,88	-	-
ТЭЦ-22		31,5; 40; 50	1972, 1981-1984, 1989	23,7	-	-	23,7	-	-	23,7	-	-	23,7	-	-	23,7	-	-	23,7	-	-	23,7	-	-	23,7	-	-	27,23	-	-	23,96	-	-	23,96	-	-
ТЭЦ-23		40	1981-1984	42,51	2	50	40,26	1	50	54,01	7	63	40,31	1	50	58,1	4	63	41,04	1	50	46,38	3	50	41,32	1	50	45,44	3	50	41,84	2	50	41,84	2	50
ТЭЦ-23	63	2009-2011	42,1	-	-	40,23	-	-	52,15	-	-	40,17	-	-	56,3	-	-	40,18	-	-	45,54	-	-	40,18	-	-	44,27	-	-	40,58	-	-	40,58	-	-	
ТЭС Лыково	АО «МОЭК»	50	н/д	30,04	-	-	30,04	-	-	30,06	-	-	30,04	-	-	30,06	-	-	30,04	-	-	30,05	-	-	30,04	-	-	30,04	-	-	30,04	-	-	30,04	-	-
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	67,78	7	80	37,26	-	-	55,23	3	63	38,26	-	-	53,76	3	63	38,30	-	-	38,92	-	-	38,33	-	-	38,87	-	-	38,39	-	-	38,39	-	-
ПС 220 кВ Герцево		АО «ОЭК»	50	2006	43,72	-	-	43,45	-	-	43,49	-	-	43,45	-	-	43,77	-	-	43,47	-	-	43,47	-	-	43,47	-	-	43,47	-	-	43,46	-	-	43,46	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	52,55	1	63	50,86	1	63	51,02	1	63	50,86	1	63	52,4	1	63	50,94	1	63	50,95	1	63	50,94	1	63	50,97	1	63	50,94	1	63	50,94	1	63
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	44,25	2	50	43,05	2	50	43,21	2	50	43,04	2	50	44,21	2	50	43,12	2	50	43,13	2	50	43,12	2	50	43,15	2	50	43,12	2	50	43,12	2	50
ПС 220 кВ Абрамово	АО «ОЭК»	50	2011-2012	28,38	-	-	28,37	-	-	28,37	-	-	28,37	-	-	28,39	-	-	28,37	-	-	38,52	-	-	28,65	-	-	43,09	-	-	28,61	-	-	28,61	-	-
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	32,91	1	40	32,91	1	40	33,11	1	40	32,92	1	40	32,92	1	40	32,92	1	40	32,93	1	40	32,92	1	40	32,93	1	40	32,92	1	40	32,92	1	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50	2012-2014	33,19	-	-	33,19	-	-	33,19	-	-	33,19	-	-	33,19	-	-	33,19	-	-	33,2	-	-	33,19	-	-	33,19	-	-	33,19	-	-	33,19	-	-
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	45,9	5	50	45,9	5	50	45,9	5	50	45,9	5	50	45,9	5	50	45,9	5	50	45,91	5	50	45,9	5	50	45,9	5	50	45,9	5	50	45,9	5	50
ПС 220/110 кВ Центральная	ПАО «МОЭСК»	63	2013	57,75	-	-	45,18	-	-	45,64	-	-	45,15	-	-	56,3	-	-	45,75	-	-	45,79	-	-	45,74	-	-	45,8	-	-	45,72	-	-	45,72	-	-
ПС 220 кВ Горьковская	АО «ОЭК»	50	2011	29,55	-	-	29,54	-	-	29,54	-	-	29,54	-	-	29,56	-	-	29,54	-	-	30,24	-	-	29,54	-	-	45,38	-	-	30,57	-	-	30,57	-	-
ПС 220 кВ Пенягино	ПАО «МОЭСК»	40	2009	38,86	-	-	38,65	-	-	38,69	-	-	38,65	-	-	38,89	-	-	38,67	-	-	38,67	-	-	38,66	-	-	38,67	-	-	38,66	-	-	38,66	-	-
ПС 220 кВ Иловайская		50	2009	38,86	-	-	38,65	-	-	38,69	-	-	38,65	-	-	38,89	-	-	38,67	-	-	38,67	-	-	38,66	-	-	38,67	-	-	38,66	-	-	38,66	-	-
ПС 220 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	17,18	-	-	16,76	-	-	18,49	-	-	16,77	-	-	18,53	-	-	16,86	-	-	32,62	1	40	17,55	-	-	26,75	1	40	18,66	-	-	18,66	-	-
ПС 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	29,04	-	-	27,45	-	-	34,59	-	-	27,52	-	-	35,36	-	-	27,91	-	-	31,33	-	-	28,09	-	-	30,68	-	-	28,43	-	-	28,43	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	27,88	-	-	26,76	-	-	34,64	-	-	27,07	-	-	35,68	1	40	27,07	-	-	27,15	-	-	27,08	-	-	27,16	-	-	27,09	-	-	27,09	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	52,06	1	63	40,22	1	50	49,73	1	63	40,82	1	50	40,88	1	50	40,83	1	50	41,30	1	50	40,85	1	50	41,28	1	50	40,90	1	50	40,90	1	50

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист Недок. Подп. Дата

9763-09-т1.1

Лист

207

2020 год				шаг 1						шаг 2						шаг 3						шаг 4						шаг 5					
				вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Бутырки			вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Бутырки + ТОУ ШСВ-220 кВ Бутырки			+ вкл. КЛ 220кВ Бутырки-Мещанская №2			+ ТОУ КЛ 220кВ Бутырки-Мещанская №2			+ вкл. КЛ 220кВ Мещанская-Красносельская №1			+ ТОУ КЛ 220кВ Мещанская-Красносельская №1			+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Восточная			+ ТОУ ШСВ-220 кВ Восточная			+ вкл. КЛ 220 кВ Абрамово-Горьковская №1			+ ТОУ Абрамово-Горьковская №1		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА			
																															Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 220 кВ Красногорская	ПАО «МОЭСК»	50	2006, н/д	31,98	-	-	31,97	-	-	31,99	-	-	31,98	-	-	31,99	-	-	31,98	-	-	31,98	-	-	31,98	-	-	31,98	-	-	31,98	-	-
ПС 220/110 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	63	2013	32,96	-	-	32,94	-	-	33,51	-	-	32,93	-	-	32,94	-	-	32,93	-	-	32,95	-	-	32,93	-	-	32,96	-	-	32,94	-	-
ПС 220 кВ Левобережная	ПАО «МОЭСК»	40	2006	39,14	-	-	38,14	-	-	38,27	-	-	38,14	-	-	39,12	-	-	38,21	-	-	38,21	-	-	38,20	-	-	38,23	-	-	38,20	-	-
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	34,71	-	-	34,67	-	-	35,04	-	-	34,66	-	-	34,67	-	-	34,66	-	-	34,68	-	-	34,66	-	-	34,69	-	-	34,67	-	-
ПС 220 кВ Марфино	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	64,65	3	80	36,74	-	-	53,29	2	63	37,64	-	-	37,94	-	-	37,68	-	-	38,32	-	-	37,72	-	-	38,27	-	-	37,79	-	-
ПС 220 кВ Никулино	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	46,5	-	-	46,5	-	-	46,5	-	-	46,5	-	-	46,5	-	-	46,5	-	-	46,51	-	-	46,5	-	-	46,5	-	-	46,5	-	-
ПС 220 кВ Парковая	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	34,3	-	-	33,12	-	-	39,1	-	-	33,14	-	-	40,56	-	-	33,45	-	-	42,21	-	-	33,86	-	-	39,76	-	-	34,54	-	-
ПС 220 кВ Мещанская	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	60,03	1	63	45,03	-	-	45,54	-	-	44,99	-	-	41,89	-	-	44,94	-	-	45	-	-	44,94	-	-	45,01	-	-	44,93	-	-
ПС 220 кВ Цимлянская	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	34,37	-	-	34,36	-	-	34,36	-	-	34,36	-	-	34,39	-	-	34,36	-	-	35,37	-	-	34,38	-	-	47,82	-	-	34,89	-	-
ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	31,54	-	-	30,54	-	-	52,07	3	63	31,35	-	-	56,23	2	63	31,35	-	-	33,47	-	-	31,35	-	-	32,99	-	-	31,35	-	-
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	36,84	-	-	36,82	-	-	36,82	-	-	36,82	-	-	36,88	-	-	36,82	-	-	56,32	11	63	37,5	-	-	42,79	2	50	37,46	-	-
ПС 220 кВ Куркино	ПАО «МОЭСК»	40	2001	38,07	-	-	37,54	-	-	37,61	-	-	37,54	-	-	38,08	-	-	37,57	-	-	37,58	-	-	37,57	-	-	37,58	-	-	37,57	-	-
ПС 220 кВ Ильинская	АО «Энергоцентр»	50	н/д	34,93	-	-	34,8	-	-	34,82	-	-	34,8	-	-	34,95	-	-	34,81	-	-	34,81	-	-	34,81	-	-	34,81	-	-	34,81	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				30			11			25			11			24			11			25			11			16			12		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				0			1			1			2			2			3			3			4			4			5		

Инд. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

Продолжение таблицы 5.2.4.2.

2020 год				шаг 6						шаг 7						шаг 8						шаг 9								
				+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Герцево			+ ТОО ШСВ-220 кВ Герцево			+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Красногорская			+ ТОО ШСВ-220 кВ Красногорская			+ вкл. КЛ 220 кВ Гражданская-Ваганьковская №1			+ ТОО Гражданская-Ваганьковская №1			+ вкл. КЛ 220 кВ ТЭЦ-16-Мневники №2			+ ТОО ТЭЦ-16-Мневники №2					
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА			
																												Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	43,30	-	-	43,25	-	-	43,43	-	-	43,27	-	-	43,27	-	-	43,27	-	-	43,27	-	-	63,81	1	80	43,96	-	-
ТЭЦ-25	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	-	-	49,63	-	-	48,79	-	-	51,82	-	-	49,15	-	-	49,15	-	-	49,15	-	-	49,15	-	-	56,43	-	-	49,17	-	-
ТЭЦ-16		63	н/д	33,87	-	-	33,86	-	-	33,86	-	-	33,86	-	-	51,12	-	-	34,9	-	-	59,63	-	-	34,99	-	-	-	-	
ТЭЦ-21		63	2006-2009	60,41	-	-	58,91	-	-	59,42	-	-	58,94	-	-	59,04	-	-	58,94	-	-	58,97	-	-	58,94	-	-	58,94	-	-
ТЭЦ-22		31,5; 40; 50	1972, 1981-1984, 1989	23,96	-	-	23,96	-	-	23,96	-	-	23,96	-	-	23,96	-	-	23,96	-	-	23,96	-	-	23,96	-	-	23,96	-	-
ТЭЦ-23	АО «МОЭК»	40	1981-1984	41,84	2	50	41,84	2	50	41,84	2	50	41,84	2	50	41,85	4	50	41,84	2	50	41,84	2	50	41,89	4	50	41,85	2	50
		63	2009-2011	40,58	-	-	40,58	-	-	40,58	-	-	40,58	-	-	40,87	-	-	40,58	-	-	41,17	-	-	40,59	-	-	40,59	-	-
ТЭС Лыково	АО «МОЭК»	50	н/д	33,53	-	-	30,09	-	-	49,1	-	-	30,75	-	-	30,86	-	-	30,75	-	-	30,95	-	-	30,78	-	-	30,78	-	-
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	38,40	-	-	38,39	-	-	38,39	-	-	38,39	-	-	38,39	-	-	38,39	-	-	38,51	-	-	38,4	-	-	38,4	-	-
		63	2011	50,57	-	-	50,45	-	-	50,51	-	-	50,45	-	-	50,55	-	-	50,45	-	-	50,52	-	-	50,46	-	-	50,46	-	-
ПС 220 кВ Герцево	АО «ОЭК»	50	2006	69,18	11	80	43,99	-	-	50,08	2	63	44,38	-	-	44,46	-	-	44,38	-	-	44,38	-	-	44,38	-	-	44,38	-	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	52,07	1	63	50,95	1	63	51,34	1	63	50,97	1	63	51,04	1	63	50,97	1	63	50,99	1	63	50,97	1	63	50,97	1	63
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	44,00	2	50	43,13	2	50	43,45	2	50	43,15	2	50	43,21	2	50	43,15	2	50	43,17	2	50	43,16	2	50	43,16	2	50
ПС 220 кВ Абрамово	АО «ОЭК»	50	2011-2012	28,61	-	-	28,61	-	-	28,61	-	-	28,61	-	-	28,61	-	-	28,61	-	-	28,61	-	-	28,61	-	-	28,61	-	-
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	32,97	1	40	32,92	1	40	33,08	1	40	32,93	1	40	32,95	1	40	32,93	1	40	32,93	1	40	32,93	1	40	32,93	1	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50	2012-2014	33,22	-	-	33,19	-	-	33,3	-	-	33,2	-	-	42,56	-	-	33,2	-	-	60,03	2	63	33,68	-	-	33,68	-	-
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	45,99	5	50	45,90	5	50	46,29	5	50	45,95	5	50	45,95	5	50	45,95	5	50	51,74	7	63	46,06	5	50	46,06	5	50
ПС 220/110 кВ Центральная	ПАО «МОЭСК»	63	2013	45,86	-	-	45,73	-	-	45,79	-	-	45,73	-	-	45,81	-	-	45,74	-	-	45,79	-	-	45,74	-	-	45,74	-	-
ПС 220 кВ Горьковская	АО «ОЭК»	50	2011	30,57	-	-	30,57	-	-	30,57	-	-	30,57	-	-	30,57	-	-	30,57	-	-	30,58	-	-	30,57	-	-	30,57	-	-
ПС 220 кВ Пенягино	ПАО «МОЭСК»	40	2009	46,36	3	50	29,92	-	-	43,38	1	50	39,32	-	-	39,38	-	-	39,32	-	-	39,32	-	-	39,32	-	-	39,32	-	-
		50	2009	55,81	2	63	39,04	-	-	43,38	-	-	39,32	-	-	39,38	-	-	39,32	-	-	39,32	-	-	39,32	-	-	39,32	-	-
ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	37,86	-	-	37,86	-	-	37,87	-	-	37,86	-	-	37,86	-	-	37,86	-	-	37,87	-	-	37,86	-	-	37,86	-	-
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	18,66	-	-	18,66	-	-	18,66	-	-	18,66	-	-	18,66	-	-	18,66	-	-	18,66	-	-	18,66	-	-	18,66	-	-
ПС 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	28,42	-	-	28,43	-	-	28,43	-	-	28,43	-	-	28,42	-	-	28,43	-	-	28,45	-	-	28,43	-	-	28,43	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	27,09	-	-	27,09	-	-	27,09	-	-	27,09	-	-	27,53	-	-	27,13	-	-	27,73	-	-	27,2	-	-	27,2	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	40,90	1	50	40,90	1	50	40,90	1	50	40,90	1	50	40,92	2	50	40,90	1	50	41,74	2	50	40,91	1	50	40,91	1	50
ПС 220 кВ Красногорская	ПАО «МОЭСК»	50	2006, н/д	36,98	-	-	32,04	-	-	56,46	4	63	32,87	-	-	33	-	-	32,87	-	-	33,04	-	-	32,89	-	-	32,89	-	-

9763-09-т1.1

Лист

209

Изм. Кол.уч Лист Недок. Подп. Дата

2020 год				шаг 6						шаг 7						шаг 8						шаг 9					
				+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Герцево			+ ТОО ШСВ-220 кВ Герцево			+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Красногорская			+ ТОО ШСВ-220 кВ Красногорская			+ вкл. КЛ 220 кВ Гражданская-Ваганьковская №1			+ ТОО Гражданская-Ваганьковская №1			+ вкл. КЛ 220 кВ ТЭЦ-16-Мневники №2			+ ТОО ТЭЦ-16-Мневники №2		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
ПС 220/110 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	63	2013	32,94	-	-	32,94	-	-	32,94	-	-	32,94	-	-	45,35	-	-	33,62	-	-	43,06	-	-	34,59	-	-
ПС 220 кВ Левобережная	ПАО «МОЭСК»	40	2006	38,85	-	-	38,21	-	-	38,46	-	-	38,23	-	-	38,29	-	-	38,23	-	-	38,25	-	-	38,23	-	-
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	34,68	-	-	34,67	-	-	34,67	-	-	34,67	-	-	50,17	2	63	35,4	-	-	57,17	3	63	36,44	-	-
ПС 220 кВ Марфино	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	37,79	-	-	37,79	-	-	37,79	-	-	37,79	-	-	38,18	-	-	37,79	-	-	39,87	-	-	37,8	-	-
ПС 220 кВ Никулино	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	46,96	-	-	46,51	-	-	48,67	-	-	46,71	-	-	46,73	-	-	46,71	-	-	57,92	2	63	46,87	-	-
ПС 220 кВ Парковая	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	34,54	-	-	34,54	-	-	34,54	-	-	34,54	-	-	34,54	-	-	34,54	-	-	34,56	-	-	34,54	-	-
ПС 220 кВ Мещанская	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	45,04	-	-	44,93	-	-	44,99	-	-	44,94	-	-	45,02	-	-	44,94	-	-	44,99	-	-	44,94	-	-
ПС 220 кВ Цимлянская	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	34,89	-	-	34,89	-	-	34,89	-	-	34,89	-	-	34,89	-	-	34,89	-	-	34,89	-	-	34,89	-	-
ПС 220 кВ Красносельская	АО «Энергокомплекс»	50	н/д	31,35	-	-	31,35	-	-	31,35	-	-	31,35	-	-	31,74	-	-	31,39	-	-	31,92	-	-	31,45	-	-
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	37,46	-	-	37,46	-	-	37,46	-	-	37,46	-	-	37,46	-	-	37,46	-	-	37,46	-	-	37,46	-	-
ПС 220 кВ Куркино	ПАО «МОЭСК»	40	2001	43,99	2	50	37,73	-	-	39,65	1	50	37,86	-	-	37,91	-	-	37,86	-	-	37,86	-	-	37,86	-	-
ПС 220 кВ Ильинская	АО «Энергоцентр»	50	н/д	44,51	-	-	35,02	-	-	47,13	-	-	35,58	-	-	35,61	-	-	35,58	-	-	35,58	-	-	35,58	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				30			12			20			12			17			12			25			12		
Общее количество установленных ТОО, шт.				5			6			6			7			7			8			8			9		

Инд. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

Изм. Кол.уч Лист Недок. Подп. Дата

9763-09-т1.1

Лист

210

Таблица 5.2.4.3. Сводные данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, для Варианта 2 Сценарий 4 на 2025 год

2025 год				шаг 1						шаг 2						шаг 3						шаг 4						шаг 5					
Сценарий 4				вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Бутырки			вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Бутырки + ТОУ ШСВ-220 кВ Бутырки			+ вкл. КЛ 220кВ Бутырки-Мещанская №2			+ ТОУ КЛ 220кВ Бутырки-Мещанская №2			+ вкл. КЛ 220кВ Мещанская-Красносельская №1			+ ТОУ КЛ 220кВ Мещанская-Красносельская №1			+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Восточная			+ ТОУ ШСВ-220 кВ Восточная			+ вкл. КЛ 220 кВ Абрамово-Горьковская №1			+ ТОУ Абрамово-Горьковская №1		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	
				Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	45,99	-	-	45,99	-	-	45,99	-	-	45,99	-	-	45,99	-	-	45,99	-	-	45,99	-	-	45,99	-	-	45,99	-	-	45,99	-	-
ТЭЦ-25	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	-	-	48,52	-	-	48,48	-	-	48,49	-	-	48,48	-	-	48,52	-	-	48,49	-	-	48,49	-	-	48,49	-	-	48,49	-	-	48,49	-	-
ТЭЦ-16		63	н/д	33,46	-	-	33,44	-	-	33,77	-	-	33,45	-	-	33,45	-	-	33,45	-	-	33,46	-	-	33,45	-	-	33,47	-	-	33,45	-	-
ТЭЦ-21		63	2006-2009	57,59	-	-	55,38	-	-	55,62	-	-	55,37	-	-	57,35	-	-	55,51	-	-	55,52	-	-	55,5	-	-	55,55	-	-	55,5	-	-
ТЭЦ-22		31,5; 40; 50	1972,1981-1984, 1989	23,76	-	-	23,76	-	-	23,77	-	-	23,76	-	-	23,77	-	-	23,76	-	-	23,76	-	-	23,76	-	-	27,29	-	-	24,02	-	-
ТЭЦ-23		40	1981-1984	42,29	2	50	40,44	1	50	52	7	63	40,48	1	50	56,1	4	63	41,17	1	50	46,04	3	50	41,42	1	50	45,49	3	50	41,92	2	50
		63	2009-2011	41,89	-	-	40,08	-	-	52,6	-	-	40,12	-	-	54,36	-	-	40,07	-	-	45,13	-	-	40,26	-	-	44,41	-	-	40,68	-	-
ТЭС Лыково	АО «МОЭК»	50	н/д	30,04	-	-	30,04	-	-	30,05	-	-	30,04	-	-	30,05	-	-	30,04	-	-	30,04	-	-	30,04	-	-	30,04	-	-	30,04	-	-
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	66,71	7	80	38,86	-	-	55,99	3	63	39,84	1	50	51,01	4	63	39,86	1	50	40,37	1	50	39,88	1	50	40,41	1	50	39,94	1	50
		63	2011	67,13	7	80	47,72	-	-	56,02	-	-	47,69	-	-	63,56	3	63	47,63	-	-	47,69	-	-	47,63	-	-	47,74	-	-	47,63	-	-
ПС 220 кВ Герцево	АО «ОЭК»	50	2006	43,09	-	50	42,79	-	-	42,83	-	-	42,79	-	-	43,13	-	-	42,81	-	-	42,81	-	-	42,81	-	-	42,82	-	-	42,81	-	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	49,94	1	63	48,27	-	-	48,45	-	-	48,27	-	-	49,75	1	63	48,35	-	-	48,36	-	-	48,35	-	-	48,39	-	-	48,34	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	41,94	2	50	40,74	2	50	40,92	2	50	40,74	2	50	41,9	2	50	40,81	2	50	40,82	2	50	40,81	2	50	40,85	2	50	40,81	2	50
ПС 220 кВ Абрамово	АО «ОЭК»	50	2011-2012	27,32	-	-	27,31	-	-	27,31	-	-	27,31	-	-	27,34	-	-	27,31	-	-	37,78	-	-	27,61	-	-	43,27	-	-	27,57	-	-
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	32,74	1	40	32,74	1	40	32,99	1	40	32,75	1	40	32,75	1	40	32,75	1	40	32,75	1	40	32,75	1	40	32,76	1	40	32,75	1	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50	2012-2014	34,64	-	-	34,64	-	-	34,64	-	-	34,64	-	-	34,64	-	-	34,64	-	-	34,65	-	-	34,64	-	-	34,64	-	-	34,64	-	-
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	50,39	7	63	50,39	7	63	50,39	7	63	50,39	7	63	50,39	7	63	50,39	7	63	50,41	7	63	50,39	7	63	50,39	7	63	50,39	7	63
ПС 220/110 кВ Центральная	ПАО «МОЭСК»	63	2013	56,86	-	-	44,61	-	-	45,14	-	-	44,57	-	-	54,37	-	-	45,08	-	-	45,11	-	-	45,06	-	-	45,14	-	-	45,05	-	-
ПС 220 кВ Горьковская	АО «ОЭК»	50	2011	29,55	-	-	29,55	-	-	29,55	-	-	29,55	-	-	29,55	-	-	29,55	-	-	29,85	-	-	29,55	-	-	45,55	-	-	30,63	-	-
ПС 220 кВ Пенягино	ПАО «МОЭСК»	40	2009	38,38	-	-	38,16	-	-	38,19	-	-	38,15	-	-	38,41	-	-	38,17	-	-	38,17	-	-	38,17	-	-	38,18	-	-	38,17	-	-
		50	2009	38,38	-	-	38,16	-	-	38,19	-	-	38,15	-	-	38,41	-	-	38,17	-	-	38,17	-	-	38,17	-	-	38,18	-	-	38,17	-	-
ПС 220 кВ Иловойская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	36,86	-	-	36,86	-	-	36,86	-	-	36,86	-	-	36,89	-	-	36,86	-	-	38,65	-	-	36,92	-	-	36,92	-	-	36,91	-	-
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	17,14	-	-	16,82	-	-	18,15	-	-	16,82	-	-	18,48	-	-	16,9	-	-	31,36	1	40	17,54	-	-	26,71	1	40	18,62	-	-
ПС 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	28,89	-	-	27,6	-	-	33,24	-	-	27,63	-	-	35,07	-	-	28,03	-	-	31,09	-	-	28,19	-	-	30,75	-	-	28,51	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	27,67	-	-	26,5	-	-	33,56	-	-	26,53	-	-	34,85	-	-	26,93	-	-	26,02	-	-	26,9	-	-	26,74	-	-	26,89	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	52,8	1	63	43,19	1	50	51,95	1	63	43,76	1	50	43,74	1	50	43,75	1	50	44,13	1	50	43,77	1	50	44,19	1	50	43,81	1	50
ПС 220 кВ Красногорская	ПАО «МОЭСК»	50	2006, н/д	31,95	-	-	31,95	-	-	31,96	-	-	31,95	-	-	31,97	-	-	31,95	-	-	31,95	-	-	31,95	-	-	31,95	-	-	31,95	-	-
ПС 220/110 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	63	2013	32,43	-	-	32,41	-	-	33,16	-	-	32,42	-	-	32,42	-	-	32,42	-	-	32,43	-	-	32,42	-	-	32,44	-	-	32,42	-	-

Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

211

2025 год				шаг 1						шаг 2						шаг 3						шаг 4						шаг 5					
Сценарий 4				вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Бутырки			вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Бутырки + ТОО ШСВ-220 кВ Бутырки			+ вкл. КЛ 220кВ Бутырки-Мещанская №2			+ ТОО КЛ 220кВ Бутырки-Мещанская №2			+ вкл. КЛ 220кВ Мещанская-Красносельская №1			+ ТОО КЛ 220кВ Мещанская-Красносельская №1			+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Восточная			+ ТОО ШСВ-220 кВ Восточная			+ вкл. КЛ 220 кВ Абрамово-Горьковская №1			+ ТОО Абрамово-Горьковская №1		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.			
				Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество		
ПС 220 кВ Левобережная	ПАО «МОЭСК»	40	2006	37,26	-	-	36,25	-	-	36,38	-	-	36,24	-	-	37,23	-	-	36,31	-	-	36,32	-	-	36,31	-	-	36,34	-	-	36,31	-	-
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50	н/д	34,16	-	-	34,13	-	-	34,65	-	-	34,13	-	-	34,14	-	-	34,13	-	-	34,14	-	-	34,13	-	-	34,16	-	-	34,13	-	-
ПС 220 кВ Марфино		50	н/д	63,71	3	80	38,26	-	-	53,96	2	63	39,14	-	-	39,26	-	-	39,17	-	-	39,69	-	-	39,19	-	-	39,73	-	-	39,25	-	-
ПС 220 кВ Никулино		50	н/д	47,97	-	-	47,97	-	-	47,97	-	-	47,97	-	-	47,97	-	-	47,97	-	-	47,98	-	-	47,97	-	-	47,97	-	-	47,97	-	-
ПС 220 кВ Парковая		50	н/д	34,23	-	-	33,26	-	-	37,77	-	-	33,27	-	-	40,28	-	-	33,56	-	-	41,55	-	-	33,94	-	-	39,82	-	-	34,59	-	-
ПС 220 кВ Мещанская		50	н/д	54,14	1	63	41,74	-	-	42,17	-	-	41,67	-	-	38,6	-	-	41,64	-	-	41,67	-	-	41,63	-	-	41,7	-	-	41,62	-	-
ПС 220 кВ Цимлянская		50	н/д	33,91	-	-	33,91	-	-	33,91	-	-	33,91	-	-	33,91	-	-	33,91	-	-	34,85	-	-	33,91	-	-	48,02	-	-	34,98	-	-
ПС 220 кВ Красносельская		50	н/д	31,4	-	-	30,43	-	-	51,41	3	63	30,45	-	-	53,91	2	63	30,78	-	-	33,23	-	-	30,9	-	-	32,97	-	-	31,15	-	-
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	34,14	-	-	34,13	-	-	34,13	-	-	34,13	-	-	34,18	-	-	34,13	-	-	53,82	11	63	34,82	-	-	43,05	2	50	34,77	-	-
ПС 220 кВ Куркино	ПАО «МОЭСК»	40	2001	36,99	-	-	36,43	-	-	36,5	-	-	36,43	-	-	36,99	-	-	36,46	-	-	36,47	-	-	36,46	-	-	36,48	-	-	36,46	-	-
ПС 220 кВ Ильинская	АО «Энергоцентр»	50	н/д	34,56	-	-	34,41	-	-	34,42	-	-	34,41	-	-	34,57	-	-	34,42	-	-	34,42	-	-	34,42	-	-	34,42	-	-	34,41	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				32		12		26		13		25		13		27		13		18		14											
Общее количество установленных ТОО, шт.				0		1		1		2		2		3		3		4		4		5											

Инов. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №

Изм. Кол.уч Лист Недок. Подп. Дата

9763-09-т1.1

Лист

212

Продолжение таблицы 5.2.4.3.

2025 год				шаг 6						шаг 7						шаг 8						шаг 9					
Сценарий 4				+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Герцево			+ ТОУ ШСВ-220 кВ Герцево			+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Красногорская			+ ТОУ ШСВ-220 кВ Красногорская			+ вкл. КЛ 220 кВ Гражданская-Ваганьковская №1			+ ТОУ Гражданская-Ваганьковская №1			+ вкл. КЛ 220 кВ ТЭЦ-16-Мневники №2			+ ТОУ ТЭЦ-16-Мневники №2		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	
				Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС»	63	2007	46,04	-	-	45,99	-	-	46,19	-	-	46,01	-	-	46,01	-	-	46,01	-	-	66,02	2	80	46,73	-	-
ТЭЦ-25	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	-	-	49,39	-	-	48,52	-	-	51,57	-	-	48,88	-	-	48,88	-	-	48,88	-	-	58,39	-	-	48,89	-	-
ТЭЦ-16		63	н/д	33,46	-	-	33,45	-	-	33,45	-	-	33,45	-	-	50,57	-	-	34,49	-	-	60,15	-	-	34,58	-	-
ТЭЦ-21		63	2006-2009	57,09	-	-	55,53	-	-	56,07	-	-	55,57	-	-	55,65	-	-	55,57	-	-	55,6	-	-	55,57	-	-
ТЭЦ-22		31,5; 40; 50	1972, 1981-1984, 1989	24,02	-	-	24,02	-	-	24,02	-	-	24,02	-	-	24,02	-	-	24,02	-	-	24,03	-	-	24,02	-	-
ТЭЦ-23		40	1981-1984	41,92	2	50	41,92	2	50	41,92	2	50	41,92	2	50	41,92	2	50	41,92	2	50	41,97	2	50	41,93	2	50
		63	2009-2011	40,68	-	-	40,68	-	-	40,68	-	-	40,68	-	-	40,69	-	-	40,68	-	-	40,73	-	-	40,69	-	-
ТЭС Лыково	АО «МОЭК»	50	н/д	33,43	-	-	30,08	-	-	48,76	-	-	30,73	-	-	30,83	-	-	30,73	-	-	30,91	-	-	30,76	-	-
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	39,94	1	50	39,94	1	50	39,94	1	50	39,94	1	50	39,94	1	50	39,94	1	50	40,06	1	50	39,95	1	50
		63	2011	47,79	-	-	47,63	-	-	47,71	-	-	47,63	-	-	47,73	-	-	47,64	-	-	47,71	-	-	47,64	-	-
ПС 220 кВ Герцево	АО «ОЭК»	50	2006	68,29	11	80	43,32	-	-	49,4	-	-	43,72	-	-	43,78	-	-	43,71	-	-	43,71	-	-	43,71	-	-
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	49,55	1	63	48,36	-	-	48,77	-	-	48,38	-	-	48,44	-	-	48,38	-	-	48,41	-	-	48,38	-	-
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	41,76	2	50	40,83	2	50	41,17	2	50	40,85	2	50	40,9	2	50	40,85	2	50	40,87	2	50	40,85	2	50
ПС 220 кВ Абрамово	АО «ОЭК»	50	2011-2012	27,57	-	-	27,57	-	-	27,57	-	-	27,57	-	-	27,57	-	-	27,57	-	-	27,57	-	-	27,57	-	-
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	32,81	1	40	32,75	1	40	32,92	1	40	32,76	1	40	32,78	1	40	32,76	1	40	32,77	1	40	32,76	1	40
ПС 220 кВ Мневники	АО «ОЭК»	50	2012-2014	34,67	-	-	34,64	-	-	34,76	-	-	34,65	-	-	42,15	-	-	34,65	-	-	60,94	3	63	35,18	-	-
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	50,48	7	63	50,39	7	63	50,76	7	63	50,44	7	63	50,44	7	63	50,44	7	63	56,04	7	63	50,56	7	63
ПС 220/110 кВ Центральная	ПАО «МОЭСК»	63	2013	45,22	-	-	45,06	-	-	45,14	-	-	45,06	-	-	45,13	-	-	45,07	-	-	45,13	-	-	45,07	-	-
ПС 220 кВ Горьковская	АО «ОЭК»	50	2011	30,63	-	-	30,63	-	-	30,63	-	-	30,63	-	-	30,63	-	-	30,63	-	-	30,64	-	-	30,63	-	-
ПС 220 кВ Пенягино	ПАО «МОЭСК»	40	2009	55,27	3	63	38,54	-	-	42,89	1	50	38,82	-	-	38,87	-	-	38,82	-	-	38,82	-	-	38,82	-	-
		50	2009	55,27	2	63	38,54	-	-	42,89	-	-	38,82	-	-	38,87	-	-	38,82	-	-	38,82	-	-	38,82	-	-
ПС 220 кВ Иловайская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	36,91	-	-	36,91	-	-	36,92	-	-	36,91	-	-	36,91	-	-	36,91	-	-	36,91	-	-	36,91	-	-
ПС 220/110 кВ Баскаково	ПАО «МОЭСК»	25	1983	18,62	-	-	18,62	-	-	18,62	-	-	18,62	-	-	18,62	-	-	18,62	-	-	18,62	-	-	18,62	-	-
ПС 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	28,51	-	-	28,51	-	-	28,51	-	-	28,51	-	-	28,51	-	-	28,51	-	-	28,54	-	-	28,51	-	-
ПС 220 кВ Гольяново	ПАО «МОЭСК»	35,5	1979	26,89	-	-	26,89	-	-	26,89	-	-	26,89	-	-	26,89	-	-	26,89	-	-	26,93	-	-	26,89	-	-
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	43,81	1	50	43,81	1	50	43,81	1	50	43,81	1	50	43,83	1	50	43,81	1	50	43,92	2	50	43,82	1	50
ПС 220 кВ Красногорская	ПАО «МОЭСК»	50	2006, н/д	36,73	-	-	32,01	-	-	55,99	4	63	32,83	-	-	32,95	-	-	32,83	-	-	32,99	-	-	32,85	-	-
ПС 220/110 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	63	2013	32,42	-	-	32,42	-	-	32,42	-	-	32,42	-	-	44,96	-	-	33,11	-	-	42,78	-	-	34,06	-	-
ПС 220 кВ Левобережная	ПАО «МОЭСК»	40	2006	37,14	-	-	36,32	-	-	36,58	-	-	36,34	-	-	37,17	-	-	36,34	-	-	36,36	-	-	36,34	-	-
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50	н/д	34,14	-	-	34,14	-	-	34,14	-	-	34,14	-	-	49,63	2	63	34,87	-	-	57,63	3	63	35,9	-	-
ПС 220 кВ Марфино		50	н/д	39,25	-	-	39,25	-	-	39,25	-	-	39,25	-	-	39,25	-	-	39,25	-	-	39,37	-	-	39,26	-	-

9763-09-т1.1

Изм. Кол.уч Лист Недок. Подп. Дата

Лист

213

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

2025 год				шаг 6						шаг 7						шаг 8						шаг 9					
Сценарий 4				+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Герцево			+ ТОО ШСВ-220 кВ Герцево			+ вкл. ШСВ-220 кВ на ПС Красногорская			+ ТОО ШСВ-220 кВ Красногорская			+ вкл. КЛ 220 кВ Гражданская-Ваганьковская №1			+ ТОО Гражданская-Ваганьковская №1			+ вкл. КЛ 220 кВ ТЭЦ-16-Мневники №2			+ ТОО ТЭЦ-16-Мневники №2		
Наименование ПС	Принадлежность	Юткл. выключателя, КА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, КА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, КА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, КА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, КА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, КА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, КА		Значение тока КЗ за выключателем, превышающее Юткл. выключателя, КА		Количество выключателей на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, КА	
				Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество	Значение	Количество
ПС 220 кВ Никулино		50	н/д	48,41	-	-	47,98	-	-	50,09	2	63	48,17	-	-	48,18	-	-	48,17	-	-	60,94	4	63	48,33	-	-
ПС 220 кВ Парковая		50	н/д	34,59	-	-	34,59	-	-	34,59	-	-	34,59	-	-	34,59	-	-	34,59	-	-	34,61	-	-	34,6	-	-
ПС 220 кВ Мещанская		50	н/д	41,74	-	-	41,62	-	-	41,68	-	-	41,62	-	-	41,68	-	-	41,62	-	-	41,68	-	-	41,62	-	-
ПС 220 кВ Цимлянская		50	н/д	34,98	-	-	34,98	-	-	34,98	-	-	34,98	-	-	34,98	-	-	34,98	-	-	35	-	-	34,98	-	-
ПС 220 кВ Красносельская		50	н/д	31,15	-	-	31,15	-	-	31,15	-	-	31,15	-	-	31,15	-	-	31,15	-	-	31,18	-	-	31,16	-	-
ПС 220/110 кВ Восточная	ПАО «МОЭСК»	40	2002-2003	34,77	-	-	34,77	-	-	34,77	-	-	34,77	-	-	34,77	-	-	34,77	-	-	34,77	-	-	34,77	-	-
ПС 220 кВ Куркино		40	2001	42,82	2	50	36,62	-	-	38,53	-	-	36,75	-	-	36,79	-	-	36,75	-	-	36,75	-	-	36,75	-	-
ПС 220 кВ Ильинская	АО «Энерго-центр»	50	н/д	44,2	-	-	34,62	-	-	46,67	-	-	35,18	-	-	35,21	-	-	35,18	-	-	35,18	-	-	35,18	-	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				33		14		21		14		16		14		27		14									
Общее количество установленных ТОО, шт.				5		6		6		7		7		8		8		9									

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

214

Согласно результатам расчетов (см. таблицы 5.2.4.2, 5.2.4.3), в случае замыкания:

- ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки),
- ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2 на ПС 220 кВ Мещанская,
- ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 на ПС 220 кВ Красносельская,
- ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Восточная,
- ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская № 1 на ПС 220 кВ Абрамово,
- ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Герцево,
- ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Красногорская,
- ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 на ПС 220 кВ Ваганьковская,
- ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2 на ПС 220 кВ Мневники

и установке в местах замыкания точек деления 9 штук ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом, потребуется заменить 14 выключателей, отключающая способность которых ниже расчетных значений токов КЗ.

Для Варианта 2 Сценария 4 были проведены расчеты электрических режимов на 2020 и 2025 годы для зимнего и летнего максимума нагрузок рабочего дня. Результаты электрических расчетов представлены в Главе 6.

В таблицах 5.2.4.4 – 5.2.4.5 представлены данные по потерям активной мощности в электрической сети напряжением 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы для этого варианта.

По данным приведенным в таблицах 5.2.4.4 – 5.2.4.5 можно сделать вывод о том, что замыкание ШСЭВ 220 кВ и КЛ 220 кВ по Варианту 2 Сценарию 4 и установка 9 штук ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом, не приводит к увеличению потерь активной мощности в электрической сети.

Инв. № подл.	Подп. и дата							9763-09-т1.1	Лист
									215
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол.уч.	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.2.4.4 - Потери в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы на 2020 год при пошаговой установке ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 4

Вариант 2. Сценарий 4										
Потери активной мощности, МВт										
	Нормальная схема работы при секционировании сети на 2020 год	Шаг 1	Шаг 2 (2 ТОУ)	Шаг 3 (3 ТОУ)	Шаг 4 (4ТОУ)	Шаг 5 (5 ТОУ)	Шаг 6 (6 ТОУ)	Шаг 7 (7 ТОУ)	Шаг 8 (8 ТОУ)	Шаг (9 ТОУ)
Режим зимнего максимума нагрузок 2020 г.	81,87	81,687	81,65	81,596	81,601	81,823	81,813	81,76	81,777	81,776
Режим летнего максимума нагрузок 2020 г.	95,00	94,711	94,258	94,421	94,413	93,581	93,568	93,614	93,643	94,154

Таблица 5.2.4.5 - Потери в электрической сети 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы на 2025 год при пошаговой установке ВТСП ТОУ для Варианта 2 Сценарий 4

Вариант 2. Сценарий 4										
Потери активной мощности, МВт										
	Нормальная схема работы при секционировании сети на 2025 год	Шаг 1	Шаг 2 (2 ТОУ)	Шаг 3 (3 ТОУ)	Шаг 4 (4ТОУ)	Шаг 5 (5 ТОУ)	Шаг 6 (6 ТОУ)	Шаг 7 (7 ТОУ)	Шаг 8 (8 ТОУ)	Шаг (9 ТОУ)
Режим зимнего максимума нагрузок 2025 г.	109,80	109,739	109,723	109,725	109,745	109,549	109,495	109,395	109,289	109,214
Режим летнего максимума нагрузок 2025 г.	103,60	103,415	103,104	103,029	103,004	103,094	103,1	103,218	103,167	103,855

9763-09-т.1.1

Для оценки экономического эффекта были произведены пошаговые расчеты капиталовложений, которые включают в себя:

- расчет стоимости выключателей, подлежащих замене при ликвидации точки деления сети в связи с ростом токов КЗ на шинах подстанций и станций (при выполнении расчета затраты на замену выключателей учитывались без замены КРУЭ и с заменой КРУЭ (всего или секции) на подстанциях/станциях);
- расчет капитальных затрат на установку ВТСП ТОУ.

В таблице 5.2.4.6 приведены данные по капитальным вложениям, рассчитанные по шагам по Варианту 2 Сценарий 4 с установкой ВТСП ТОУ, а в таблице 5.2.4.7. – данные по капитальным затратам, необходимых для замены выключателей по Варианту 2 Сценарий 4 без установки ВТСП ТОУ.

Оценка капитальных затрат выполнена по сборнику «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-1150 кВ» для электросетевых объектов ОАО «ФСК ЕЭС», утвержденных Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 21.10.2014 № 477.

Расчеты выполнены в базовых ценах 2000 г. и учитывают НДС. При пересчете стоимости в текущие цены использованы индексы изменения сметной стоимости текущих цен по капитальным вложениям в отрасль «Электроэнергетика» на 01.06.16 г., как рекомендованные к применению Минстроем России (Письмо №31523-ХМ/09 от 27.09.2016 г.)

Инв. № подл.	Подп. и дата							9763-09-т1.1	Лист
									217
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				

Таблица 5.2.4.6. Пошаговый расчет капитальных затрат необходимых для реализации Варианта 2 Сценария 4

Вариант 2 Сценарий 4																
Шаг	Описание	Сопротивление установленного ТООУ на рассматриваемой ЛЭП 220 кВ, Ом	2020 год							2025 год						
			Количество выключателей на замену, шт.	Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.	Кап. затраты на замену выключателей без КРУЭ, млн. руб.	Кол-во установл. ТООУ 40 Ом, шт.	Кап. затраты на установку ТООУ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты без учета замены КРУЭ, млн. руб.	Количество выключателей на замену, шт.	Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.	Кап. затраты на замену выключателей без КРУЭ, млн. руб.	Кол-во установл. ТООУ 40 Ом, шт.	Кап. затраты на установку ТООУ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Суммарные кап. затраты без учета замены КРУЭ, млн. руб.
Шаг 1	Замкнут ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки)	-	30	11 299,67	8 402,68	-	-	11 299,67	8 402,68	32	11 700,80	8 803,80	-	-	11 700,80	8 803,80
		40	11	3 567,80	2 258,16	1	1 620,22	5 188,02	3 878,38	12	3 276,74	2 376,91	1	1 620,22	4 896,96	3 997,13
Шаг 2	Включена КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2	-	25	10 511,67	4 904,84	1	1 620,22	12 131,89	6 525,06	26	10 220,61	5 023,58	1	1 620,22	11 840,83	6 643,80
		40	11	3 567,80	2 258,16	2	3 240,45	6 808,25	5 498,61	13	4 072,61	2 645,72	2	3 240,45	7 313,06	5 886,17
Шаг 3	Включена КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1	-	24	10 513,46	5 305,97	2	3 240,45	13 753,91	8 546,42	25	6 820,83	4 847,09	2	3 240,45	10 061,28	8 087,54
		40	11	3 567,80	2 258,16	3	4 860,67	8 428,47	7 118,83	13	4 072,61	2 645,72	3	4 860,67	8 933,28	7 506,39
Шаг 4	Замкнут ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Восточная	-	25	6 075,20	4 632,20	3	4 860,67	10 935,87	9 492,87	27	6 580,01	5 019,75	3	4 860,67	11 440,68	9 880,42
		40	11	3 567,80	2 258,16	4	6 480,89	10 048,69	8 739,05	13	4 072,61	2 645,72	4	6 480,89	10 553,50	9 126,61
Шаг 5	Включена КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская № 1	-	16	4 465,69	3 156,05	4	6 480,89	10 946,58	9 636,94	18	4 970,50	3 543,60	4	6 480,89	11 451,39	10 024,49
		40	12	3 712,21	2 402,57	5	8 101,12	11 813,33	10 503,69	14	4 217,02	2 790,12	5	8 101,12	12 318,14	10 891,24
Шаг 6	Замкнут ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Герцево	-	30	11 737,74	7 444,31	5	8 101,12	19 838,86	15 545,43	33	11 413,29	8 162,38	5	8 101,12	19 514,41	16 263,50
		40	12	3 712,21	2 402,57	6	9 721,34	13 433,55	12 123,91	14	4 217,02	2 790,12	6	9 721,34	13 938,36	12 511,46
Шаг 7	Замкнут ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Красногорская	-	20	6 312,81	4 704,57	6	9 721,34	16 034,15	14 425,91	21	6 240,31	4 825,78	6	9 721,34	15 961,65	14 547,12
		40	12	3 712,21	2 402,57	7	11 341,56	15 053,77	13 744,13	14	4 217,02	2 790,12	7	11 341,56	15 558,58	14 131,68
Шаг 8	Включена КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №1	-	17	5 447,33	3 278,62	7	11 341,56	16 788,89	14 620,18	16	5 518,92	3 232,96	7	11 341,56	16 860,48	14 574,52
		40	12	3 712,21	2 402,57	8	12 961,79	16 674,00	15 364,36	14	4 217,02	2 790,12	8	12 961,79	17 178,81	15 751,91
Шаг 9	Включена КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2	-	25	9 601,23	5 218,43	8	12 961,79	22 563,02	18 180,22	27	10 057,90	5 718,30	8	12 961,79	23 019,69	18 680,09
		40	12	3 712,21	2 402,57	9	14 582,01	18 294,22	16 984,58	14	4 217,02	2 790,12	9	14 582,01	18 799,03	17 372,13

Таблица 5.2.4.7. Капитальные затраты, необходимые для замены выключателей по Варианту 2 Сценарий 4 без установки ВТСИП ТООУ

Вариант 2 Сценарий 4		2020 год			2025 год		
		Количество выключателей на замену, шт.	Кап.вложения с учетом замены выключателей, млн. руб.	Кап.вложения с учетом замены КРУЭ, млн. руб.	Количество выключателей на замену, шт.	Кап.вложения с учетом замены выключателей, млн. руб.	Кап.вложения с учетом замены КРУЭ, млн. руб.
замкнуты: ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки), ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2 на ПС 220 кВ Мещанская, ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 на ПС 220 кВ Красносельская, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Восточная, ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская № 1 на ПС 220 кВ Абрамово, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Герцево, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Красногорская, ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 на ПС 220 кВ Ваганьковская, ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2 на ПС 220 кВ Мневники		136	40 090,7	59 681,8	120	34 669,2	51 924,9

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

218

Выводы по Варианту 2 Сценарий 4

Дополнительно, согласно замечаниям АО «СО ЕЭС» от 17.05.2017 года № Б31-П-2-19-4678, рассматривается вариант, предполагающий изменение топологии электрической сети напряжением 220 кВ энергосистемы г. Москвы и Московской области, путем замыкания следующих точек деления сети: ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки), ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2 на ПС 220 кВ Мещанская, ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 на ПС 220 кВ Красносельская, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Восточная, ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская № 1 на ПС 220 кВ Абрамово, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Герцево, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Красногорская, ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 на ПС 220 кВ Ваганьковская, ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2 на ПС 220 кВ Мневники.

Как показали расчеты токов КЗ, при замыкании точек деления сети по сценарию 4, на уровне 2020 года потребуется замена 136 выключателей на выключатели с большей отключающей способностью, а на уровне 2025 года – 120 выключателей.

По полученным результатам рекомендуются следующие места установки 9 штук ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом каждый:

- 1 ТОУ на ПС 220 кВ Бутырки: ШСЭВ 220 кВ (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки);
- 1 ТОУ на ПС 220 кВ Мещанская: ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2;
- 1 ТОУ на ПС 220 кВ Красносельская: ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- 1 ТОУ на ПС 220 кВ Восточная: ШСЭВ 220 кВ;
- 1 ТОУ на ПС 220 кВ Абрамово: ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1;
- 1 ТОУ на ПС 220 кВ Герцево: ШСЭВ 220 кВ;
- 1 ТОУ на ПС 220 кВ Красногорская: ШСЭВ 220 кВ;
- 1 ТОУ на ПС 220 кВ Ваганьковская: ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
- 1 ТОУ на ПС 220 кВ Мневники: ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2.

При этом на шинах 220 кВ подстанций рассматриваемого района значения токов КЗ превысили отключающую способность установленных выключателей: при реализации в 2020 году – 12 штук (ТЭЦ-23, ПС 220 кВ Дубнинская, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220 кВ Владыкино); при реализации в 2025 году – 14 штук (ТЭЦ-23, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино). Потребуется замена выключателей на выключатели с большей отключающей способностью.

Исходя из результатов, представленных в таблицах 5.2.4.6-5.2.4.7, следует, что для реализации Сценария 4 без установки ВТСП ТОУ потребуются капитальные затраты (с учетом замены КРУЭ на подстанции/станции) при реализации в 2020 году - 59,68 млрд. руб., при реализации в 2025 году – 51,92 млрд.руб., тогда

Инв. № подл.	Подп. и дата
--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

219

как с учетом установки ВТСП ТОО необходимые капитальные затраты составят при реализации в 2020 году – 18,29 млрд.руб. (с учетом замены КРУЭ на подстанциях/станциях), при реализации в 2025 году – 18,80 млрд.руб. (с учетом замены КРУЭ на подстанциях/станциях).

На рис. 5.2.4.1 схематично представлена расстановка ВТСП ТОО для Варианта 2 Сценарий 4 с указанием полученных расчетных значений токов КЗ на шинах 220 кВ станций/подстанций ЦАО г. Москвы.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1		

5.3 Определение перспективных мест для установки ВТСП ТООУ в энергосистеме г. Москвы и Московской области на период до 2020 и 2025 годов для Варианта 3

Вариант 3 предполагает изменения топологии электрической сети энергосистемы г. Москвы и Московской области путем поочередного замыкания линий напряжением 110 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с расстановкой по этим линиям ВТСП ТООУ.

Для определения мест расстановки, очередности и оптимального активного сопротивления ВТСП ТООУ выбран метод итерационного расчета с шагом изменения сопротивления 5 Ом путем подбора определенного места в зависимости от результатов расчетов поэтапного включения в работу линий 110 кВ, отключенных из-за высоких значений токов КЗ.

Ниже приведена пошаговая последовательность проведенных расчетов с учетом включения в работу линии и установки на ней ВТСП ТООУ.

• **Шаг 1.** Включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь. Итерационный метод выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТООУ этой линии.

• **Шаг 2.** Включена в работу ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь при установке ТООУ 5 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь. Итерационный метод выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТООУ этой линии.

• **Шаг 3.** Включена в работу КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь при установке ТООУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь и ТООУ 15 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь. Итерационный метод выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТООУ этой линии.

• **Шаг 4.** Включена в работу КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2 при установке ТООУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ТООУ 15 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь и ТООУ 15 Ом на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь. Итерационный метод выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТООУ этой линии.

• **Шаг 5.** Включена в работу КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 при установке ТООУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ТООУ 25 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, ТООУ 20 Ом на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь и ТООУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2. Итерационный метод выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТООУ этой линии.

• **Шаг 6.** Включена в работу ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь при установке ТООУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ТООУ 25 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, ТООУ 20 Ом на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, ТООУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2 и включенной КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2. Итерационный метод выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТООУ этой линии.

• **Шаг 7.** Включены в работу КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, №2 при установке ТООУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ТООУ 25 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, ТООУ 20 Ом на КВЛ 110 кВ Сетунь –

Ивн. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Колуч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Новокунцево I цепь, ТОУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ТОУ 20 Ом на ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь и включенной КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2. Итерационный метод выбора оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ этой линии.

- **Шаг 8.** Включены в работу КЛ 110 кВ Пресня – Сити № 1, №2 при установке ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, №2 и включенной КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2.

- **Шаг 9.** Включены в работу КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2 при установке ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2, КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2 и включенной КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2.

- **Шаг 10.** Включена в работу КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1 при установке ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2, КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2 и включенной КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская №2.

- **Шаг 11.** Включена в работу КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1 при установке ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2, КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1 и включенной КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2.

- **Шаг 12.** Включены в работу КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая №1, №2 при установке ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2, КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1 и включенной КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская №2.

- **Шаг 13.** Включены в работу ВЛ 110 кВ Курьяново - Ленинская I цепь с отпайкой на ПС Люблино при установке ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2, КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая №1, №2 и включенной КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская №2.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Колуч	Лист	№док.	Подп.	Дата

- **Шаг 14.** Включены в работу КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2 при установке ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2, КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая №1, №2 и включенными КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская №2 и ВЛ 110 кВ Курьяново - Ленинская I цепь с отпайкой на ПС Люблино.
- **Шаг 15.** Включены в работу КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2 при установке ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2, КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая №1, №2, КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2 и включенными КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская №2 и ВЛ 110 кВ Курьяново - Ленинская I цепь с отпайкой на ПС Люблино.
- **Шаг 16.** Включена в работу КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино при установке ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2, КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая №1, №2, КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2, КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2 и включенными КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская №2 и ВЛ 110 кВ Курьяново - Ленинская I цепь с отпайкой на ПС Люблино.

Шаг 1. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на *КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь.*

В работу включается КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы показывает, что значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Чоботы, ПС 110 кВ Новокунцево, ПС 110 кВ Мазилово.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице 5.3.1. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней (значения токов КЗ, которые меньше отключающей способности установленного выключателя, на величину, не превышающую погрешность расчета, равную 0,5 кА).

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линию КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь устанавливается ВТСП ТОУ с

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

224

активным сопротивлением 5 Ом. При этом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ ПС 220/110 кВ Чоботы приблизятся к отключающей способности выключателей.

Расчеты показали, что при замыкании КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь оптимальным значением величины сопротивления ТОУ является 5 Ом. В этом случае потребуется замена 1 выключателя.

В таблице М.1 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь.

Таблица 5.3.1. - Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 1. Включение КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	I _{откл.} выключателя на шинах 110 кВ, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение I _{откл.} выключателя, кА
				Без ТОУ на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь.			ТОУ 5 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь.		
ПС №554 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	43,65	5	50	39,58	1	50
ПС №180 Новокунцево	ПАО «МОЭСК»	40	2011, 2014	40,43	2	50	21,77	0	Не требует замены
		31,5	1986	31,77	1	40	13,38	0	Не требует замены
ПС №361 Мазилово	ПАО «МОЭСК»	40	2000	42,19	3	50	38,58	0	Не требует замены
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				11			1		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				0			1		

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

225

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Шаг 2. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВТСП ТОУ 5 Ом установлен на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь.

В работу включается ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы показывает, что значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Чоботы, ПС 110 кВ Мазилово.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице 5.3.3. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линию ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь рассматривается установка ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 5 Ом, 10 Ом и 15 Ом, а также увеличение активного сопротивления ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь (таблица 5.3.2).

Таблица 5.3.2. - Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь. Шаг 2.

ЛЭП		Сопротивление ВТСП ТОУ, установленного на ЛЭП					
КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь		5 Ом	5 Ом	5 Ом	5 Ом	10 Ом	10 Ом
ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь		Вкл.	5 Ом	10 Ом	15 Ом	10 Ом	15 Ом
Наименование станции/подстанции	Иоткл. выкл. кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА					
ПС 220/110 кВ Чоботы	40	44,07	43,17	42,06	41,37	40,17	39,32
ПС 110 кВ Мазилово	40	42,03	41,28	40,44	39,91	38,71	38,06

Расчеты показали, что при замыкании ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь оптимальным значением величины сопротивления ВТСП ТОУ на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь является 15 Ом, ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь – 10 Ом. В этом случае замена выключателей не потребуется.

В таблице М.1 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь.

Изн. № подл. Подп. и дата

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.3.3. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 2. Включение ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя на шинах 110 кВ, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				ТОУ 5 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II			ТОУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь+ ТОУ 15 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь		
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	44,07	4	50	39,32	0	Не требует замены
№361 ПС Мазилово	ПАО «МОЭСК»	40	2000	42,03	3	50	38,06	0	Не требует замены
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				7			0		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				1			2		

9763-09-Г1.1

Шаг 3. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на **КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь** при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь с установкой ТОУ 10 Ом и ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь с установкой ТОУ 15 Ом.

В работу включается КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы показывает, что значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 110 кВ ПС 110 кВ Новокунцево, ПС 110 кВ Мазилово, ПС 110 кВ Барвиха и ПС 110 кВ Сетунь.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице 5.3.5.

Для снижения уровней токов КЗ на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь рассматривается установка ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 5 Ом, 10 Ом и 15 Ом (таблица 5.3.4).

Таблица 5.3.4. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь Шаг 3

ЛЭП		Сопротивление ВТСП ТОУ, установленного на ЛЭП			
КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь		10 Ом	10 Ом	10 Ом	10 Ом
ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь		15 Ом	15 Ом	15 Ом	15 Ом
КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь		Вкл.	5 Ом	10 Ом	15 Ом
Наименование станции/подстанции	Юткл. выкл. кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА			
№ ПС 110 кВ Новокунцево	31,5	31,97	29,98	22,72	21,98
№361 ПС 110 кВ Мазилово	40	43,16	41,72	40,4	39,66
№64 ПС 110 кВ Барвиха	20	25,26	21,68	19,51	18,49
№70 ПС 110 кВ Сетунь	40	42,25	34,29	29,98	28,11

Расчеты показали, что при замыкании КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь оптимальным значением величины сопротивления ТОУ данной линии является 15 Ом. При этом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ приближается к отключающей способности выключателей на ПС 110 кВ Мазилово, рекомендуется замена I выключателя.

В таблице М.2 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь значения токов КЗ на шинах 110 кВ подстанций превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь.

Инов. № подл. Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Колуч	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.3.5. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Включение КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь. Шаг 3.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Iоткл. выключателя на шинах 110 кВ, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА
				ТОУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь +ТОУ 15 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь			ТОУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь +ТОУ 15 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь +ТОУ 15 Ом на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь		
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	39,18	0	-	38,99	0	-
№ ПС 110 кВ Новокунцево	ПАО «МОЭСК»	31,5	1986	31,97	1	40	21,98	0	-
№361 ПС 110 кВ Мазилово	ПАО «МОЭСК»	40	2000	43,16	3	50	39,66	1	50
№70 ПС 110 кВ Сетунь	ПАО «МОЭСК»	40	2011	42,25	1	50	28,11	0	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				5			1		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				2			3		

9763-09-г1.1

Шаг 4. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на **КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2** при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь с установкой ТОУ 10 Ом, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь с установкой ТОУ 15 Ом, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь с установкой ТОУ 15 Ом.

В работу включается КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что в этом случае значения токов КЗ на шинах 110 кВ ПС 220 кВ Чоботы и ПС 110 кВ Барвиха превысят отключающую способность установленных выключателей, на шинах 110 кВ ПС 110 кВ Мазилово приблизятся к отключающей способности выключателей.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице 5.3.7.

Для снижения уровней токов КЗ рассматривается установка ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 5 Ом, 10 Ом и 15 Ом, а также увеличение активного сопротивления ВТСП ТОУ на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь и КВЛ 110 кВ Сетунь-Новокунцево I цепь (таблица 5.3.6).

Таблица 5.3.6. - Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2. Шаг 4.

ЛЭП		Сопротивление ВТСП ТОУ, установленного на ЛЭП								
КВЛ 110 кВ Очаково - Новокунцево II цепь		10 Ом	10 Ом	10 Ом	10 Ом	10 Ом	10 Ом	10 Ом	10 Ом	10 Ом
ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь		15 Ом	15 Ом	15 Ом	15 Ом	15 Ом	15 Ом	20 Ом	20 Ом	25 Ом
КВЛ 110 кВ Сетунь - Новокунцево I цепь		15 Ом	15 Ом	15 Ом	15 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом
КЛ 110 кВ Рублево - Сетунь №2		Вкл.	5 Ом	10 Ом	15 Ом	15 Ом	20 Ом	20 Ом	25 Ом	25 Ом
Наименование станции/подстанции	Юткл. выкл. кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА								
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	40	43,61	42,4	41,41	40,8	40,82	40,43	39,96	39,71	39,41
№361 ПС 110 кВ Мазилово	40	39,71	39,54	39,51	39,51	39,06	39,04	38,7	38,72	38,47
№64 ПС 110 кВ Барвиха	20	26,05	23,07	21,41	20,55	19,46	19,46	19,16	19,16	19,16

Расчеты показали, что при замыкании КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2 оптимальным значением величины сопротивления ВТСП ТОУ на этой линии является 25 Ом, ТОУ на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь – 25 Ом, ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь – 20 Ом. В этом случае замена выключателей не требуется.

В таблице М.3 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2 значения токов КЗ на шинах 110 кВ подстанций превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

230

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.3.7. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 4. Включение КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Тоткл. выключателя на шинах 110 кВ, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Тоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Тоткл. выключателя, кА
				ТОУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь+ ТОУ 15 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь+ТОУ 15 Ом на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь			ТОУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь+ ТОУ 25 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь+ТОУ 20 Ом на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь+ТОУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2		
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	43,61	5	50	39,41	0	-
№361 ПС 110 кВ Мазилово	ПАО «МОЭСК»	40	2000	39,71	1	50	38,47	0	-
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	26,05	4	40	19,16	0	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				10			0		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				3			4		

9763-09-г1.1

Шаг 5. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на **КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2** при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь с установкой ТОУ 10 Ом, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь с установкой ТОУ 25 Ом, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь с установкой ТОУ 20 Ом, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2 с установкой ТОУ 25 Ом.

В работу включается КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы показывает, что значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 110 кВ ПС 110 кВ Фили, при этом значения токов КЗ за выключателями не превышают отключающую способность выключателей.

Расчеты показали, что при замыкании КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская №2 не требуется установка ТОУ.

В таблице М.4 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций в зоне влияния КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 при включении этой линии.

Шаг 6. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на **ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь** при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь с установкой ТОУ 10 Ом, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь с установкой ТОУ 25 Ом, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь с установкой ТОУ 20 Ом, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2 с установкой ТОУ 25 Ом, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 без установки ВТСП ТОУ.

В работу включается ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 110 кВ ПС 110 кВ Фили, ПС 110 кВ Мазилово и ПС 110 кВ Барвиха.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице 5.3.9.

Для снижения уровней токов КЗ на ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь поочередно устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 5 Ом, 10 Ом, 15 Ом, 20 Ом, а также увеличение активного сопротивления ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь (таблица 5.3.8).

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
		9763-09-т1.1						
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

Таблица 5.3.8. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь. Шаг 6.

ЛЭП		Сопротивление ВТСП ТОУ, установленного на ЛЭП						
КВЛ 110 кВ Очаково-Новокунцево II цепь		10 Ом	10 Ом	10 Ом	10 Ом	10 Ом	10 Ом	15 Ом
ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь		25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом
КВЛ 110 кВ Сетунь-Новокунцево I цепь		20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом
КЛ 110 кВ Рублево-Сетунь №2		25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом
КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2		Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.
ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь		Вкл.	5 Ом	10 Ом	15 Ом	20 Ом	25 Ом	20 Ом
Наименование станции/подстанции	Иоткл. выкл. кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА						
№361 ПС 110 кВ Мазилово	40	46,05	43,46	41,66	40,71	40,16	39,82	39,26
№17 ПС 110 кВ Фили	31,5	31,09	31,08	31,08	31,08	31,08	31,08	31,07
№64 ПС 110 кВ Барвиха	20	23,62	22,3	21,19	20,59	20,24	20,02	20,25

Расчеты показали, что при замыкании ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь оптимальным значением величины сопротивления ТОУ на этой линии является 20 Ом, ТОУ на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь – 15 Ом. В этом случае необходима замена 2 выключателей на ПС 110 кВ Барвиха.

В таблице М.4 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь.

Инв. № подл.	Подп. и дата						Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1	233

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол-во	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.3.9. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 6. Включение ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя на шинах 110 кВ, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				ТОУ 25 Ом ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь + ТОУ 20 Ом в КВЛ 110 кВ Сетунь-Новокунцево I цепь+ТОУ 25 Ом в КЛ 110 кВ Рублево-Сетунь №2					
				ТОУ 10 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково-Новокунцево II цепь+не ТОУ на ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь			ТОУ 15 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково-Новокунцево II цепь+ ТОУ 20 Ом на ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь		
№361 ПС 110 кВ Мазилово	ПАО «МОЭСК»	40	2000	46,05	2	50	39,26	0	-
№17 ПС 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	30,14	0	-	30,13	0	-
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	23,62	2	40	20,25	2	40
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				4			2		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				4			5		

9763-09-т.1.1

Шаг 7. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на **КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2** при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь с установкой ТОУ 10 Ом, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь с установкой ТОУ 25 Ом, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь с установкой ТОУ 20 Ом, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2 с установкой ТОУ 25 Ом, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь с установкой ТОУ 20 Ом.

В работу включаются КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 110 кВ ГТЭС Терешково, ПС 220 кВ Чоботы, ПС 220 кВ Нововнуково, ПС 110 кВ Фили, ПС 110 кВ Солнцево, ПС 110 кВ Полет, ПС 110 кВ Барвиха.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице 5.3.11.

Для снижения уровней токов КЗ на КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2 рассматривается установка ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 5 Ом, 10 Ом, 15 Ом, 20 Ом, а также увеличение активного сопротивления ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь (таблица 5.3.10).

Таблица 5.3.10. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2. Шаг 7.

ЛЭП		Сопротивление ВТСП ТОУ, установленного на ЛЭП							
КВЛ 110 кВ Очаково - Новокунцево II цепь		15 Ом	15 Ом	15 Ом	15 Ом	15 Ом	15 Ом	15 Ом	20 Ом
ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь		25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом
КВЛ 110 кВ Сетунь - Новокунцево I цепь		20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом
КЛ 110 кВ Рублево -Сетунь №2		25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом	25 Ом
КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2		Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.	Вкл.
ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь		20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом	20 Ом
КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2		Вкл.	5 Ом	10 Ом	15 Ом	20 Ом	25 Ом	30 Ом	25 Ом
Наименование станции/подстанции	Иоткл. выкл. кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА							
ГТЭС Терешково	50	53,6	46,79	41,21	38,9	37,06	36,23	35,71	35,36
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	40	58,6	50,69	44,11	41,98	40,24	39,81	39,54	39,31
№850 Нововнуково	50	50,82	37,3	30,2	28,13	25,88	25,11	24,64	25,33
№17 ПС 110 кВ Фили	31,5	30,14	30,14	30,13	30,13	30,13	30,13	30,13	30,13
	26,3	23,44	23,44	23,44	23,44	23,44	23,44	23,44	23,44
№560 ПС 110 кВ Солнцево	40	38,35	34,67	31,63	30,36	29,4	28,95	28,67	28,72
№813 110 кВ Полет	50	57,46	43,51	36,49	34,51	32,29	31,08	31,26	31,02
№64 ПС 110 кВ Барвиха	20	20,17	20,18	20,19	20,21	20,22	20,22	20,23	20,23

Расчеты показали, что при замыкании КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2 оптимальным значением величины сопротивления ВТСП ТОУ на КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2 является 25 Ом, ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь – 20 Ом. В этом случае замена выключателей не потребуется.

В таблице М.5 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2 значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на ВЛ 110 кВ

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2. В этом случае необходима замена 2-х выключателей на ПС 110 кВ Барвиха.

Расчеты показали, что при замыкании 8 линий: КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, № 2, необходима установка 7 штук ВТСП ТОУ на следующих линиях:

- ТОУ 15 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь;
- ТОУ 25 Ом на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь;
- ТОУ 20 Ом на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь;
- ТОУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2;
- ТОУ 20 Ом на ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь;
- ТОУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, № 2.

На КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 установка ТОУ не требуется.

Для унификации сопротивлений ВТСП ТОУ были рассмотрены варианты установки на рассматриваемых линиях ТОУ сопротивлением 20 Ом и 25 Ом. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы показывает, что для обоих случаев значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Чоботы, ПС 110 кВ Фили и ПС 110 кВ Барвиха.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице 5.3.12.

При установке на всех 8 линий ТОУ сопротивлением 20 Ом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ превышают отключающую способность выключателей на ПС 220/110 кВ Чоботы, требуется замена 3 выключателей. На ПС 110 кВ Барвиха токи КЗ за выключателями 110 кВ приближаются к отключающей способности выключателей, рекомендуется замена 2 выключателей.

При установке на 7 линиях (КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2) ТОУ сопротивлением 25 Ом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ не превышают отключающую способность выключателей, на ПС 110 кВ Барвиха токи КЗ за выключателями 110 кВ приближаются к отключающей способности выключателей, рекомендуется замена 2 выключателей.

Таким образом, оптимальным значением величины сопротивления ВТСП ТОУ является 25 Ом.

В таблице М.5 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении восьми рассмотренных линий значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на рассмотренных линиях с активным сопротивлением 20 Ом и 25 Ом.

Инв. № подл.	
	Подп. и дата

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.3.11. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 7. Включение КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, №2.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя на шинах 110 кВ, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				ТОУ 20 Ом на ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, ТОУ 25 Ом ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь + ТОУ 20 Ом в КВЛ 110 кВ Сетунь-Новокунцево I цепь+ТОУ 25 Ом в КЛ 110 кВ Рублево-Сетунь №2+ТОУ 20 Ом на ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь					
ГТЭС Терешково	Абонент	50	1992, 1980	53,06	2	63	35,36	0	-
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	49,44	10	50	39,31	0	-
№850 220/110 кВ Нововнуково	ПАО «МОЭСК»	50	2006	50,82	2	63	25,33	0	-
№17 ПС 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	30,14	0	-	30,13	0	-
	ПАО «МОЭСК»	26,3	1953, 1979	23,44	0	-	23,44	0	-
№560 ПС 110 кВ Солнцево	ПАО «МОЭСК»	40	1994	38,35	0	-	28,72	0	-
№813 110 кВ Полет	ПАО «МОЭСК»	50	нет данных	57,46	10	63	31,02	0	-
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	19,6	2	40	19,65	2	40
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				26			2		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				5			7		

9763-09-Т1.1

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.3.12. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Унификация активных сопротивлений ВТСП ТОУ.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя на шинах 110 кВ, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				ТОУ 20 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2			ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2, нет ТОУ на КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2		
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	40,38	3	50	39	0	-
№17 ПС 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	26,23	0	-	29,99	0	-
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	19,6	2	40	19,65	2	40
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				5			2		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				8			7		

9763-09-Т1.1

Шаг 8. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на *КЛ 110 кВ Пресня – Сити № 1, №2* при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, № 2. На всех перечисленных линиях установлены ТОУ сопротивлением 25 Ом, кроме КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 (всего 7 ТОУ).

В работу включается КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы и Московской области показывает, что токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 110 кВ ТЭЦ-12, ТЭС Международная, ПС 220/110 кВ Чоботы, ПС 220/110 кВ Пресня, ПС 110 кВ Фили, ПС 110 кВ Зубовская и ПС 110 кВ Барвиха.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице 5.3.13.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линию КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 25 Ом. При этом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ приближаются к отключающей способности выключателей на ПС 110 кВ Фили и ПС 110 кВ Барвиха, необходима замена 3-х выключателей 110 кВ: на трансформаторе Т-3 ПС 110 кВ Фили и на КВЛ 110 кВ Немчиновка – Барвиха I, II цепь на ПС 110 кВ Барвиха.

В таблице М.7 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2 значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1, №2.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1		

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.3.13. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 8. Включение КЛ 110 кВ Пресня – Сити № 1, № 2.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2, нет ТОУ на КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2			+Нет ТОУ на КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, № 2		
ТЭЦ-12	ПАО «МОСЭНЕРГО»	40	1997	52,01	1	63	30,94	0	-
		50	1998	51,68	3	63	31,25	0	-
ТЭС Международная	Абонент	40	2009	54,28	7	63	32,22	0	-
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	39,01	0	-	39	0	-
№805 ПС 220/110 кВ Пресня	ПАО «МОЭСК»	40	1977, 1978, 1984, 2007	57,48	10	63	32,72	0	-
№17 ПС 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	53,87	3	63	31,46	1	40
№834 ПС 110 кВ Зубовская	ПАО «МОЭСК»	40	1997	46,34	1	50	29	0	-
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	19,65	2	40	19,65	2	40
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				27			3		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				7			9		

9763-09-г1.1

Шаг 9. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на *КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2* при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня – Сити № 1, №2. На всех перечисленных линиях установлены ТОУ сопротивлением 25 Ом, кроме КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 (всего 9 штук ТОУ).

В работу включается КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2, выполняется расчет токов КЗ. Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Чоботы, ПС 110 кВ Фили, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220/110 кВ Свиблово, ПС 110 кВ Яузская, ПС 110 кВ Самарская, ПС 110 кВ Рижская, ПС 110 кВ Андроньевская.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице 5.3.14.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линию КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 25 Ом. При этом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ приближаются к отключающей способности выключателей на ПС 110 кВ Фили и превышает отключающую способность выключателей на ПС 110 кВ Андроньевская. Необходима замена 1 выключателя 110 кВ на трансформаторе Т-3 ПС 110 кВ Фили и 4 выключателей трансформаторов Т-1, Т-2, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1, № 2 на ПС 110 кВ Андроньевская.

Необходима замена 7 выключателей: на трансформаторах Т-1, Т-2, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1, № 2 на ПС 110 кВ Андроньевская, на трансформаторе Т-3 на ПС 110 кВ Фили, а также на КВЛ 110 кВ Немчиновка – Барвиха I, II цепь на ПС 110 кВ Барвиха.

Как видно из таблицы 5.3.14, количество выключателей, которые необходимо заменить при установке 2 ТОУ, снизилось со 36 до 7 штук (на 29 штук).

В таблице М.8 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2 значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.3.14. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 9. Включение КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Тоткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Тоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА		Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Тоткл. выключателя, кА
				ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, № 2; нет ТОУ на КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2	Нет ТОУ на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2			ТОУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2			
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	39,01	0	0	-	39	0	0	-
№17 ПС 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	31,46	1	1	40	31,46	1	1	40
ПС №780 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	31,5	2000	62,21	2	2	63	28,31	0	0	-
		40	1991, 2000	64,8	9	9	80	30,77	0	0	-
ПС №790 ПС 220/110 кВ Свиблово	ПАО «МОЭСК»	40	2013	39,98	2	2	50	36,34	0	0	-
ПС №484 110 кВ Самарская	ПАО «МОЭСК»	40	1988	59,35	3	3	63	23,89	0	0	-
ПС №682 ПС 110 кВ Рижская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	66,59	2	2	80	29,43	0	0	-
ПС №770 ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»	25	1978	47,96	15	15	50	27,74	4	4	40
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	19,65	2	2	40	19,65	2	2	40
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				36			7				
Общее количество установленных ТОУ, шт.				9			11				

9763-09-г1.1

Шаг 10. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на **КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1** при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2. На всех перечисленных линиях установлены ТОУ сопротивлением 25 Ом, кроме КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 (всего 11 ТОУ).

В работу включается КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1, выполняется расчет токов КЗ. Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Чоботы, ПС 110 кВ Фили, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 110 кВ Андроньевская.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить, на этих ПС приведены в таблице 5.3.15.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линию КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 25 Ом. При этом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ приближаются к отключающей способности выключателей на ПС 110 кВ Фили и превышает отключающую способность выключателей на ПС 110 кВ Андроньевская. Необходима замена 7 выключателей 110 кВ: на трансформаторе Т-3 ПС 110 кВ Фили, трансформаторе Т-1, Т-2 и КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1, № 2 на ПС 110 кВ Андроньевская, также на КВЛ 110 кВ Немчиновка – Барвиха I, II цепь на ПС 110 кВ Барвиха.

Как видно из таблицы 5.3.15, количество выключателей, которые необходимо заменить при установке 1 ТОУ, снизилось со 14 до 7 штук (на 7 штук).

В таблице М.8 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1 значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1		

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.3.15. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 10. Включение КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сегушь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сегушь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, № 2, КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2; нет ТОУ на КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2					
				Нет ТОУ на КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1			ТОУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1		
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	39,01	0	-	39	0	-
№17 ПС 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	31,46	1	40	31,46	1	40
ПС №780 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	31,5	2000	37,03	2	40	30,77	0	-
ПС №770 ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»	25	1978	36,26	9	40	29,06	4	40
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	19,65	2	40	19,65	2	40
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				14			7		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				11			12		

9763-09-т1.1

Шаг 11. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на *КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1* при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1. На всех перечисленных линиях установлены ТОУ сопротивлением 25 Ом, кроме КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 (всего 12 ТОУ).

В работу включается КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, выполняется расчет токов КЗ. Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Чоботы, ПС 110 кВ Фили, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 110 кВ Карачарово, ПС 110 кВ Андроньевская, ПС 110 кВ Рижская.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить, на этих ПС приведены в таблице 5.3.16.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линию КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 25 Ом. При этом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ приближаются к отключающей способности выключателей на ПС 110 кВ Фили и превышает отключающую способность выключателей на ПС 220/110 кВ Елоховская и ПС 110 кВ Андроньевская. Необходима замена 6 выключателей 110 кВ: на трансформаторе Т-3 ПС 110 кВ Фили, КЛ 110 кВ Елоховская – Рижская №2 на ПС Елоховская, на трансформаторах Т-1, Т-2 и КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1, № 2 на ПС 110 кВ Андроньевская, а также на КВЛ 110 кВ Немчиновка – Барвиха I, II цепь на ПС 110 кВ Барвиха.

Как видно из таблицы 5.3.16, количество выключателей, которые необходимо заменить при установке 1 ТОУ, снизилось со 23 до 8 штук (на 15 штук).

В таблице М.8 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1 значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1		

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Колуч	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.3.16. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 11. Включение КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, № 2, КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1; нет ТОУ на КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2					
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	39	0	-	39	0	-
№17 ПС 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	31,46	1	-	31,46	1	40
ПС №780 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	31,5	2000	45,47	9	50	32,99	1	40
ПС № 396 110 кВ Яузская	ПАО «МОЭСК»	40		42,84	1	50	29,81	0	-
ПС №682 ПС 110 кВ Рижская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	42,3	1	50	31,39	0	-
ПС №770 ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»	25	1978	45,61	9	50	29,89	4	40
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	19,65	2	40	19,65	2	40
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				23			8		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				12			13		

9763-09-Г.1.1

Шаг 12. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на *КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая № 1, № 2* при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1. На всех перечисленных линиях установлены ТОУ сопротивлением 25 Ом, кроме КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 (всего 13 ТОУ).

В работу включается КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая № 1, № 2, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы показывает, что токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 110 кВ ТЭЦ-12, ГЭС-1, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Павелецкая, ПС 110 кВ Кожухово, ПС 110 кВ Черемушки, ПС 110 кВ Даниловская, ПС 110 кВ Таганская.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить, на этих ПС приведены в таблице 5.3.17.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на линию КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая № 1, № 2 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 25 Ом. При этом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ превышает отключающую способность выключателей на ПС 220/110 кВ Южная, приближается к отключающей способности выключателей на ПС 110 кВ Барвиха. Необходима замена 3 выключателей 110 кВ: на ВЛ 110 кВ Южная – Сабурово с отпайкой на ПС Беляево и на КВЛ 110 кВ Немчиновка – Барвиха I,II цепь на ПС 110 кВ Барвиха.

Как видно из таблицы 5.3.17, количество выключателей, которые необходимо заменить при установке 1 ТОУ, снизилось со 43 до 3 штук (на 40 штук).

В таблице М.9 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая № 1, № 2 значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая №1, №2.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1		

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.3.17. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 12. Включение КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая № 1, № 2.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				Нет ТОУ на КЛ 110 кВ Даниловская-Павелецкая № 1, № 2			ТОУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Даниловская-Павелецкая № 1, № 2		
ТЭЦ-12	ПАО «Мосэнерго»	40	1980, 1989, 1991-1993, 1998, 2006	52,66	11	63	33,28	0	-
ГЭС-1	ПАО «Мосэнерго»	40	1992	40,79	2	50	21,99	0	-
ПС №213 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1973-1975	35,77	5	40	36,15	1	40
ПС №750 220/110 кВ Павелецкая	ПАО «МОЭСК»	31,5	1975-1977, 1994	58,84	8	63	26,34	0	-
ПС №6 110 кВ Кожухово	ПАО «МОЭСК»	31,5	1953, 1959, 1969	32,7	3	40	28,95	0	-
ПС №267 110 кВ Черемушки	ПАО «МОЭСК»	40	1987	53,01	6	63	36,27	0	-
ПС №458 110 кВ Даниловская	Абонент	31,5	1978	58,03	2	63	25,08	0	-
ПС № 679 110 кВ Таганская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	52,07	4	63	25,29	0	-
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	20,51	2	40	19,68	2	40
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				43			3		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				13			15		

9763-09-Т1.1

Шаг 13. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на *ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отпайкой на ПС Люблино* при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая № 1, № 2. На всех перечисленных линиях установлены ТОУ сопротивлением 25 Ом, кроме КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 (всего 15 ТОУ).

В работу включается ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отпайкой на ПС Люблино, выполняется расчет токов КЗ. Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы показывает, что токи КЗ не превышают отключающую способность выключателей на шинах подстанций 110 кВ. Установка ТОУ на данной линии не требуется.

В таблице М.10 (См. Приложение М) представлены результаты расчета токов КЗ на подстанциях/станциях в зоне влияния ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отпайкой на ПС Люблино.

Шаг 14. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на *КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2* при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая № 1, № 2, ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отп. На всех перечисленных линиях установлены ТОУ сопротивлением 25 Ом, кроме КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 и ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отп. (всего 15 ТОУ).

В работу включается КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2, выполняется расчет токов КЗ. Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Новобратцево, ПС 220/110 кВ Гражданская, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 110 кВ Кожухово, ПС 110 кВ Фили, ПС 110 кВ Коптево, ПС 110 кВ Андроньевская, ПС 110 кВ Ленинградская, ПС 110 кВ Барвиха.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить, на этих ПС приведены в таблице 5.3.18.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2 устанавливаются ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 25 Ом. При этом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ приближаются к отключающей способности выключателей на ПС 110 кВ Барвиха

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

и превышает отключающую способность выключателей на ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 110 кВ Андроньевская и ПС 110 кВ Фили. Необходима замена 9 выключателей 110 кВ: на трансформаторе Т-3 ПС 110 кВ Фили, КЛ 110 кВ Елоховская – Рижская №2 на ПС Елоховская, на трансформаторах Т-1, Т-2 и КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1, № 2 на ПС 110 кВ Андроньевская, на ВЛ 110 кВ Южная – Сабурово с отпайкой на ПС Беляево, а также на КВЛ 110 кВ Немчиновка – Барвиха I, II цепь на ПС 110 кВ Барвиха.

Как видно из таблицы 5.3.18, количество выключателей, которые необходимо заменить при установке 1 ТОУ, снизилось со 25 до 9 штук (на 16 штук).

В таблице М.11 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2 значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1		

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол-во	
Лист	
№ док	
Подп.	
Дата	

Таблица 5.3.18. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 14. Включение КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Тоткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Тоткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Тоткл. выключателя, кА								
				ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, № 2, КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1; нет ТОУ на КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 и ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отп.													
				Нет ТОУ на КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2						ТОУ 25 Ом на на КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2							
ПС №305 220/110 кВ Новобратцево	ПАО «МОЭСК»	50	2008	53,66	8	63	45,36	0	-								
ПС №835 220/110 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	40	1993	41,28	5	50	32,75	0	-								
ПС №780 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	31,5	2000	31,75	1	40	31,75	1	40								
ПС №6 110 кВ Кожухово	ПАО «МОЭСК»	31,5	1953, 1959, 1969	29,53	0	-	29,53	0	-								
ПС №17 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	31,61	1	40	31,61	1	40								
ПС №299 110 кВ Коптево	ПАО «МОЭСК»	40	1991	48,77	3	50	32,41	0	-								
ПС №770 ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»	25	1978	29,88	4	40	29,88	4	40								
ПС №810 110 кВ Ленинградская	ПАО «МОЭСК»	40	1992	39,18	0	-	33,64	0	-								
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	19,68	2	40	19,68	2	40								
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				24			8										
Общее количество установленных ТОУ, шт.				15			17										

9763-09-Т.1.1

Шаг 15. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на **КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2** при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая № 1, № 2, ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отп., КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2. На всех перечисленных линиях установлены ТОУ сопротивлением 25 Ом, кроме КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 и ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отп. (всего 17 ТОУ).

В работу включается КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2, выполняется расчет токов КЗ. Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 110 кВ ГЭС-1, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Павелецкая, ПС 220/110 кВ Гражданская, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 110 кВ Кожухово, ПС 110 кВ Фили, ПС 110 кВ Угреша, ПС 110 кВ Новоспасская, ПС 110 кВ Таганская, ПС 110 кВ Андроньевская, ПС 110 кВ Барвиха.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить, на этих ПС приведены в таблице 5.3.19.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2 устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 25 Ом. При этом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ приближаются к отключающей способности выключателей на ПС 110 кВ Барвиха и превышает отключающую способность выключателей на ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 110 кВ Андроньевская и ПС 110 кВ Фили. Необходима замена 9 выключателей 110 кВ: на трансформаторе Т-3 ПС 110 кВ Фили, КЛ 110 кВ Елоховская – Рижская №2 на ПС Елоховская, на трансформаторах Т-1, Т-2 и КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1, № 2 на ПС 110 кВ Андроньевская, на ВЛ 110 кВ Южная – Сабурово с отпайкой на ПС Беляево, а также на КВЛ 110 кВ Немчиновка – Барвиха I, II цепь на ПС 110 кВ Барвиха.

Как видно из таблицы 5.3.19, количество выключателей, которые необходимо заменить при установке 2 ТОУ, снизилось со 32 до 9 штук (на 23 штуки).

В таблице М.11 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2 значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Колуч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.3.19. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 15. Включение КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская № 1, № 2.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, № 2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1, КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2; нет ТОУ на КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 и ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отп.			Нет ТОУ на КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2		
ГЭС-1	ПАО «Мосэнерго»	31,5	1988	37,99	1	40	23	0	-
ПС №213 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1973-1975	41,33	3	40	36,01	1	40
ПС №750 220/110 кВ Павелецкая	ПАО «МОЭСК»	31,5	1975-1977, 1994	50,96	7	63	28,83	0	-
		40	1994	42,59	1	50	27,21	0	-
ПС №780 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	31,5	2000	31,75	1	40	31,75	1	40
ПС №835 220/110 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	40	1993	36,78	0	-	36,78	0	-
ПС №6 110 кВ Кожухово	ПАО «МОЭСК»	31,5	1953, 1959, 1969	28,99	0	-	28,94	0	-
ПС №17 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	31,63	1	40	31,61	1	40
ПС № 110 кВ Угреша	ПАО «МОЭСК»	40	2006	51,41	7	63	36,57	0	-
ПС № 110 кВ Новоспасская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	50,77	3	63	32,55	0	-
ПС № 679 110 кВ Таганская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	50,75	2	63	26,74	0	-
ПС №770 ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»	25	1978	29,88	4	40	29,88	4	40
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	19,68	2	40	19,68	2	40
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				32		9			
Общее количество установленных ТОУ, шт.				17		19			

9763-09-т1.1

Шаг 16. Выбор оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на **КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино** при условии: включена в работу КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы – Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая № 1, № 2, ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отп., КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2, КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2. На всех перечисленных линиях установлены ТОУ сопротивлением 25 Ом, кроме КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 и ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отп. (всего 19 ТОУ).

В работу включается КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино, выполняется расчет токов КЗ. Как видно из результатов расчетов, токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Новобратцево, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220/110 кВ Гражданская, ПС 110 кВ Кожухово, ПС 110 кВ Фили, ПС 110 кВ Тушино, ПС 110 кВ Андроньевская, ПС 110 кВ Барвиха.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить, на этих ПС приведены в таблице 5.3.19.

Для снижения уровней токов КЗ рассматриваемого района на КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино устанавливается ВТСП ТОУ с активным сопротивлением 25 Ом. При этом значения токов КЗ за выключателями 110 кВ приближаются к отключающей способности выключателей на ПС 110 кВ Барвиха и превышает отключающую способность выключателей на ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 110 кВ Андроньевская и ПС 110 кВ Фили. Необходима замена 9 выключателей 110 кВ: на трансформаторе Т-3 ПС 110 кВ Фили, КЛ 110 кВ Елоховская – Рижская №2 на ПС Елоховская, на трансформаторах Т-1, Т-2 и КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1, № 2 на ПС 110 кВ Андроньевская, на ВЛ 110 кВ Южная – Сабурово с отпайкой на ПС Беляево, а также на КВЛ 110 кВ Немчиновка – Барвиха I, II цепь на ПС 110 кВ Барвиха.

Как видно из таблицы 5.3.20, количество выключателей, которые необходимо заменить при установке 1 ТОУ, снизилось со 17 до 9 штук (на 8 штук).

В таблице М.11 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых при включении КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино значения токов КЗ на шинах 110 кВ превышают отключающую способность установленных выключателей, а также изменение уровней токов КЗ на них при установке ВТСП ТОУ на КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

254

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Таблица 5.3.20. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года. Шаг 16. Включение КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				ТОУ 25 Ом на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, , ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, № 2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1, КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2, КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2; нет ТОУ на КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская № 2 и ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I с отп.			Нет ТОУ на КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино		
ПС №213 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1973-1975	36,01	1	40	36,01	1	40
ПС №305 220/110 кВ Новобратцево	ПАО «МОЭСК»	50	2008	53,3	3	63	45,89	0	-
ПС №780 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	31,5	2000	31,75	1	40	31,75	1	40
ПС №835 220/110 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	40	1993	38,81	0	-	36,96	0	-
ПС №6 110 кВ Кожухово	ПАО «МОЭСК»	31,5	1953, 1959, 1969	28,94	0	-	28,94	0	-
ПС №17 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	31,61	1	40	31,61	1	40
ПС №111 110 кВ Тушино	ПАО «МОЭСК»	40	1995, 2011	46,89	5	50	35,85	0	-
ПС №770 ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»	25	1978	29,88	4	40	29,88	4	40
№64 ПС 110 кВ Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	19,68	2	40	19,68	2	40
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					17		9		
Общее количество установленных ТОУ, шт.					19		20		

9763-09-т1.1

В работе были проведены расчеты токов КЗ на период 2020 и 2025 годов для различных схем работы сети 110 кВ:

- ЛЭП 110 кВ отключены по условиям ТКЗ;
- ЛЭП 110 кВ включены без установки ВТСП ТОУ;
- ЛЭП 110 кВ включены с установкой 15 ВТСП ТОУ активным сопротивлением 25 Ом.

Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы на период 2020 и 2025 годов показывает, что при замыкании ЛЭП 110 кВ токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 110 кВ ПС 500/220/110 кВ Очаково, ТЭЦ-25, ГЭС-1, ТЭЦ-12, ТЭЦ-20, ГТЭС Постниково, ГТЭС Терешково, ТЭС Международная, ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Новобратцево, ПС 220/110 кВ Центральная, ПС 220/110 кВ Автозаводская, ПС 220/110 кВ Чоботы, ПС 220/110 кВ Баскаково, ПС 220/110 кВ Павелецкая, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220/110 кВ Свиблово, ПС 220/110 кВ Пресня, ПС 220/110 кВ Гражданская, ПС 220/110 кВ Нововнуково, ПС 110 кВ Кожухово, ПС 110 кВ Карачарово, ПС 110 кВ Фили, ПС 110 кВ Сокольники, ПС 110 кВ Сетунь, ПС 110 кВ Угреша, ПС 110 кВ Рублево, ПС 110 кВ Тушино, ПС 110 кВ Новокунцево, ПС 110 кВ Черемушки, ПС 110 кВ Коптево, ПС 110 кВ Миусская, ПС 110 кВ Новоспасская, ПС 110 кВ Мазилово, ПС 110 кВ Яузская, ПС 110 кВ Семеновская, ПС 110 кВ Даниловская, ПС 110 кВ Самарская, ПС 110 кВ Некрасовка, ПС 110 кВ Косино, ПС 110 кВ Солнцево, ПС 110 кВ Таганская, ПС 110 кВ Рижская, ПС 110 кВ Маяковская, ПС 110 кВ Выхино, ПС 110 кВ Вернандская, ПС 110 кВ Андроньевская, ПС 110 кВ Сити, ПС 110 кВ Ленинградская, ПС 110 кВ Полет, ПС 110 кВ Крылатская, ПС 110 кВ Зубовская, ПС 110 кВ Барвиха.

На период 2025 года при замыкании ЛЭП 110 кВ токи КЗ превышают отключающую способность выключателей также на шинах 110 кВ ПС 110 кВ Чистая, ПС 110 кВ Профсоюзная.

Также на период 2020 и 2025 годов токи КЗ превышают отключающую способность выключателей на шинах 220 кВ ПС 220/110 кВ Южная и ПС 220/110 кВ Баскаково, однако включение линий 110 кВ не оказывает влияние на значения токов короткого замыкания в сети 220 кВ.

В таблице М.12 (См. Приложение М) представлены результаты расчетов токов короткого замыкания для подстанций/станций, на которых в рассмотренных случаях значения токов КЗ на шинах 110 кВ подстанций превышают отключающую способность установленных выключателей.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений.

Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить, на этих ПС приведены в таблицах 5.3.21 и М.13 (См. Приложение М).

Для оценки экономического эффекта были произведены расчеты капиталовложений, которые включают в себя:

- расчет стоимости выключателей 110 кВ, подлежащих замене при ликвидации точки деления электрической сети в связи с ростом токов КЗ на шинах подстанций и станций (при выполнении расчета затраты на замену

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

выключателей на подстанциях с КРУЭ учитывались для двух вариантов: с заменой КРУЭ (всего или секции) и исходя из замены отдельных выключателей, а на ПС с ОРУ (ЗРУ) исходя из замены отдельных выключателей);

– расчет капитальных затрат на установку ВТСП ТОУ 110 кВ.

Результаты расчетов капиталовложений приведены в таблицах 5.3.21.

В таблице 5.3.22 приведены результаты расчетов капитальных затрат для реализации Варианта 3 по сети 220 кВ и 110 кВ на 2020 и 2025 года.

Инв. № подл.	Подп. и дата						9763-09-Т1.1	Лист
								257
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Таблица 5.3.21 – Данные по выключателям 110 кВ, замена которых потребуется при реализации Варианта 3 по сети 110 кВ на 2020 и 2025 года

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Тип РУ	2020						2025					
					Без ВТСП ТОУ 110 кВ			Установлены ВТСП ТОУ 110 кВ			Без ВТСП ТОУ 110 кВ			Установлены ВТСП ТОУ 110 кВ		
					Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
					С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ	
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС» МЭС Центра	63	2007	КРУЭ	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
ТЭЦ-25	ПАО «Мосэнерго»	50	2009	ОРУ	1	1	63	0	0	-	1	1	63	0	0	-
ГЭС-1	ПАО «Мосэнерго»	31,5	1988	ОРУ	1	1	63	0	0	-	1	1	63	0	0	-
		40	1992		1	1	63	0	0	-	1	1	63	0	0	-
ТЭЦ-12	ПАО «Мосэнерго»	40	1997	КРУЭ	2	11	63	0	0	-	2	11	63	0	0	-
		50	1998		3		0	0	-	3	63		0	0	-	
ТЭЦ-20	ПАО «Мосэнерго»	40	1980, 1989, 1991, 1992, 1998, 2005, 2006	ОРУ	11	11	63	0	0	-	11	11	63	0	0	-
ГТЭС Постниково	Абонент	50		ОРУ	2	2	63	0	0	-	2	2	63	0	0	-
ТЭС Международная	Абонент	40	2009	КРУЭ	7	20	63	0	0	-	7	20	63	0	0	-
ГТЭС Терешково	Абонент	50	1992, 1980	КРУЭ	2	7	63	0	0	-	2	7	63	0	0	-
ПС Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979, 1981, 2002, 2004, 2006, 2010	ОРУ	8	8	63	0	0	-	8	8	63	0	0	-
ПС №213 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1973-1975	ОРУ	9	9	50	1	1	40	9	9	50	1	1	40
ПС №305 220/110 кВ Новобратцево	ПАО «МОЭСК»	50	2008	КРУЭ	12	21	80	0	0	-	12	21	80	0	0	-
ПС №378 220/110 кВ Центральная	ПАО «МОЭСК»	40	1996	КРУЭ	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
ПС №536 Автозаводская	ПАО «МОЭСК»	31,5	1989	ОРУ	7	7	63	4	4	50	7	7	63	4	4	50
		50	2012		2	2	63	0	0	-	2	2	63	0	0	-
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	ОРУ	10	10	80	0	0	-	10	10	80	0	0	-
		50	2003		0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
ПС №750 220/110 кВ Павелецкая	ПАО «МОЭСК»	31,5	1975-1977	КРУЭ	8	9	более 80	0	0	-	8	9	80	0	0	-
		40	1994		2	2	80	0	0	-	2	2	80	0	0	-
ПС №780 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	31,5	2000	КРУЭ	3	4	80	1	4	40	3	4	80	1	4	40
		40	1991, 2000		7	8	более 80	0	2	-	7	8	более 80	0	2	-
ПС №790 ПС 220/110 кВ Свиблово	ПАО «МОЭСК»	40	2013	КРУЭ	2	11	50	0	0	-	2	11	50	0	0	-
ПС №805 220/110 кВ Пресня	ПАО «МОЭСК»	40	1977, 1978, 1984, 2007	КРУЭ	10	11	63	0	0	-	10	11	63	0	0	-
ПС №835 220/110 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	40	1993	КРУЭ	7	13	63	0	0	-	7	13	63	0	0	-
ПС №850 220/110 кВ Нововнуково	АО "ОЭК"	50	2006	КРУЭ	2	5	63	0	0	-	2	5	63	0	0	-
ПС №6 110 кВ Кожухово	ПАО «МОЭСК»	31,5	1953, 1959, 1969	КРУЭ	4	7	40	0	0	-	4	7	40	0	0	-
ПС №12 110 кВ Карачарово	ПАО «МОЭСК»	40	2006, 2009	ОРУ	5	5	63	0	0	-	5	5	63	0	0	-
ПС №17 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	ОРУ	3	3	63	1	1	40	3	3	63	1	1	40
ПС №70 110 кВ Сетунь	ПАО «МОЭСК»	40	2011	ОРУ	3	3	63	0	0	-	3	3	63	0	0	-
ПС №91 110 кВ Угреша	ПАО «МОЭСК»	40	2006	ОРУ	8	8	80	0	0	-	8	8	80	0	0	-
ПС №110 110 кВ Рублево	ПАО «МОЭСК»	40	1992-1994	ОРУ	7	7	63	0	0	-	7	7	63	0	0	-
ПС №111 110 кВ Тушино	ПАО «МОЭСК»	40	1995	ОРУ	7	7	50	0	0	-	9	9	63	0	0	-
ПС №180 110 кВ Новокунцево	ПАО «МОЭСК»	40	2011, 2014	ОРУ	2	2	63	0	0	-	2	2	63	0	0	-
		31,5	1986		2	2	50	0	0	-	2	2	50	0	0	-

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

258

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Иоткл. выключателя, кА	Год изготовления	Тип РУ	2020						2025					
					Без ВТСП ТОУ 110 кВ			Установлены ВТСП ТОУ 110 кВ			Без ВТСП ТОУ 110 кВ			Установлены ВТСП ТОУ 110 кВ		
					Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Иоткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Иоткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Иоткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Иоткл. выключателя, кА
					С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ	
ПС №267 110 кВ Черемушки	ПАО «МОЭСК»	40	1987	ОРУ	6	6	63	0	0	-	6	6	63	0	0	-
ПС №299 110 кВ Коптево	ПАО «МОЭСК»	40	1991	ОРУ	3	3	63	0	0	-	3	3	63	0	0	-
ПС № 342 110 кВ Миусская	ПАО «МОЭСК»	40	2011	ОРУ	2	2	63	0	0	-	2	2	50	0	0	-
ПС № 343 Новоспаская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	ОРУ	5	5	80	0	0	-	5	5	80	0	0	-
ПС №361 110 кВ Мазилово	ПАО «МОЭСК»	40	2000	КРУЭ	3	5	63	0	0	-	3	5	63	0	0	-
ПС № 396 110 кВ Яузская	ПАО «МОЭСК»	40	2010	ОРУ	2	2	80	0	0	-	2	2	80	0	0	-
ПС № 397 Семеновская	ПАО «МОЭСК»	40	н/д	КРУЭ	3	10	63	0	0	-	3	10	63	0	0	-
ПС № 458 Даниловская	ПАО «МОЭСК»	31,5	1978	ОРУ	2	2	63	0	0	-	2	2	63	0	0	-
ПС № 484 Самарская	ПАО «МОЭСК»	40	1988	КРУЭ	4	6	80	0	0	-	4	6	80	0	0	-
ПС № 549 Косино	ПАО «МОЭСК»	40	2008	ОРУ	0	0	40	0	0	-	0	0	-	0	0	-
		31,5	1989		0	0	31,5	0	0	-	0	0	-	0	0	-
ПС № 560 Солнцево	ПАО «МОЭСК»	40	1994	ОРУ	2	2	50	0	0	-	2	2	50	0	0	-
ПС № 679 Таганская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	КРУЭ	4	6	80	0	0	-	4	6	80	0	0	-
ПС 683 Рижская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	ЗРУ	6	6	более 80	0	0	-	6	6	более 80	0	0	-
ПС № 690 Маяковская	ПАО «МОЭСК»	40	2006	ОРУ	2	2	50	0	0	-	2	2	50	0	0	-
ПС № 710 Выхино	ПАО «МОЭСК»	40	2004	КРУЭ	1	4	50	0	0	-	1	4	50	0	0	-
ПС № 713 Вернадская	ПАО «МОЭСК»	40	1986	КРУЭ	2	7	50	0	0	-	2	7	50	0	0	-
ПС №770 Андроньевская	ПАО «МОЭСК»	25	1978	ОРУ	8	8	80	4	4	40	8	8	80	4	4	40
		31,5			2	2	80	0	0	-	2	2	80	0	0	-
ПС № 64 Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	ОРУ	4	4	40	2	2	40	4	4	40	2	2	40
		31,5	1978		2	2	50	0	0	-	2	2	50	0	0	-
ПС №774 Сити	ПАО «МОЭСК»	40	2002	КРУЭ	8	9	63	0	0	-	8	9	63	0	0	-
ПС № 810 Ленинградская	ПАО «МОЭСК»	40	1991,1992	ОРУ	4	4	50	0	0	-	4	4	50	0	0	-
ПС № 813 Полет	ПАО «МОЭСК»	50	2007	КРУЭ	10	13	80	0	0	-	10	13	80	0	0	-
ПС № 833 Крылатская	ПАО «МОЭСК»	40	Нет данных	ЗРУ	1	1	50	0	0	-	1	1	50	0	0	-
ПС № 834 Зубовская	ПАО «МОЭСК»	40	1997	КРУЭ	1	2	50	0	0	-	1	2	50	0	0	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					247	331		13	18		249	333		13	18	
Общее количество установленных ТОУ, шт.					0	0		20	20		0	0		20	20	
Кап. затраты на замену выключателей на ПС с ОРУ (ЗРУ), млн. руб.					8824,26	8824,26		791,56	791,56		8928,52	8928,52		791,56	791,56	
Кап. затраты на замену выключателей на ПС с КРУЭ, млн. руб.					14879,18	28450,08		213,73	978,80		14879,18	28450,08		213,73	978,80	
Суммарные кап. затраты на замену выключателей, млн. руб.					23703,45	37274,34		1005,29	1770,36		23807,71	37378,60		1005,29	1770,36	
Кап. затраты на установку ТОУ, млн. руб.					0,00	0,00		25000,00	25000,00		0,00	0,00		25000,00	25000,00	
Суммарные кап. затраты, млн. руб.					23703,45	37274,34		26005,29	26770,36		23807,71	37378,60		26005,29	26770,36	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

259

Таблица 5.3.22. Расчет капитальных затрат необходимых для реализации Варианта 3 по сети 220 кВ и 110 кВ на 2020 и 2025 года

Описание	Сопротивление установленного ТОО, Ом	2020 год							2025 год										
		Кол-во выключателей на замену, шт.		Кап. затраты на замену выключателей, млн. руб.		Кол-во установ. овл. ТОО, шт.	Кап. затраты на установку ТОО, млн. руб.	Кап. затраты на установку устройств РЗА, млн. руб.	Суммарные кап. затраты, млн. руб.		Кол-во выключателей на замену, шт.		Кап. затраты на замену выключателей, млн. руб.		Кол-во установ. овл. ТОО, шт.	Кап. затраты на установку ТОО, млн. руб.	Кап. затраты на установку устройств РЗА, млн. руб.	Суммарные кап. затраты, млн. руб.	
		Без замены КРУЭ	С заменой КРУЭ	Без замены КРУЭ	С заменой КРУЭ				Без замены КРУЭ	С заменой КРУЭ	Без замены КРУЭ	С заменой КРУЭ	Без замены КРУЭ	С заменой КРУЭ				Без замены КРУЭ	С заменой КРУЭ
сеть 220 кВ																			
Замкнуты точки деления согласно Варианту 2 Сценарий 1 (см. п. 5.2.1)	-	140	230	42 701,94	71 694,09	-	-	-	42 701,94	71 694,09	129	225	43 003,06	72 839,62	-	-	-	43 003,06	72 839,62
Установлены ВТСП ТОО 40 Ом согласно Варианту 2 Сценарий 1 (см. п. 5.2.1)	40	14	17	2 691,39	4 001,03	10	16 202,24	20,55	18 914,18	20 223,82	14	21	2 790,13	4 650,24	10	16 202,24	20,55	19 012,92	20 873,03
сеть 110 кВ																			
Включены:																			
КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет №1, №2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, КЛ 110 кВ Даниловская-Павелецкая №1, №2, ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I цепь с отп., КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2, КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2, КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино	-	247	331	23 703,00	37 615,3	-	-	-	23 703,00	37 695,51	249	333	23 807,71	37 719,5	-	-	-	23 807,71	37 719,50
ТОО 25 Ом на:																			
КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь, ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь, КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь, КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2, ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь, КЛ 110 кВ Чоботы-Полет №1, №2, КЛ 110 кВ Пресня-Сити №1, №2, КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1, №2, КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1, КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1, КЛ 110 кВ Даниловская-Павелецкая №1, №2, КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2, КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2, КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино нет ТОО на КЛ 110 кВ Мазилово – Крылатская №2 и ВЛ 110 кВ Курьяново – Ленинская I цепь с отп.	25	13	18	1 005,29	1 770,36	20	25 000,00	80,21	26 085,50	26 850,57	13	18	1 005,29	1 770,36	20	25 000,00	80,21	26 085,50	26 850,57
итого (без установки ВТСП ТОО)		387	561	66 404,94	109 309,39	-	-	-	66 404,94	109 329,94	378	558	66 810,77	110 559,12	-	-	-	66 810,77	110 559,12
итого (с установкой ВТСП ТОО)	40+25	27	35	3 696,68	5 771,39	10+20	41 202,24	100,76	44 999,68	47 074,39	27	39	3 795,42	6 420,60	10+20	41 202,24	100,76	45 098,42	47 723,60

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

260

КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2

Для определения работоспособности схемы сети в случае отключенных КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2 были проведены расчеты электрических режимов в летний максимум 2020 года. В случае отключенных КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2 послеаварийный режим аварийного отключения выключателя 220 кВ на автотрансформаторе АТ-1 при ремонте выключателя АТ-2 на ПС 220/110 кВ Елоховская не сходится из-за недопустимого снижения напряжения на шинах ПС 110 кВ Рижская, Яузская, Андроньевская.

В случае включенных КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2 в летний максимум 2020 года в послеаварийном режиме аварийного отключения выключателя 220 кВ на автотрансформаторе АТ-1 при ремонте выключателя АТ-2 на ПС 220/110 кВ Елоховская нагрузка КЛ 110 кВ Бутырки - Самарская №1 составит 753 А (111% от $I_{доп}=680$ А при $t=25^{\circ}C$), КЛ 110 кВ Бутырки - Самарская №2 – 451 А (66% от $I_{доп}=680$ А при $t=25^{\circ}C$), КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1 – 528 А (126% от $I_{доп}=420$ А при $t=25^{\circ}C$). Результаты расчета режима приведены в таблице 5.3.23.

Для подтверждения возможности включения КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2 в данном послеаварийном режиме были рассчитаны токи КЗ на шинах подстанций в рассматриваемом районе (таблица 5.3.24). Анализ результатов расчетов токов КЗ в электрической сети г. Москвы показывает, что значения токов КЗ превысят отключающую способность установленных выключателей на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220/110 кВ Центральная, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220/110 кВ Свиблово, ПС 220/110 кВ Гражданская, ПС 110 кВ Самарская, ПС 110 кВ Рижская, ПС 110 кВ Андроньевская, ПС 110 кВ Ленинградская.

Для этих подстанций были выполнены дополнительные расчёты токов КЗ в формате «для проверки аппаратуры» при КЗ на шинах и за выключателем этих присоединений. Результаты расчетов токов КЗ за выключателями и данные по выключателям, которые требуется заменить на этих ПС, приведены в таблице 5.3.25 и 5.3.26.

Анализ результатов расчетов токов КЗ показал, что для включения КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2 (даже в аварийной ситуации) необходима установка ВТСП ТОУ сопротивлением 25 Ом на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2.

Таблица 5.3.23. Результаты расчета послеаварийного режиме аварийного отключения выключателя 220 кВ на автотрансформаторе АТ-1 при ремонте выключателя АТ-2 на ПС 220/110 кВ Елоховская при включенных КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, 2 в летний максимум 2020 года.

№	Наименование ЛЭП	Идоп. при $t=+25^{\circ}C$	Нормальный режим		Аварийное от-ключение выключателя 220 кВ на автотрансформаторе АТ-1 при ремонте выключателя АТ-2 на ПС 220/110 кВ Елоховская	
			А	%	А	%
29	КЛ 110 кВ Бутырки - Самарская №1	680	400	59	753	111
30	КЛ 110 кВ Бутырки - Самарская №2	680	120	18	451	66

Изм.	Кол.уч	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Инв. № подл.	Подп. и дата

№	Наименование ЛЭП	Идоп. при t=+25°C	Нормальный режим		Аварийное от-ключение выключателя 220 кВ на автотрансформаторе АТ-1 при ремонте выключателя АТ-2 на ПС 220/110 кВ Елоховская		
			А	А	%	А	%
			А	А	%	А	%
31	КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1	420	203	48	528	126	
32	КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №2	420	73	17	268	64	
33	КЛ 110 кВ Елоховская - Рижская №1	600	149	25	232	39	
34	КЛ 110 кВ Елоховская - Рижская №2	600	172	29	220	37	
35	КЛ 110 кВ Елоховская - Андроньевская №1 с отп. на ПС Яузская	420	187	45	215	51	
36	КЛ 110 кВ Елоховская - Андроньевская №2 с отп. на ПС Яузская	420	182	43	223	53	
37	КЛ 110 кВ ТЭЦ-8 - Андроньевская №1 с перемычкой	460	329	72	362	79	
38	КЛ 110 кВ ТЭЦ-8 - Андроньевская №2 с перемычкой	460	266	58	299	65	
39	КВЛ 110 кВ Дубровскаяч - Карачарово I цепь	450	99	22	103	23	
40	КВЛ 110 кВ Дубровскаяч - Карачарово II цепь	450	106	24	110	24	
41	КЛ 110 кВ Карачарово - Андроньевская №1	420	-	-	-	-	
42	КЛ 110 кВ Карачарово - Андроньевская №2	420	28	7	28	7	
43	КЛ 110 кВ Карачарово - Выхино №1	721	28	4	28	4	
44	КЛ 110 кВ Карачарово - Выхино №2	721	79	11	87	12	
Загрузка автотрансформаторов							
1	АТ-1 220/110/10 кВ на ПС 220 кВ Бутырки	250	99	39	118	47	
2	АТ-2 220/110/10 кВ на ПС 220 кВ Бутырки	250	92	37	116	47	
36	АТ-1 220/110/10 кВ на ПС 220 кВ Елоховская	250	57	23	-	-	
37	АТ-2 220/110/10 кВ на ПС 220 кВ Елоховская	250	91	36	-	-	

Таблица 5.3.24. Результаты расчета уровней токов КЗ на шинах подстанций на период 2020 года в послеаварийном режиме аварийного отключения выключателя 220 кВ на автотрансформаторе АТ-1 при ремонте выключателя АТ-2 на ПС 220/110 кВ Елоховская.

Наименование подстанций	Наименование систем шин	Иоткл. выключателя, кА	Принадлежность	Включены КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2			
				Нет ТОО на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2		ТОО 25 Ом на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2	
				Трехфазный	Однофазный	Трехфазный	Однофазный
				I ⁽³⁾	I ⁽¹⁾	I ⁽³⁾	I ⁽¹⁾
№ 46 ПС Бутырки	1 с.ш. РУ 220 кВ	40; 63	ПАО «МОЭСК»	49,6	52,6	48,5	51,2
	2 с.ш. РУ 220 кВ			37,9	39,7	37,8	39,4
	1 с.ш. РУ 110 кВ	40		45,4	51,1	31,7	34,6
	2 с.ш. РУ 110 кВ			43,9	49,1	29,4	32,2
№ 378 ПС Центральная	1 с.ш. РУ 220 кВ	63	ПАО «МОЭСК»	45,2	48,0	44,1	46,8
	2 с.ш. РУ 220 кВ			45,2	48,0	44,1	46,8
	1 с.ш. РУ 110 кВ	40		39,3	40,7	29,4	31,4
	2 с.ш. РУ 110 кВ			22,9	28,6	22,8	28,5
№ 780 ПС Елоховская	1 с.ш. РУ 220 кВ	40	ПАО «МОЭСК»	29,4	28,0	29,4	28,0
	2 с.ш. РУ 220 кВ			28,6	27,8	28,6	27,8
	1 с.ш. РУ 110 кВ	31,5; 40		39,8	48,7	8,0	11,0
	2 с.ш. РУ 110 кВ			39,8	48,7	8,0	11,0

Подп. и дата

Инов. № подл.

9763-09-т1.1

Лист

262

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Наименование подстанций	Наименование систем шин	Юткл. выключателя, кА	Принадлежность	Включены КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2			
				Нет ТОО на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2		ТОО 25 Ом на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2	
				Трехфазный	Однофазный	Трехфазный	Однофазный
				I ⁽³⁾	I ⁽¹⁾	I ⁽³⁾	I ⁽¹⁾
№ 790 ПС Свиблово	1 с.ш. РУ 220 кВ	63	ПАО «МОЭСК»	34,0	31,4	33,9	31,4
	2 с.ш. РУ 220 кВ			34,6	30,4	34,5	30,4
	1 с.ш. РУ 110 кВ	40		37,9	40,5	34,3	37,6
	2 с.ш. РУ 110 кВ			37,9	40,5	34,3	37,6
№ 835 ПС Гражданская	1 с.ш. РУ 220 кВ	63	ПАО «МОЭСК»	24,6	24,5	24,6	24,5
	2 с.ш. РУ 220 кВ			34,8	38,5	34,5	38,2
	1 с.ш. РУ 110 кВ	40		36,6	41,6	36,6	41,6
	2 с.ш. РУ 110 кВ			42,5	46,8	33,0	37,9
	3 с.ш. РУ 110 кВ			42,5	46,8	33,0	37,9
	4 с.ш. РУ 110 кВ			42,5	46,8	33,0	37,9
№ 12 ПС Карачарово	1 с.ш. РУ 110 кВ	40	ПАО «МОЭСК»	30,1	32,2	30,1	32,2
	2 с.ш. РУ 110 кВ			21,5	23,1	21,5	23,1
	3 с.ш. РУ 110 кВ			25,9	25,7	7,4	9,3
№ 112 ПС Ростокино	1 с.ш. РУ 110 кВ	50	ПАО «МОЭСК»	39,5	33,2	30,9	27,8
	2 с.ш. РУ 110 кВ			39,5	33,2	30,9	27,8
№ 164 ПС Лосинка	1 с.ш. РУ 110 кВ	-		30,4	30,6	28,0	29,0
	2 с.ш. РУ 110 кВ			30,3	30,5	28,0	28,9
№ 299 ПС Коптево	1 с.ш. РУ 110 кВ	40	ПАО «МОЭСК»	35,6	39,1	28,7	32,7
	2 с.ш. РУ 110 кВ			28,7	32,0	27,8	31,2
№ 342 ПС Миусская	1 с.ш. РУ 110 кВ	40	ПАО «МОЭСК»	37,9	38,1	28,5	30,1
	2 с.ш. РУ 110 кВ			37,9	36,8	28,5	29,1
№ 396 ПС Яузская	1 с.ш. РУ 110 кВ	40	ПАО «МОЭСК»	34,3	39,1	7,9	10,6
	2 с.ш. РУ 110 кВ			34,3	39,1	7,9	10,6
№ 484 ПС Самарская	1 с.ш. РУ 110 кВ	40	ПАО «МОЭСК»	42,2	49,0	23,2	25,2
	2 с.ш. РУ 110 кВ			42,0	48,3	21,8	23,8
№ 622 ПС Лефортово	1 с.ш. РУ 110 кВ	-	ПАО «МОЭСК»	32,6	35,9	7,7	10,0
	2 с.ш. РУ 110 кВ			32,6	35,9	7,6	10,0
№ 682 ПС Рижская	1 с.ш. РУ 110 кВ	40	ПАО «МОЭСК»	42,5	51,8	7,9	10,9
	2 с.ш. РУ 110 кВ			42,5	51,8	7,9	10,9
№ 770 ПС Андроньевская	1 с.ш. РУ 110 кВ	25; 31,5	ПАО «МОЭСК»	34,0	38,8	8,0	10,8
	2 с.ш. РУ 110 кВ			34,0	38,8	8,0	10,8
№ 810 ПС Ленинградская	1 с.ш. РУ 110 кВ	40	ПАО «МОЭСК»	37,7	41,3	30,4	34,6
	2 с.ш. РУ 110 кВ			37,7	41,3	30,4	34,6

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

263

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Таблица 5.3.25. Данные по выключателям, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ на период 2020 года в зоне влияния КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2.

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Значение тока КЗ за выключателем 110 кВ, превышающее отключающую способность выключателя, кА	Количество выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
				Нет ТОУ на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2			ТОУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2		
№046 ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	2006, 2010	46,21	2	50	29,57	0	-
№378 ПС 220/110 кВ Центральная	ПАО «МОЭСК»	40	1996	29,9	0	-	20,33	0	-
№780 ПС 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	40	1991	47,98	4	50	10,67	0	-
		31,5	2000	47,63	2	50	10,51		
№790 ПС 220/110 кВ Свиблово	ПАО «МОЭСК»	40	2013	39,28	0	-	34,85	0	-
№835 ПС 220/110 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	40	1993	45,96	1	50	37,1	0	-
№484 ПС 110 кВ Самарская	ПАО «МОЭСК»	40	1988	48,17	2	50	24,05	0	-
№682 ПС 110 кВ Рижская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	36,95	0	-	8,77	0	-
№770 ПС 110 кВ Андроньевская	ПАО «МОЭСК»	25	1978	38,8	4	40	10,81	0	-
		31,5	1987	35,77	2	40	8,92	0	-
№810 ПС 110 кВ Ленинградская	ПАО «МОЭСК»	40	1997	40,44	2	50	33,82	0	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.				19			0		
Общее количество установленных ТОУ, шт.				0			1		

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

264

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Таблица 5.3.26. Результаты расчета уровней токов КЗ за выключателями 110 кВ на период 2020 года в послеаварийном режиме аварийного отключения выключателя 220 кВ на автотрансформаторе АТ-1 при ремонте выключателя АТ-2 на ПС 220/110 кВ Елоховская.

1-Пояс	Наименование	I _{откл. выкл.} , кА	Нет ТООУ на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2				ТООУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2			
			Трёхфазное КЗ IА(кА)		Однофазное КЗ IА(кА)		Трёхфазное КЗ IА(кА)		Однофазное КЗ IА(кА)	
			на шинах	за выкл.	на шинах	за выкл.	на шинах	за выкл.	на шинах	за выкл.
Узла	Узла									
04615-	БУТЫРКИ 1С		45,42	0	51,14	0	31,71	0	34,64	0
04610,1	БУТЫРКИ	40	8,96	36,53	10,88	40,49	9,28	22,61	11,31	23,62
11215,1	РОСТОКИНО	40	6,17	39,33	5,46	45,71	6,53	25,21	5,67	28,99
11215,2	РОСТОКИНО	40	6,11	39,38	5,42	45,75	6,47	25,27	5,62	29,03
37815,2	ЦЕНТРАЛЬНАЯ 1С	40	4,13	41,31	4,93	46,21	4,27	27,49	5,07	29,57
37815,1	ЦЕНТРАЛЬНАЯ 1С	40	4,13	41,31	4,93	46,21	4,27	27,49	5,07	29,57
48415,1	САМАРСКАЯ	40	16,14	29,28	19,78	31,4	2,08	30,6	2,67	32,56
04625-	БУТЫРКИ 2С		43,91	0	49,13	0	29,39	0	32,16	0
04620,2	БУТЫРКИ	40	9,34	34,62	11,24	38,01	10,02	19,55	11,9	20,39
34215,1	МИУССКАЯ	40	8,86	35,06	9,02	40,11	9,18	20,21	9,33	22,84
34225,2	МИУССКАЯ	40	8,86	35,06	8,72	40,41	9,18	20,21	9	23,17
48425,2	САМАРСКАЯ	40	16,91	27	20,34	28,94	2,09	28,32	2,74	30,19
37815-	ЦЕНТРАЛЬНАЯ 1С		39,3	0	40,72	0	29,36	0	31,39	0
04615,2	БУТЫРКИ 1С	40	15,19	24,13	14,95	25,96	10,17	19,23	10,17	21,35
04615,1	БУТЫРКИ 1С	40	15,19	24,13	14,95	25,96	10,17	19,23	10,17	21,35
37830,3	ЦЕНТРАЛЬНАЯ	40	9,03	30,38	11,72	29,9	9,19	20,35	11,55	20,33
37825-	ЦЕНТРАЛЬНАЯ 2С		22,85	0	28,57	0	22,84	0	28,55	0
37840,4	ЦЕНТРАЛЬНАЯ	40	10,13	12,73	11,38	17,25	10,11	12,73	11,36	17,25
69045,2	МАЯКОВСКАЯ 4С	40	6,36	16,49	8,63	19,96	6,36	16,47	8,63	19,94
69065,1	МАЯКОВСКАЯ 6С	40	6,36	16,49	8,63	19,96	6,36	16,47	8,63	19,94
78015-	ЕЛОХОВСКАЯ 1С		39,75	0	48,72	0	7,96	0	10,99	0
39615,1	ЯУЗСКАЯ 1С	40	2,3	37,47	3,31	45,42	2,31	6,53	2,55	8,99
62215,1	ЛЕФОРТОВО 1С	40	0	39,75	0,76	47,98	0	7,96	0,33	10,67
68255,1	РИЖСКАЯ 5С	40	17,6	22,16	19,23	29,51	2,85	5,86	3,05	8,55
78010,1	ЕЛОХОВСКАЯ	40	0	39,75	1,14	47,64	0	7,96	0,49	10,52
78025	ЕЛОХОВСКАЯ 2С	40	19,88	19,88	24,37	24,36	3,98	3,98	5,5	5,49
78025-	ЕЛОХОВСКАЯ 2С		39,75	0	48,72	0	7,96	0	10,99	0
39625,2	ЯУЗСКАЯ 2С	31,5	2,3	37,47	3,31	45,42	2,31	6,53	2,55	8,99
62225,2	ЛЕФОРТОВО 2С	40	0	39,75	0,76	47,98	0	7,96	0,33	10,67
68265,2	РИЖСКАЯ 6С	31,5	17,6	22,16	19,23	29,51	2,85	5,86	3,05	8,55
78015	ЕЛОХОВСКАЯ 1С	40	19,88	19,88	24,36	24,37	3,98	3,98	5,49	5,5
78020,2	ЕЛОХОВСКАЯ	31,5	0	39,75	1,15	47,63	0	7,96	0,49	10,51
79015-	СВИБЛОВО 1С		37,94	0	40,48	0	34,32	0	37,62	0
11215,2	РОСТОКИНО	40	7,77	30,22	6,4	34,12	5,73	28,62	4,98	32,67
11215,1	РОСТОКИНО	40	7,77	30,22	6,4	34,12	5,73	28,62	4,98	32,67
16415,1	ЛОСИНКА 1С	40	0	37,94	1,2	39,28	0	34,32	1,13	36,5
79010,1	СВИБЛОВО	40	8,5	29,62	10,09	30,51	8,7	25,77	10,13	27,59
79025	СВИБЛОВО 2С	40	14,12	23,82	16,55	23,93	14,33	20	16,54	21,09
79025-	СВИБЛОВО 2С		37,94	0	40,48	0	34,32	0	37,62	0
04525,1	СОКОЛЬНИКИ 2С	40	3,06	34,98	2,84	37,71	3,08	31,36	2,86	34,85
04525,2	СОКОЛЬНИКИ 2С	40	3,06	34,98	2,84	37,71	3,08	31,36	2,86	34,85
16425,2	ЛОСИНКА 2С	40	0	37,94	1,21	39,27	0	34,32	1,13	36,5

Подп. и дата

Изм. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

265

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

1-Пояс	Наименование	I _{откл} выкл, кА	Нет ТООУ на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2				ТООУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2			
			Трёхфазное КЗ IА(кА)		Однофазное КЗ IА(кА)		Трёхфазное КЗ IА(кА)		Однофазное КЗ IА(кА)	
			на шинах	за выкл.	на шинах	за выкл.	на шинах	за выкл.	на шинах	за выкл.
Узла	Узла									
79015	СВИБЛОВО 1С	40	23,82	14,12	23,93	16,55	20	14,33	21,09	16,54
79020,2	СВИБЛОВО	40	8,3	29,8	9,88	30,7	8,49	25,95	9,92	27,79
83515-	ГРАЖДАНСКАЯ 1С 1		36,58	0	41,64	0	36,55	0	41,62	0
79325,2	ВОЙКОВСКАЯ 2С	40	15,94	20,69	18,36	23,32	15,94	20,66	18,36	23,3
79815,1	ДИНАМО 1С	40	12,12	24,46	13,12	28,59	12,1	24,45	13,1	28,58
83510,1	ГРАЖДАНСКАЯ	40	8,61	28,06	10,41	31,47	8,61	28,03	10,4	31,45
83525-	ГРАЖДАНСКАЯ 2С		33,28	0	37,53	0	32,02	0	36,44	0
29925,2	КОПТЕВО 2С	40	0	33,28	0,85	36,76	0	32,01	0,82	35,68
79315,1	ВОЙКОВСКАЯ 1С	40	21,7	11,58	23,99	13,55	20,46	11,56	22,96	13,48
79825,2	ДИНАМО 2С	40	11,58	21,71	12,78	24,77	11,56	20,46	12,73	23,72
83535-	ГРАЖДАНСКАЯ 3С		42,52	0	46,84	0	32,96	0	37,88	0
29915,1	КОПТЕВО 1С	40	0	42,52	0,89	45,96	0	32,96	0,79	37,1
34215,1	МИУССКАЯ	40	9,87	32,67	10,08	36,77	4,82	28,17	5,63	32,27
83545	ГРАЖДАНСКАЯ 4С	40	32,66	9,88	35,88	10,97	28,17	4,82	31,48	6,41
83545-	ГРАЖДАНСКАЯ 4С		42,52	0	46,84	0	32,96	0	37,88	0
34225,2	МИУССКАЯ	40	9,87	32,67	9,67	37,19	4,82	28,17	5,22	32,68
81015,1	ЛЕНИНГРАДСКАЯ 1С	40	6,9	35,62	7,47	39,37	7,04	25,92	7,52	30,37
81025,2	ЛЕНИНГРАДСКАЯ 2С	40	6,9	35,62	7,47	39,38	7,04	25,92	7,51	30,37
83520,2	ГРАЖДАНСКАЯ	40	9,05	33,53	11,33	35,57	9,33	23,69	11,29	26,65
83535	ГРАЖДАНСКАЯ 3С	40	9,88	32,66	10,97	35,88	4,82	28,17	6,41	31,48
48415-	САМАРСКАЯ		42,21	0	49,05	0	23,17	0	25,2	0
0,1	Общая нейтраль	40	0	42,21	1	48,17	0	23,17	1,18	24,05
04615,1	БУТЫРКИ 1С	40	20,84	21,37	21,9	27,36	22,1	2,12	23,11	2,81
68245,1	РИЖСКАЯ 4С	40	21,37	20,84	26,53	22,83	2,12	22,1	2,26	24,27
48425-	САМАРСКАЯ		41,95	0	48,28	0	21,82	0	23,76	0
0,2	Общая нейтраль	40	0	41,95	1,03	47,37	0	21,82	1,17	22,6
04625,2	БУТЫРКИ 2С	40	19,49	22,47	20,42	28,21	20,77	2,14	21,75	2,85
68235,2	РИЖСКАЯ 3С	40	22,47	19,49	27,36	21,39	2,14	20,77	2,27	22,91
68215-	РИЖСКАЯ 1С		42,45	0	51,83	0	7,94	0	10,92	0
0,1	Общая нейтраль		0	42,45	0,79	51,07	0	7,94	0,34	10,59
68245	РИЖСКАЯ 4С	40	24,32	18,14	28,31	23,52	4,14	3,88	5,25	5,73
68265	РИЖСКАЯ 6С	40	18,14	24,32	22,76	29,07	3,88	4,14	5,4	5,57
68225-	РИЖСКАЯ 2С		42,45	0	51,83	0	7,94	0	10,92	0
0,2	Общая нейтраль		0	42,45	0,79	51,07	0	7,94	0,34	10,59
68235	РИЖСКАЯ 3С	40	23,7	18,75	27,8	24,03	4,12	3,89	5,23	5,75
68255	РИЖСКАЯ 5С	40	18,75	23,7	23,27	28,56	3,89	4,12	5,42	5,55
68235-	РИЖСКАЯ 3С		42,45	0	51,83	0	7,94	0	10,92	0
48425,2	САМАРСКАЯ (откл)	-	18,35	24,1	19,63	32,2	2,84	5,83	2,83	8,8
68225	РИЖСКАЯ 2С	40	11,67	30,78	15,39	36,44	2,59	5,44	3,95	7,04
68265	РИЖСКАЯ 6С	40	12,43	30,02	16,81	35,02	3,25	4,99	4,86	6,28
68245-	РИЖСКАЯ 4С		42,45	0	51,83	0	7,94	0	10,92	0
48415,1	САМАРСКАЯ (откл)	-	19,58	22,88	20,67	31,19	2,9	5,8	2,89	8,77
68215	РИЖСКАЯ 1С	40	11,06	31,39	14,89	36,95	2,57	5,46	3,93	7,07

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-т1.1

Лист

266

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

1-Пояс	Наименование	I _{откл. выкл.} , кА	Нет ТОУ на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2				ТОУ 25 Ом на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2			
			Трёхфазное КЗ IA(кА)		Однофазное КЗ IA(кА)		Трёхфазное КЗ IA(кА)		Однофазное КЗ IA(кА)	
			на шинах	за выкл.	на шинах	за выкл.	на шинах	за выкл.	на шинах	за выкл.
Узла	Узла									
68255	РИЖСКАЯ 5С	40	11,82	30,64	16,31	35,53	3,24	5,01	4,84	6,3
68255-	РИЖСКАЯ 5С		42,45	0	51,83	0	7,94	0	10,92	0
68225	РИЖСКАЯ 2С	40	16,63	25,82	19,92	31,9	2,81	5,21	3,74	7,23
68245	РИЖСКАЯ 4С	40	23,56	18,89	26,9	24,94	3,73	4,51	4,52	6,63
78015,1	ЕЛОХОВСКАЯ 1С	-	2,28	40,19	5,03	46,82	2,29	6,54	3,25	8,25
68265-	РИЖСКАЯ 6С		42,45	0	51,83	0	7,94	0	10,92	0
68215	РИЖСКАЯ 1С	40	17,24	25,21	20,43	31,4	2,84	5,19	3,76	7,21
68235	РИЖСКАЯ 3С	40	22,95	19,5	26,38	25,44	3,71	4,52	4,5	6,65
78025,2	ЕЛОХОВСКАЯ 2С	-	2,28	40,19	5,03	46,82	2,29	6,54	3,25	8,25
77015-	АНДРОНЬЕВСКАЯ 1С		33,97	0	38,81	0	7,96	0	10,82	0
0,1	Общая нейтраль	25	0	33,97	0,88	38,08	0	7,96	0,31	10,52
01225,1	КАРАЧАРОВО 2С	25	0,01	33,96	0,01	38,8	0,01	7,96	0,01	10,81
39615,1	ЯУЗСКАЯ 1С	25	14,69	19,3	15,69	23,25	2,78	5,93	3,51	7,92
77025	АНДРОНЬЕВСКАЯ 2С	25	19,29	14,69	22,48	16,38	5,93	2,78	7,61	3,72
77025-	АНДРОНЬЕВСКАЯ 2С		33,97	0	38,81	0	7,96	0	10,82	0
0,2	Общая нейтраль	25	0	33,97	0,88	38,08	0	7,96	0,31	10,52
01235,2	КАРАЧАРОВО 3С	25	0	33,97	0,01	38,81	0,01	7,96	0,01	10,81
39625,2	ЯУЗСКАЯ 2С	25	14,69	19,3	15,69	23,25	2,78	5,93	3,51	7,92
77015	АНДРОНЬЕВСКАЯ 1С	25	14,69	19,29	16,38	22,48	2,78	5,93	3,72	7,61
С0815,1	ТЭЦ-8	31,5	2,35	31,67	3,22	35,77	2,36	6,45	2,58	8,92
С0815,2	ТЭЦ-8	31,5	2,35	31,67	3,22	35,77	2,36	6,45	2,58	8,92
81015-	ЛЕНИНГРАДСКАЯ 1С		37,74	0	41,32	0	30,45	0	34,63	0
0,1	Общая нейтраль	40	0	37,74	0,91	40,44	0	30,45	0,82	33,82
30515,1	Н. БРАТЦЕВО 1С	40	7,85	30,05	7,66	33,84	7,82	22,73	7,63	27,11
83545,1	ГРАЖДАНСКАЯ 4С	40	30,05	7,85	32,96	8,57	22,73	7,82	26,31	8,45
81025-	ЛЕНИНГРАДСКАЯ 2С		37,74	0	41,32	0	30,45	0	34,62	0
0,2	Общая нейтраль	40	0	37,74	0,91	40,43	0	30,45	0,82	33,82
30515,2	Н. БРАТЦЕВО 1С	40	7,85	30,05	7,66	33,84	7,82	22,73	7,63	27,11
83545,2	ГРАЖДАНСКАЯ 4С	40	30,05	7,85	32,97	8,56	22,73	7,82	26,32	8,44

Подп. и дата

Изм. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

267

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

6. Характеристика результатов расчетов электрических режимов работы электрической сети напряжением 220 кВ и выше на 2020 и 2025 годы

Электрические расчеты режимов работы были выполнены в программе РАСТР на базе расчетной схемы 110-750 кВ Московской энергосистемы с учетом сети ОЭС Центра и в соответствии с «Методическими рекомендациями по проектированию развития энергосистем», утвержденными приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г. № 281.

Ниже представлены результаты расчетов электрических нормальных режимов зимнего максимума рабочего дня и летнего максимума рабочего дня на 2020 и 2025 годы для энергосистемы г. Москвы и Московской области для рассматриваемых вариантов развития сети. В расчетах были учтены вновь вводимые генерирующие мощности и вводы на перспективу новых подстанций, линий электропередач, а также реконструкция существующих подстанций, в соответствии с утвержденной Схемой и программой развития ЕЭС России на 2016-2022 годы и материалами Схемы и программы развития электроэнергетики г. Москвы на период 2016-2021 гг. и Схемы и программы развития электроэнергетики Московской области на период 2017-2021 гг.

Также для рассматриваемого варианта были проведены расчеты послеаварийных режимов работы сети в зимний и летний максимумы нагрузки 2020 года с учетом нормативных возмущений (n-1 элемент в работе для зимних режимов и n-1, n-2 для летних).

6.1 Характеристика результатов расчетов электрических режимов работы электрической сети напряжением 220 кВ и выше на 2020 и 2025 годы по Варианту 1

Зимний максимум, 2020 и 2025 годы

Для зимнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов были рассмотрены следующие режимы работы сети:

1. Нормальный режим работы (*Схема секционирования сети на 2020/2025 год*) (см. рис.Н.1, Н.9 Приложение Н);
2. Нормальный режим работы. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ (Установлены ВТСП ТОУ в цепи ШСВ 1-2 сек. 220 кВ и ШСВ 3-4 сек. 220 кВ) (см. рис.Н.2 Приложение Н);
3. Нормальный режим работы. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ (Установлены ВТСП ТОУ в цепи ШСВ 1-3 сек. 220 кВ и 2-4 сек. 220 кВ) (см. рис.Н.3 Приложение Н);
4. Нормальный режим работы. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ (Установлены ВТСП ТОУ в цепи ШСВ 1-2 сек. I СШ 220 кВ и 1-2 сек. II СШ 220 кВ) (см. рис.Н.4, Н.10 Приложение Н);
5. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает

Инва. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково II цепь;

6. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино;

7. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Бутырки – Марфино;

8. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Парковая – Восточная;

9. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская II цепь;

10. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КЛ 220 кВ Бутырки – Центральная;

11. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2;

12. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение I СШ 220 кВ ПС Белорусская;

13. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение 2 сек. II СШ 220 кВ ТЭЦ-20;

14. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1;

15. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2.

Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в зимний максимум нагрузки:

- 2020 года приведены в таблицах Н.1-Н.2 (См. Приложение Н),
- 2025 года приведены в таблицах Н.5-Н.6 (См. Приложение Н).

Ивн. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Летний максимум, 2020 и 2025 годы

Для летнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов были рассмотрены следующие режимы работы сети:

1. Нормальный режим работы (см. рис.Н.5, Н.11 Приложение Н);
2. Нормальный режим работы. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ (Установлены ВТСП ТОУ в цепи ШСВ 1-2 сек. 220 кВ и ШСВ 3-4 сек. 220 кВ) (см. рис.Н.6 Приложение Н);
3. Нормальный режим работы. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ (Установлены ВТСП ТОУ в цепи ШСВ 1-3 сек. 220 кВ и 2-4 сек. 220 кВ) (см. рис.Н.7 Приложение Н);
4. Нормальный режим работы. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ (Установлены ВТСП ТОУ в цепи ШСВ 1-2 сек. I СШ 220 кВ и 1-2 сек. II СШ 220 кВ) (см. рис.Н.8, Н.12 Приложение Н);
5. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ ТЭЦ-22 - Восточная при ремонте КВЛ 500 кВ Ногинск – Бескудниково;
6. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Парковая - Восточная при ремонте ВЛ 500 кВ Ногинск – Каскадная;
7. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Котловка - Коньково при ремонте КВЛ 220 кВ ТЭЦ-27 - Бутырки с отп. на ПС Тайнинка;
8. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Парковая - Восточная при ремонте КВЛ 220 кВ Центральная – Яшино;
9. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Парковая - Восточная при ремонте КВЛ 220 кВ Коньково – Очаково;
10. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская II цепь;
11. Послеаварийный режим. ПС Очаково работает двумя секциями 220 кВ. ПС Бескудниково работает двумя секциями 220 кВ. ТЭЦ-20 работает одной секцией 220 кВ. Аварийное отключение КЛ 220 кВ Бутырки – Центральная.

Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в летний максимум нагрузки:

- 2020 года приведены в таблицах Н.3-Н.4 (См. Приложение Н),

Изн. № подл.	Подп. и дата						9763-09-т1.1	Лист
								270
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

- 2025 года приведены в таблицах Н.7-Н.8 (См. Приложение Н).

ВЫВОД: Согласно проведенным расчетам нормальных и послеаварийных режимов работы сети, в период зимнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов загрузка линий и уровни напряжений на шинах подстанций при установке ВТСП ТОО практически не изменяются.

В рассмотренных нормальных и послеаварийных режимах работы сети 220 кВ и выше в периоды летнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов были выявлены ЛЭП 220 кВ загрузка, которых превышает допустимые значения. Данные по линиям сведены в таблицу 6.1.1.

Таблица 6.1.1. Сравнительная таблица результатов расчетов режимов работы сети 220 кВ и выше в периоды зимнего и летнего максимумов нагрузки на 2020 и 2025 годы для рассматриваемого района. Перечень ЛЭП, расчетная пропускная способность которых превышает длительно допустимую нагрузку.

Наименование ЛЭП	Режим зимнего максимума нагрузки		Режим летнего максимума нагрузки	
	Схема секционирования сети на расчетный год	Вариант 1	Схема секционирования сети на расчетный год	Вариант 1
2020 год				
КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь	679 А (83% от $I_{доп}=820$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	749 А (91% от $I_{доп}=820$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	942 А (115% от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	943 А (115% от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино	618 А (95% от $I_{доп}=650$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	685 А (105% от $I_{доп}=650$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	880 А (135% от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	881 А (136% от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)
2025 год				
КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь	777 А (95% от $I_{доп}=820$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	739 А (90% от $I_{доп}=820$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	930 А (113% от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	899 А (110% от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино	676 А (104% от $I_{доп}=650$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	672 А (103% от $I_{доп}=650$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	875 А (135% от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	843 А (130% от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)

Загрузка остальных элементов электрической сети и напряжения на шинах подстанций, рассматриваемого района, в период зимнего и летнего максимумов нагрузки 2020 и 2025 годов находятся в пределах нормы.

Как показали проведенные расчеты, рекомендуется провести реконструкцию КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь и КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино с увеличением пропускной способности линий. Следует отметить, что согласно Схеме и программе перспективного развития электроэнергетики Московской области на период 2016 - 2020 годов, реконструкция КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь с увеличением пропускной способности запланирована на 2021 год, реконструкция КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино с увеличением пропускной способности – на 2017 год.

В таблице 6.1.2 приведены данные по реконструкции ЛЭП для увеличения их пропускной способности.

Изм. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист 271
------	--------	------	-------	-------	------	--------------	-------------

Таблица 6.1.2 – Объем мероприятий по реконструкции ЛЭП для увеличения их пропускной способности

Наименование ЛЭП	Сущест. пропускная способность при $t=-5^{\circ}\text{C}$, А		Сущест. пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$, А		Схема секционирования сети на расчетный год				Вариант 1			
	А		%		Оборудование, требующее замены		Расчётная пропускная способность при $t=-5^{\circ}\text{C}$		Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены	
							А	%	А	%		
2020 год												
КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь	820	820	679	83	942	115	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А)	749	91	943	115	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А)
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино	650	650	618	95	880	135	Кабель марки МВДТ 550 (650 А), провод марки АС-400/51 (825 А)	685	105	881	136	Кабель марки МВДТ 550 (650 А), провод марки АС-400/51 (825 А)
2025 год												
КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь	820	820	777	95	930	113	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А)	739	90	899	110	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А)
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино	650	650	676	104	875	135	Кабель марки МВДТ 550 (650 А), провод марки АС-400/51 (825 А)	672	103	843	130	Кабель марки МВДТ 550 (650 А), провод марки АС-400/51 (825 А)

В таблице 6.1.3 приведена величина капиталовложений, требуемых для усиления сети, в случае осуществления установки ВТСП ТОУ по Варианту 1.

Оценка капиталовложений выполнена по сборнику «Укрупненные стоимостные показатели линий электропередачи и подстанций напряжением 35-1150 кВ» 324 тм-т1 электросетевых объектов ОАО «ФСК ЕЭС», утвержденному Приказом ОАО «ФСК ЕЭС» от 09.07.2012 №385. Пересчет стоимости строительства в текущие цены (на 01.06.2016 г.) осуществлен с учетом индексов, принятых как рекомендуемые к применению Минстроем России.

Укрупненные стоимостные показатели (УСП) электрических сетей напряжением 35 кВ и выше предназначены для оценки предполагаемого объема инвестиций в сооружение линий электропередачи и подстанций (ВЛ и ПС) как при осуществлении нового строительства, так и при реконструкции и расширении действующих ВЛ и ПС.

Базисные УСП учитывают стоимостные показатели на 1 км воздушных и кабельных линий, а также на подстанции в целом и по их основным элементам для нормальных условий строительства в европейской части страны.

При оценке капиталовложений учены все затраты в сооружение ВЛ и ПС по объектам производственного назначения (базисные показатели стоимости).

Изм. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	--------	------	--------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

272

Базисными показателями УСП не учтены затраты, связанные с оформлением земельного участка (постоянный и временный отвод, плата за землю при изъятии (выкупе), арендная плата, выплата земельного налога в период строительства) и компенсационные выплаты при отводе земель.

Таблица 6.1.3 – Величина капиталовложений, требуемых для усиления сети, в случае осуществления установки ВТСП ТОО по Варианту 1 (на 2020 и 2025 годы)

Объект	Технические характеристики	Полная стоимость строительства (с НДС) на 01.06.2016 год, млн.рублей	
		Схема секционирования сети на расчетный год	Вариант 1
Реконструкция КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь (прокладка кабеля)	2х3,965 км	2516,3	2516,3
Реконструкция КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино (замена провода, прокладка кабеля)	2,39 км 2,626 км	881,6	881,6
Итого:		3397,8	3397,8

Инв. № подл.	Подп. и дата									Лист 273
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-Т1.1		

6.2 Характеристика результатов расчетов электрических режимов работы электрической сети напряжением 220 кВ и выше на 2020 и 2025 годы по Варианту 2

Вариант 2. Сценарии 1, 2,3 и 4

Результаты расчетов нормальных и послеаварийных режимов зимнего максимума рабочего дня и летнего максимума рабочего дня на 2020 и 2025 годы для энергосистемы г. Москвы и Московской области для всех рассматриваемых сценариев варианта 2 идентичны результатам расчетов для нормальной схемы без установки ВТСП ТОУ, в связи с тем, что активное сопротивление ВТСП ТОУ составляет величину 0,01 Ом, которая практически не влияет на параметры линий.

Нормальные режимы работы сети

Зимний максимум, 2020 и 2025 год

Для зимнего максимума нагрузки 2020 года были рассмотрены следующие режимы работы сети:

1. Нормальный режим работы (*Схема секционирования сети на 2020/2025 год*) – для сценариев 1,2,3 и 4 (см. рис.Н.1 Приложение Н);

2. Нормальный режим работы. *Включена в работу КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2. (Шаг 1)* - только для сценария 1 (см. рис.Н.13 Приложение Н);

3. Нормальный режим работы. *Включена в работу КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1* при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2. (Шаг 2) - только для сценария 1 (см. рис.Н.14 Приложение Н);

4. Нормальный режим работы. *Включена в работу КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2* при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1. (Шаг 3) - только для сценария 1 (см. рис.Н.15 Приложение Н);

5. Нормальный режим работы. *Включена в работу КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2* при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2. (Шаг 4) - только для сценария 1 (см. рис.Н.16 Приложение Н);

6. Нормальный режим работы. *Включена в работу КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1* при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2. (Шаг 5) - только для сценария 1 (см. рис.Н.17 Приложение Н);

7. Нормальный режим работы. *Включена в работу КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2* при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ

Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1. (Шаг 6) - только для сценария 1 (см. рис.Н.18 Приложение Н);

8. Нормальный режим работы. *Включена в работу КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1/Установка ВТСП ТОУ на работу КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1* при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2. (Шаг 7) - только для сценария 1 (см. рис.Н.19 Приложение Н);

9. Нормальный режим работы. *Включена в работу КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2* при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1. (Шаг 8) - только для сценария 1 (см. рис.Н.20 Приложение Н);

10. Нормальный режим работы. *Включена в работу КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1* при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2. (Шаг 9) - только для сценария 1 (см. рис.Н.21 Приложение Н);

11. Нормальный режим работы. *Включена в работу КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2* при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1. (Шаг 10) для сценариев 1,2 и 3 (см. рис.Н.22 Приложение Н);

12. Нормальный режим работы. *Установлены ВТСП ТОУ на: ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки), ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2 на ПС 220 кВ Мещанская, ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 на ПС 220 кВ Красносельская, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Восточная, ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская № 1 на ПС 220 кВ Абрамово, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Герцево, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Красногорская, ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 на ПС 220 кВ Ваганьковская, ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2 на ПС 220 кВ Мневники.* (Шаг 9) - для сценария 4.

Инва. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в зимний максимум нагрузки 2020 года сведены в таблицах Н.9-Н.10, Н.27-Н.28 (См. Приложение Н).

Согласно полученным результатам, в период зимнего максимума нагрузки 2020 года (нормальный режим работы) загрузка всех элементов электрической сети и напряжения на подстанциях находятся в пределах нормы.

Для зимнего максимума нагрузки 2025 года были рассмотрены следующие режимы работы сети (для сценариев 1,2,3 и 4.):

1. Нормальный режим работы (Схема секционирования сети на 2025 год) - для сценариев 1,2,3 и 4 (см. рис.Н.9 Приложение Н);

2. Нормальный режим работы. Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2, КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1. (Шаг 10) - для сценариев 1,2 и 3 (см. рис.Н.33 Приложение Н);

3. Нормальный режим работы. Установлены ВТСП ТОУ на: ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки), ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2 на ПС 220 кВ Мещанская, ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 на ПС 220 кВ Красносельская, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Восточная, ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская № 1 на ПС 220 кВ Абрамово, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Герцево, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Красногорская, ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 на ПС 220 кВ Ваганьковская, ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2 на ПС 220 кВ Мневники. (Шаг 9) - для сценария 4.

Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в зимний максимум нагрузки 2025 года сведены в таблицах Н.13-Н.14, Н.31-Н.32 (см. Приложение Н).

Из полученных результатов расчетов было выявлено, что в период зимнего максимума нагрузки 2025 года в нормальном режиме работы:

- в случае замыкания ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ (для сценариев 1,2,3), будут перегружаться следующие линии:
 - КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2 – загрузка составит 891 А (105% от $I_{доп.}=852$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$);
 - загрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино составит 681 А (105% от от $I_{доп.}=650$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$).
- в случае замыкания точек деления сети по сценарию 4 будет перегружаться:
 - КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2 – загрузка составит 941 А (110% от $I_{доп.}=852$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$);

Загрузка остальных элементов электрической сети и напряжения на подстанциях находятся в пределах нормы.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	Инв. № подл.	Подп. и дата

Летний максимум, 2020 и 2025 год

Для летнего максимума нагрузки 2020 года были рассмотрены следующие режимы работы сети:

1. Нормальный режим работы (Схема секционирования сети на 2020/2025 год) - для сценариев 1,2,3 и 4 (см. рис.Н.5 Приложение Н);
2. Нормальный режим работы. Включена в работу КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2. (Шаг 1) - только для сценария 1 (см. рис. Н.23 Приложение Н);
3. Нормальный режим работы. Включена в работу КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2. (Шаг 2) - только для сценария 1 (см. рис.Н.24 Приложение Н);
4. Нормальный режим работы. Включена в работу КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2 при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1. (Шаг 3) - только для сценария 1 (см. рис.Н.25 Приложение Н);
5. Нормальный режим работы. Включена в работу КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2 при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2. (Шаг 4) - только для сценария 1 (см. рис.Н.26 Приложение Н);
6. Нормальный режим работы. Включена в работу КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1 при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2. (Шаг 5) - только для сценария 1 (см. рис.Н.27 Приложение Н);
7. Нормальный режим работы. Включена в работу КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2 при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1. (Шаг 6) - только для сценария 1 (см. рис.Н.28 Приложение Н);
8. Нормальный режим работы. Включена в работу КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1/Установка ВТСП ТОУ на работу КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2. (Шаг 7) - только для сценария 1 (см. рис.Н.29 Приложение Н);

Изм. № подл.	Подп. и дата						9763-09-т1.1	Лист
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.		Дата

9. Нормальный режим работы. Включена в работу КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2 при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1. (Шаг 8) - только для сценария 1 (см. рис.Н.30 Приложение Н);
10. Нормальный режим работы. Включена в работу КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1 при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2. (Шаг 9) - только для сценария 1 (см. рис.Н.31 Приложение Н);
11. Нормальный режим работы. Включена в работу КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2/Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2 при установке ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1. (Шаг 10) - для сценариев 1,2 и 3 (см. рис.Н.32 Приложение Н);
12. Нормальный режим работы. Установлены ВТСП ТОУ на: ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки), ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2 на ПС 220 кВ Мещанская, ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 на ПС 220 кВ Красносельская, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Восточная, ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №1 на ПС 220 кВ Абрамово, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Герцево, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Красногорская, ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 на ПС 220 кВ Ваганьковская, ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2 на ПС 220 кВ Мневники. (Шаг 9) - для сценария 4.

Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в летний максимум нагрузки 2020 года, сведены в таблицах Н.11-Н.12 и Н.29-Н.30.

Исходя из полученных результатов было выявлено, что в период летнего максимума нагрузки 2020 года при нормальном режиме работы в случае секционирования сети на 2020 год загрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино превышает допустимое значение и достигает 712 А (110% от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$). В случае замыкания ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ (сценарии 1,2,3), перегружаются следующие линии:

– загрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино достигает 832 А (128% от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);

Инва. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

– загрузка КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково II цепь превышает допустимое значение и достигает 896 А (109% от $I_{\text{доп}}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$).

Загрузка остальных элементов электрической сети и напряжения на шинах подстанций, рассматриваемого района, находятся в пределах нормы.

Для летнего максимума нагрузки 2025 года были рассмотрены следующие режимы работы сети (для сценариев 1,2,3 и 4):

1. Нормальный режим работы (*Схема секционирования сети на 2025 год*) - для сценариев 1,2,3 и 4 (см. рис.Н.11 Приложение Н);

11. Нормальный режим работы. Установка ВТСП ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2, КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2, КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1, КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2, КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1, КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2, КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1, КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2, КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1. (Шаг 10) - для сценариев 1,2,3 (см. рис.Н.34 Приложение Н);

12. Нормальный режим работы. Установлены ВТСП ТОУ на: ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки), ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2 на ПС 220 кВ Мещанская, ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 на ПС 220 кВ Красносельская, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Восточная, ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №1 на ПС 220 кВ Абрамово, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Герцево, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Красногорская, ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 на ПС 220 кВ Ваганьковская, ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2 на ПС 220 кВ Мневники. (Шаг 9) - для сценария 4.

Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в летний максимум нагрузки 2025 года сведены в таблицах Н.15-Н.16, Н.33-Н.34 (см. Приложение Н).

Исходя из полученных результатов расчетов было выявлено, что при работе в нормальном режиме летнего максимума нагрузки 2025 года в случае секционирования сети на 2025 год, загрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино превышает допустимое значение и достигает 742 А (114% от $I_{\text{доп}}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$). В случае включения в работу ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ (для сценариев 1,2,3), перегружаются следующие линии:

– загрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино достигает 730 А (112% от $I_{\text{доп}}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);

– загрузка КЛ 220 кВ Очаково – Никулино №2 достигает 867 А (102% от $I_{\text{доп}}=852$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$).

В случае замыкания точек деления сети по сценарию 4, перегружаются следующие линии:

– загрузка КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №2 достигает 1096 А (110% от $I_{\text{доп}}=1000$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);

– загрузка КЛ 220 кВ Очаково – Никулино №2 достигает 968 А (114% от $I_{\text{доп}}=852$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);

Ивв. № подл.	Подп. и дата

								9763-09-т1.1	Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата				279

– загрузка КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2 достигает 1139 А (109% от $I_{доп}=1047$ А при $t=+25^{\circ}C$).

Загрузка остальных элементов электрической сети и напряжения на шинах подстанций, рассматриваемого района, находятся в пре делах нормы.

В сравнительной таблице 6.2.1 приведены результаты расчетов нормальных режимов работы электрической сети 220 кВ зимнего максимума нагрузки и летнего максимума нагрузки на период 2020 и 2025 годов в рассматриваемом районе для всех вариантов работы сети: схема секционирования сети на рассматриваемый год, при замыкании 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ (Сценарии 1-3) и при замыкании точек деления сети по Сценарию 4.

Анализируя результаты полученных расчетов, можно отметить, что при реализации Варианта 2 Сценарии 1-3 (замыкании 10 ЛЭП 220 кВ транзита, отключенных по ТКЗ) токовая загрузка ЛЭП 220 кВ ЦАО г. Москвы рассматриваемого района значительно увеличивается по сравнению со схемой секционирования сети на рассматриваемый год: в режиме зимнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов на 34% - 35%; в режиме летнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов – на 43% и 35%, соответственно. А для Варианта 2 Сценария 4 эти цифры меньше в 1,5 раза: в режиме зимнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов на 19% - 25%; в режиме летнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов – на 24% и 19%, соответственно.

На рисунках 6.2.1 и 6.2.2 схематично представлены результаты расчетов электрических режимов зимнего максимума 2020 года сети напряжением 220 кВ рассматриваемого района для Варианта 2 Сценарии 1-3 и Варианта 2 Сценарий 4.

Расчет режимов для случаев неселективных отключений без АПВ присоединений с ВТСП ТОУ, а также расчет необходимого уровня тока срабатывания ВТСП ТОУ требует индивидуальной проектной проработки и должен быть выполнен для каждого устанавливаемого ВТСП ТОУ. Выполнение этих расчетов предусмотрено на втором этапе настоящей научно-исследовательской работы. Помимо этого, расчет сетевых режимов с анализом вышеуказанных особенностей необходимо выполнять в виде отдельного проекта в рамках стандартных проектных работ по каждому из планируемых к установке ВТСП ТОУ.

Изм. № подл.	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Таблица 6.2.1. Сравнительная таблица результатов расчета нормальных режимов работы электрической сети 220 кВ в период зимнего и летнего максимумов нагрузки 2020 и 2025 годов в рассматриваемом районе

Наименование ЛЭП	I _{доп.} , при t=-5°C	I _{доп.} , при t=+25°C	нормальный режим																								Принадлежность ЛЭП
			режим зимнего максимума нагрузки 2020 года						режим летнего максимума нагрузки 2020 года						режим зимнего максимума нагрузки 2025 года						режим летнего максимума нагрузки 2025 года						
			Схема секционирования сети на 2020 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		Схема секционирования сети на 2020 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		Схема секционирования сети на 2025 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		Схема секционирования сети на 2025 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		
			A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново I цепь	1000	825	701	70	691	69	723	72	603	73	619	75	634	77	777	78	523	52	741	74	551	67	317	38	554	67	ПАО «МОЭСК»
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново II цепь	1000	825	747	75	712	71	724	72	692	84	605	73	642	78	775	78	713	71	773	77	567	69	533	65	566	69	
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Свиблово I цепь	1000	825	127	13	187	19	141	14	135	16	73	9	16	2	159	16	207	21	162	16	361	44	181	22	148	18	ПАО «МОЭСК»
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Свиблово II цепь	1000	825	124	12	76	8	141	14	135	16	73	9	16	2	281	28	182	18	162	16	361	44	181	22	20	2	
КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки	1064	825	594	56	669	63	691	65	530	64	774	94	685	83	670	63	753	71	704	66	562	68	800	97	730	88	ПАО «МОЭСК», ПАО «ФСК ЕЭС»
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь	820	820	337	41	627	76	246	30	363	44	639	78	355	43	361	44	672	82	375	46	354	43	686	84	359	44	
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская II цепь	820	820	244	30	249	30	646	79	268	33	299	36	693	85	357	44	355	43	702	86	344	42	330	40	706	86	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино	650	820	552	85	596	92	355	55	712	110	832	128	544	84	567	87	620	95	510	78	742	114	730	112	607	93	
КВЛ 220 кВ Бутырки – Марфино	998	820	169	17	190	19	221	22	397	48	223	27	270	33	84	8	163	16	178	18	406	49	194	24	254	31	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково I цепь	820	650	417	51	278	34	303	37	373	45	296	36	273	33	555	68	386	47	376	46	625	76	412	50	386	47	
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково II цепь	820	825	616	75	661	81	419	51	774	94	896	109	609	74	634	77	687	84	577	70	795	97	785	96	662	81	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Марфино - Свиблово I цепь	928	825	274	30	140	15	162	17	275	33	198	24	177	21	368	40	221	24	201	22	507	61	290	35	264	32	
КВЛ 220 кВ Марфино - Свиблово II цепь	998	825	102	10	123	12	152	15	346	42	173	21	220	27	54	5	59	6	70	7	328	40	123	15	176	21	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь	1064	825	705	66	532	50	605	57	784	95	556	67	610	74	680	64	456	43	551	52	679	82	410	50	506	61	
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово II цепь	1064	825	157	15	231	22	193	18	181	22	230	28	209	25	69	6	208	20	118	11	78	9	164	20	84	10	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Очаково - Матвеевская I цепь	992	945	183	18	239	24	181	18	213	23	208	22	217	23	319	32	350	35	320	32	229	24	266	28	247	26	
КВЛ 220 кВ Очаково - Матвеевская II цепь	992	945	535	54	374	38	562	57	382	40	270	29	391	41	681	69	427	43	702	71	401	42	259	27	382	40	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК», АО «ОЭК»
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Котловка I цепь	1000	825	661	66	744	74	669	67	545	66	591	72	533	65	723	72	876	88	727	73	591	72	635	77	585	71	
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Котловка II цепь	1000	825	216	22	167	17	225	23	143	17	116	14	158	19	249	25	190	19	263	26	176	21	112	14	209	25	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №1	1124	1124	-	-	409	36	414	37	-	-	330	29	351	31	-	-	544	48	529	47	-	-	307	27	368	33	
КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №2	1124	1124	-	-	127	11	-	-	-	-	221	20	-	-	-	-	306	27	-	-	-	-	312	28	-	-	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №1	-	-	-	-	361	-	-	-	-	-	646	-	-	-	-	-	432	-	-	-	-	-	811	-	-	-	
КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2	-	-	111	-	88	-	111	-	105	-	189	-	106	-	139	-	142	-	138	-	104	-	97	-	115	-	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №1	1015	800	75	7	215	21	139	14	57	7	449	56	406	51	116	11	247	24	276	27	129	16	280	35	384	48	
КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2	1015	800	-	-	214	21	78	8	-	-	401	50	369	46	-	-	161	16	221	22	-	-	250	31	263	33	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Бутырки - Центральная	1000	945	594	59	544	54	535	54	580	61	475	50	500	53	737	74	656	66	715	72	550	58	366	39	445	47	
КЛ 220 кВ Владыкино - Марфино	928	928	342	37	202	22	227	24	328	35	251	27	233	25	477	51	308	33	297	32	584	63	363	39	339	37	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1	1037	825	83	8	417	40	425	41	76	9	394	48	417	51	118	11	510	49	505	49	88	11	397	48	416	50	
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №2	1037	825	83	8	153	15	83	8	76	9	233	28	76	9	117	11	205	20	116	11	88	11	260	32	88	11	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №1	1001	1001	-	-	358	36	372	37	-	-	372	37	418	42	-	-	389	39	413	41	-	-	438	44	452	45	
КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №2	1001	1001	429	43	232	23	244	24	254	25	127	13	182	18	460	46	182	18	214	21	436	44	168	17	197	20	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №1	800	800	139	17	358	45	139	17	136	17	372	47	135	17	158	20	461	58	158	20	141	17	486	61	141	18	
КЛ 220 кВ Красносельская -	800	800	-	-	343	43	-	-	-	-	353	44	-	-	-	-	565	71	-	-	-	-	344	43	-	-	АО «Энергокомплекс»

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

281

Наименование ЛЭП	I _{доп.} , при t=-5°C	I _{доп.} , при t=+25°C	нормальный режим																								Принадлежность ЛЭП
			режим зимнего максимума нагрузки 2020 года						режим летнего максимума нагрузки 2020 года						режим зимнего максимума нагрузки 2025 года						режим летнего максимума нагрузки 2025 года						
			Схема секционирования сети на 2020 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		Схема секционирования сети на 2020 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		Схема секционирования сети на 2025 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		Схема секционирования сети на 2025 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		
			А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	
Кожевническая №2																											
КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №1	850	850	123	14	366	43	123	14	119	14	620	73	119	14	142	17	419	49	142	17	125	15	785	92	125	n/d	
КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №2	850	850	-	-	172	20	-	-	-	-	114	13	-	-	-	-	106	12	-	-	-	-	110	13	-	-	
КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1	1085	1085	-	-	260	24	127	12	-	-	470	43	405	37	-	-	303	28	184	17	-	-	349	32	289	27	
КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №2	1085	1085	84	8	176	16	65	6	77	7	354	33	332	31	115	11	203	19	327	30	87	8	202	19	205	19	
КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1	1840	1840	82	4	313	17	92	5	209	11	557	30	214	12	160	9	320	17	170	9	203	11	642	35	198	11	
КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №2	1840	1840	132	7	287	16	138	8	153	8	161	9	135	7	150	8	219	12	137	7	197	11	271	15	201	11	
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1	1000	1000	189	19	315	32	105	11	406	41	119	14	101	10	292	29	246	25	199	20	216	22	65	7	163	16	
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №2	1000	1000	98	10	678	68	770	77	94	9	757	76	893	89	119	12	809	81	911	91	89	9	919	92	1096	110	
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №1	852	852	654	77	655	77	528	62	463	54	510	60	266	31	728	85	738	87	632	74	118	14	561	66	354	42	
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2	852	852	268	31	544	64	604	71	288	34	594	70	713	84	586	69	892	105	941	110	635	75	867	102	968	114	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская №1	1028	1028	472	46	304	30	485	47	269	26	158	15	289	28	443	43	217	21	465	45	342	33	125	12	354	34	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская №2	1028	1028	388	38	176	17	391	38	468	46	329	32	445	43	488	47	140	14	490	48	499	49	284	28	446	43	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Пресня №1	1063	1063	441	41	312	29	460	43	195	18	116	11	229	22	452	43	279	26	483	45	329	31	210	20	354	33	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Пресня №2	1063	1063	314	30	186	17	323	30	259	24	120	11	254	24	397	37	210	20	403	38	347	33	198	19	318	30	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Ваганьковская №1	1118	1118	119	11	268	24	280	25	89	8	304	27	348	31	182	16	270	24	292	26	121	11	303	27	354	32	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Ваганьковская №2	1118	1118	512	46	301	27	311	28	286	26	139	12	158	14	574	51	263	24	278	25	469	42	141	13	203	18	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1	1047	1047	263	25	114	11	46	4	462	44	158	15	164	16	251	24	122	12	187	18	300	29	70	7	164	16	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2	1047	1047	-	-	718	69	812	78	-	-	780	74	921	88	-	-	875	84	979	94	-	-	1005	96	1139	109	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Золотаревская №1	1102	1102	565	51	391	35	578	52	341	31	236	21	360	33	586	53	363	33	607	55	406	37	166	15	451	41	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Золотаревская №2	1102	1102	286	26	97	9	288	26	393	36	274	25	373	34	325	29	68	6	325	29	375	34	168	15	326	30	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 Кожевническая №1	1187	1187	-	-	333	28	-	-	-	-	292	25	-	-	-	-	445	37	-	-	-	-	460	39	-	-	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 Кожевническая №2	1187	1187	101	9	237	20	100	8	77	6	224	19	77	6	154	13	423	36	154	13	114	10	204	17	114	10	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №1	1000	960	214	21	237	24	176	18	204	21	143	15	248	26	260	26	289	29	131	13	222	23	223	23	112	12	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2	1000	960	162	16	303	30	97	10	147	15	283	29	305	32	212	21	734	73	414	41	173	18	277	29	166	17	
КЛ 220 кВ Цимлянская - Горьковская №1	1100	960	75	7	438	40	441	40	57	5	275	25	295	27	114	10	613	56	592	54	85	8	365	33	364	33	
КЛ 220 кВ Цимлянская - Горьковская №2	1100	960	77	7	121	11	77	7	58	5	207	19	58	5	117	11	407	37	116	11	87	8	392	36	86	8	
КЛ 220 кВ Чагино - Цимлянская №1	1065	1065	142	13	491	46	493	46	108	10	220	21	240	23	222	21	709	67	684	64	159	15	389	37	396	37	
КЛ 220 кВ Чагино - Цимлянская №2	1065	1065	147	14	140	13	146	14	109	10	190	18	109	10	228	21	519	49	226	21	162	15	472	44	165	15	
Суммарная величина токовой загрузки по ЛЭП, рассматриваемого района, А			15225		20440		18182		14794		21188		18496		17982		24357		22263		16637		22510		19764		

Взам. инв. №

Подл. и дата

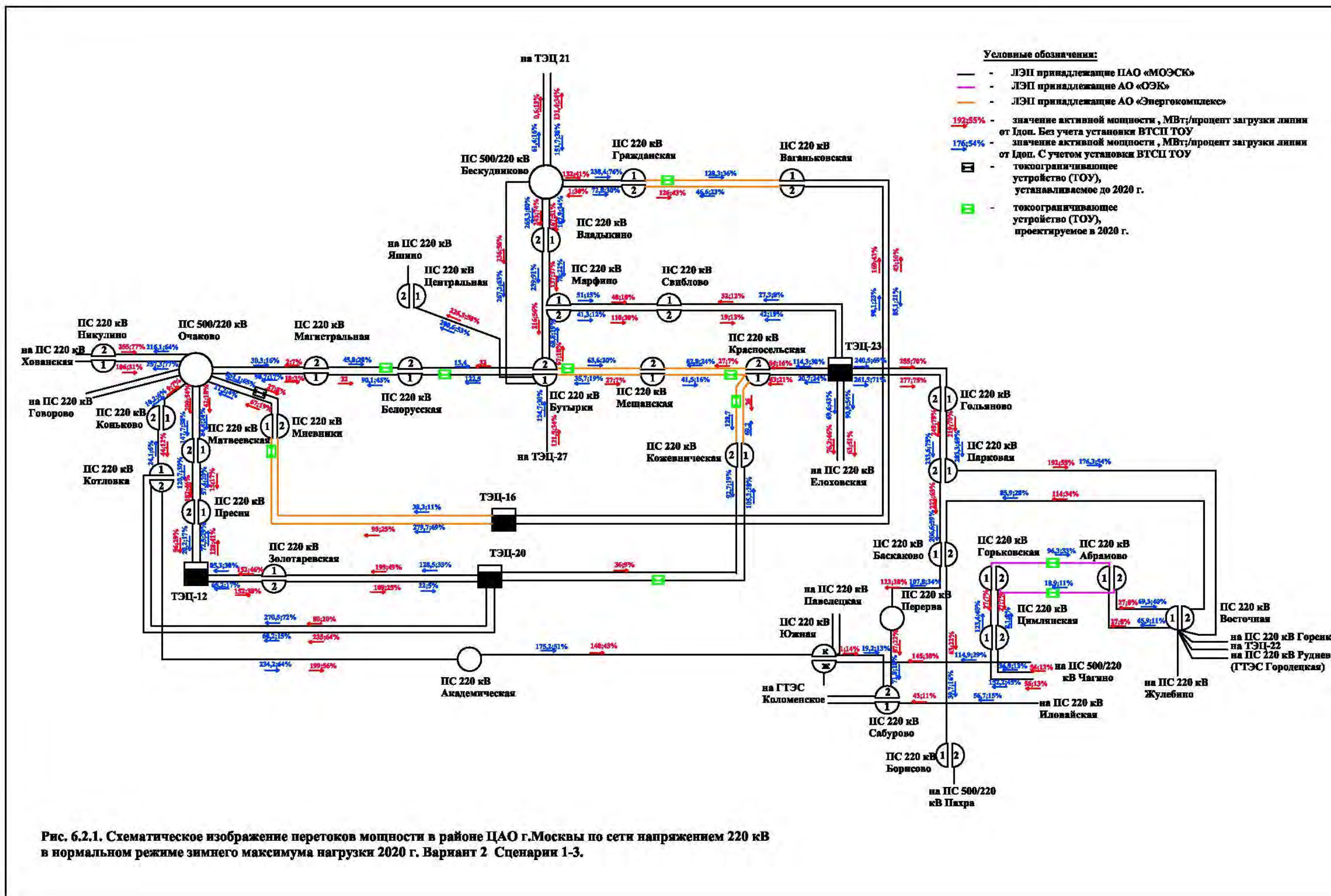
Инв. № подл.

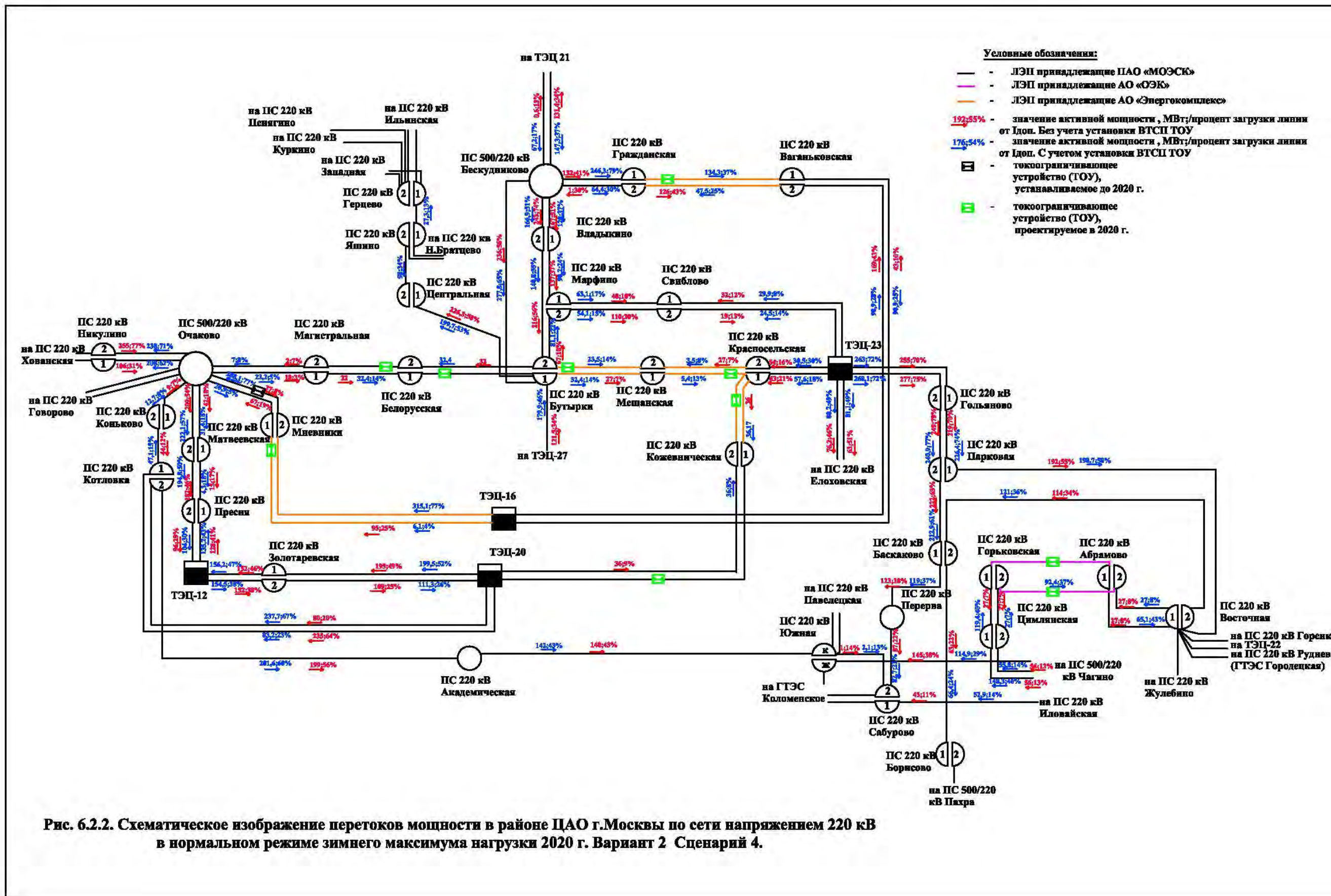
Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

282





Взам. инв. №
Подл. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Послеаварийные режимы работы сети

Для варианта 2 для всех четырех сценариев были проведены расчеты послеаварийных режимов работы сети в зимний и летний максимумы нагрузки 2020 и 2025 годов с учетом нормативных возмущений (n-1 элемент в работе для зимних режимов и n-1, n-2 для летних).

Зимний максимум, 2020 и 2025 год

Для зимнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов были рассмотрены следующие режимы работы сети:

1. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I цепь;
2. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино;
3. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Бутырки – Марфино;
4. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Парковая – Восточная;
5. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская II цепь;
6. Послеаварийный режим. Аварийное отключение ВЛ 220 кВ Бутырки – Центральная;
7. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2;
8. Послеаварийный режим. Аварийное отключение I СШ 220 кВ ПС Белорусская;
9. Послеаварийный режим. Аварийное отключение 2 сек. II СШ 220 кВ ТЭЦ-20;
10. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1;
11. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2;
12. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки;
13. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КЛ 220 кВ ТЭЦ-21 – Н.Братцево №2;
14. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КЛ 220 кВ Очаково – Магистральная №1;
15. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2;
16. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 220 кВ на ПС Бутырки;
17. Послеаварийный режим. Аварийное отключение I СШ 220 кВ на ПС Красносельская.

Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в зимний максимум нагрузки 2020 года, приведены в таблицах Н.13-Н.14, Н.27-Н.28 (см. Приложение Н).

Изм. № подл.	Подп. и дата
--------------	--------------

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	Лист
							285

Согласно полученным результатам расчетов послеаварийных режимов, в период зимнего максимума нагрузки 2020 года загрузка всех элементов электрической сети и напряжения на подстанциях находятся в пределах нормы.

Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в зимний максимум нагрузки 2025 года, приведены в таблицах Н.17-Н.18, Н.31-Н.32 (см. Приложение Н).

Исходя из полученных результатов расчетов послеаварийных режимов было выявлено, что в период зимнего максимума нагрузки 2025 года в случае секционирования сети на 2025 год загрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино составит 676 А (104% от $I_{доп}=650$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$). В случае замыкания ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ (сценарии 1,2,3), будут перегружаться следующие линии:

- КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино - загрузка достигает 795 А (122% от $I_{доп}=650$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$);
- КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково II цепь загрузка превышает допустимое значение и достигает 861 А (105% от $I_{доп}=820$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$);
- КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2 - загрузка составит 920 А (108% от $I_{доп.}=852$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$);
- КВЛ 220 кВ Парковая - Гольяново II цепь - загрузка составит 877 А (103% от $I_{доп.}=850$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$);
- КЛ 220 кВ Бутырки – Центральная - загрузка составит 1020 А (102% от $I_{доп.}=1000$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$).

В случае замыкания точек деления сети по сценарию 4, будут перегружаться следующие линии:

- КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино - загрузка достигает 651 А (100% от $I_{доп}=650$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$);
- КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2 - загрузка составит 970 А (114% от $I_{доп.}=852$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$);
- КВЛ 220 кВ Парковая - Гольяново II цепь - загрузка составит 863 А (102% от $I_{доп.}=850$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$);
- КЛ 220 кВ Бутырки – Центральная - загрузка составит 1065 А (107% от $I_{доп.}=1000$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$).

Загрузка остальных элементов электрической сети и напряжения на подстанциях находятся в пределах нормы.

Летний максимум, 2020 и 2025 год

Для летнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов были рассмотрены следующие режимы работы сети:

18. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 при ремонте КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I цепь;
19. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 при ремонте КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино;
20. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 при ремонте КВЛ 220 кВ Бутырки – Марфино;
21. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 при ремонте КВЛ 220 кВ Парковая – Восточная;

Ивв. № подл.	
Подп. и дата	

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

286

22. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 при ремонте КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская II цепь;
23. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 при ремонте ВЛ 220 кВ Бутырки – Центральная;
24. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 при ремонте КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2;
25. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 при ремонте 1 СШ 220 кВ ПС Белорусская;
26. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 2 сек. при ремонте 2 СШ 220 кВ ТЭЦ-20;
27. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 при ремонте КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1;
28. Послеаварийный режим. Аварийное отключение II СШ 1 сек ТЭЦ-20 при ремонте КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2;
29. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 500 кВ Ногинск - Бескудниково при ремонте КВЛ 220 кВ ТЭЦ-22-Восточная;
30. Послеаварийный режим. Аварийное отключение ВЛ 500 кВ Ногинск-Каскадная и КВЛ 220 кВ Парковая –Восточная;
31. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Котловка - Коньково и КВЛ 220 кВ ТЭЦ-27 - Бутырки с отп. на ПС Тайнинка;
32. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Центральная - Яшино и КВЛ 220 кВ Парковая –Восточная;
33. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Коньково - Очаково и КВЛ 220 кВ Парковая-Восточная;
34. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Коньково - Очаково и КВЛ 220 кВ Парковая-Восточная;
35. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КЛ 220 кВ ТЭЦ-20-Кожевническая №2 при ремонте ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Свиблово I цепь;
36. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КВЛ 220 кВ Бескудниково-Бутырки при ремонте КВЛ 220 кВ ТЭЦ-27-Бутырки с отп.;
37. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КЛ 220 кВ ТЭЦ-20-Котловка при ремонте КВЛ 220 кВ Иловайская-Чагино;
38. Послеаварийный режим. Аварийное отключение КЛ 220 кВ Автозаводская-Южная №4 при ремонте ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23-Гольяново II цепь.

Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в летний максимум нагрузки 2020 года, приведены в таблицах Н.15-Н.16, Н.29-Н.30 (см. Приложение Н). Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в летний максимум нагрузки 2025 года, приведены в таблицах Н.19-Н.20, Н.33-Н.34 (см. Приложение Н).

Проведенные расчеты послеаварийных режимов в период летнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов выявили перегружающиеся ЛЭП 220 кВ.

Для случая схемы секционирования сети на 2020 год:

- загрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино составит 880 А (135% от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- загрузка КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково II цепь составит 942 А (115% от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);

Инва. № подл.

Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

9763-09-т1.1

Лист

287

- нагрузка ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново II цепь составит 873 А (106% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь составит 833 А (101% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$).

При замыкании ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ (сценарии 1,2,3) на 2020 год:

- нагрузка ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново II цепь составит 838 А (102% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки составит 903 А (109% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино составит 1088 А (167% от от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково II цепь составит 1152 А (140% от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Котловка - Академическая составит 844 А (102% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Котловка составит 899 А (109% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$).

В случае замыкания точек деления сети по сценарию 4 на 2020 год:

- нагрузка ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново II цепь составит 851 А (103% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь составит 829 А (101% от от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково II цепь составит 1089 А (133% от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино составит 1026 А (158% от от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$).

Для случая схемы секционирования сети на 2025 год:

- нагрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино составит 875 А (135% от от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково II цепь составит 930 А (113% от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки составит 969 А (117% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Котловка составит 848 А (103% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №2 составит 1019 А (102% от от $I_{доп}=1000$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2 составит 949 А (111% от от $I_{доп}=852$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2 составит 1105 А (106% от от $I_{доп}=1047$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$).

При замыкании ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ на 2025 год:

- нагрузка КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки составит 894 А (108% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);

Изн. № подл.	
Подп. и дата	

							9763-09-т1.1	Лист 288
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

- нагрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино составит 1035 А (159% от от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково II цепь составит 1090 А (133% от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Котловка составит 914 А (111% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №2 составит 1003 А (100% от от $I_{доп}=1000$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2 составит 899 А (106% от от $I_{доп}=852$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2 составит 1061 А (101% от от $I_{доп}=1047$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$).

В случае замыкания точек деления сети по сценарию 4 на 2025 год:

- нагрузка КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки составит 825 А (101% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь составит 847 А (103% от от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково II цепь составит 1184 А (144% от $I_{доп}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино составит 1129 А (174% от от $I_{доп}=650$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КВЛ 220 кВ ТЭЦ-27 - Бутырки с отп. на ПС Тайнинка составит 846 А (103% от от $I_{доп}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №2 составит 1185 А (119% от от $I_{доп}=1000$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2 составит 1027 А (121% от от $I_{доп}=852$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$);
- нагрузка КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2 составит 1233 А (118% от от $I_{доп}=1047$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$).

Загрузка остальных элементов электрической сети и напряжения на шинах подстанций, рассматриваемого района, находятся в пределах нормы.

Выводы:

Для **Варианта 2** были рассмотрены нормальные и послеаварийные режимы работы сети зимнего максимума рабочего дня и летнего максимума рабочего дня на 2020 и 2025 годы. По результатам расчетов были выявлены перегружающиеся ЛЭП 220 кВ. Данные по линиям сведены в таблицу 6.2.2.

Инва. № подл.	Подп. и дата						9763-09-Т1.1	Лист
								289
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

Таблица 6.2.2 – Сравнительная таблица результатов расчетов режимов работы сети 220 кВ и выше в периоды зимнего и летнего максимумов нагрузки на 2020 и 2025 годы для рассматриваемого района. Перечень ЛЭП, расчетная пропускная способность которых превышает длительно допустимую нагрузку.

Наименование ЛЭП	Режим зимнего максимума нагрузки			Режим летнего максимума нагрузки		
	Схема секционирования сети на расчетный год	Вариант 2 сценарии 1,2,3	Вариант 2 сценарий 4	Схема секционирования сети на расчетный год	Вариант 2 сценарии 1,2,3	Вариант 2 сценарий 4
2020 год						
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново I,II цепь	не перегружается	не перегружается	не перегружается	873 А (106% от от I _{доп} =825 А при t=+25°C)	838 А (102% от от I _{доп} =825 А при t=+25°C)	851 А (103% от от I _{доп} =825 А при t=+25°C)
КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки	не перегружается	не перегружается	не перегружается	не перегружается	903 А (109% от от I _{доп} =825 А при t=+25°C)	не перегружается
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь	не перегружается	не перегружается	не перегружается	не перегружается	не перегружается	829 А (101% от от I _{доп} =820 А при t=+25°C)
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино ⁴	не перегружается	не перегружается	не перегружается	880 А (135% от от I _{доп} =650 А при t=+25°C)	1088 А (167% от от I _{доп} =650 А при t=+25°C)	1026 А (158% от от I _{доп} =650 А при t=+25°C)
КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь ³	не перегружается	не перегружается	не перегружается	942 А (115% от I _{доп} =820 А при t=+25°C)	1152 А (140% от I _{доп} =820 А при t=+25°C)	1089 А (133% от I _{доп} =820 А при t=+25°C)
КВЛ 220 кВ Котловка - Академическая	не перегружается	не перегружается	не перегружается	не перегружается	844 А (102% от от I _{доп} =825 А при t=+25°C)	не перегружается
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь	не перегружается	не перегружается	не перегружается	833 А (101% от от I _{доп} =825 А при t=+25°C)	не перегружается	не перегружается
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Котловка	не перегружается	не перегружается	не перегружается	не перегружается	899 А (109% от от I _{доп} =825 А при t=+25°C)	не перегружается
2025 год						
КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки	не перегружается	не перегружается	не перегружается	969 А (117% от от I _{доп} =825 А при t=+25°C)	894 А (108% от от I _{доп} =825 А при t=+25°C)	825 А (101% от от I _{доп} =825 А при t=+25°C)
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь	не перегружается	не перегружается	не перегружается	не перегружается	не перегружается	847 А (103% от от I _{доп} =820 А при t=+25°C)
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино ³	676 А (104% от I _{доп} =650 А при t=-5°C)	795 А (122% от I _{доп} =650 А t=-5°C)	651 А (100% от I _{доп} =650 А t=-5°C)	875 А (135% от I _{доп} =650 А при t=+25°C)	1035 А (159% от I _{доп} =650 А при t=+25°C)	1129 А (174% от I _{доп} =650 А при t=+25°C)
КЛ 220 кВ Бутырки – Центральная	не перегружается	1020 А (102% от I _{доп} =1000 А)	1065 А (107% от I _{доп} =1000 А)	не перегружается	не перегружается	не перегружается

⁴ Следует отметить, что согласно Схеме и программе перспективного развития электроэнергетики Московской области на период 2016 - 2020 годов, реконструкция КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь с увеличением пропускной способности запланирована на 2021 год, реконструкция КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино с увеличением пропускной способности – на 2017 год.

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

290

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Наименование ЛЭП	Режим зимнего максимума нагрузки			Режим летнего максимума нагрузки		
	Схема секционирования сети на расчетный год	Вариант 2 сценарии 1,2,3	Вариант 2 сценарий 4	Схема секционирования сети на расчетный год	Вариант 2 сценарии 1,2,3	Вариант 2 сценарий 4
		при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	при $t=-5^{\circ}\text{C}$)			
КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь ³	не перегружается	861 А (105% от $I_{\text{доп}}=820$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	не перегружается	930 А (113% от $I_{\text{доп}}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	1090 А (133% от $I_{\text{доп}}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	1184 А (144% от $I_{\text{доп}}=820$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)
КВЛ 220 кВ Парковая - Гольяново II цепь	не перегружается	877 А (103% от $I_{\text{доп}}=850$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	863 А (102% от $I_{\text{доп}}=850$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	не перегружается	не перегружается	не перегружается
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Котловка	не перегружается	не перегружается	не перегружается	848 А (103% от $I_{\text{доп}}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	914 А (111% от $I_{\text{доп}}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	не перегружается
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №2	не перегружается	не перегружается	не перегружается	1019 А (102% от $I_{\text{доп}}=1000$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	1003 А (100% от $I_{\text{доп}}=1000$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	1185 А (119% от $I_{\text{доп}}=1000$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2	не перегружается	920 А (108% от $I_{\text{доп}}=852$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	970 А (114% от $I_{\text{доп}}=852$ А при $t=-5^{\circ}\text{C}$)	949 А (111% от $I_{\text{доп}}=852$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	899 А (106% от $I_{\text{доп}}=852$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	1027 А (121% от $I_{\text{доп}}=852$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2	не перегружается	не перегружается	не перегружается	1105 А (106% от $I_{\text{доп}}=1047$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	1061 А (101% от $I_{\text{доп}}=1047$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)	1233 А (118% от $I_{\text{доп}}=1047$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-27 - Бутырки с отп. на ПС Тайнинка	не перегружается	не перегружается	не перегружается	не перегружается	не перегружается	846 А (103% от $I_{\text{доп}}=825$ А при $t=+25^{\circ}\text{C}$)

Загрузка остальных элементов электрической сети и напряжения на подстанциях находятся в пределах нормы.

Как показали проведенные расчеты, рекомендуется провести реконструкцию ЛЭП 220 кВ с увеличением их пропускной способности. Данные по объему мероприятий сведены в таблицу 6.2.3.

В таблице 6.2.4 приведена величина капиталовложений, требуемых для усиления сети, в случае осуществления установки ВТСП ТОУ по Варианту 2.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	Индв. № подл.	Подп. и дата	9763-09-Т1.1	Лист
									291

Таблица 6.2.3 – Объем мероприятий по реконструкции ЛЭП для увеличения их пропускной способности

Наименование ЛЭП	Сущест. пропускная способность при t=-5°C, А	Сущест. пропускная способность при t=+25°C, А	Схема секционирования сети на расчетный год				Вариант 2 сценарий 1,2,3				Вариант 2 сценарий 4						
			Расчётная пропускная способность при		Оборудование, требующее замены	Расчётная пропускная способность при		Оборудование, требующее замены	Расчётная пропускная способность при		Оборудование, требующее замены						
			t=-5°C			t=+25°C			t=-5°C			t=+25°C					
			А	%		А	%		А	%		А	%				
2020 год																	
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново I,II цепь	1064	825	-	-	873	106	Воздушный участок АСУ-400 (825 А), ошиновка на ПС Гольяново АСУ-400 (825 А)	-	-	838	102	Воздушный участок АСУ-400 (825 А), ошиновка на ПС Гольяново АСУ-400 (825 А)	-	-	851	103	Воздушный участок АСУ-400 (825 А), ошиновка на ПС Гольяново АСУ-400 (825 А)
КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки	1064	825	-	-	-	-	-	-	-	903	109	Воздушный участок АС-400/51 (825 А)	-	-	-	-	-
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь	820	820	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	829	101	Кабельный участок МВДТ 1x1200 (820 А)
КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино	650	650	-	-	880	135	Воздушный участок АС-400/51 (825 А), кабель марки МВДТ 550 (650 А)	-	-	1088	167	Воздушный участок АС-400/51 (825 А), кабель марки МВДТ 550 (650 А)	-	-	1026	158	Воздушный участок АС-400/51 (825 А), кабель марки МВДТ 550 (650 А)
КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь	820	820	-	-	942	115	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А)-	-	-	1152	140	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А), воздушный участок АС-400/51 (979 А)	-	-	1089	133	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А), воздушный участок АС-400/51 (979 А)
КВЛ 220 кВ Котловка – Академическая	1000	825	-	-	-	-	-	-	-	844	102	Воздушный участок АСО-400 (825 А)	-	-	-	-	-
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь	1064	825	-	-	833	101	Воздушный участок АСО-400 (825 А)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Котловка	1000	825	-	-	-	-	-	-	-	899	109	Воздушный участок АСО-400 (825 А)	-	-	-	-	-
2025 год																	
КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки	1064	825	-	-	969	117	Воздушный участок АС-400/51 (825 А)	-	-	894	108	Воздушный участок АС-400/51 (825 А)	-	-	825	101	Воздушный участок АС-400/51 (825 А)
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь	820	820	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	847	103	Кабельный участок МВДТ 1x1200 (820 А)
КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино	650	650	676	104	875	135	Воздушный участок АС-400/51 (825 А), кабель марки МВДТ 550 (650 А)	795	122	1035	159	Воздушный участок АС-400/51 (825 А), кабель марки МВДТ 550 (650 А)	651	100	1129	174	Воздушный участок АС-400/51 (825 А), кабель марки МВДТ 550 (650 А)
КЛ 220 кВ Бутырки - Центральная	1000	945	-	-	-	-	-	1020	102	-	-	Кабель марки 2XS(FL)2Y 1*1000 (1000 А), ошиновка на ПС Бутырки АС-500 (945 А)	1065	107	-	-	Кабель марки 2XS(FL)2Y 1*1000 (1000 А), ошиновка на ПС Бутырки АС-500 (945 А)
КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь	820	820	-	-	930	113	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А)	861	105	1090	105	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А), воздушный участок АС-400/51 (979 А)	-	-	1184	144	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А), воздушный участок АС-400/51 (979 А)
КВЛ 220 кВ Парковая - Гольяново I,II цепь	850	825	-	-	-	-	-	877	103	-	-	Воздушный участок АСУ-400 (825 А), кабель МВДТк 1*1200 (850 А), ошиновка на ПС Гольяново АС-400 (825 А)	863	102	-	-	Воздушный участок АСУ-400 (825 А), кабель МВДТк 1*1200 (850 А), ошиновка на ПС Гольяново АС-400 (825 А)
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Котловка	1000	825	-	-	848	103	Воздушный участок АСО-400 (825 А)	-	-	914	111	Воздушный участок АСО-400 (825 А)	-	-	-	-	-
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1,№2	1000	1000	-	-	1019	102	Кабель марки 2XS(FL)2Y 1*2000 (1000 А)	-	-	1003	100	Кабель марки 2XS(FL)2Y 1*2000 (1000 А)	-	-	1185	119	Кабель марки 2XS(FL)2Y 1*2000 (1000 А)
КЛ 220 кВ Очаково – Никулино №1,№2	852	852	-	-	949	111	Кабель марки НХСНВМК-НФ-220-1*2000 (852 А)	920	108	899	106	Кабель марки НХСНВМК-НФ-220-1*2000 (852 А)	970	114	1027	121	Кабель марки НХСНВМК-НФ-220-1*2000 (852 А)
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1,№2	1047	1047	-	-	1105	106	Кабель марки 2XS(FL)2Y-LWL 1x1200 RMS/300-127/220 кВ (1047 А)	-	-	1061	101	Кабель марки 2XS(FL)2Y-LWL 1x1200 RMS/300-127/220 кВ (1047 А)	-	-	1233	118	Кабель марки 2XS(FL)2Y-LWL 1x1200 RMS/300-127/220 кВ (1047 А)
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-27 - Бутырки с отп. на ПС Тайнинка	1064	825	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	846	103	Воздушный участок АС-400/51 (825 А)

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

292

Таблица 6.2.4 – Величина капиталовложений, требуемых для усиления сети, в случае осуществления установки ВТСП ТОУ по Варианту 2

Объект	Технические характеристики	Полная стоимость строительства (с НДС) на 01.06.2016 год, млн.рублей		
		Схема секционирования сети на расчетный год	Вариант 2 сценарии 1,2,3	Вариант 2 сценарий 4
2020 год				
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново I,II цепь (замена провода)	2 x 2,300 км	93,0	93,0	93,0
КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки (замена провода)	2,44 км	-	49,3	-
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I, II цепь (прокладка кабеля)	2 x 3,25 км	-	-	2062,5
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино (замена провода, прокладка кабеля)	2,39 км 2,626 км	881,6	881,6	881,6
Реконструкция КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь (замена провода, прокладка кабеля)	2x3,965 км	2516,3	2516,3	2516,3
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь (замена провода)	10,84 км 1,385 км	219,1	-	-
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Котловка (замена провода)	0,95 км	-	19,7	-
КВЛ 220 кВ Котловка – Академическая (замена провода)	0,95 км	-	19,7	-
Итого:		3710,0	3579,6	5553,4
2025 год				
КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки (замена провода)	2,44 км	49,3	49,3	49,3
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I, II цепь (прокладка кабеля)	2 x 3,25 км	-	-	2062,5
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино (замена провода, прокладка кабеля)	2,39 км 2,626 км	881,6	881,6	881,6
КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь (замена провода, прокладка кабеля)	2x3,965 км	2516,3	2516,3	2516,3
КВЛ 220 кВ Парковая - Гольяново I,II цепь (замена провода, прокладка кабеля)	3,23км+3,27 км 1,24 км+1,25 км	-	921,5	921,5
КЛ 220 кВ Бутырки – Центральная (прокладка кабеля)	7,543 км	-	2393,5	2393,5
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1,№2 (прокладка кабеля)	2 x 12,492 км	7927,6	7927,6	7927,6
КЛ 220 кВ Очаково – Никулино №1,№2 (прокладка кабеля)	6,5 км+6,4 км	4093,3	4093,3	4093,3
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1,№2 (прокладка кабеля)	5,55 км+5,57 км	3528,5	3528,5	3528,5
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Котловка (замена провода)	0,95 км	19,7	19,7	-
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-27 - Бутырки с отп. на ПС Тайнинка (замена провода)	10,47 км	-	-	211,7
Итого:		19016,3	22331,3	24585,8

В сравнительной таблице 6.2.5 представлены сводные данные по загрузке линий рассматриваемого района в послеаварийных режимах работы в периоды зимнего и летнего максимумов нагрузки на 2020 и 2025 годы для двух вариантов работы сети: схема секционирования сети на рассматриваемый год и при замыкании 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ.

Ивн. № подл. Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Лист

293

Таблица 6.2.5. Сравнительная таблица результатов расчетов послеаварийных режимов работы сети 220 кВ и выше в периоды зимнего и летнего максимумов нагрузки на 2020 и 2025 годы для рассматриваемого района (наибольшая загрузка линий в послеаварийных режимах)

Наименование линии	I _{доп.} при t=-5°C	Послеаварийный режим зимнего максимума рабочего дня												I _{доп.} при t=+25°C	Послеаварийный режим летнего максимума рабочего дня												Принадлежность ЛЭП
		2020 год						2025 год							2020 год						2025 год						
		схема секционирования сети на 2020 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		схема секционирования сети на 2025 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4			схема секционирования сети на 2020 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		схема секционирования сети на 2025 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		
		A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%		A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново I цепь	1000	725	73	759	76	750	75	805	81	642	64	795	80	825	705	85	764	93	730	88	602	73	362	44	633	77	ПАО «МОЭСК»
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново II цепь	1000	878	88	893	89	867	87	817	82	956	96	939	94	825	873	106	838	102	851	103	764	93	767	93	765	93	
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Свиблово I цепь	1000	249	25	263	26	346	35	447	45	400	40	391	39	825	277	34	260	32	245	30	439	53	281	34	353	43	ПАО «МОЭСК»
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Свиблово II цепь	1000	249	25	263	26	346	35	447	45	400	40	391	39	825	345	42	260	32	245	30	439	53	257	31	215	26	
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Бутырки	1064	599	56	698	66	920	86	776	73	967	91	887	83	825	722	88	903	109	804	97	969	117	894	108	833	101	ПАО «МОЭСК», ПАО «ФСК ЕЭС»
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь	820	389	47	281	34	426	52	545	66	619	75	810	99	820	489	60	515	63	829	101	547	67	618	75	847	103	
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская II цепь	820	354	43	686	84	701	85	375	46	727	89	621	76	820	411	50	744	91	532	65	727	89	783	95	626	76	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково I цепь	820	488	60	427	52	432	53	777	95	507	62	605	74	820	496	60	497	61	467	57	705	86	540	66	609	74	
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково II цепь	820	679	83	710	87	558	68	739	90	861	105	718	88	820	942	115	1152	140	1089	133	930	113	1090	133	1184	144	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино	650	618	95	645	99	494	76	676	104	795	122	651	100	650	880	135	1088	167	1026	158	875	135	1035	159	1129	174	
КВЛ 220 кВ Бутырки - Марфино	998	332	33	204	20	257	26	435	44	302	30	227	23	825	540	65	313	38	303	37	515	62	244	30	331	40	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ Марфино - Свиблово I цепь	928	346	37	300	32	301	32	607	65	330	36	438	47	825	402	49	395	48	365	44	586	71	418	51	489	59	
КВЛ 220 кВ Марфино - Свиблово II цепь	998	400	40	136	14	189	19	543	54	401	40	164	16	825	489	59	272	33	253	31	434	53	171	21	253	31	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь	1064	727	68	602	57	706	66	763	72	554	52	671	63	825	833	101	608	74	671	81	726	88	502	61	554	67	
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово II цепь	1064	395	37	289	27	268	25	357	34	245	23	190	18	825	313	38	325	39	325	39	235	28	293	36	186	23	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Очаково - Матвеевская I цепь	992	392	40	283	29	189	19	499	50	406	41	328	33	945	397	42	292	31	251	27	288	30	358	38	301	32	
КВЛ 220 кВ Очаково - Матвеевская II цепь	992	613	62	458	46	594	60	742	75	579	58	763	77	945	734	78	381	40	556	59	524	55	352	37	526	56	ПАО «МОЭСК», АО «ОЭК»
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Котловка I цепь	1000	800	80	815	82	684	68	976	98	890	89	745	75	825	716	87	899	109	802	97	848	103	914	111	824	100	
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Котловка II цепь	1000	203	20	211	21	228	23	243	24	214	21	268	27	825	148	18	148	18	159	19	201	24	188	23	210	25	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №1	1124	70	6	423	38	419	37	102	9	548	49	536	48	1124	-	-	372	33	436	39	321	29	365	32	404	36	
КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №2	1124	-	-	271	24	-	-	-	-	460	41	-	-	1124	-	-	321	29	-	-	321	29	456	41	-	-	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №1	-	-	-	514	-	-	-	-	-	585	-	-	-	-	-	-	727	-	-	-	850	-	875	-	-	-	
КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2	-	181	-	281	-	180	0	278	-	251	-	139	0	-	137	-	312	-	106	-	240	-	209	-	115	-	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №1	1015	76	7	354	35	303	30	116	11	338	33	486	48	800	153	19	701	88	529	66	416	52	640	80	613	77	
КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2	1015	-	-	423	42	268	26	-	-	750	74	506	50	800	-	-	534	67	554	69	431	54	552	69	437	55	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Бутырки - Центральная	1000	675	68	632	63	962	96	807	81	1020	102	1065	107	945	703	74	598	63	644	68	688	73	518	55	575	61	
КЛ 220 кВ Владыкино - Марфино	928	414	45	355	38	358	39	700	75	429	46	527	57	928	451	49	445	48	415	45	663	71	493	53	559	60	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1	1037	83	8	430	41	428	41	118	11	530	51	511	49	825	76	9	434	53	501	61	419	51	438	53	469	57	
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №2	1037	83	8	236	23	83	8	117	11	394	38	120	12	825	107	13	347	42	76	9	269	33	405	49	89	11	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №1	1001	-	-	411	41	427	43	-	-	439	44	521	52	1001	-	-	462	46	547	55	472	47	527	53	589	59	
КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №2	1001	485	48	375	37	397	40	519	52	340	34	355	35	1001	297	30	251	25	290	29	466	47	364	36	379	38	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №1	800	139	17	402	50	201	25	543	68	497	62	309	39	800	158	20	438	55	158	20	411	51	624	78	230	29	
КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №2	800	139	17	449	56	-	-	205	26	743	93	-	-	800	-	-	457	57	-	-	400	50	482	60	-	-	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №1	850	123	15	498	59	182	21	142	17	551	65	282	33	850	141	17	698	82	141	17	822	97	847	100	212	-	
КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №2	850	123	15	449	53	-	-	142	17	264	31	0	0	850	-	-	343	40	-	-	139	16	293	35	-	-	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1	1085	-	-	416	38	245	23	-	-	448	41	392	36	1085	-	-	745	69	561	52	362	33	767	71	508	47	
КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №2	1085	75	7	369	34	333	31	116	11	656	60	613	56	1085	78	7	484	45	520	48	387	36	491	45	380	35	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1	1840	63	3	461	25	175	10	169	9	465	25	300	16	1840	225	12	622	34	235	13	676	37	694	38	297	16	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-г1.1

Лист

294

Наименование линии	I _{ном.} при t=-5°C	Послеаварийный режим зимнего максимума рабочего дня												I _{ном.} при t=+25°C	Послеаварийный режим летнего максимума рабочего дня												Принадлежность ЛЭП
		2020 год						2025 год							2020 год						2025 год						
		схема секционирования сети на 2020 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		схема секционирования сети на 2025 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4			схема секционирования сети на 2020 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		схема секционирования сети на 2025 год		Замкнуты точки деления сети по сценариям 1-3		Замкнуты точки деления сети по сценарию 4		
		A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%		A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	
КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №2	1840	233	13	392	21	139	8	274	15	332	18	239	13	1840	153	8	413	22	145	8	312	17	449	24	207	11	
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1	1000	454	45	325	33	226	23	390	39	247	25	244	24	1000	682	68	251	25	230	23	501	50	216	22	177	18	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №2	1000	76	8	743	74	820	82	119	12	858	86	964	96	1000	94	9	846	85	977	98	1019	102	1003	100	1185	119	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №1	852	684	80	791	93	639	75	753	88	842	99	719	84	852	526	62	561	66	304	36	594	70	594	70	378	44	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2	852	458	54	583	68	637	75	817	96	920	108	970	114	852	309	36	685	80	772	91	949	111	899	106	1027	121	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская №1	1028	475	46	446	43	488	47	449	44	415	40	471	46	1028	269	26	234	23	418	41	432	42	357	35	510	50	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская №2	1028	491	48	275	27	431	42	567	55	344	33	577	56	1028	967	94	461	45	703	68	704	68	450	44	672	65	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Пресня №1	1063	445	42	428	40	464	44	460	43	454	43	490	46	1063	215	20	165	16	325	31	400	38	349	33	474	45	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Пресня №2	1063	416	39	241	23	344	32	465	44	252	24	450	42	1063	648	61	238	22	442	42	471	44	273	26	442	42	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Ваганьковская №1	1118	108	10	315	28	334	30	182	16	411	37	390	35	1118	89	8	388	35	472	42	336	30	392	35	483	43	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Ваганьковская №2	1118	529	47	461	41	486	43	586	52	418	37	481	43	1118	286	26	321	29	281	25	549	49	290	26	335	30	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1	1047	527	50	317	30	260	25	503	48	297	28	255	24	1047	734	70	308	29	291	28	583	56	228	22	206	20	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2	1047	-	-	781	75	865	83	-	-	938	90	1036	99	1047	-	-	871	83	1006	96	1105	106	1061	101	1233	118	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Золотаревская №1	1102	539	49	534	48	581	53	583	53	503	46	613	56	1102	341	31	310	28	492	45	499	45	421	38	616	56	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Золотаревская №2	1102	374	34	181	16	325	29	403	37	193	18	409	37	1102	905	82	403	37	630	57	581	53	342	31	550	50	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 Кожевническая №1	1187	100	8	394	33	-	-	390	33	499	42	-	-	1187	-	-	404	34	-	-	371	31	630	53	-	-	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 Кожевническая №2	1187	256	22	372	31	201	17	346	29	608	51	309	26	1187	77	6	353	30	77	6	275	23	362	30	115	10	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №1	1000	214	21	321	32	298	30	636	64	360	36	255	26	960	227	24	491	51	525	55	298	31	337	35	322	34	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2	1000	298	30	558	56	378	38	367	37	901	90	699	70	960	147	15	391	41	491	51	302	31	515	54	330	34	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Цимлянская - Горьковская №1	1100	134	12	453	41	447	41	210	19	629	57	601	55	960	57	6	318	33	380	35	375	39	402	42	389	35	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Цимлянская - Горьковская №2	1100	77	7	330	30	77	7	117	11	575	52	117	11	960	58	6	290	30	58	5	402	42	537	56	86	8	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Чагино - Цимлянская №1	1065	205	19	506	48	500	47	316	30	714	67	694	65	1065	108	10	263	25	325	31	396	37	421	40	419	39	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Чагино - Цимлянская №2	1065	143	13	401	38	147	14	228	21	681	64	227	21	1065	109	10	305	29	110	10	481	45	615	58	166	16	АО «Энергокомплекс»

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-г1.1

Лист

295

Режимы работы сети с увеличенной нагрузкой подстанций рассматриваемых транзитов 220 кВ ЦАО г. Москвы

Для оценки перераспределения мощности между сетевыми компаниями были рассмотрены режим зимнего максимума нагрузки и режим зимнего максимума с увеличенной электрической нагрузкой подстанций на 2020 и 2025 годы для двух вариантов работы сети: схема секционирования сети на рассматриваемый год и при замыкании 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ.

Максимальная нагрузка подстанции соответствует условию максимальной загрузки трансформаторов на подстанции и равна 52,5% от его номинальной мощности, при этом послеаварийная загрузка одного из двух трансформаторов при отключении другого не должна превышать 105%. В расчетах загружены следующие подстанции: ПС 220 кВ Абрамово, ПС 220 кВ Белорусская, ПС 220 кВ Горьковская, ПС 220 кВ Золотаревская, ПС 220 кВ Кожевническая, ПС 220 кВ Красносельская, ПС 220 кВ Магистральная, ПС 220 кВ Марфино, ПС 220 кВ Мневники, ПС 220 кВ Мещанская.

Результаты расчетов приведены в Приложении Н (см. таблицы Н.17-Н.18).

В сравнительной таблице 6.2.8 приведены результаты расчетов нормальных режимов работы электрической сети 220 кВ зимнего максимума нагрузки и режима зимнего максимума с увеличенной электрической нагрузкой подстанций на период 2020 и 2025 годов в рассматриваемом районе для двух вариантов работы сети: схема секционирования сети на рассматриваемый год и при замыкании 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ.

Согласно полученным результатам расчетов, при нормальном режиме работы в период зимнего максимума нагрузки при замыкании ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ, происходит перераспределение мощности по линиям: загрузка ранее отключенных линий возрастает до 69% (в 2020 году) и до 84% (в 2025 году), а в период зимнего максимума с увеличенной нагрузкой – до 74% (в 2020 году) и до 88% (в 2025 году).

Ивн. № подл.	Подп. и дата						9763-09-т1.1	Лист
								296
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

Таблица 6.2.8. Сравнительная таблица результатов расчета нормальных режимов работы электрической сети 220 кВ в период зимнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов в рассматриваемом районе

Наименование ЛЭП	I _{доп.} , при t=-5°C	нормальный режим																Принадлежность ЛЭП
		режим зимнего максимума нагрузки 2020 года				режим зимнего максимума 2020 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций				режим зимнего максимума нагрузки 2025 года				режим зимнего максимума 2025 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций				
		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2025 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2025 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		
		А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново I цепь	1000	701	70	691	69	726	73	683	68	777	78	523	52	789	79	515	52	ПАО «МОЭСК»
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново II цепь	1000	747	75	712	71	719	72	702	70	775	78	713	71	753	75	704	70	
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Свиблово I цепь	1000	127	13	187	19	171	17	187	19	159	16	207	21	208	21	221	22	ПАО «МОЭСК»
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Свиблово II цепь	1000	124	12	76	8	99	10	104	10	281	28	182	18	208	21	206	21	
КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки	1064	594	56	669	63	766	72	891	84	670	63	753	71	804	76	934	88	ПАО «МОЭСК», ПАО «ФСК ЕЭС»
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь	820	337	41	627	76	372	45	775	95	361	44	672	82	395	48	787	96	
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская II цепь	820	244	30	249	30	287	35	285	35	357	44	355	43	399	49	392	48	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино ⁵	650	552	85	596	92	883	136	845	130	567	87	620	95	822	126	810	125	
КВЛ 220 кВ Бутырки – Марфино	998	169	17	190	19	279	28	204	20	84	8	163	16	156	16	151	15	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково I цепь	820	417	51	278	34	530	65	387	47	555	68	386	47	626	76	462	56	
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково II цепь ⁴	820	616	75	661	81	948	116	910	111	634	77	687	84	886	108	879	107	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Марфино - Свиблово I цепь	928	274	30	140	15	334	36	204	22	368	40	221	24	424	46	278	30	
КВЛ 220 кВ Марфино - Свиблово II цепь	998	102	10	123	12	161	16	78	8	54	5	59	6	56	6	31	3	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь	1064	705	66	532	50	682	64	525	49	680	64	456	43	674	63	447	42	
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово II цепь	1064	157	15	231	22	110	10	156	15	69	6	208	20	31	3	149	14	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Очаково - Матвеевская I цепь	992	183	18	239	24	230	23	295	30	319	32	350	35	359	36	391	39	
КВЛ 220 кВ Очаково - Матвеевская II цепь	992	535	54	374	38	576	58	413	42	681	69	427	43	681	69	447	45	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК», АО «ОЭК»
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Котловка I цепь	1000	661	66	744	74	614	61	661	66	723	72	876	88	675	68	823	82	
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Котловка II цепь	1000	216	22	167	17	208	21	150	15	249	25	190	19	225	23	180	18	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №1	1124	-	-	409	36	-	-	449	40	-	-	544	48	-	-	608	54	
КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №2	1124	-	-	127	11	-	-	116	10	-	-	306	27	-	-	399	35	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №1	-	-	-	361	-	-	-	565	-	-	-	432	-	-	-	605	-	
КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2	111	-	-	88	-	348	-	160	-	139	-	142	-	359	-	272	-	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №1	1015	75	7	215	21	265	26	236	23	116	11	247	24	274	27	262	26	
КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2	1015	-	-	214	21	-	-	299	29	-	-	161	16	-	-	188	19	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Бутырки - Центральная	1000	594	59	544	54	555	56	467	47	737	74	656	66	703	70	597	60	
КЛ 220 кВ Владыкино - Марфино	928	342	37	202	22	455	49	311	34	477	51	308	33	549	59	383	41	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1	1037	83	8	417	40	271	26	348	34	118	11	510	49	255	25	471	45	
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №2	1037	83	8	153	15	271	26	237	23	117	11	205	20	253	24	170	16	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №1	1001	-	-	358	36	-	-	495	49	-	-	389	39	-	-	493	49	
КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №2	1001	429	43	232	23	414	41	229	23	460	46	182	18	461	46	181	18	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №1	800	139	17	358	45	149	19	418	52	158	20	461	58	159	20	511	64	
КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №2	800	-	-	343	43	-	-	345	43	-	-	565	71	-	-	536	67	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №1	850	123	15	366	43	351	41	342	40	142	17	419	49	328	39	388	46	
КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №2	850	-	-	172	20	-	-	212	25	-	-	106	13	-	-	96	11	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1	1085	-	-	260	24	-	-	339	31	-	-	303	28	-	-	371	34	
КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №2	1085	84	8	176	16	267	25	226	21	115	11	203	19	274	25	296	27	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1	1840	82	4	313	17	544	30	137	7	160	9	320	17	530	29	253	14	
КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №2	1840	132	7	287	16	210	11	365	20	150	8	219	12	244	13	290	16	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1	1000	189	19	315	32	0	0	0	0	292	29	246	25	95	10	322	32	

⁵ Следует отметить, что согласно Схеме и программе перспективного развития электроэнергетики Московской области на период 2016 - 2020 годов, реконструкция КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь с увеличением пропускной способности запланирована на 2021 год, реконструкция КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино с увеличением пропускной способности – на 2017 год.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-г1.1

Лист

297

Наименование ЛЭП	I _{доп.} , при t=-5°C	нормальный режим																Принадлежность ЛЭП
		режим зимнего максимума нагрузки 2020 года				режим зимнего максимума 2020 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций				режим зимнего максимума нагрузки 2025 года				режим зимнего максимума 2025 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций				
		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2025 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2025 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		
		A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №2	1000	98	10	678	68	270	27	556	56	119	12	809	81	282	28	701	70	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №1	852	654	77	655	77	539	63	576	68	728	85	738	87	642	75	702	82	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2	852	268	31	544	64	217	25	501	59	586	69	892	105	533	63	862	101	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская №1	1028	472	46	304	30	431	42	236	23	443	43	217	21	445	43	173	17	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская №2	1028	388	38	176	17	432	42	215	21	488	47	140	14	488	47	165	16	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Пресня №1	1063	441	41	312	29	424	40	279	26	452	43	279	26	478	45	268	25	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Пресня №2	1063	314	30	186	17	349	33	190	18	397	37	210	20	407	38	216	20	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Ваганьковская №1	1118	119	11	268	24	120	11	393	35	182	16	270	24	166	15	351	31	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Ваганьковская №2	1118	512	46	301	27	484	43	287	26	574	51	263	24	507	45	241	22	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1	1047	263	25	114	11	371	35	268	26	251	24	122	12	330	32	201	19	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2	1047	-	-	718	69	-	-	780	74	-	-	875	84	-	-	925	88	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Золотаревская №1	1102	565	51	391	35	610	55	411	37	586	53	363	33	579	53	352	32	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Золотаревская №2	1102	286	26	97	9	260	24	64	6	325	29	68	6	293	27	74	7	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 Кожевническая №1	1187	-	-	333	28	-	-	403	34	-	-	445	37	-	-	500	42	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 Кожевническая №2	1187	101	9	237	20	133	11	197	17	154	13	423	36	156	13	381	32	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №1	1000	214	21	237	24	358	36	249	25	260	26	289	29	386	39	299	30	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2	1000	162	16	303	30	503	50	492	49	212	21	734	73	500	50	900	90	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Цимлянская - Горьковская №1	1100	75	7	438	40	264	24	651	59	114	10	613	56	268	24	819	74	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Цимлянская - Горьковская №2	1100	77	7	121	11	272	25	311	28	117	11	407	37	276	25	652	59	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Чагино - Цимлянская №1	1065	142	13	491	46	330	31	705	66	222	21	709	67	369	35	915	86	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Чагино - Цимлянская №2	1065	147	14	140	13	341	32	384	36	228	21	519	49	381	36	767	72	АО «Энергокомплекс»

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№ док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

298

Для режима зимнего максимума 2020 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций для двух вариантов работы сети: схема секционирования сети на 2020 год и при замыкании 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ, и установке на них ВТСП ТОУ были рассмотрены следующие аварийные режимы работы сети по критерию (n-2):

- аварийное отключение КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №1 при ремонте КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2;
- аварийное отключение КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №2 при ремонте КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2;
- аварийное отключение КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1 при ремонте КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2.

Результаты расчетов приведены в Приложении Н (см. таблицы Н.19-Н.20).

Для осуществления электроснабжения потребителей в послеаварийном режиме работы при аварийном отключении КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №1 при ремонте КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2 в случае секционирования сети на 2020 год, необходимо:

- или включать в работу КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №2 + срабатывание АВР на ПС Красносельская (включается ШСВ 220 кВ на ПС Красносельская – в этом режиме перегружаются КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №2 – 860 А (108% от $I_{доп.}=800$ А));
- или включать в работу КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1 + срабатывание АВР на ПС Красносельская (включается ШСВ 220 кВ на ПС Красносельская – в этом режиме перегружается КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №1 – 1101 А (108% от $I_{доп.}=1015$ А)).

В случае, когда сеть работает при замкнутых 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ (с установленными на них ВТСП ТОУ) дополнительных включений для выполнения режима не требуется (в этом режиме перегружается КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково II цепь – 954 А (116% от $I_{доп.}=820$ А), реконструкция которой с увеличением пропускной способности (не менее 1035 А) предполагается в 2021 году).

При аварийном отключении КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №2 при ремонте КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2 в случае секционирования сети на 2020 год, должны срабатывать АВР на ПС Белорусская и АВР на ПС Магистральная (замыкание ШСВ 220 кВ на ПС Белорусская и ШСВ 220 кВ на ПС Магистральная), чтобы осуществлять электроснабжение потребителей в полном объеме в послеаварийном режиме работы.

В случае, когда сеть работает при замкнутых 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ (с установленными на них ВТСП ТОУ) дополнительных включений для выполнения режима не требуется (в этом режиме перегружается КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково II цепь – 835 А (102% от $I_{доп.}=820$ А), реконструкция которой с увеличением пропускной способности (не менее 1035 А) предполагается в 2021 году).

Изм. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

При аварийном отключении КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1 при ремонте КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2 в случае секционирования сети на 2020 год, должен срабатывать АВР на ПС Белорусская (замыкание ШСВ 220 кВ на ПС Белорусская). При рассмотрении этого режима была выявлена невозможность его выполнения, в связи с недопустимым снижением напряжений. Этот режим можно осуществить только в случае замыкания ШСВ 220 кВ на ПС Белорусская и ШСВ 220 кВ на ПС Магистральная.

В случае, когда сеть работает при замкнутых 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ (с установленными на них ВТСП ТОУ) никаких дополнительных включений для выполнения режима не требуется (в этом режиме перегружается КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково II цепь – 878 А (107% от $I_{доп.}=820$ А), реконструкция с увеличением пропускной способности (не менее 1035 А) которой предполагается в 2021 году).

По результатам проведенных расчетов можно сказать о том, что возможность включения линий в работу, отключенных из-за высоких значений токов КЗ, при установке на них ВТСП ТОУ допускает отказ от использования устройств сетевой автоматики, повышая надежность работы энергосистемы.

В сравнительной таблице 6.2.9 приведены результаты расчетов послеаварийных режимов работы электрической сети 220 кВ в период зимнего максимума с увеличенной электрической нагрузкой подстанций на 2020 год в рассматриваемом районе для двух вариантов работы сети: схема секционирования сети на рассматриваемый год и при включении в работу десяти ЛЭП 220 кВ ЦАО г. Москвы, отключенных по ТКЗ, с установкой на них ВТСП ТОУ.

Изм. № подл.	Подп. и дата							9763-09-Т1.1	Лист
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		300

Таблица 6.2.9. Сравнительная таблица результатов расчета послеаварийных режимов работы электрической сети 220 кВ в период зимнего максимума нагрузки 2020 года в рассматриваемом районе

Наименование ЛЭП	I _{доп.} , при t=-5°C, 2020 год	режим зимнего максимума 2020 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций														Принадлежность ЛЭП
		аварийное отключение КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №2 при ремонте КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2				аварийное отключение КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1 при ремонте КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2				аварийное отключение КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №1 при ремонте КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2						
		Срабатывание АВР на ПС Белорусская и на ПС Магистральная (при замкнутых ШСВ 220 кВ на ПС Белорусская и ШСВ 220 кВ на ПС Магистральная)		-		Срабатывание АВР на ПС Белорусская и на ПС Магистральная (при замкнутых ШСВ 220 кВ на ПС Белорусская и ШСВ 220 кВ на ПС Магистральная)		-		Срабатывание АВР на ПС Красносельская (при замкнутом ШСВ 220 кВ на ПС Красносельская) и включении в работу КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1		Срабатывание АВР на ПС Красносельская (при замкнутом ШСВ 220 кВ на ПС Красносельская) и включении в работу КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №2		-		
		схема секционирования сети на 2020 год		замыкание 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ		схема секционирования сети на 2020 год		замыкание 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ		схема секционирования сети на 2020 год		схема секционирования сети на 2020 год		замыкание 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ		
А	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%		
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново I цепь	1000	769	77	699	70	763	76	692	69	801	80	852	85	780	78	ПАО «МОЭСК»
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново II цепь	1000	724	72	682	68	756	76	702	70	793	79	888	89	758	76	
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Свиблово I цепь	1000	170	17	184	18	172	17	190	19	137	14	109	11	216	22	ПАО «МОЭСК»
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Свиблово II цепь	1000	134	13	100	10	134	13	94	9	293	29	211	21	373	37	
КВЛ 220 кВ Бескудниково – Бутырки	1064	733	69	932	88	754	71	901	85	1057	99	757	71	938	88	ПАО «МОЭСК», ПАО «ФСК ЕЭС»
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь	820	382	47	785	96	374	46	774	94	360	44	377	46	766	93	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская II цепь	820	288	35	278	34	295	36	281	34	326	40	339	41	362	44	
КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино ⁶	650	716	110	770	118	721	111	813	125	655	101	748	115	889	137	ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Бутырки – Марфино	998	395	40	219	22	395	40	218	22	44	4	118	12	136	14	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково I цепь	820	521	64	401	49	520	63	390	48	398	49	408	50	285	35	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково II цепь ⁵	820	780	95	835	102	785	96	878	107	718	88	812	99	954	116	
КВЛ 220 кВ Марфино - Свиблово I цепь	928	325	35	217	23	324	35	208	22	197	21	208	22	99	11	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ Марфино - Свиблово II цепь	998	273	27	92	9	274	27	92	9	89	9	40	4	218	22	
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь	1064	678	64	490	46	758	71	537	50	689	65	733	69	518	49	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово II цепь	1064	154	14	214	20	122	11	123	12	98	9	74	7	132	12	
КВЛ 220 кВ Очаково - Матвеевская I цепь	992	234	24	317	32	241	24	297	30	237	24	256	26	336	34	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК», АО «ОЭК»
КВЛ 220 кВ Очаково - Матвеевская II цепь	992	606	61	510	51	453	46	372	38	560	56	942	95	445	45	
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Котловка I цепь	1000	630	63	685	69	510	51	660	66	575	58	373	37	591	59	АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Котловка II цепь	1000	206	21	142	14	210	21	152	15	206	21	203	20	138	14	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №1	1124	-	-	450	40	-	-	448	40	-	-	-	-	441	39	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №2	1124	-	-	106	9	-	-	110	10	-	-	-	-	86	8	
КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №1	-	-	-	808	-	-	-	592	-	-	-	-	-	529	-	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	348	-	348	-	130	-	
КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №1	1015	265	26	224	22	265	26	220	22	1101	108	265	26	363	36	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2	1015	-	-	311	31	-	-	357	35	-	-	-	-	644	63	
КЛ 220 кВ Бутырки - Центральная	1000	579	58	433	43	594	59	464	46	355	36	607	61	447	45	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ Владыкино - Марфино	928	445	48	325	35	444	48	314	34	323	35	333	36	209	23	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1	1037	271	26	347	33	271	26	347	33	271	26	271	26	355	34	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №2	1037	270	26	244	24	270	26	242	23	270	26	270	26	296	29	
КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №1	1001	-	-	504	50	-	-	494	49	-	-	-	-	485	48	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №2	1001	398	40	229	23	384	38	223	22	401	40	375	37	244	24	
КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №1	800	149	19	441	55	149	19	411	51	149	19	149	19	444	56	АО «Энергокомплекс»

⁶ Согласно Схеме и программе перспективного развития электроэнергетики Московской области на период 2016 - 2020 годов, реконструкция КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I,II цепь с увеличением пропускной способности запланирована на 2021 год, реконструкция КВЛ 220 кВ Бутырки – Владыкино с увеличением пропускной способности – на 2017 год.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

301

Наименование ЛЭП	I _{доп.} , при t=-5°C, 2020 год	режим зимнего максимума 2020 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций														Принадлежность ЛЭП
		аварийное отключение КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №2 при ремонте КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2				аварийное отключение КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1 при ремонте КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2				аварийное отключение КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №1 при ремонте КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2						
		Срабатывание АВР на ПС Белорусская и на ПС Магистральная (при замкнутых ШСВ 220 кВ на ПС Белорусская и ШСВ 220 кВ на ПС Магистральная)		-		Срабатывание АВР на ПС Белорусская и на ПС Магистральная (при замкнутых ШСВ 220 кВ на ПС Белорусская и ШСВ 220 кВ на ПС Магистральная)		-		Срабатывание АВР на ПС Красносельская (при замкнутом ШСВ 220 кВ на ПС Красносельская) и включении в работу КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1		Срабатывание АВР на ПС Красносельская (при замкнутом ШСВ 220 кВ на ПС Красносельская) и включении в работу КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №2		-		
		схема секционирования сети на 2020 год		замыкание 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ		схема секционирования сети на 2020 год		замыкание 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ		схема секционирования сети на 2020 год		схема секционирования сети на 2020 год		замыкание 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ		
A	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%	A	%		
КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №2	800	-	-	307	38	-	-	381	48	-	-	860	108	287	36	
КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №1	850	711	84	537	63	707	83	347	41	351	41	351	41	335	39	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №2	850	-	-	346	41	-	-	347	41	-	-	-	-	242	29	
КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1	1085	-	-	408	38	-	-	333	31	860	79	-	-	354	33	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №2	1085	267	25	225	21	267	25	243	22	268	25	268	25	446	41	
КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1	1840	1073	58	259	14	-	-	-	-	543	30	560	30	176	10	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №2	1840	-	-	-	-	1085	59	461	25	211	11	194	11	396	22	
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1	1000	164	16	288	29	168	17	288	29	178	18	198	20	296	30	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №2	1000	271	27	579	58	270	27	560	56	270	27	270	27	564	56	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №1	852	367	43	508	60	700	82	585	69	516	61	534	63	550	65	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2	852	246	29	525	62	189	22	497	58	213	25	215	25	507	60	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская №1	1028	422	41	214	21	455	44	244	24	430	42	443	43	216	21	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская №2	1028	457	44	284	28	326	32	168	16	380	37	895	87	259	25	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Пресня №1	1063	420	40	270	25	439	41	286	27	422	40	430	40	270	25	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Пресня №2	1063	374	35	267	25	327	31	201	19	334	31	709	67	193	18	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Ваганьковская №1	1118	120	11	402	36	120	11	392	35	120	11	120	11	383	34	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Ваганьковская №2	1118	467	42	288	26	448	40	281	25	462	41	427	38	276	25	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1	1047	384	37	252	24	430	41	274	26	402	38	458	44	302	29	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2	1047	-	-	804	77	-	-	781	75	-	-	-	-	790	75	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Золотаревская №1	1102	599	54	379	34	634	58	418	38	608	55	622	56	380	34	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Золотаревская №2	1102	284	26	129	12	195	18	85	8	212	19	706	64	67	6	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 Кожевническая №1	1187	-	-	440	37	-	-	396	33	-	-	-	-	446	38	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 Кожевническая №2	1187	133	11	159	13	134	11	234	20	133	11	964	81	155	13	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №1	1000	358	36	304	30	358	36	262	26	-	-	-	-	-	-	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2	1000	502	50	449	45	502	50	482	48	-	-	-	-	-	-	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Цимлянская - Горьковская №1	1100	264	24	653	59	264	24	649	59	264	24	264	24	637	58	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Цимлянская - Горьковская №2	1100	272	25	299	27	272	25	303	28	272	25	272	25	233	21	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Чагино - Цимлянская №1	1065	330	31	708	66	330	31	704	66	330	31	330	31	690	65	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Чагино - Цимлянская №2	1065	341	32	372	35	341	32	376	35	341	32	341	32	306	29	АО «Энергокомплекс»

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

302

В качестве аварийных режимов работы сети дополнительно были рассмотрены следующие режимы:

- аварийное погашение РУ 220 кВ на ПС Очаково;
- аварийное погашение РУ 220 кВ на ПС Бескудниково.

Результаты расчетов приведены в Приложении Н (см. таблицы Н.21-Н.22).

В сравнительной таблице 6.2.10 приведены результаты расчетов нормальных и дополнительных послеаварийных режимов работы электрической сети 220 кВ в период зимнего максимума нагрузки и режима зимнего максимума с с увеличенной электрической нагрузкой подстанций на 2020 год в рассматриваемом районе для двух вариантов работы сети: схема секционирования сети на рассматриваемый год и при замыкании 10 ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ и установке на них ВТСП ТОУ.

Инв. № подл.						9763-09-Т1.1	Лист
							303
Подп. и дата							
	Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

Таблица 6.2.10. Сравнительная таблица результатов расчета режимов работы электрической сети 220 кВ в период зимнего максимума нагрузки 2020 года в рассматриваемом районе

Наименование ЛЭП	I _{доп.} , при t=5°C	режим зимнего максимума нагрузки 2020 года												режим зимнего максимума 2020 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций												Принадлежность ЛЭП
		нормальный режим				аварийное отключение РУ 220 кВ ПС Очаково				аварийное отключение РУ 220 кВ ПС Бескудниково				нормальный режим				аварийное отключение РУ 220 кВ ПС Очаково				аварийное отключение РУ 220 кВ ПС Бескудниково				
		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		
		А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново I цепь	1000	701	70	691	69	850	85	816	82	516	52	581	58	726	73	683	68	769	77	717	72	455	46	534	53	ПАО «МОЭСК»
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново II цепь	1000	747	75	712	71	987	99	811	81	562	56	666	67	719	72	702	70	920	92	773	77	507	51	639	64	
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Свиблово I цепь	1000	127	13	187	19	261	26	226	23	505	51	364	36	171	17	187	19	290	29	309	31	524	52	418	42	ПАО «МОЭСК»
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Свиблово II цепь	1000	124	12	76	8	122	12	36	4	671	67	169	17	99	10	104	10	212	21	104	10	806	81	232	23	
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Бутырки	1064	594	56	669	63	723	68	850	80	-	-	-	-	766	72	891	84	978	92	1180	111	-	-	-	-	ПАО «МОЭСК», ПАО «ФСК ЕЭС»
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I цепь	820	337	41	627	76	455	55	546	67	-	-	-	-	372	45	775	95	502	61	757	92	-	-	-	-	
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская II цепь	820	244	30	249	30	273	33	188	23	-	-	-	-	287	35	285	35	327	40	180	22	-	-	-	-	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино ⁷	650	552	85	596	92	662	102	855	132	74	11	73	11	883	136	845	130	1368	210	1173	180	87	13	74	11	
КВЛ 220 кВ Бутырки - Марфино	998	169	17	190	19	238	24	211	21	304	30	99	10	279	28	204	20	133	13	176	18	498	50	76	8	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково I цепь	820	417	51	278	34	572	70	536	65	-	-	-	-	530	65	387	47	600	73	675	82	-	-	-	-	
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково II цепь ⁶	820	616	75	661	81	727	89	920	112	-	-	-	-	948	116	910	111	1434	175	1239	151	-	-	-	-	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Марфино - Свиблово I цепь	928	274	30	140	15	429	46	394	42	314	34	148	16	334	36	204	22	409	44	487	52	318	34	206	22	
КВЛ 220 кВ Марфино - Свиблово II цепь	998	102	10	123	12	174	17	146	15	539	54	47	5	161	16	78	8	120	12	57	6	743	74	67	7	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь	1064	705	66	532	50	-	-	-	-	674	63	461	43	682	64	525	49	-	-	-	-	633	59	436	41	
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово II цепь	1064	157	15	231	22	-	-	-	-	165	16	210	20	110	10	156	15	-	-	-	-	119	11	120	11	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК»
КВЛ 220 кВ Очаково - Матвеевская I цепь	992	183	18	239	24	-	-	-	-	184	19	224	23	230	23	295	30	-	-	-	-	229	23	288	29	
КВЛ 220 кВ Очаково - Матвеевская II цепь	992	535	54	374	38	-	-	-	-	622	63	402	41	576	58	413	42	-	-	-	-	680	69	451	45	ПАО «ФСК ЕЭС», ПАО «МОЭСК», АО «ОЭК»
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Котловка I цепь	1000	661	66	744	74	457	46	776	78	713	71	694	69	614	61	661	66	449	45	634	63	671	67	589	59	
КВЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Котловка II цепь	1000	216	22	167	17	175	18	177	18	220	22	170	17	208	21	150	15	176	18	179	18	214	21	151	15	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №1	1124	-	-	409	36	-	-	315	28	-	-	408	36	-	-	449	40	-	-	381	34	-	-	451	40	
КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская №2	1124	-	-	127	11	-	-	198	18	-	-	144	13	-	-	116	10	-	-	218	19	-	-	242	22	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №1	-	-	-	361	-	-	-	128	-	-	-	250	-	-	-	565	-	-	-	610	-	-	-	404	-	
КЛ 220 кВ Бутырки - Белорусская №2	-	111	-	88	-	145	-	258	-	110	-	267	-	348	-	160	-	1058	-	447	-	361	-	181	-	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №1	1015	75	7	215	21	76	7	372	37	76	7	274	27	265	26	236	23	268	26	519	51	268	26	303	30	
КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2	1015	-	-	214	21	-	-	425	42	-	-	220	22	-	-	299	29	-	-	400	39	-	-	253	25	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Бутырки - Центральная	1000	594	59	544	54	733	73	557	56	296	30	354	35	555	56	467	47	657	66	416	42	153	15	239	24	
КЛ 220 кВ Владыкино - Марфино	928	342	37	202	22	497	54	460	50	84	9	83	9	455	49	311	34	524	56	599	65	85	9	84	9	ПАО «МОЭСК», АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1	1037	83	8	417	40	83	8	352	34	83	8	426	41	271	26	348	34	274	26	350	34	273	26	386	37	
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №2	1037	83	8	153	15	83	8	210	20	83	8	113	11	271	26	237	23	275	27	255	25	275	27	175	17	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №1	1001	-	-	358	36	-	-	276	28	-	-	242	24	-	-	495	49	-	-	379	38	-	-	232	23	
КЛ 220 кВ Гражданская - Ваганьковская №2	1001	429	43	232	23	471	47	432	43	419	42	283	28	414	41	229	23	334	33	382	38	441	44	277	28	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №1	800	139	17	358	45	138	17	508	64	138	17	395	49	149	19	418	52	149	19	624	78	149	19	465	58	
КЛ 220 кВ Красносельская - Кожевническая №2	800	-	-	343	43	-	-	702	88	-	-	284	36	-	-	345	43	-	-	675	84	-	-	301	38	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №1	850	123	15	366	43	135	16	175	21	123	15	304	36	351	41	342	40	397	47	357	42	353	42	319	38	
КЛ 220 кВ Белорусская - Магистральная №2	850	-	-	172	20	-	-	190	22	-	-	338	40	-	-	212	25	-	-	152	18	-	-	492	58	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №1	1085	-	-	260	24	-	-	329	30	-	-	311	29	-	-	339	31	-	-	425	39	-	-	395	36	
КЛ 220 кВ Мещанская - Красносельская №2	1085	84	8	176	16	84	8	361	33	84	8	283	26	267	25	226	21	271	25	268	25	272	25	508	47	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №1	1840	82	4	313	17	-	-	-	-	86	5	230	13	544	30	137	7	-	-	-	-	551	30	307	17	

⁷ Согласно Схеме и программе перспективного развития электроэнергетики Московской области на период 2016 - 2020 годов, реконструкция КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково I,II цепь с увеличением пропускной способности запланирована на 2021 год, реконструкция КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино с увеличением пропускной способности - на 2017 год.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

304

Наименование ЛЭП	I _{доп.} , при t=5°C	режим зимнего максимума нагрузки 2020 года												режим зимнего максимума 2020 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций												Принадлежность ЛЭП
		нормальный режим				аварийное отключение РУ 220 кВ ПС Очаково				аварийное отключение РУ 220 кВ ПС Бескудниково				нормальный режим				аварийное отключение РУ 220 кВ ПС Очаково				аварийное отключение РУ 220 кВ ПС Бескудниково				
		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		Схема секционирования сети на 2020 год		Включены ЛЭП 220 кВ, отключенные по ТКЗ		
		А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	А	%	
КЛ 220 кВ Очаково - Магистральная №2	1840	132	7	287	16	-	-	-	-	132	7	374	20	210	11	365	20	-	-	-	-	203	11	629	34	
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1	1000	189	19	315	32	346	60	304	30	340	59	321	32	0	0	0	0	337	58	0	0	331	57	0	0	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №2	1000	98	10	678	68	-	-	-	-	98	10	441	44	270	27	556	56	-	-	-	-	272	27	358	36	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №1	852	654	77	655	77	-	-	-	-	697	82	680	80	539	63	576	68	-	-	-	-	583	68	601	71	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №2	852	268	31	544	64	-	-	-	-	247	29	401	47	217	25	501	59	-	-	-	-	195	23	320	38	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская №1	1028	472	46	304	30	565	55	668	65	482	47	299	29	431	42	236	23	525	51	661	64	445	43	228	22	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Золотаревская №2	1028	388	38	176	17	155	15	190	18	443	43	192	19	432	42	215	21	191	19	214	21	489	48	247	24	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Пресня №1	1063	441	41	312	29	375	35	425	40	453	43	315	30	424	40	279	26	363	34	432	41	442	42	282	27	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-12 - Пресня №2	1063	314	30	186	17	393	37	337	32	386	36	197	19	349	33	190	18	418	39	341	32	435	41	210	20	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Ваганьковская №1	1118	119	11	268	24	119	11	278	25	119	11	345	31	120	11	393	35	121	11	300	27	120	11	337	30	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Ваганьковская №2	1118	512	46	301	27	551	49	526	47	512	46	374	33	484	43	287	26	374	33	475	42	532	48	368	33	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1	1047	263	25	114	11	149	14	75	7	169	16	195	19	371	35	268	26	532	51	265	25	226	22	145	14	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №2	1047	-	-	718	69	-	-	75	7	-	-	429	41	-	-	780	74	-	-	265	25	-	-	446	43	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Золотаревская №1	1102	565	51	391	35	666	60	774	70	575	52	389	35	610	55	411	37	716	65	858	78	624	57	404	37	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 - Золотаревская №2	1102	286	26	97	9	251	23	296	27	340	31	102	9	260	24	64	6	344	31	379	34	314	28	65	6	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 Кожевническая №1	1187	-	-	333	28	-	-	369	31	-	-	364	31	-	-	403	34	-	-	478	40	-	-	450	38	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 Кожевническая №2	1187	101	9	237	20	101	9	601	51	101	9	156	13	133	11	197	17	134	11	533	45	133	11	168	14	ПАО «МОЭСК»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №1	1000	214	21	237	24	214	21	318	32	214	21	201	20	358	36	249	25	361	36	481	48	361	36	199	20	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Красносельская №2	1000	162	16	303	30	162	16	441	44	162	16	565	57	503	50	492	49	511	51	733	73	514	51	851	85	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Цимлянская - Горьковская №1	1100	75	7	438	40	76	7	322	29	75	7	429	39	264	24	651	59	267	24	558	51	265	24	633	58	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Цимлянская - Горьковская №2	1100	77	7	121	11	78	7	194	18	77	7	184	17	272	25	311	28	276	25	396	36	273	25	461	42	АО «ОЭК»
КЛ 220 кВ Чагино - Цимлянская №1	1065	142	13	491	46	144	14	362	34	143	13	476	45	330	31	705	66	334	31	608	57	331	31	683	64	АО «Энергокомплекс»
КЛ 220 кВ Чагино - Цимлянская №2	1065	147	14	140	13	149	14	202	19	147	14	234	22	341	32	384	36	347	33	467	44	343	32	535	50	АО «Энергокомплекс»

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

305

Для рассмотренных режимов работы сети были построены графики загрузки кабельных линий транзита 220 кВ ЦАО г. Москвы на 2020 и 2025 годы при разомкнутой работе и при включении их в транзиты с учетом установки на них ВТСП ТОУ (рис. 6.1 – 6.6).

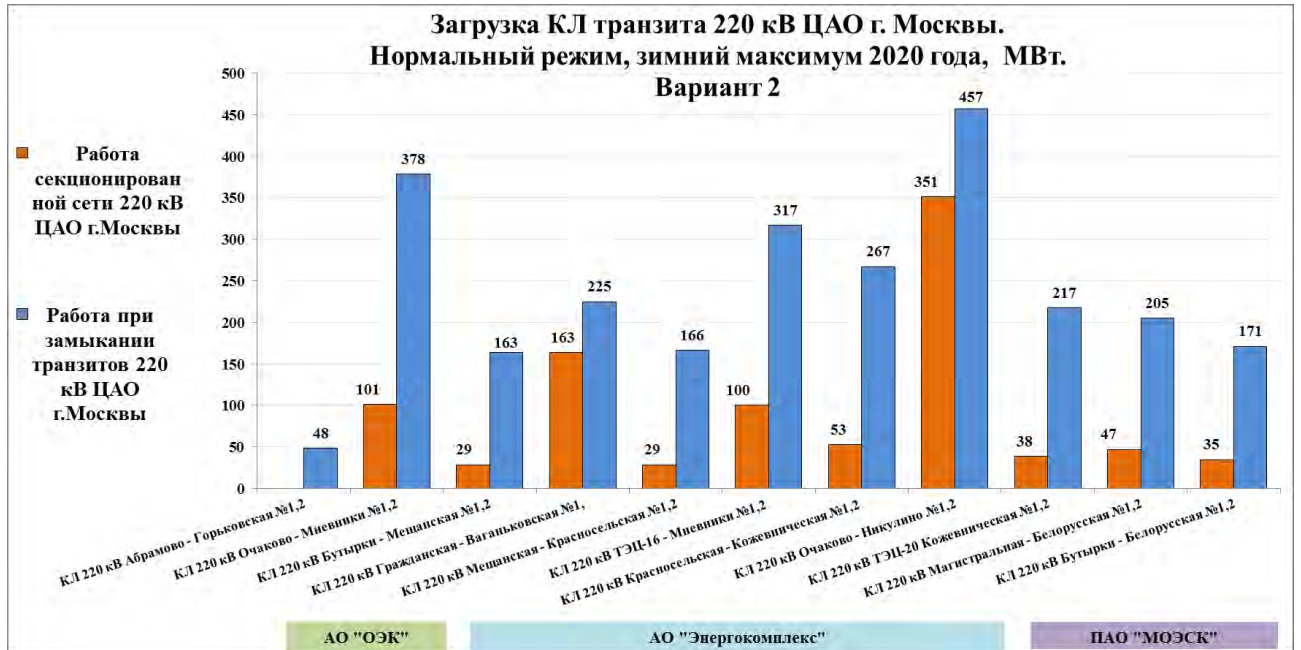


Рис. 6.1 – Загрузка КЛ транзита 220 кВ ЦАО г. Москвы. Нормальный режим, зимний максимум 2020 года, МВт. Вариант 2.

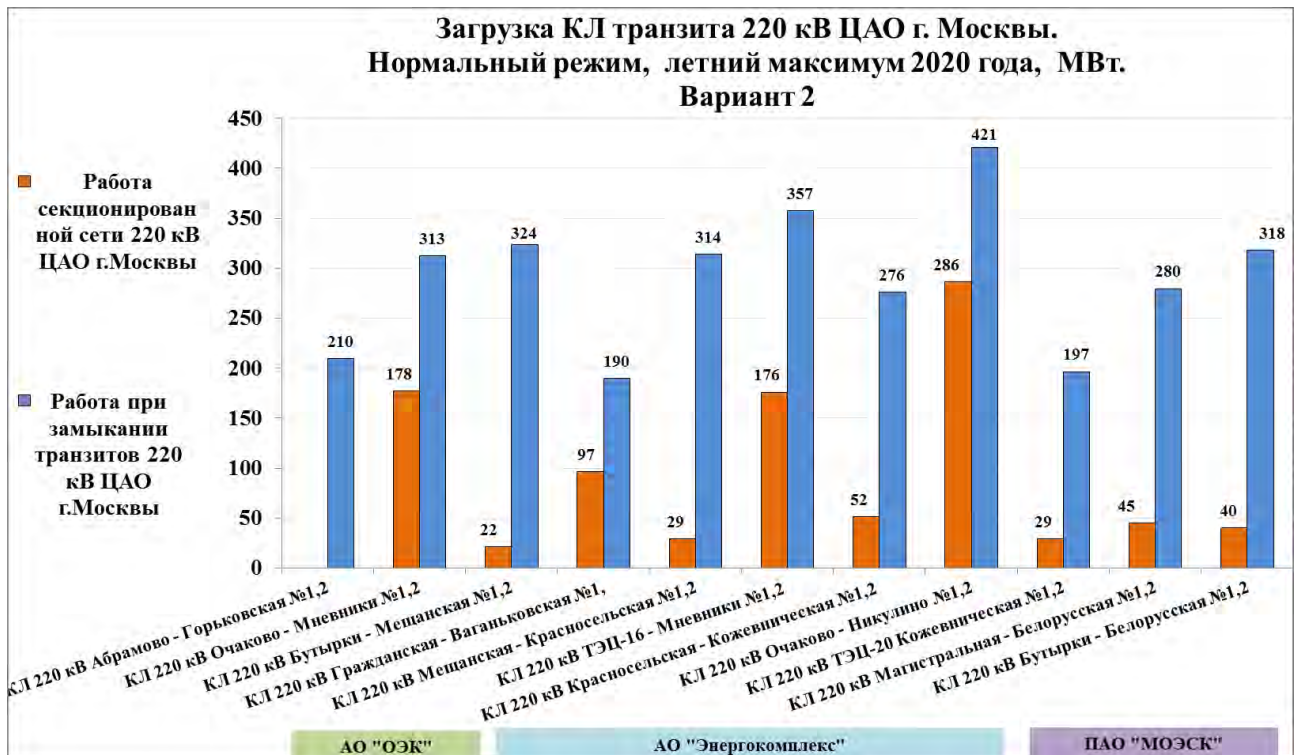


Рис. 6.2 – Загрузка КЛ транзита 220 кВ ЦАО г. Москвы. Нормальный режим, летний максимум 2020 года, МВт. Вариант 2.

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

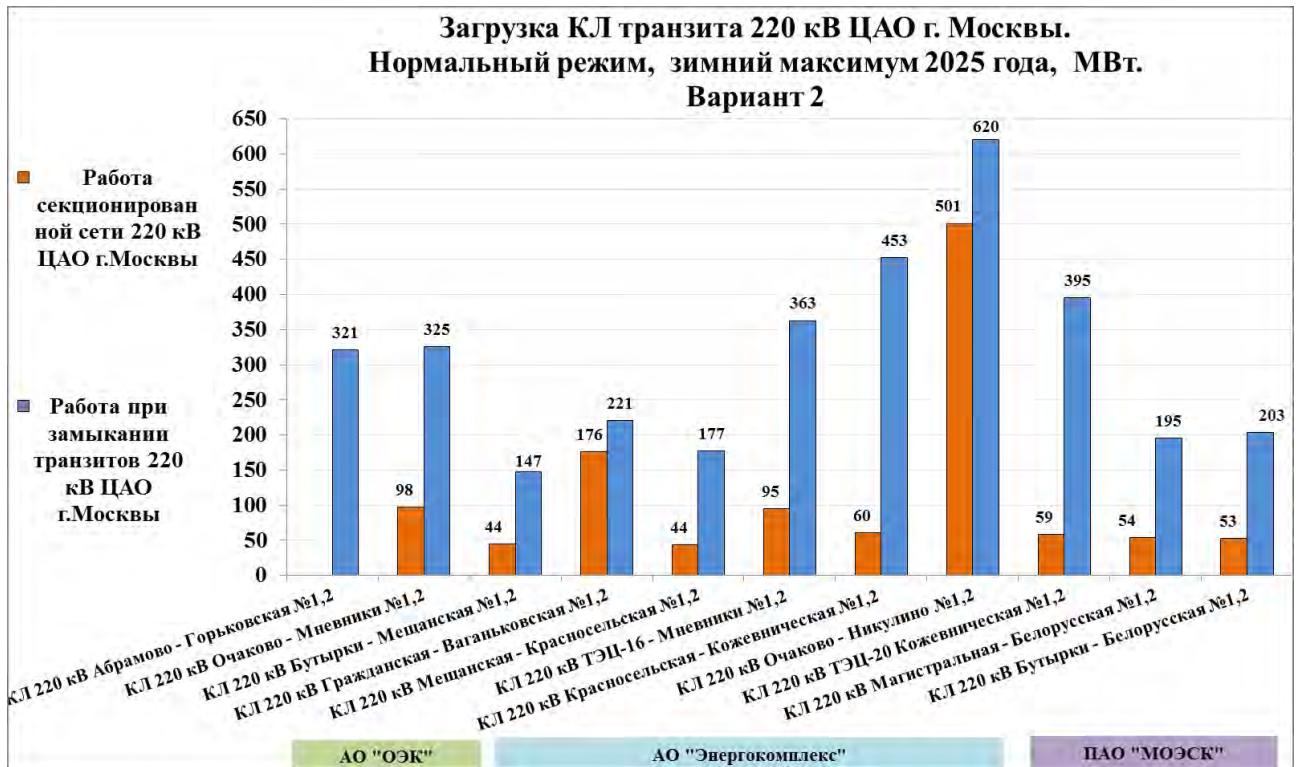


Рис. 6.3 – Загрузка КЛ транзита 220 кВ ЦАО г. Москвы. Нормальный режим, зимний максимум 2025 года, МВт. Вариант 2.

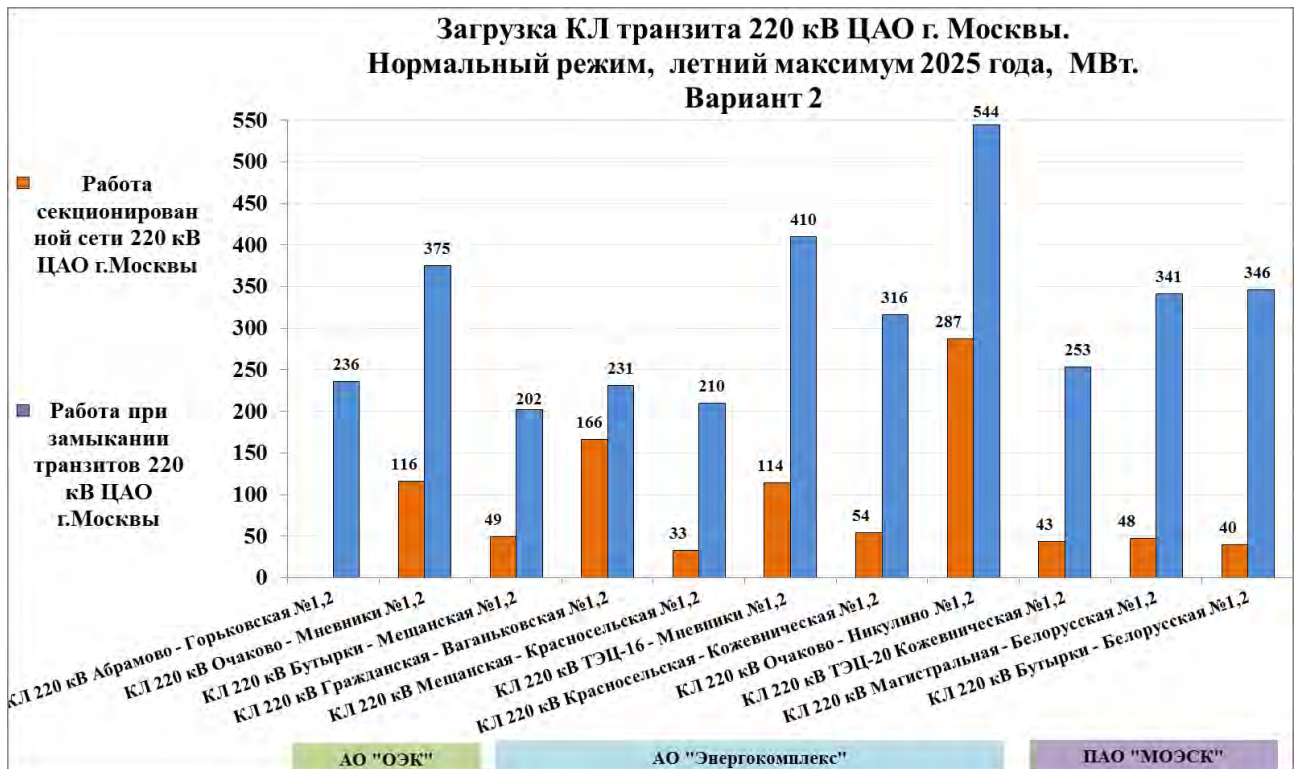


Рис. 6.4 – Загрузка КЛ транзита 220 кВ ЦАО г. Москвы. Нормальный режим, летний максимум 2025 года, МВт. Вариант 2.

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

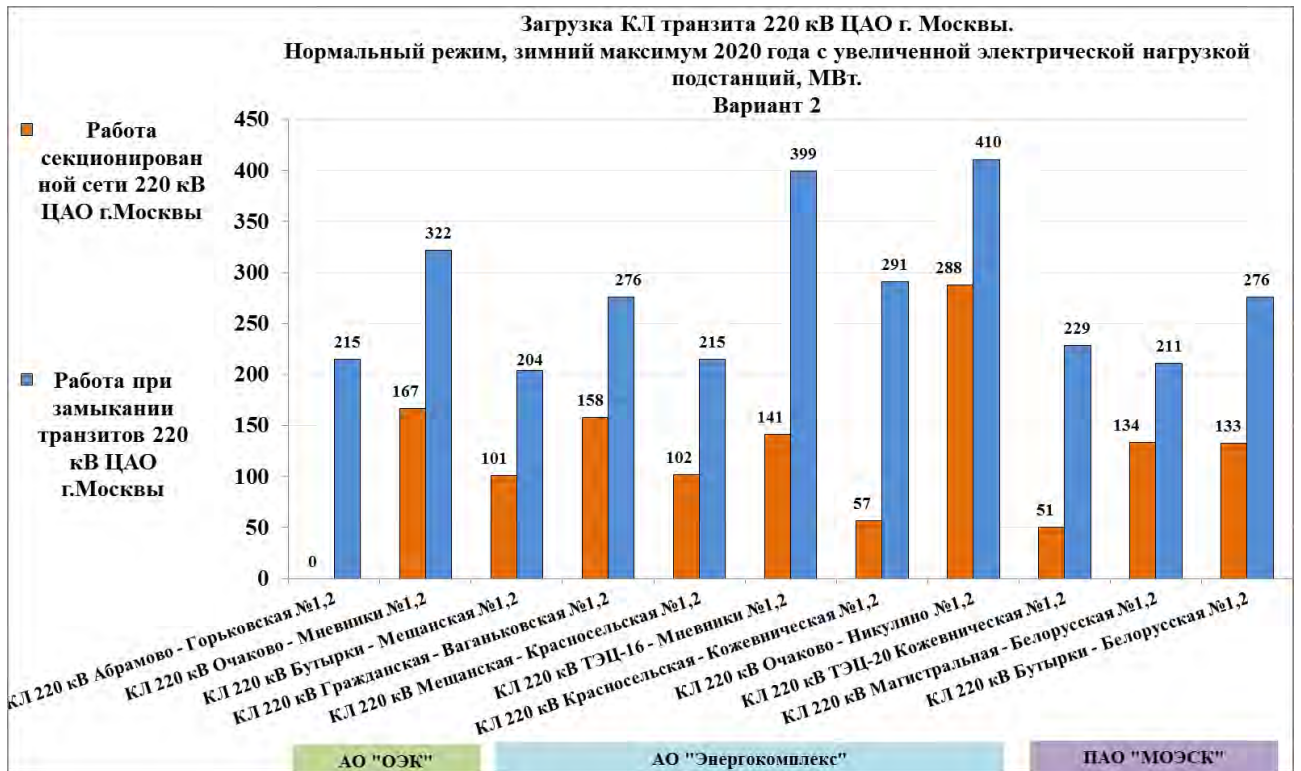


Рис. 6.5 – Загрузка КЛ транзита 220 кВ ЦАО г. Москвы. Нормальный режим, зимний максимум 2020 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций, МВт. Вариант 2.

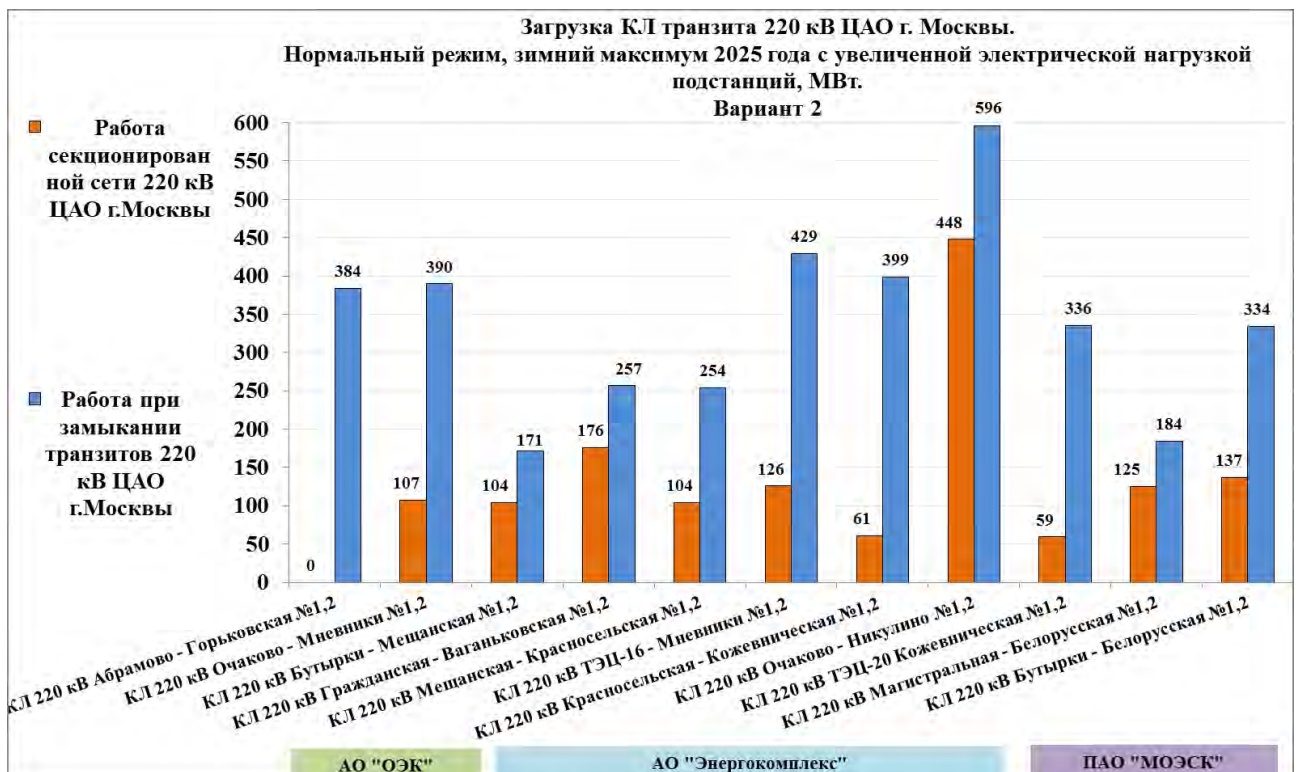


Рис. 6.6 – Загрузка КЛ транзита 220 кВ ЦАО г. Москвы. Нормальный режим, зимний максимум 2025 года с увеличенной электрической нагрузкой подстанций, МВт. Вариант 2.

Изн. № подл. Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата
------	--------	------	-------	-------	------

Анализируя результаты расчетов электрических режимов, проиллюстрированные рисунками 6.1 – 6.6, можно отметить, что при секционированной работе сети 220 кВ ЦАО г. Москвы, передача мощности по рассматриваемым кабельным линиям 220 кВ составляет от 0 МВт до 178 МВт (суммарно по двум параллельным линиям) (не включая в статистику загрузку КЛ 220 кВ Очаково – Никулино №1, №2).

При включении в работу линий 220 кВ рассматриваемых транзитов с учетом установки на них ВТСП ТОУ, перетоки мощности по этим линиям значительно увеличиваются. Передача мощности по рассматриваемым кабельным линиям 220 кВ возрастает почти в 3 раза - до 453 МВт (суммарно по двум параллельным линиям).

Установка ВТСП ТОУ на линиях транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы позволяет включить в работу линии, не задействованные сейчас в передаче мощности и, фактически, простаивающие в вынужденном резерве. Это способствует оптимизации работы кабельных линий, повышению надежности энергоснабжения потребителей г. Москвы.

Инв. № подл.	Подп. и дата						9763-09-Т1.1	Лист
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.		Дата

6.3 Режимы работы сети для нормальной схемы летних максимальных нагрузок 2020 и 2025 годов с учётом величины суммарного перетока активной мощности по ВЛ 500 кВ Ногинск – Каскадная и ВЛ 500 кВ Белый Раст – Западная не менее 1700 МВт

Дополнительно были проведены расчёты электроэнергетических режимов для летних максимальных нагрузок 2020 и 2025 годов с учётом величины суммарного перетока активной мощности по ВЛ 500 кВ Ногинск — Каскадная и ВЛ 500 кВ Белый Раст — Западная не менее 1700 МВт для нормальной секционированной схемы и схемы с расстановкой ВТСП ТОУ по Варианту 2 для следующих режимов:

1. Нормальный режим работы сети.
2. Послеаварийный режим аварийного отключения ВЛ 500 кВ Белый Раст – Западная в схеме ремонта ВЛ 500 кВ Ногинск – Каскадная.
3. Послеаварийный режим аварийного отключения ВЛ 500 кВ Белый Раст – Западная в схеме ремонта ВЛ 500 кВ Каскадная – Чагино.
4. Послеаварийный режим аварийного отключения КВЛ 500 кВ Западная–Очаково в схеме ремонта ВЛ 500 кВ Ногинск – Каскадная.
5. Послеаварийный режим аварийного отключения КВЛ 500 кВ Западная –Очаково в схеме ремонта ВЛ 500 кВ Каскадная – Чагино.
6. Послеаварийный режим аварийного отключения ВЛ 500 кВ Трубино — Бескудниково при суммарной генерации Загорской ГАЭС 2040 МВт.
7. Послеаварийный режим аварийного отключения ВЛ 500 кВ Ногинск – Бескудниково в схеме ремонта ВЛ 500 кВ Ногинск – Владимирская.

Результаты расчета электрических режимов сети 220 кВ и выше в летний максимум нагрузки приведены в Приложении Н: 2020 год – см. таблицы Н.23-Н.24, 2025 год – см. таблицы Н.25-Н.26.

По результатам расчетов электрических режимов на 2020 и 2025 года были выявлены ЛЭП 220 кВ, расчетная пропускная способность которых превышает длительно допустимую нагрузку. Данные по линиям сведены в таблицы 6.3.1 и 6.3.2.

Таблица 6.3.1 – Перечень ЛЭП, расчетная пропускная способность которых превышает длительно допустимую нагрузку, на 2020 год

Наименование ЛЭП	Сущест. пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$, А	Схема секционирования сети на 2020 год		Вариант 2			
		Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$	Оборудование, требующее замены	Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены	
				А	%		А
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново I, II цепь	825	955	116	Воздушный участок АСУ-400 (825 А), ошиновка на ПС Гольяново АСУ-400 (825 А)	898	109	Воздушный участок АСУ-400 (825 А), ошиновка на ПС Гольяново АСУ-400 (825 А)

9763-09-Т1.1

Лист

310

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Наименование ЛЭП	Сущест. пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$, А	Схема секционирования сети на 2020 год		Вариант 2			
		Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены	Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены
		А	%		А	%	
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково I, II цепь	820	1082	132	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А), воздушный участок АС-400/51 (979 А)	1431	175	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А) и XLPE 1*2000 (1185 А), воздушный участок АС-400/51 (979 А), ТТ на ПС Владыкино (1200 А)
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь	825	937	114	Воздушный участок АСО-400 (825 А), ошиновка на ПС Говорово АС-400 (825 А)	683	83	-
КВЛ 220 кВ ТЭС Лыково - Сколково	825	1055	128	Воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка марки FXLG (1000 А) и ТТ (1000 А) на ТЭС Лыково	563	68	-
КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино	650	1020	157	Кабель марки МВДТ 550 (650 А), воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка АС-400 (825 А) на ПС бутырки и ПС Владыкино	1367	210	Кабель марки МВДТ 550 (650 А), воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка АС-400 (825 А) на ПС бутырки и ПС Владыкино
КВЛ 220 кВ Красногорская - Ильинская I, II цепь	825	1065	129	Кабель марки НХСНВМК-4F 1*1200/265 (951 А), воздушный участок АС-400/50 (825 А)	615	75	-
КВЛ 220 кВ Ильинская - Герцево I, II цепь	825	1079	131	Кабель марки НХСНВМК-4F 1*1200/265 (951 А), воздушный участок АС-400/50 (825 А)	627	76	-
КВЛ 220 кВ Парковая - Восточная	825	846	103	Воздушный участок АС-400/50 (825 А), ошиновка на ПС Восточная АС-400/50 (825 А)	785	95	-
КВЛ 220 кВ Парковая - Гольяново I, II цепь	825	899	109	Кабель марки МВДТк 1*1200 (850 А), воздушный участок АС-400/50 (825 А), ошиновка на ПС Гольяново АС-400/50 (825 А)	839	102	Воздушный участок АС-400/50 (825 А), ошиновка на ПС Гольяново АС-400/50 (825 А)
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Бутырки	825	736	89	-	1322	160	Кабель марки XLPE 1*2000 (1185 А) и МВДТ 1*550 (1300 А), воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка (945 А) на ПС

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Лист

311

Наименование ЛЭП	Сущест. пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$, А	Схема секционирования сети на 2020 год		Вариант 2			
		Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены	Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены
		А	%		А	%	
							Бутырки
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I, II цепь	820	535	65	-	1174	143	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А), воздушный участок АС-400/51 (979 А)
КВЛ 220 кВ Трубино - ТЭЦ-23	825	774	94	-	942	114	Кабель марки МВДТк 1200 (850 А), воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка АСО-400 (825 А) на ПС Трубино
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1, №2	1000	425	43	-	1139	114	Кабель марки 2XS(FL)2Y 1*2000 (1000 А)
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1, №2	1047	996	95	-	1194	114	Кабель марки 2XS(FL)2Y-LWL 1x1200 RMS/300-127/220 кВ (1047 А)
КЛ 220 кВ Восточная - Абрамово №1, №2	825	76	9	-	868	105	Ошиновка на ПС Восточная (825 А)

Таблица 6.3.2 – Перечень ЛЭП, расчетная пропускная способность которых превышает длительно допустимую нагрузку, на 2025 год

Наименование ЛЭП	Сущест. пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$, А	Схема секционирования сети на 2020 год		Вариант 2			
		Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены	Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены
		А	%		А	%	
КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково I, II цепь	820	1057	129	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А), воздушный участок АС-400/51 (979 А)	1221	149	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А) и XLPE 1*2000 (1185 А), воздушный участок АС-400/51 (979 А), ТТ на ПС Владыкино (1200 А)
КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино	650	1003	154	Кабель марки МВДТ 550 (650 А), воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка АС-400 (825 А) на	1164	179	Кабель марки МВДТ 550 (650 А), воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка АС-400 (825 А) на

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

312

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Наименование ЛЭП	Сущест. пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$, А	Схема секционирования сети на 2020 год		Вариант 2			
		Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены	Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены
		А	%		А	%	
				ПС Бутырки и ПС Владыкино			ПС Бутырки и ПС Владыкино
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Бутырки	825	738	89	-	1253	152	Кабель марки XLPE 1*2000 (1185 А) и МВДТ 1*550 (1300 А), воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка (945 А) на ПС Бутырки
КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I,II цепь	820	878	107	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А)	1104	135	Кабель марки МВДТк 1200 (820 А), воздушный участок АС-400/51 (979 А)
ВЛ 220 кВ Куркино - ТЭЦ-21 I,II цепь	825	928	112	Воздушный участок АС-400/50 (825 А), ошиновка на ПС Куркино и ТЭЦ-21 АС-400/50 (825 А)	448	54	-
КВЛ 220 кВ Западная - Куркино	825	870	105	Воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка АСО-40 (825 А) на ПС Куркино	323	39	-
КВЛ 220 кВ Трубино - ТЭЦ-23	825	840	102	Кабель марки МВДТк 1200 (850 А), воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка АСО-400 (825 А) на ПС Трубино	883	107	Кабель марки МВДТк 1200 (850 А), воздушный участок АС-400/51 (825 А), ошиновка АСО-400 (825 А) на ПС Трубино
КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1,2	1000	1111	111	Кабель марки 2XS(FL)2Y 1*2000 (1000 А)	1259	126	Кабель марки 2XS(FL)2Y 1*2000 (1000 А)
КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №1,2	852	944	111	Кабель марки НХСНВМК-НФ-220-1*2000 (852 А)	978	115	Кабель марки НХСНВМК-НФ-220-1*2000 (852 А)
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1,2	1047	1198	114	Кабель марки 2XS(FL)2Y-LWL 1x1200 RMS/300-127/220 кВ	1343	128	Кабель марки 2XS(FL)2Y-LWL 1x1200 RMS/300-127/220 кВ

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

313

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Наименование ЛЭП	Сущест. пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$, А	Схема секционирования сети на 2020 год		Вариант 2			
		Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены	Расчётная пропускная способность при $t=+25^{\circ}\text{C}$		Оборудование, требующее замены
		А	%		А	%	
				(1047 А)			(1047 А), ТТ на ПС Мневники (1200 А)

Загрузка остальных элементов электрической сети и напряжения на подстанциях находятся в пределах нормы, за исключением перегрузки автотрансформатора АТ-3 напряжением 500/220/20 кВ мощностью 500 МВА на ПС Бескудниково в послеаварийных режимах в летний максимум 2025 года (загрузка составила 565 МВА (113% от $S_{\text{НОМ}}$) для схемы секционирования на 2025 год и 508 МВА (102% от $S_{\text{НОМ}}$) для Варианта 2).

В таблице 6.3.3 приведена величина капиталовложений, требуемых для усиления сети, с учётом величины суммарного перетока активной мощности по ВЛ 500 кВ Ногинск — Каскадная и ВЛ 500 кВ Белый Раст — Западная не менее 1700 МВт для нормальной секционированной схемы и схемы с расстановкой ВТСП ТОУ по Варианту 2.

Таблица 6.3.3 – Величина капиталовложений, требуемых для усиления сети, с учётом величины суммарного перетока активной мощности по ВЛ 500 кВ Ногинск — Каскадная и ВЛ 500 кВ Белый Раст — Западная не менее 1700 МВт для нормальной секционированной схемы и схемы с расстановкой ВТСП ТОУ по Варианту 2.

Объект	Схема секционирования сети на расчетный год			Вариант 2		
	Технические характеристики	Мероприятия для повышения пропускной способности	Полная стоимость строительства (с НДС) на 01.06.2016 год, млн.рублей	Технические характеристики	Мероприятия для повышения пропускной способности	Полная стоимость строительства (с НДС) на 01.06.2016 год, млн.рублей
2020 год						
ВЛ 220 кВ ТЭЦ-23 - Гольяново I, II цепь	2 x 2,300 км	Прокладка кабеля, замена провода	93	2 x 2,300 км	Прокладка кабеля, замена провода	93
КВЛ 220 кВ Владыкино – Бескудниково I, II цепь	2x3,965 км	Замена провода, прокладка кабеля	2672,8	2x3,965 км+0,303 км + 0,21 км	Замена провода, прокладка кабеля	2845,7
КВЛ 220 кВ Очаково - Говорово I цепь	10,84 км	Замена провода	219	-	-	0
КВЛ 220 кВ ТЭС Лыково - Сколково	10,36 км	Замена провода	209	-	-	0
КВЛ 220 кВ Бутырки -	2,39 км 2,626 км	Замена провода,	881,6	2,39 км 2,626 км	Замена провода,	933,4

Инва. № подл.	Подп. и дата

9763-09-Т1.1						Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	314

Объект	Схема секционирования сети на расчетный год			Вариант 2		
	Технические характеристики	Мероприятия для повышения пропускной способности	Полная стоимость строительства (с НДС) на 01.06.2016 год, млн.рублей	Технические характеристики	Мероприятия для повышения пропускной способности	Полная стоимость строительства (с НДС) на 01.06.2016 год, млн.рублей
<i>Владыкино</i>		прокладка кабеля			прокладка кабеля	
<i>КВЛ 220 кВ Красногорская - Ильинская I, II цепь</i>	6,7 км + 13,47 км	Замена провода, прокладка кабеля	4654	-	-	0
<i>КВЛ 220 кВ Ильинская - Герцево I, II цепь</i>	2x4,26 км + 2x1,393 км	Замена провода, прокладка кабеля	1056	-	-	0
<i>КВЛ 220 кВ Парковая - Восточная</i>	(1,2 км + 3,001 км) + 0,16 км	Замена провода, прокладка кабеля	136	-	-	0
<i>КВЛ 220 кВ Парковая - Гольяново I, II цепь</i>	3,23км+3,27 км + 1,24 км+1,25 км	Замена провода, прокладка кабеля	922	3,23км+3,27 км	Замена провода	131,4
<i>КВЛ 220 кВ Бескудниково - Бутырки</i>	-	-	0	2,44 км + 6,33 км + 0,28 км	Замена провода, прокладка кабеля	2277,2
<i>КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I, II цепь</i>	-	-	0	10,35 км + 10,31 км	Замена провода, прокладка кабеля	6554,6
<i>КВЛ 220 кВ Трубино - ТЭЦ-23</i>	-	-	0	26 км + 1,61 км	Замена провода, прокладка кабеля	1036,5
<i>КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1, №2</i>	-	-	0	2x12,492 км	Прокладка кабеля	7927,6
<i>КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1, №2</i>	-	-	0	5,55 км + 5,57 км	Прокладка кабеля	3528,5
Итого			10843			25328
2025 год						
<i>КВЛ 220 кВ Владыкино - Бескудниково I, II цепь</i>	2x3,965 км	Прокладка кабеля, замена провода	2672,8	2x3,965 км+0,303 км + 0,21 км	Замена провода, прокладка кабеля	2845,7
<i>КВЛ 220 кВ Бутырки - Владыкино</i>	2,39 км 2,626 км	Замена провода, прокладка кабеля	881,6	2,39 км 2,626 км	Замена провода, прокладка кабеля	881,6
<i>КВЛ 220 кВ Бескудниково - Бутырки</i>	-	-	0	2,44 км 6,33 км + 0,28 км	Замена провода, прокладка	2277,2

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-Т1.1

Лист

315

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Объект	Схема секционирования сети на расчетный год			Вариант 2		
	Технические характеристики	Мероприятия для повышения пропускной способности	Полная стоимость строительства (с НДС) на 01.06.2016 год, млн.рублей	Технические характеристики	Мероприятия для повышения пропускной способности	Полная стоимость строительства (с НДС) на 01.06.2016 год, млн.рублей
					кабеля	
<i>КВЛ 220 кВ Бескудниково - Гражданская I,II цепь</i>	10,35 км + 10,31 км	Прокладка кабеля	6555	10,35 км 10,31 км	Замена провода, прокладка кабеля	6554,6
<i>ВЛ 220 кВ Куркино - ТЭЦ-21 I,II цепь</i>	2x8,7 км	Замена провода	371,6	-	-	0,0
<i>КВЛ 220 кВ Западная - Куркино</i>	2,88 км	Замена провода	49,3	-	-	0,0
<i>КВЛ 220 кВ Трубино - ТЭЦ-23</i>	26 км + 1,61 км	Замена провода, прокладка кабеля	1036,5	26 км 1,61 км	Замена провода, прокладка кабеля	1036,5
<i>КЛ 220 кВ Очаково - Мневники №1,2</i>	2x12,492 км	Прокладка кабеля	7927,6	2x12,492 км	Прокладк а кабеля	7927,6
<i>КЛ 220 кВ Очаково - Никулино №1,2</i>	6,5 км+6,4 км	Прокладка кабеля	4093,3	6,5 км 6,4 км	Прокладк а кабеля	4093,3
<i>КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 - Мневники №1,2</i>	5,55 км +5,57 км	Прокладка кабеля	3528,5	5,55 км 5,57 км	Прокладк а кабеля	3747,9
Итого			27115,8			29364,5

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Лист

316

7. Устройства релейной защиты и автоматики для защиты устанавливаемых ВТСП ТОУ по рассматриваемым вариантам

7.1 Общие положения

Для защиты токоограничивающего устройства на основе высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП ТОУ) предусматривается использование комплексов релейной защиты и автоматики на современной микропроцессорной (МП) технике, в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

В соответствии с предложенными сценариями, ТОУ планируется устанавливать в цепи ШСВ 220 кВ (Вариант 1), на линиях 220 кВ (Вариант 2, Сценарии 1; 2; 3, 4), на линиях 110 кВ (Вариант 3).

Предполагается, что устанавливаемые токоограничивающие устройства на основе высокотемпературных сверхпроводников на линиях 110 - 220 кВ будут входить в зону защит линий 110-220 кВ. Необходимым быстродействием, с учетом обеспечения необходимой чувствительности, обладают основные защиты линий 110-220 кВ. Ступенчатые защиты обеспечивают отключение КЗ с выдержками времени, при которых не обеспечивается термическая стойкость ВТСП ТОУ. Учитывая возможность выхода из строя одного из комплектов основных защит необходимо, чтобы линии 110-220 кВ имели два комплекта основных защит.

Устанавливаемые ВТСП ТОУ в цепях ШСВ 220 кВ будут входить в зону защит шин 220 кВ. Учитывая возможность выхода из строя одного комплекта ДЗШ необходимо предусмотреть для защиты ТОУ и шин 220 кВ два комплекта защит.

Для точного определения повреждения в ВТСП ТОУ при КЗ в электрической сети 110-220 кВ предусматривается использование комплекта дифференциальной защиты ошиновки (ДЗО).

Далее приводятся предложения по обеспечению защиты ВТСП ТОУ для каждого из рассматриваемых вариантов.

7.2 Анализ состава существующих устройств РЗА, используемых для защиты ВТСП ТОУ.

В соответствии с **Вариантом 1** для возможности замыкания транзитов напряжением 220 кВ в ЦАО г. Москвы требуется установка 6 устройств ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом в цепях ШСВ:

- Цепь ШСВ 220 кВ между секциями 1 и 2 ПС 500/220/110 кВ Очаково;
- Цепь ШСВ 220 кВ между секциями 3 и 4 ПС 500/220/110 кВ Очаково;
- Цепь ШСВ 220 кВ между секциями 1 и 3 ПС 500/220/110 кВ Бескудниково;
- Цепь ШСВ 220 кВ между секциями 2 и 4 ПС 500/220/110 кВ Бескудниково;
- Цепь ШСВ 220 кВ между секциями 1 и 2 I СШ ТЭЦ-20;
- Цепь ШСВ 220 кВ между секциями 1 и 2 II СШ ТЭЦ-20.

В настоящий момент на вышеперечисленных объектах установлено по два комплекта защит шин 220 кВ. Комплексы РЗА шин 220 кВ выполнены с использованием МП шкафов защит.

Изм. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

317

Состав существующих защит оборудования, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ, приведен в таблице 7.1.

Таблица 7.1. Состав существующих защит оборудования, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ по Варианту 1

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ
Цепь ШСВ 220 кВ между секциями 1 и 2 и секциями 3 и 4 ПС 500/220/110 кВ Очаково	ДЗШ 220 кВ (REB670) 1к, 2к
Цепь ШСВ 220 кВ между секциями 1 и 3 и секциями 2 и 4 ПС 500/220/110 кВ Бескудниково	ДЗШ 220 кВ (7SS522 1к, 2к – центральный терминал, 7SS525 – терминалы присоединения)
Цепь ШСВ 220 кВ между секциями 1 и 2 I и II СШ ТЭЦ-20	ДЗШ (REB670) 1к, 2к

Замена существующих устройств РЗА при установке ВТСП ТОУ по Варианту 1 не требуется.

В соответствии с рекомендуемым **Вариантом 2 Сценарий 1** для возможности замыкания транзитов напряжением 220 кВ в ЦАО г. Москвы требуется установка 10 устройств ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом на линиях:

- КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1, 2;
- КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
- КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- КЛ 220 кВ Красносельская – Кожевническая №2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №2;
- КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1;
- КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2;
- КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2.

В настоящий момент на вышеперечисленных линиях установлено по два комплекта основных защит и комплект резервных защит. Комплекс РЗА КЛ 220 кВ выполнен с использованием МП шкафов защит.

Состав существующих защит линий, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ, приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2. Состав существующих защит линий, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ по Варианту 2 Сценарий 1

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ	
КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская 2	ПС Бутырки -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Мещанская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая 2	ТЭЦ-20 -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Кожевническая -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ Кожевническая – Красносельская 2	ПС Кожевническая -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Красносельская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская 1	ПС Мещанская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Красносельская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

318

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ	
КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская 1	<u>ПС Гражданская</u> -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (7SA522)	<u>ПС Ваганьковская</u> -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16– Мневники №2	<u>ТЭЦ-16</u> ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	<u>ПС Мневники</u> ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1, 2	<u>ПС Абрамово</u> ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	<u>ПС Горьковская</u> ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)

Для проектируемых КЛ 220 кВ Белорусская – Бутырки №1 и КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2 в соответствии с НТП ПС (СТО 56947007-29.240.10.028-2009) должны устанавливаться также по два комплекта основных защит.

Замена существующих устройств РЗА при установке ВТСП ТОУ по Варианту 2 Сценарий 1 не требуется.

В соответствии с **Вариантом 2 Сценарий 2** для возможности замыкания транзитов напряжением 220 кВ в ЦАО г. Москвы требуется установка 10 устройств ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом на линиях:

- КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1, 2;
- КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1, 2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №1, 2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1, 2;
- КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

В настоящий момент на вышеперечисленных линиях установлено по два комплекта основных защит и комплект резервных защит. Комплекс РЗА КЛ 220 кВ выполнен как с использованием шкафов микропроцессорных (МП) защит, так и с использованием панелей защит на электромеханической элементной базе. Устройства РЗА КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1,2, выполненные на электромеханической элементной базе уже не обладают достаточной надежностью и имеют морально устаревшее техническое исполнение, в связи с чем подлежат замене на современные МП устройства.

Состав существующих защит линий, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ, приведен в таблице 7.3.

Таблица 7.3. Состав существующих защит линий, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ по Варианту 2 Сценарий 2

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ	
КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1, 2	<u>ПС Бутырки</u> -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	<u>ПС Мещанская</u> -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2	<u>ТЭЦ-16</u> -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	<u>ПС Мневники</u> -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №1, 2	<u>ТЭЦ-23</u> -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	<u>ПС Красносельская</u> -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)

Ивв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1, 2	ТЭЦ-23 -ДФЗ-201 -ДЗЛ-2	ПС Гольяново -ДФЗ-201 -ДЗЛ-2
КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2	ПС Абрамово -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Горьковская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)

Для проектируемой КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1, 2 в соответствии с НТП ПС (СТО 56947007-29.240.10.028-2009) должны устанавливаться также по два комплекта основных защит.

Замена существующих устройств РЗА при установке ВТСП ТОУ по Варианту 2 Сценарий 2 не требуется.

В соответствии с **Вариантом 2 Сценарий 3** для возможности замыкания транзитов напряжением 220 кВ в ЦАО г. Москвы требуется установка 10 устройств ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом на линиях:

- КЛ 220 кВ Очаково – Магистральная №1, 2;
- КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2;
- КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №1, 2;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1, 2;
- КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
- КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

В настоящий момент на вышеперечисленных линиях установлено по два комплекта основных защит и комплект резервных защит. Комплекс РЗА КЛ 220 кВ выполнен как с использованием шкафов микропроцессорных (МП) защит, так и с использованием панелей защит на электромеханической элементной базе. Устройства РЗА КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1,2, выполненные на электромеханической элементной базе уже не обладают достаточной надежностью и имеют морально устаревшее техническое исполнение, в связи с чем подлежат замене на современные МП устройства.

Состав существующих защит линий, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ, приведен в таблице 7.4.

Таблица 7.4. Состав существующих защит линий, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ по Варианту 2 Сценарий 3

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ	
КЛ 220 кВ Очаково – Магистральная №1, 2	ПС Очаково -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL511)	ПС Магистральная -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL511)
КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2	ПС Очаково -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Мневники -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1	ПС Мещанская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Красносельская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №1, 2	ТЭЦ-23 -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Красносельская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)

Ив. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№доку.	Подп.	Дата

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1, 2	ТЭЦ-23 -ДФЗ-201 -ДЗЛ-2	ПС Гольяново -ДФЗ-201 -ДЗЛ-2
КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2	ПС Бутырки -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Мещанская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2	ПС Абрамово -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Горьковская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)

Замена существующих устройств РЗА при установке ВТСП ТОУ по Варианту 2 Сценарий 3 не требуется.

В соответствии с **Вариантом 2 Сценарий 4** для возможности замыкания транзитов напряжением 220 кВ в ЦАО г. Москвы требуется установка устройства ВТСП ТОУ сопротивлением 40 Ом на линиях:

- ПС 220 кВ Бутырки: ШСЭВ 220 кВ (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки);
- КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2;
- КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- ПС 220 кВ Восточная: ШСЭВ 220 кВ;
- КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская № 1;
- ПС 220 кВ Герцево: ШСЭВ 220 кВ;
- ПС 220 кВ Красногорская: ШСЭВ 220 кВ;
- КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
- КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2.

В настоящий момент на вышеперечисленных линиях установлено по два комплекта основных защит и комплект резервных защит. Комплекс РЗА КЛ 220 кВ выполнен как с использованием шкафов микропроцессорных (МП) защит.

В настоящий момент на ПС 220 кВ Бутырки, Восточная, Герцево, Красногорская установлено по два комплекта защит шин 220 кВ. Комплексы РЗА шин 220 кВ ПС 220 кВ Бутырки, Восточная, Красногорская (после реконструкции) будут иметь МП шкафов защит. На ПС 220 кВ Восточная для защиты шин 220 кВ используется как МП шкаф, так и ДЗШ на электромеханической базе.

Состав существующих защит линий, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ, приведен в таблице 7.5.

Таблица 7.5. Состав существующих защит линий, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ по Варианту 2 Сценарий 4

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ	
КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2	ПС Бутырки -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Мещанская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1	ПС Мещанская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Красносельская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2	ПС Абрамово -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к	ПС Горьковская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к

Изм. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ	
	-КСЗ (REL670)	-КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская 1	ПС Гражданская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (7SA522)	ПС Ваганьковская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)
КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2	ТЭЦ-16 -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)	ПС Мневники -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к -КСЗ (REL670)

Состав существующих защит шин 220 кВ, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ, приведен в таблице 7.6.

Таблица 7.6. Состав существующих защит шин, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ по Варианту 2 Сценарий 4

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ
Цепь ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Бутырки:	ДЗШ РНТ-565 – в настоящий момент REB670 1, 2 комплект – после реконструкции ШСВ разомкнут, защит не имеет. После реконструкции в качестве защит будет установлен TOP300 в составе шкафа ШЛ2606
Цепь ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Восточная:	ДЗШ, УРОВ 1 комплект 220 кВ (REB670) на данный момент еще не включен в работу ДЗШ, УРОВ 2 комплект 220 кВ (REB670) в работе Делительная защита ШСЭВ 220 кВ (электромеханическая панель)
Цепь ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Герцево	ДЗШ 220 кВ 1 комплект (RED521) ДЗШ 220 кВ 2 комплект (РНТ-565) Делительная защита ШСЭВ 220 кВ (SPAC801)
Цепь ШСЭВ 220 кВ ПС 220 кВ Красногорская	ДЗШ, УРОВ 1 комплект 220 кВ (7SS52) ДЗШ, УРОВ 2 комплект 220 кВ (7SS52) Делительная защита ШСЭВ 220 кВ (7SJ)

На ПС 220 кВ Герцево существующая защита шин 220 кВ выполнена на электромеханической базе и подлежит замене как морально устаревшая. В соответствии с положением ОАО «Россети» «О единой технической политике в электросетевом комплексе» предусматривается установка микропроцессорного (МП) устройств РЗА для защиты шин 220 кВ.

В соответствии с **Вариантом 3** для возможности замыкания транзитов напряжением 110 кВ в ЦАО г. Москвы требуется установка 20 устройств ВТСП ТОУ сопротивлением 25 Ом на линиях:

- КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь;
- ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь;
- КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь;
- КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2;
- ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь;
- КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1,2;
- КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1,2;
- КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1,2;
- КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1;
- КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1;

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

322

- КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая №1,2;
- КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2,
- КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2;
- КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино.

В настоящий момент на вышеперечисленных линиях установлено по два комплекта основных защит и комплект резервных защит. Комплекс РЗА линий 110 кВ выполнен как с использованием шкафов микропроцессорных (МП) защит, так и с использованием панелей защит на электромеханической элементной базе. Устройства РЗА КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1 и КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая №1,2, выполненные на электромеханической элементной базе уже не обладают достаточной надежностью и имеют морально устаревшее техническое исполнение, в связи с чем подлежат замене на современные МП устройства. Комплекс основных защит РЗА КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1 представлен двумя комплектами защит, один из которых так же выполнен на электромеханической элементной базе и подлежит замене. Функции основной защиты ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино 1 цепь, КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево цепи №1, №2 выполняет один комплект ступенчатых защит, реализованный на МП терминале. Исходя из вышеперечисленных требований к быстродействию и надежности комплекса РЗА, при использовании ВТСП ТОУ необходимо установить на данных линиях по два полноценных комплекта основной защиты с двух сторон.

Состав существующих защит линий, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ, приведен в таблице 7.7.

Таблица 7.7. Состав существующих защит линий, в зону которых входят предлагаемые к установке ВТСП ТОУ по Варианту 3

Место установки ТОУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТОУ	
КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь	ПС Очаково -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к	ПС Новокунцево -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к
ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь	Новокунцево -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к	ПС Солнцево -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к
КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь	Сетунь -ДЗЛ (REL551) 1к, 2к	ПС Новокунцево -ДЗЛ (REL551) 1к, 2к
КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2	Рублево -ДЗЛ (REL551) 1к, 2к	ПС Сетунь -ДЗЛ (REL551) 1к, 2к
ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь	ПС Красногорская -КСЗ (REL511) -ЭПЗ-1640 -МТЗ (эл.мех.)	ПС Строгино -КСЗ (REL511) -ЭПЗ-1640 -МТЗ (эл.мех.)
КЛ 110 кВ Чоботы – Полет №1,2	ПС Чоботы -ДЗЛ (REL551) 1к, 2к	ПС Полет -ДЗЛ (REL551) 1к, 2к
КЛ 110 кВ Пресня – Сити №1,2	ПС Пресня -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к	ПС Сити -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к
КЛ 110 кВ Самарская – Рижская №1,2	ПС Самарская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к	ПС Рижская -ДЗЛ (RED670) 1к, 2к
КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1	ПС Карачарово -ДЗЛ (REL551) 1к -ДЗЛ-2 2к	ПС Выхино -ДЗЛ (REL551) 1к -ДЗЛ-2 2к
КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1	ПС Карачарово -ДФЗ-201 -ЭПЗ-1636	ПС Андроньевская -ДФЗ-201 -ЭПЗ-1636

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

323

Место установки ТООУ	Устройства РЗА, используемые для защиты ТООУ	
КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая №1,2	<u>ПС Даниловская</u> -ДФЗ-201 -ЭПЗ-1636	<u>ПС Павелецкая</u> -ДФЗ-201 -ЭПЗ-1636
КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2,	<u>ПС Новобратцево</u> МТЗ, 33 (7SJ622) 1 компл. МТЗ, 33 (7SJ622) 2 компл.	<u>Коптево</u> : Защит нет
КЛ 110 кВ Таганская – Новоспаская №1– Угреша	<u>ПС Таганская</u> ДЗЛ (REL551) 1 комплект ДЗЛ (REL551) 2 комплект ДЗ, 33 (REL511)	<u>ПС Новоспаская</u> : Защит нет <u>ПС Угреша</u> ДЗЛ (REL551) 1 комплект ДЗЛ (REL551) 2 комплект ДЗ, 33 (REL511)
КЛ 110 кВ Таганская – Новоспаская №2– Чагино	<u>ПС Таганская</u> ДЗЛ (7SD52) 1 комплект ДЗЛ (7SD52) 2 комплект ДЗ, 33 (ЭПЗ-1636)	<u>ПС Новоспаская</u> : Защит нет <u>ПС Чагино</u> ДЗЛ (7SD52) 1 комплект ДЗЛ (7SD52) 2 комплект ДЗ, 33 (7SA522)
КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино.	<u>ПС Новобратцево</u> ДЗЛ (7SD52) 1 комплект ДЗЛ (7SD52) 2 комплект ДЗ, 33 (7SA522)	<u>ПС Тушино</u> ДЗЛ (7SD52) 1 комплект ДЗЛ (7SD52) 2 комплект ДЗ, 33 (ЭПЗ-1636)

7.3 Капитальные затраты на оборудование РЗ

Цены на оборудование релейной защиты указаны на примере производителя устройств РЗА НПП «ЭКРА» по состоянию на 2017 г.

Данные по капитальным затратам приведены в таблицах 7.8 – 7.13 по рассматриваемым вариантам.

Таблица 7.8. Капитальные затраты на оборудование РЗ по Варианту 1

Наименование присоединения/элемента	Устройство (шкаф)	Кол-во устройств	Стоимость оборудования, тыс. руб. без НДС	Примечание
ТООУ	ДЗО 220 кВ	6	6x1201=7206	
Итого оборудование РЗА для ТООУ			7206	
Затраты на проектные работы в части РЗ, СМР, ПНР и прочее (45% от стоимости оборудования)			3243	
Итого			10449	
Итого с НДС (18%)			12329	

Таблица 7.9. Капитальные затраты на оборудование РЗ по Варианту 2 Сценарий 1

Наименование присоединения/элемента	Устройство (шкаф)	Кол-во устройств	Стоимость оборудования, тыс. руб. без НДС	Примечание
ТООУ	ДЗО 220 кВ	10	10x1201=12010	
Итого оборудование РЗА для ТООУ			12010	

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

9763-09-Т1.1

324

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

Наименование присоединения/элемента	Устройство (шкаф)	Кол-во устройств	Стоимость оборудования, тыс. руб. без НДС	Примечание
Затраты на проектные работы в части РЗ, СМР, ПНР и прочее (45% от стоимости оборудования)			5405	
Итого			17415	
Итого с НДС (18%)			20549	

Таблица 7.10. Капитальные затраты на оборудование РЗ по Варианту 2
Сценарий 2

Наименование присоединения/элемента	Устройство (шкаф)	Кол-во устройств	Стоимость оборудования, тыс. руб. без НДС	Примечание
ТОУ	ДЗО 220 кВ	10	10x1201=12010	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1, 2	ДФЗ+СЗ	4	4x1136=4544	
	ДЗЛ+СЗ	4	4x1080=4320	
Итого оборудование РЗА для ТОУ			20874	
Затраты на проектные работы в части РЗ, СМР, ПНР и прочее (45% от стоимости оборудования)			9393	
Итого			30267	
Итого с НДС (18%)			35715	

Таблица 7.11. Капитальные затраты на оборудование РЗ по Варианту 2
Сценарий 3

Наименование присоединения/элемента	Устройство (шкаф)	Кол-во устройств	Стоимость оборудования, тыс. руб. без НДС	Примечание
ТОУ	ДЗО 220 кВ	10	10x1201=12010	
КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1, 2	ДФЗ+СЗ	4	4x1136=4544	
	ДЗЛ+СЗ	4	4x1080=4320	
Итого оборудование РЗА для ТОУ			20874	
Затраты на проектные работы в части РЗ, СМР, ПНР и прочее (45% от стоимости оборудования)			9393	
Итого			30267	
Итого с НДС (18%)			35715	

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-Т1.1

Лист

325

Таблица 7.12. Капитальные затраты на оборудование РЗ по Варианту 2
Сценарий 4

Наименование присоединения/элемента	Устройство (шкаф)	Кол-во устройств	Стоимость оборудования, тыс. руб. без НДС	Примечание
ТОУ	ДЗО 220 кВ	4	4x1201=4804	
ПС 220 кВ Герцево шины 220 кВ	ДЗШ 220 кВ	1	3403	
Итого оборудование РЗА для ТОУ			8207	
Затраты на проектные работы в части РЗ, СМР, ПНР и прочее (45% от стоимости оборудования)			3693	
Итого			11900	
Итого с НДС (18%)			14042	

Таблица 7.13. Капитальные затраты на оборудование РЗ по варианту 3

Наименование присоединения/элемента	Устройство (шкаф)	Кол-во устройств	Стоимость оборудования, тыс. руб. без НДС	Примечание
ТОУ	ДЗО 110 кВ	15	15x1201=18015	
КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская №1	ДФЗ+СЗ	2	2x1211=2422	
	КСЗ РС	2	2x1131=2262	
КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая №1,2	ДФЗ+СЗ	4	4x1211=4844	
	КСЗ РС	4	4x1131=4524	
КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино №1	ДЗЛ+СЗ	2	2x1058=2116	
ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь	ДЗЛ+СЗ 1к	2	2x1058=2116	
	ДЗЛ+СЗ 2к	2	2x1058=2116	
КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2	ДЗЛ+СЗ 1к	4	4x1058=4232	
	ДЗЛ+СЗ 2к	4	4x1058=4232	
Итого оборудование РЗА для ТОУ			46879	
Затраты на проектные работы в части РЗ, СМР, ПНР и прочее (45% от стоимости оборудования)			21095	
Итого			67974	
Итого с НДС (18%)			80210	

Подп. и дата

Инв. № подл.

Лист

9763-09-Т1.1

326

Изм. Кол.уч Лист №док. Подп. Дата

8. Заключение

Одной из основных проблем функционирования электрической сети энергосистемы г. Москвы и Московской области являются высокие значения токов КЗ. В настоящее время наибольшая величина токов КЗ в сети 110 и 220 кВ наблюдается на шинах подстанций и электростанций, расположенных на территории г. Москвы и ближайшего Подмосковья.

Рост токов КЗ в энергосистеме г. Москвы и Московской области связан с наличием мощных электростанций и ПС 500 кВ, а также определяется сравнительно небольшими расстояниями между электросетевыми объектами.

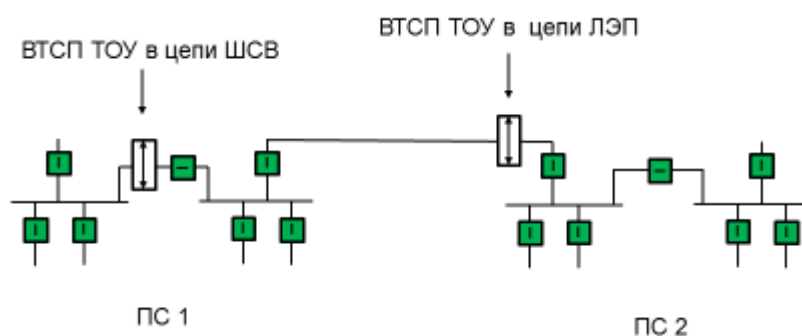
В связи с вводом новых трансформаторных и генераторных мощностей, линий электропередачи в энергосистеме г. Москвы и Московской области сохраняется тенденция к росту величин токов КЗ.

В качестве основного мероприятия по ограничению уровней токов КЗ в настоящее время в энергосистеме г. Москвы и Московской области применяется секционирование (деление) сети 110 кВ и 220 кВ. Места секционирования определены ограничением уровней токов КЗ, условиями работы РЗА и в целях недопущения перегрузки некоторых транзитов, при этом в динамике прослеживается их увеличение с целью недопущения сверхвысоких значений уровней токов КЗ, превышающих отключающую способность существующего серийно выпускаемого оборудования.

С целью уменьшения точек деления электрической сети энергосистемы г. Москвы и Московской области в данной работе рассматривается возможность применения токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП ТОУ).

Токоограничивающее устройство на основе высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП ТОУ) предназначено для последовательного включения в высоковольтную линию с целью ограничения токов короткого замыкания.

Схемотехнически ВТСП ТОУ включается в сеть последовательно с выключателем ЛЭП (ШСВ, СВ).



ВТСП ТОУ состоит из: трех однофазных высоковольтных криостатов наружной установки, комбинированного быстродействующего трехфазного силового выключателя, выносного трансформатора тока для подключения релейных защит и автоматики, действующей на управление – отключение и включение быстродействующего выключателя с целью защиты криостата ВТСП от перегрева, криогенной одноконтурной системы охлаждения на основе цикла

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

327

Турбо-Брайтона, трехфазного разъединителя с моторным приводом в цепи ВТСП для создания видимого разрыва при профилактике или неисправности ВТСП.

С точки зрения режимов работы существуют два типа ВТСП ТОУ: дискретный (необходима бестоковая пауза после прохождения тока КЗ) и восстанавливающийся под нагрузкой (далее - ВПН).

Основные технические характеристики ВТСП ТОУ предоставлены ЗАО «СуперОкс» и приведены в таблице:

№	Параметр	Обозначение	Ед. измерения	Тип			
				Дискретный		Восстанавливающийся под нагрузкой	
1.	Класс напряжения	Ur	кВ	110	220	110	220
2.	Ток срабатывания, пиковое значение*	Ic	кА	3.5			
3.	Активное сопротивление в режиме нормальной работы	Rnc	Ом	0,001			
4.	Активное сопротивление в режиме ограничения тока	Rcl	Ом	5, 10, 15, 20, 25	10, 15, 20, 30, 40	5, 10, 15, 20, 25	10, 15, 20, 30, 40
5.	Реактивное сопротивление ВТСП ТОУ	Xfcl	МОм	0,01			
6.	Номинальный ток	In	А	600; 1200; 2000		300; 600; 1200	
7.	Максимально допустимое время протекания тока КЗ в режиме ограничения тока	tsc	с	0.1, 0.4, 1.0			
8.	Максимально допустимое время протекания тока перегрузки (в сутки)	tovr	ч	1, 4, 8			
9.	Максимальная длительность режима восстановления (без токовой нагрузки)	trec	с	0.3, 3, 10, 30		3, 10, 30	
10.	Максимальный ток восстановления под нагрузкой	Irec	А	Не применимо		Равен номинальному току ВТСП ТОУ	
11.	Максимальная длительность режима восстановления под нагрузкой	trec	с	Не применимо		30	

Выбор конкретного типа исполнения ВТСП ТОУ с учетом технических характеристик (номинальный ток, ток срабатывания, максимально допустимое время протекания тока КЗ и др.) целесообразно производить на стадии предпроектных исследований с учетом специфики рассматриваемого энергообъекта: доступного физически места, технических особенностей и алгоритмов АПВ на объекте установки и других факторов.

* Необходимая величина уточняется на Этапе 2 Работы

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

328

Определение мест установки ВТСП ТОУ рассматривается:

- для **Варианта 1** – без изменения топологии электрической сети с расстановкой ТОУ на подстанциях и станциях с целью возможности включения секционных выключателей;

- для **Варианта 2** – с изменением топологии электрической сети напряжением 220 кВ для нескольких сценариев технических решений:

- **Сценарий 1.** Изменение топологии сети путем поочередного замыкания линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с расстановкой по этим линиям ВТСП ТОУ;
- **Сценарий 2.** Изменение топологии сети путем замыкания всех линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с постепенным подбором мест расстановки ВТСП ТОУ (акцент на район, прилегающий к ПС 220/110 кВ Бутырки);
- **Сценарий 3.** Изменение топологии сети путем замыкания всех линий 220 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с постепенным подбором мест расстановки ВТСП ТОУ (акцент на район, прилегающий к ПС 500/220/110 кВ Очаково);
- **Сценарий 4.** Дополнительно, согласно замечаниям АО «СО ЕЭС» от 17.05.2017 года № Б31-П-2-19-4678, рассматривается вариант, предполагающий изменение топологии электрической сети напряжением 220 кВ энергосистемы г. Москвы и Московской области, путем замыкания следующих точек деления сети: ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Бутырки (после реконструкции ПС 220 кВ Бутырки), ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2 на ПС 220 кВ Мещанская, ЭВ КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1 на ПС 220 кВ Красносельская, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Восточная, ЭВ КЛ 220 кВ Абрамово - Горьковская № 1 на ПС 220 кВ Абрамово, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Герцево, ШСЭВ 220 кВ на ПС 220 кВ Красногорская, ЭВ КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1 на ПС 220 кВ Ваганьковская, ЭВ КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2 на ПС 220 кВ Мневники.

- для **Варианта 3** – с изменением топологии электрической сети 110 кВ путем поочередного замыкания линий 110 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с расстановкой по этим линиям ВТСП ТОУ, при этом учитывалась установка ВТСП ТОУ согласно Варианту 2 Сценарию 1 в электрической сети на напряжении 220 кВ.

Для определения мест установки и оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ на перспективу 2020 года и 2025 года были проведены соответствующие расчеты токов короткого замыкания; расчеты электрических режимов для зимнего и летнего максимума рабочего дня с учетом установки ВТСП ТОУ; определены потери активной мощности в энергосистеме г. Москвы и Московской области при установке ВТСП ТОУ по отношению к варианту развития, не предусматривающего установку ВТСП ТОУ; проведена пошаговая оценка необходимых капиталовложений.

Ивн. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

329

По полученным результатам рекомендуются следующие места установки, количество и сопротивления ВТСП ТОУ.

Вариант 1. Устанавливается на напряжении 220 кВ 6 штук ВТСП ТОУ по 40 Ом:
 2 ТОУ - цепь ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями и 3-ей и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ Очаково;
 2 ТОУ - цепь ШСВ 220 кВ между 1-ой и 3-ей секциями и 2-ой и 4-ой секциями ПС 500/220/110 кВ ПС Бескудниково;
 2 ТОУ – цепь ШСВ 220 кВ между 1-ой и 2-ой секциями I СШ и между 1-ой и 2-ой секциями II СШ ТЭЦ-20,

Вариант 2. Сценарий 1. Устанавливается на напряжении 220 кВ 10 штук ВТСП ТОУ по 40 Ом:

1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Кожевническая – Красносельская №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-20 – Кожевническая №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Белорусская – Магистральная №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

Вариант 2. Сценарий 2. Устанавливается на напряжении 220 кВ 10 штук ВТСП ТОУ по 40 Ом:

1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Белорусская №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 – Мневники №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

Вариант 2. Сценарий 3. Устанавливается на напряжении 220 кВ 10 штук ВТСП ТОУ по 40 Ом:

1 ТОУ на КЛ 220 кВ Очаково – Магистральная №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Очаково – Магистральная №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Очаково – Мневники №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Гольяново №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №1;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ ТЭЦ-23 – Красносельская №2;
 1 ТОУ на КЛ 220 кВ Бутырки – Мещанская №2;

Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

330

1 ТОО на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №2.

Вариант 2. Сценарий 4. Устанавливается на напряжении 220 кВ 9 штук ВТСП ТОО по 40 Ом:

- 1 ТОО на ПС 220 кВ Бутырки: цепь ШСЭВ 220 кВ (после реконструкции);
- 1 ТОО на ПС 220 кВ Мещанская: ЭВ КЛ 220 кВ Бутырки - Мещанская №2;
- 1 ТОО на КЛ 220 кВ Мещанская – Красносельская №1;
- 1 ТОО на ПС 220 кВ Восточная: цепь ШСЭВ 220 кВ;
- 1 ТОО на КЛ 220 кВ Абрамово – Горьковская №1;
- 1 ТОО на ПС 220 кВ Герцево: цепь ШСЭВ 220 кВ;
- 1 ТОО на ПС 220 кВ Красногорская: цепь ШСЭВ 220 кВ;
- 1 ТОО на КЛ 220 кВ Гражданская – Ваганьковская №1;
- 1 ТОО на КЛ 220 кВ ТЭЦ-16 -Мневники №2.

Вариант 3. Установлены на напряжении 220 кВ 10 штук ВТСП ТОО по 40 Ом согласно Варианту 2 Сценарий 1. Далее устанавливается на напряжении 110 кВ 20 штук ВТСП ТОО по 25 Ом:

- 1 ТОО на КВЛ 110 кВ Очаково – Новокунцево II цепь;
- 1 ТОО на ВЛ 110 кВ Новокунцево – Солнцево I цепь;
- 1 ТОО на КВЛ 110 кВ Сетунь – Новокунцево I цепь;
- 1 ТОО на КЛ 110 кВ Рублево – Сетунь №2;
- 1 ТОО на КВЛ 110 , ВЛ 110 кВ Красногорская – Строгино I цепь;
- 2 ТОО на КЛ 110 кВ Чоботы-Полет № 1, № 2;
- 2 ТОО на КЛ 110 кВ Пресня-Сити № 1, № 2;
- 2 ТОО на КЛ 110 кВ Самарская - Рижская №1, №2;
- 1 ТОО на КЛ 110 кВ Карачарово – Выхино № 1;
- 1 ТОО на КЛ 110 кВ Карачарово – Андроньевская № 1;
- 2 ТОО на КЛ 110 кВ Даниловская – Павелецкая № 1, № 2;
- 2 ТОО на КВЛ 110 кВ Новобратцево – Коптево №1, №2;
- 2 ТОО на КЛ 110 кВ Таганская – Новоспасская №1, №2;
- 1 ТОО на КВЛ 110 кВ Новобратцево – Тушино.

В таблице 8.1 приведены сводные данные результатов расчетов токов КЗ для Вариантов 1 и 2 на шинах подстанций, на которых уровень тока КЗ превысил отключающую способность выключателей. Красным цветом выделены значения токов КЗ, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней (значения токов КЗ, которые меньше отключающей способности установленного выключателя, на величину, не превышающую погрешность расчета, равную 0,5 кА).

Изм. № подл.	Подп. и дата						9763-09-т1.1	Лист
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.		Дата

Таблица 8.1. - Результаты расчетов токов КЗ на шинах подстанций и станций электрических сетей г.Москвы и Московской области на 2020 и 2025 годы по вариантам, на которых уровень тока КЗ превысил отключающую способность выключателей

Наименование станций/подстанций	Принадлежность	Наименование систем шин	I _{откл.} выключателя, кА	Ток КЗ, кА																			
				2020 год										2025 год									
				Вариант 1		Вариант 2				Вариант 1		Вариант 2											
				Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Сценарий 1		Сценарий 2		Сценарий 3		Сценарий 4		Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Сценарий 1		Сценарий 2		Сценарий 3		Сценарий 4	
Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾		
ТЭЦ-23	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	1 с.ш. РУ 220 кВ	40; 63	39,2	41,6	42,2	44,2	34,8	37,6	35,1	37,8	41,1	43,3	39,5	41,9	42,4	44,4	35,0	37,7	35,2	37,9	41,2	43,4
		2 с.ш. РУ 220 кВ		38,8	42,0	40,8	43,8	34,6	37,4	34,6	37,5	39,6	42,8	35,6	39,5	37,6	41,4	32,2	35,7	32,3	35,7	36,4	40,2
		3 с.ш. РУ 220 кВ		39,2	41,6	42,2	44,2	34,8	37,6	35,1	37,8	41,1	43,3	39,5	41,9	42,4	44,4	35,0	37,7	35,2	37,9	41,2	43,4
		4 с.ш. РУ 220 кВ		38,8	42,0	40,8	43,8	34,6	37,4	34,6	37,5	39,6	42,8	35,6	39,5	37,6	41,4	32,2	35,7	32,3	35,7	36,4	40,2
		1 с.ш. РУ 110 кВ	40; 42; 50	31,2	38,1	31,4	38,4	31,0	38,0	31,0	38,0	31,3	38,3	31,0	37,9	31,2	38,2	30,8	37,8	30,8	37,8	31,1	38,0
		2 с.ш. РУ 110 кВ		31,2	38,1	31,4	38,4	31,0	38,0	31,0	38,0	31,3	38,3	31,0	37,9	31,2	38,2	30,8	37,8	30,8	37,8	31,1	38,0
		3 с.ш. РУ 110 кВ		31,2	38,1	31,4	38,4	31,0	38,0	31,0	38,0	31,3	38,3	31,0	37,9	31,2	38,2	30,8	37,8	30,8	37,8	31,1	38,0
		4 с.ш. РУ 110 кВ		31,2	38,1	31,4	38,4	31,0	38,0	31,0	38,0	31,3	38,3	31,0	37,9	31,2	38,2	30,8	37,8	30,8	37,8	31,1	38,0
№ 46 ПС Бутырки	ПАО «МОЭСК»	1 с.ш. РУ 220 кВ	40; 63	46,5	49,2	48,1	50,9	48,7	50,2	50,1	54,4	47,6	50,5	45,8	48,7	47,4	50,3	48,1	49,8	49,4	53,8	46,9	49,8
		2 с.ш. РУ 220 кВ		35,7	37,3	37,8	39,4	37,3	38,0	38,9	41,2	37,1	38,8	38,2	39,0	40,3	41,1	39,9	39,6	41,3	42,9	39,5	40,4
		1 с.ш. РУ 110 кВ	40	30,3	33,4	30,6	33,6	30,7	33,6	30,8	33,8	30,5	33,5	30,1	33,1	30,3	33,4	30,4	33,4	30,5	33,6	30,2	33,2
		2 с.ш. РУ 110 кВ		28,1	30,6	28,3	30,8	28,3	31,2	28,3	31,3	28,2	31,2	26,6	28,5	26,8	28,7	26,9	28,7	27,0	28,9	26,7	28,6
№ 54 ПС Дубнинская	АО «ОЭК»	1 с.ш. РУ 220 кВ	50	43,0	46,1	43,1	46,1	43,1	46,1	45,5	48,2	43,2	46,2	42,9	45,9	42,9	45,9	45,4	48,0	45,4	48,1	43,0	46,0
		2 с.ш. РУ 220 кВ		47,8	51,3	48,1	51,4	48,1	51,4	48,4	51,8	48,0	51,4	44,5	48,7	44,7	48,8	44,9	48,9	45,1	49,2	44,6	48,8
№ 87 ПС Щедрино	АО «ОЭК»	1 с.ш. РУ 220 кВ	40	43,0	39,3	43,2	39,4	43,3	39,4	43,5	39,6	43,2	39,4	40,7	38,0	40,9	38,1	41,0	38,1	41,2	38,3	40,9	38,0
		2 с.ш. РУ 220 кВ		43,0	39,3	43,2	39,4	43,3	39,4	43,5	39,6	43,2	39,4	40,7	38,0	40,9	38,1	41,0	38,1	41,2	38,3	40,9	38,0
№ 213 ПС Южная	ПАО «МОЭСК»	1 с.ш. РУ 220 кВ	31,5; 40; 50	35,5	34,9	35,5	34,9	33,5	33,6	33,4	33,5	35,4	34,8	35,7	35,1	35,3	34,9	33,5	33,7	33,5	33,6	35,2	34,8
		2 с.ш. РУ 220 кВ	50	34,2	33,0	34,3	33,1	35,0	33,6	35,0	33,6	34,3	33,1	35,7	35,1	35,3	34,9	33,5	33,7	33,5	33,6	35,2	34,8
		1 с.ш. РУ 110 кВ	31,5*;	32,2	34,8	32,3	34,9	32,2	34,8	32,2	34,8	32,2	34,8	30,9	33,9	30,8	33,8	30,7	33,8	30,7	33,8	30,7	33,8
		2 с.ш. РУ 110 кВ	50	36,0	34,8	36,0	34,8	36,1	34,8	36,1	34,8	36,0	34,8	35,9	34,7	35,9	34,7	36,0	34,7	36,0	34,7	35,9	34,7
[*] Выключатель на присоединении ВЛ 110 кВ Южная 301 (аб.) (линия отключена)																							
№ 377 ПС Лесная	ПАО «МОЭСК»	1 с.ш. РУ 220 кВ	25	43,1	47,2	43,6	47,5	43,6	47,5	43,1	46,6	43,5	47,4	45,8	51,4	46,2	51,7	46,1	51,6	45,7	50,9	46,1	51,6
		2 с.ш. РУ 220 кВ		43,1	47,2	43,6	47,5	43,6	47,5	43,1	46,6	43,5	47,4	45,8	51,4	46,2	51,7	46,1	51,6	45,7	50,9	46,1	51,6
		1 с.ш. РУ 110 кВ	40	25,7	28,9	25,8	28,9	25,7	28,9	25,7	28,9	26,2	29,3	29,6	32,7	29,7	32,7	29,7	32,7	29,6	32,6	29,7	32,7
		2 с.ш. РУ 110 кВ		25,7	28,9	25,8	28,9	25,7	28,9	25,7	28,9	26,2	29,3	29,6	32,7	29,7	32,7	29,7	32,7	29,6	32,6	29,7	32,7
№ 692 ПС Баскаково	ПАО «МОЭСК»	1 с.ш. РУ 220 кВ	25	24,8	21,1	25,0	21,2	13,5	14,3	13,5	14,3	25,0	21,3	24,3	20,9	24,5	21,0	13,6	14,4	13,6	14,4	24,3	20,9
		2 с.ш. РУ 220 кВ		25,4	22,4	26,4	23,2	27,1	26,1	27,1	26,1	27,1	23,8	25,7	22,7	26,7	23,4	27,4	26,3	27,4	26,3	27,2	23,9
		1 с.ш. РУ 110 кВ	40	29,2	31,4	29,2	31,5	29,4	32,9	29,4	32,9	30,6	33,3	33,4	34,8	33,5	34,8	32,3	34,0	32,3	34,0	33,4	34,8
		2 с.ш. РУ 110 кВ		28,4	31,7	28,5	31,9	29,9	33,7	29,9	33,7	30,0	33,8	28,3	31,7	28,4	31,8	28,4	31,9	28,4	31,9	28,5	31,9
№ 795 ПС Гольяново	ПАО «МОЭСК»	1 с.ш. РУ 220 кВ	36	34,2	35,5	36,5	37,3	16,7	20,8	16,7	20,8	36,0	37,0	34,5	35,7	36,7	37,4	16,8	20,8	16,8	20,8	36,1	37,0
		2 с.ш. РУ 220 кВ		33,7	34,2	35,0	35,2	9,8	12,9	9,8	12,9	34,3	34,7	31,5	32,7	32,8	33,7	9,9	13,0	9,9	13,0	32,0	33,1
№ 806 ПС Владыкино	ПАО «МОЭСК»	1 с.ш. РУ 220 кВ	40	34,6	37,2	35,4	37,7	33,7	36,3	33,7	36,5	35,2	37,5	33,8	36,5	34,6	37,0	36,9	39,1	36,9	39,2	34,3	36,8
		2 с.ш. РУ 220 кВ		37,7	40,7	39,1	41,9	38,8	41,3	39,8	42,9	38,4	41,4	41,8	43,8	43,2	44,9	43,0	44,4	44,0	46,0	42,4	44,3
№ 848 ПС Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	1 с.ш. РУ 220 кВ	50	27,9	33,0	30,0	35,2	43,9	50,3	43,9	50,8	29,9	35,2	27,5	32,7	29,6	34,9	44,4	50,8	44,4	51,3	29,5	34,8
		2 с.ш. РУ 220 кВ		31,3	35,4	32,9	37,0	38,9	42,9	38,9	43,1	32,8	36,9	30,8	34,9	32,4	36,5	38,8	42,9	38,9	43,1	32,2	36,3

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	Редок.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

332

Во всех рассмотренных сценариях, уровни токов КЗ, превышают отключающую способность выключателей, установленных на шинах 220 кВ ПС 220/110 кВ Бутырки, ПС 220 кВ Щедрино, ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Лесная, ПС 220 кВ Владыкино.

Делая выводы, можно сказать о том, что установка ВТСП ТОУ на линии снижает уровни токов КЗ непосредственно на шинах конечных подстанций этой линии, но не оказывает значительного влияния на снижение токов КЗ в прилегающей сети.

Установка ВТСП ТОУ в электрической сети практически не влияет на величину потерь активной мощности в электрической сети напряжением 110 кВ и выше энергосистемы г. Москвы.

Полученные результаты расчетов по Варианту 1 и Варианту 2 (Сценарий 1, Сценарий 2, Сценарий 3, Сценарий 4) сведены в таблице 8.2.

Инв. № подл.	Подп. и дата						Лист
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	9763-09-т1.1	

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам.инв. №

Изм.	
Кол-во	
Лист	
№ док.	
Подп.	
Дата	

Таблица 8.2 - Результаты расчетов по Варианту 1 и Варианту 2 (Сценарий 1, Сценарий 2, Сценарий 3, Сценарий 4)

Наименование ПС	Принадлежность	Год изготовления выключателя, кА	Срок службы выключателя, лет	2020 год												2025 год											
				Вариант №1		Вариант №2				Вариант №1		Вариант №2															
				Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Сценарий №1	Сценарий №2	Сценарий №3	Сценарий №4	Вариант №1	Сценарий №1	Сценарий №2	Сценарий №3	Сценарий №4	Вариант №1	Сценарий №1	Сценарий №2	Сценарий №3	Сценарий №4								
																				Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА	Кол-во выключателей на замену, шт.	Рекомендуемое значение Iоткл. выключателя, кА
ТЭЦ-23	ПАО «МОС-ЭНЕРГО»	40	1981-1984	32-35	1	50	4	50	-	-	-	-	2	50	1	50	2	50	-	-	-	-	2	50			
ПС 220/110 кВ Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979	37	-	-	-	-	-	-	3	50	-	-	-	-	1	50	1	50	4	50	1	50			
ПС 220 кВ Дубнинская	АО «ОЭК»	50	2006	11	1	63	1	63	1	63	1	63	1	63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
ПС 220 кВ Щедрино	АО «ОЭК»	40	2006	11	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50	2	50			
ПС 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1979-1980, 1984-1985	36-37, 31-32	1	40	1	40	1	40	-	-	1	40	2	40	1	40	1	40	1	40	1	40			
ПС 220/110 кВ Лесная	ПАО «МОЭСК»	25	1989-1990, 1997	26-27, 19	5	50	5	50	5	50	5	50	5	50	7	63	7	63	7	63	7	63	7	63			
ПС 220 кВ Владыкино	ПАО «МОЭСК»	40	1989	27	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50	1	50			
ПС 220 кВ Ваганьковская	АО «Энерго-комплекс»	50		н/д	-	-	-	-	2	63	2	63	-	-	-	-	-	-	2	63	2	63	-	-			
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					11		14		12		14		12		13		14		14		17		14				
Общее количество установленных ТРУ, шт.					6		10		10		10		9		6		10		10		10		9				
Кап. затраты на замену выключателей, млн. руб.					2 258,16		2 691,39		2 452,01		2 801,37		2 402,57		2 473,18		2 790,13		2 832,15		3 265,37		2 790,12				
Кап. затраты на замену выключателей с КРУЭ, млн. руб.					3 567,80		4 001,03		4 324,50		6 500,57		3 712,21		3 373,01		4 650,24		5 205,28		6 417,77		4 217,02				
Кап. затраты на установку ТРУ, млн. руб.					9 721,34		16 202,2		16 202,2		16 202,2		14 582,0		9 721,34		16 202,2		16 202,2		16 202,2		14 582,0				
Кап. затраты на установку устройств РЗА, млн. руб.					12,329		20,549		35,715		35,715		14,042		12,329		20,549		35,715		35,715		14,042				
Суммарные кап. затраты, млн. руб.					13 301,5		20 223,8		20 562,5		22 738,5		18 308,3		13 106,7		20 873,0		21 443,2		22 655,7		18 813,1				

9763-09-т1.1

Вариант 3 предполагает изменения топологии электрической сети 110 кВ путем поочередного замыкания линий 110 кВ транзитов ЦАО г. Москвы, отключенных из-за превышения значений токов КЗ в сети, с расстановкой по этим линиям ВТСП ТОУ, при изменении топологии электрической сети 220 кВ и расстановке на напряжении 220 кВ ВТСП ТОУ согласно Варианту 2 Сценарию 1.

В таблице 8.3 приведены сводные данные результатов расчетов токов КЗ для Варианта 3 на шинах подстанций, на которых уровень тока КЗ превысил отключающую способность выключателей. Красным цветом выделены значения, превышающие отключающую способность выключателей, синим – приближающиеся к ней.

Таблица 8.3 – Результаты расчетов токов КЗ на шинах подстанций и станций электрических сетей г. Москвы и Московской области на 2020 и 2025 годы, на которых уровень тока КЗ превысил отключающую способность выключателей. Вариант 3.

Наименование подстанций	Наименование систем шин	Иоткл. выключателя, кА	Принадлежность	2020 год		2025 год	
				Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾
№ 213 ПС Южная	II с.ш. РУ 220 кВ (Киевской сек.)	31,5; 40; 50	ПАО «МОЭСК»	35,9	35,1	35,7	35,1
	I, Пс.ш.РУ 220 кВ (Ждановской сек.)	50		34,7	33,4	0,0	0,0
	1 с.ш. РУ 110 кВ	31,5		32,5	35,1	31,1	34,0
	2 с.ш. РУ 110 кВ			36,2	34,9	36,0	34,8
№ 780 ПС Елоховская	1 с.ш. РУ 220 кВ	40	ПАО «МОЭСК»	32,5	31,7	32,5	31,7
	2 с.ш. РУ 220 кВ			31,7	31,5	29,8	30,2
	1 с.ш. РУ 110 кВ	31,5; 40		27,1	33,7	26,9	33,4
	2 с.ш. РУ 110 кВ			27,1	33,7	26,9	33,4
№ 835 ПС Гражданская	1 с.ш. РУ 220 кВ	63	ПАО «МОЭСК»	24,6	24,5	24,5	24,4
	2 с.ш. РУ 220 кВ			34,7	38,4	34,0	37,8
	1 с.ш. РУ 110 кВ	40		36,6	41,6	37,4	42,0
	2 с.ш. РУ 110 кВ			32,6	37,6	31,7	35,5
	3 с.ш. РУ 110 кВ			32,6	37,6	32,2	36,2
	4 с.ш. РУ 110 кВ			32,6	37,6	32,2	36,2
№ 6 ПС Кожухово	1 с.ш. РУ 110 кВ	31,5; 40	ПАО «МОЭСК»	29,5	29,7	28,7	29,2
	2 с.ш. РУ 110 кВ			29,6	32,0	29,5	31,9
№ 17 ПС Фили	1 с.ш. РУ 110 кВ	26,3;	ПАО «МОЭСК»	27,0	32,6	27,0	32,5
	2 с.ш. РУ 110 кВ	31,5; 40		23,4	21,1	23,3	21,0
№ 45 ПС Сокольники	1 с.ш. РУ 110 кВ	26,3;	ПАО «МОЭСК»	26,9	31,2	26,7	31,1
	2 с.ш. РУ 110 кВ	31,5; 40		26,7	22,6	26,5	22,5
№ 64 ПС Барвиха	1 с.ш. РУ 110 кВ	20; 31,5	ПАО «МОЭСК»	24,3	22,2	24,0	22,1
	2 с.ш. РУ 110 кВ			24,3	22,2	24,0	22,1
№ 500 ПС Некрасовка	1 с.ш. РУ 110 кВ	26,3; 40;	ПАО «МОЭСК»	30,2	27,8	32,7	29,6
	2 с.ш. РУ 110 кВ	42		30,9	28,2	32,8	29,8

Подп. и дата

Инв. № подл.

9763-09-т1.1

Лист

335

Изм. Колуч Лист №док. Подп. Дата

Наименование подстанций	Наименование систем шин	Юткл. выключателя, кА	Принадлежность	2020 год		2025 год	
				Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾	Трехфазный I ⁽³⁾	Однофазный I ⁽¹⁾
№617 ПС Сырово	1 с.ш. РУ 110 кВ	20	ПАО «МОЭСК»	27,0	32,6	27,0	32,5
	2 с.ш. РУ 110 кВ			23,4	21,1	23,3	21,0
№ 770 ПС Андроньевская	1 с.ш. РУ 110 кВ	25; 31,5	ПАО «МОЭСК»	25,3	30,5	25,1	30,3
	2 с.ш. РУ 110 кВ			25,3	30,5	25,1	30,3

В рассмотренном сценарии, уровни токов КЗ превышают отключающую способность выключателей, установленных на шинах 110 кВ ПС 220/110 кВ Южная, ПС 220/110 кВ Чоботы, ПС 220/110 кВ Елоховская, ПС 220/110 кВ Гражданская, ПС 110 кВ Кожухово, ПС 110 кВ Фили, ПС 110 кВ Сокольники, ПС 110 кВ Некрасовка, ПС 110 кВ Андроньевская, ПС 110 кВ Барвиха. Делая выводы, можно сказать о том, что установка ВТСП ТОУ на линии снижает уровни токов КЗ непосредственно на шинах оконечных подстанций этой линии, но не оказывает значительного влияния на снижение токов КЗ в прилегающей сети.

Полученные результаты расчетов по Варианту 3 сведены в таблицы 8.4 – 8.5.

Инв. № подл.	Подп. и дата							9763-09-т1.1	Лист 336
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		

Таблица 8.4 – Результаты расчетов по Варианту 3 по сети 110 кВ на 2020 и 2025 года

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Тип РУ	2020						2025					
					Без ВТСП ТОУ 110 кВ			Установлены ВТСП ТОУ 110 кВ			Без ВТСП ТОУ 110 кВ			Установлены ВТСП ТОУ 110 кВ		
					Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
					С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ	
ПС 500/220/110 кВ Очаково	ПАО «ФСК ЕЭС» МЭС Центра	63	2007	КРУЭ	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
ТЭЦ-25	ПАО «Мосэнерго»	50	2009	ОРУ	1	1	63	0	0	-	1	1	63	0	0	-
ГЭС-1	ПАО «Мосэнерго»	31,5	1988	ОРУ	1	1	63	0	0	-	1	1	63	0	0	-
		40	1992		1	1	63	0	0	-	1	1	63	0	0	-
ТЭЦ-12	ПАО «Мосэнерго»	40	1997	КРУЭ	2	11	63	0	0	-	2	11	63	0	0	-
		50	1998		3		0	0	-	3	0		0	-		
ТЭЦ-20	ПАО «Мосэнерго»	40	1980, 1989, 1991, 1992, 1998, 2005, 2006	ОРУ	11	11	63	0	0	-	11	11	63	0	0	-
ГТЭС Постниково	Абонент	50		ОРУ	2	2	63	0	0	-	2	2	63	0	0	-
ТЭС Международная	Абонент	40	2009	КРУЭ	7	20	63	0	0	-	7	20	63	0	0	-
ГТЭС Терешково	Абонент	50	1992, 1980	КРУЭ	2	7	63	0	0	-	2	7	63	0	0	-
ПС Бутырки	ПАО «МОЭСК»	40	1979, 1981, 2002, 2004, 2006, 2010	ОРУ	8	8	63	0	0	-	8	8	63	0	0	-
ПС №213 220/110 кВ Южная	ПАО «МОЭСК»	31,5	1973-1975	ОРУ	9	9	50	1	1	40	9	9	50	1	1	40
ПС №305 220/110 кВ Новобратцево	ПАО «МОЭСК»	50	2008	КРУЭ	12	21	80	0	0	-	12	21	80	0	0	-
ПС №378 220/110 кВ Центральная	ПАО «МОЭСК»	40	1996	КРУЭ	0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
ПС №536 Автозаводская	ПАО «МОЭСК»	31,5	1989	ОРУ	7	7	63	4	4	50	7	7	63	4	4	50
		50	2012		2	2	63	0	0	-	2	2	63	0	0	-
№554 ПС 220/110 кВ Чоботы	ПАО «МОЭСК»	40	1990, 2002	ОРУ	10	10	80	0	0	-	10	10	80	0	0	-
		50	2003		0	0	-	0	0	-	0	0	-	0	0	-
ПС №750 220/110 кВ Павелецкая	ПАО «МОЭСК»	31,5	1975-1977	КРУЭ	8	9	более 80	0	0	-	8	9	80	0	0	-
		40	1994		2	2	80	0	0	-	2	2	80	0	0	-
ПС №780 220/110 кВ Елоховская	ПАО «МОЭСК»	31,5	2000	КРУЭ	3	4	80	1	4	40	3	4	80	1	4	40
		40	1991, 2000		7	8	более 80	0	2	-	7	8	более 80	0	2	-
ПС №790 ПС 220/110 кВ Свиблово	ПАО «МОЭСК»	40	2013	КРУЭ	2	11	50	0	0	-	2	11	50	0	0	-
ПС №805 220/110 кВ Пресня	ПАО «МОЭСК»	40	1977, 1978, 1984, 2007	КРУЭ	10	11	63	0	0	-	10	11	63	0	0	-
ПС №835 220/110 кВ Гражданская	ПАО «МОЭСК»	40	1993	КРУЭ	7	13	63	0	0	-	7	13	63	0	0	-
ПС №850 220/110 кВ Нововнуково	АО "ОЭК"	50	2006	КРУЭ	2	5	63	0	0	-	2	5	63	0	0	-
ПС №6 110 кВ Кожухово	ПАО «МОЭСК»	31,5	1953, 1959, 1969	КРУЭ	4	7	40	0	0	-	4	7	40	0	0	-
ПС №12 110 кВ Карачарово	ПАО «МОЭСК»	40	2006, 2009	ОРУ	5	5	63	0	0	-	5	5	63	0	0	-
ПС №17 110 кВ Фили	ПАО «МОЭСК»	31,5	1965	ОРУ	3	3	63	1	1	40	3	3	63	1	1	40
ПС №70 110 кВ Сегушь	ПАО «МОЭСК»	40	2011	ОРУ	3	3	63	0	0	-	3	3	63	0	0	-
ПС №91 110 кВ Угреша	ПАО «МОЭСК»	40	2006	ОРУ	8	8	80	0	0	-	8	8	80	0	0	-
ПС №110 110 кВ Рублево	ПАО «МОЭСК»	40	1992-1994	ОРУ	7	7	63	0	0	-	7	7	63	0	0	-
ПС №111 110 кВ Тушино	ПАО «МОЭСК»	40	1995	ОРУ	7	7	50	0	0	-	9	9	63	0	0	-
ПС №180 110 кВ Новокунцево	ПАО «МОЭСК»	40	2011, 2014	ОРУ	2	2	63	0	0	-	2	2	63	0	0	-
		31,5	1986		2	2	50	0	0	-	2	2	50	0	0	-

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

337

Наименование станции/подстанции	Принадлежность	Юткл. выключателя, кА	Год изготовления	Тип РУ	2020						2025					
					Без ВТСП ТОУ 110 кВ			Установлены ВТСП ТОУ 110 кВ			Без ВТСП ТОУ 110 кВ			Установлены ВТСП ТОУ 110 кВ		
					Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА	Количество выключателей 110 кВ на замену, шт.		Рекомендуемое значение Юткл. выключателя, кА
					С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ		С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ	
ПС №267 110 кВ Черемушки	ПАО «МОЭСК»	40	1987	ОРУ	6	6	63	0	0	-	6	6	63	0	0	-
ПС №299 110 кВ Коптево	ПАО «МОЭСК»	40	1991	ОРУ	3	3	63	0	0	-	3	3	63	0	0	-
ПС № 342 110 кВ Миусская	ПАО «МОЭСК»	40	2011	ОРУ	2	2	63	0	0	-	2	2	50	0	0	-
ПС № 343 Новоспаская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	ОРУ	5	5	80	0	0	-	5	5	80	0	0	-
ПС №361 110 кВ Мазилово	ПАО «МОЭСК»	40	2000	КРУЭ	3	5	63	0	0	-	3	5	63	0	0	-
ПС № 396 110 кВ Яузская	ПАО «МОЭСК»	40	2010	ОРУ	2	2	80	0	0	-	2	2	80	0	0	-
ПС № 397 Семеновкая	ПАО «МОЭСК»	40	н/д	КРУЭ	3	10	63	0	0	-	3	10	63	0	0	-
ПС № 458 Даниловская	ПАО «МОЭСК»	31,5	1978	ОРУ	2	2	63	0	0	-	2	2	63	0	0	-
ПС № 484 Самарская	ПАО «МОЭСК»	40	1988	КРУЭ	4	6	80	0	0	-	4	6	80	0	0	-
ПС № 549 Косино	ПАО «МОЭСК»	40	2008	ОРУ	0	0	40	0	0	-	0	0	-	0	0	-
		31,5	1989		0	0	31,5	0	0	-	0	0	-	0	0	-
ПС № 560 Солнцево	ПАО «МОЭСК»	40	1994	ОРУ	2	2	50	0	0	-	2	2	50	0	0	-
ПС № 679 Таганская	ПАО «МОЭСК»	40	1996	КРУЭ	4	6	80	0	0	-	4	6	80	0	0	-
ПС 683 Рижская	ПАО «МОЭСК»	40	2007	ЗРУ	6	6	более 80	0	0	-	6	6	более 80	0	0	-
ПС № 690 Маяковская	ПАО «МОЭСК»	40	2006	ОРУ	2	2	50	0	0	-	2	2	50	0	0	-
ПС № 710 Выхино	ПАО «МОЭСК»	40	2004	КРУЭ	1	4	50	0	0	-	1	4	50	0	0	-
ПС № 713 Вернадская	ПАО «МОЭСК»	40	1986	КРУЭ	2	7	50	0	0	-	2	7	50	0	0	-
ПС №770 Андроньевская	ПАО «МОЭСК»	25	1978	ОРУ	8	8	80	4	4	40	8	8	80	4	4	40
		31,5			2	2	80	0	0	-	2	2	80	0	0	-
ПС № 64 Барвиха	ПАО «МОЭСК»	20	1978	ОРУ	4	4	40	2	2	40	4	4	40	2	2	40
	ПАО «МОЭСК»	31,5	1978		2	2	50	0	0	-	2	2	50	0	0	-
ПС №774 Сити	ПАО «МОЭСК»	40	2002	КРУЭ	8	9	63	0	0	-	8	9	63	0	0	-
ПС № 810 Ленинградская	ПАО «МОЭСК»	40	1991,1992	ОРУ	4	4	50	0	0	-	4	4	50	0	0	-
ПС № 813 Полет	ПАО «МОЭСК»	50	2007	КРУЭ	10	13	80	0	0	-	10	13	80	0	0	-
ПС № 833 Крылатская	ПАО «МОЭСК»	40	Нет данных	ЗРУ	1	1	50	0	0	-	1	1	50	0	0	-
ПС № 834 Зубовская	ПАО «МОЭСК»	40	1997	КРУЭ	1	2	50	0	0	-	1	2	50	0	0	-
Общее количество выключателей, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, шт.					247	331		13	18		249	333		13	18	
Общее количество установленных ТОУ, шт.					0	0		20	0		0	0		20	0	
Кап. затраты на замену выключателей на ПС с ОРУ (ЗРУ), млн. руб.					8824,26	8824,26		791,56	791,56		8928,52	8928,52		791,56	791,56	
Кап. затраты на замену выключателей на ПС с КРУЭ, млн. руб.					14879,18	28450,08		213,73	978,80		14879,18	28450,08		213,73	978,80	
Суммарные кап. затраты на замену выключателей, млн. руб.					23703,45	37274,34		1005,29	1770,36		23807,71	37378,60		1005,29	1770,36	
Кап. затраты на установку ТОУ, млн. руб.					0,00	0,00		25000,00	25000,00		0,00	0,00		25000,00	25000,00	
Суммарные кап. затраты, млн. руб.					23703,45	37274,34		26005,29	26770,36		23807,71	37378,60		26005,29	26770,36	

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата

9763-09-т1.1

Лист

338

Таблица 8.5 – Сводная таблица по капиталовложениям по Варианту 3

Вариант 3	2020		2025	
	С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ	С учетом замены выкл.	С учетом замены КРУЭ
Кап. затраты на замену выключателей в сети 220 кВ, млн. руб.	2 691,39	4 001,03	2 790,13	4 650,24
Кап. затраты на установку ТОУ в сети 220 кВ, млн. руб.	16 202,24		16 202,24	
Кап. затраты на установку устройств РЗА сети 220 кВ, млн. руб.	20,549		20,549	
Кап. затраты на замену выключателей на ПС с ОРУ (ЗРУ), млн. руб.	791,56	791,56	791,56	791,56
Кап. затраты на замену выключателей на ПС с КРУЭ, млн. руб.	213,73	978,80	213,73	978,80
Кап. затраты на замену выключателей в сети 110 кВ, млн. руб.	1 005,29	1 770,36	1 005,29	1 770,36
Кап. затраты на установку ТОУ в сети 110 кВ, млн. руб.	25000,00		25000,00	
Кап. затраты на установку устройств РЗА в сети 110 кВ, млн. руб.	80,21		80,21	
Суммарные кап. затраты в сети 220 кВ, млн. руб.	18 914,18	20 223,82	19 012,92	20 873,03
Суммарные кап. затраты в сети 110 кВ, млн. руб.	26 085,50	26 850,57	26 085,50	26 850,57
Суммарные кап. затраты, млн. руб.	44 999,68	47 074,39	45 098,42	47 723,60

На рис. 8.1 – 8.2 проиллюстрировано изменение величины капитальных затрат на замену выключателей на подстанциях, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ, и установку ВТСП ТОУ в зависимости от года реализации проекта и от рассматриваемых вариантов.

Инв. № подл.	Подп. и дата							Лист
		9763-09-Т1.1						
Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			

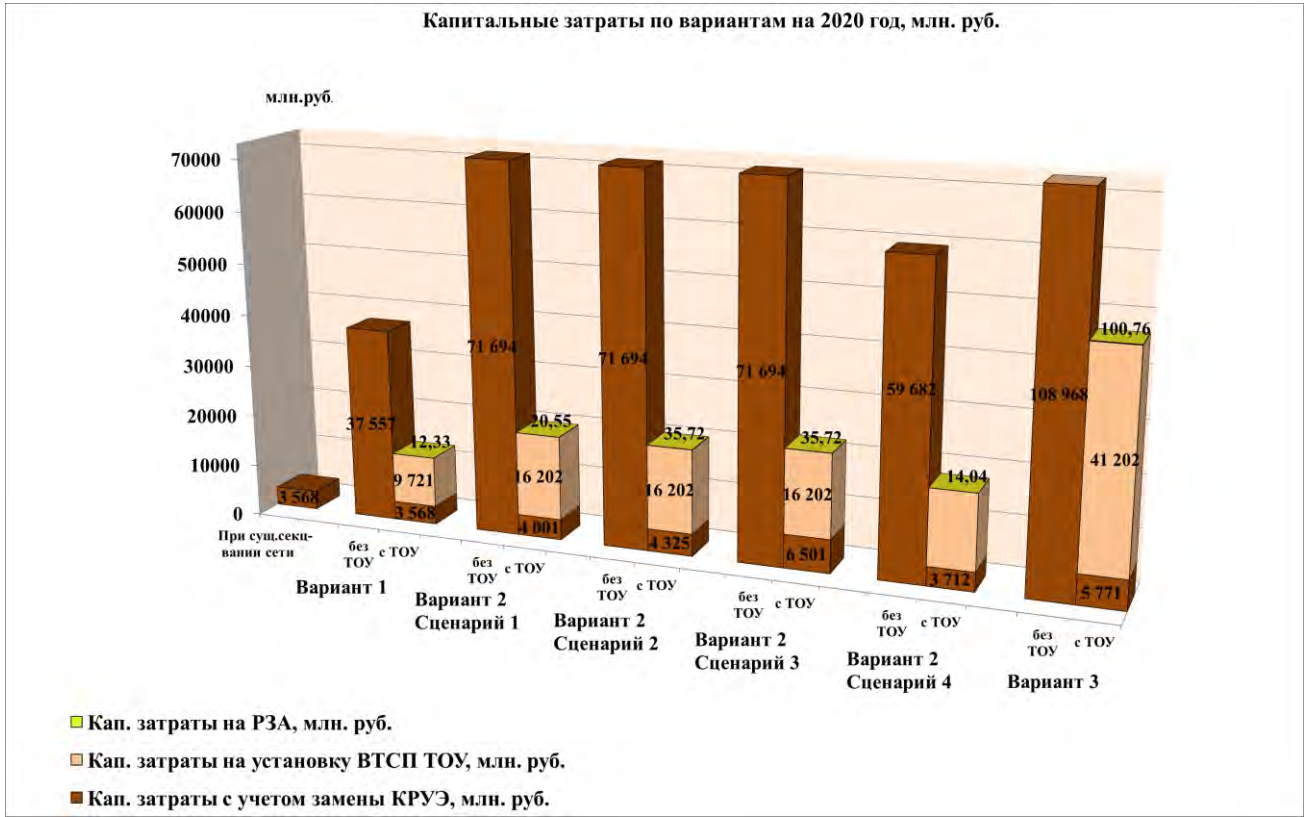


Рис.8.1 - Распределение капитальных затрат на замену выключателей на подстанциях, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ и установку ВТСП ТОУ по вариантам на 2020 год.

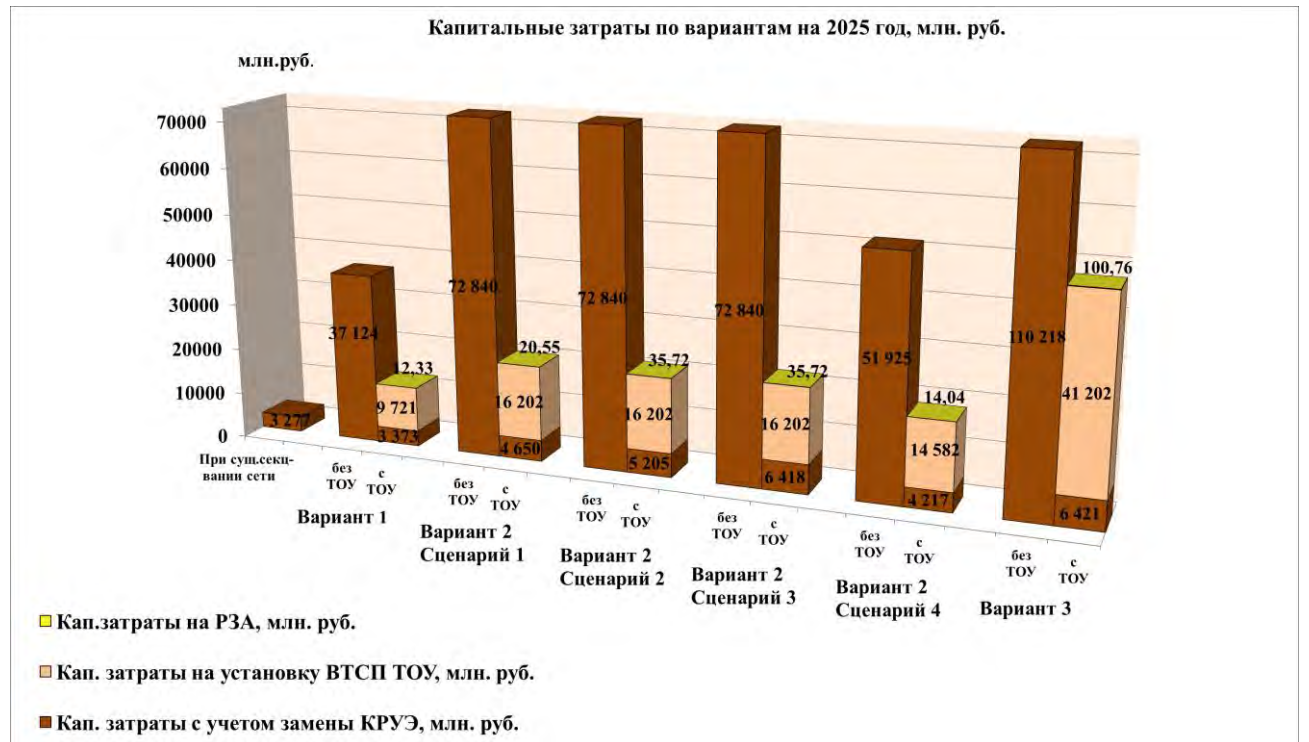


Рис.8.2 - Распределение капитальных затрат на замену выключателей на подстанциях, отключающая способность которых меньше расчетного значения тока КЗ и установку ВТСП ТОУ по вариантам на 2025 год.

Инв. № подл. Подп. и дата

Изм.	Количество	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Вывод.

При условии сохранения количества точек деления электрической сети энергосистемы г. Москвы и Московской области (а в перспективе – их увеличения), наименее затратным вариантом развития является Вариант 1 без установки ТОУ, предусматривающий только замену выключателей, отключающая способность которых не соответствует уровню токов КЗ (на 2020 год – 11 штук; на 2025 год – 12 штук). Капитальные затраты на замену выключателей 220 кВ при этом составят **3567,8 млн. руб.** (по расчетам на 2020 год).

Для исследования возможности уменьшения количества точек деления электрической сети 110-220 кВ энергосистемы г. Москвы и Московской области, рассматривалось четыре варианта расстановки токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости в энергосистеме г. Москвы (Вариант 1, Вариант 2 (Сценарии 1- 4), Вариант 3).

Среди них наибольший объем капитальных затрат приходится на реализацию Варианта 3 (с изменением топологии электрической сети 110 кВ и 220 кВ с расстановкой ВТСП ТОУ) – **47 074,4 млн. руб.** при реализации в 2020 году (**47 723,6 млн. руб.** при реализации в 2025 году); наименьший – на реализацию Варианта 1 (без изменения топологии электрической сети с расстановкой ВТСП ТОУ на подстанциях и станциях с целью возможности включения секционных выключателей) - **13 301,5 млн. руб.** при реализации в 2020 году (**13 106,7 млн. руб.** при реализации в 2025 году).

В **Варианте 2** рассматривалось четыре Сценария расстановки ВТСП ТОУ.

Исходя из полученных результатов, наименее затратным является Вариант 2 Сценарий 4 – суммарные капитальные затраты на его реализацию составили **18 308,3 млн. руб.** (по расчетам на 2020 год) при установке 9 штук ВТСП ТОУ и замене 12 выключателей.

Реализация **Варианта 2 Сценарий 1** (суммарные капитальные затраты на его реализацию составили **20 223,8 млн. руб.** по расчетам на 2020 год), позволяет включить в работу линии транзитов 220 кВ в ЦАО г. Москвы, не задействованные сейчас в передаче мощности и, фактически, простаивающие в вынужденном резерве, так как они отключены из-за высоких значений токов короткого замыкания.

Анализируя полученные результаты расчетов электрических режимов, можно отметить, что замыкание ЛЭП 220 кВ, отключенных по ТКЗ, позволяет увеличить пропускную способность электрической сети 220 кВ рассматриваемого района.

Токовая нагрузка ЛЭП 220 кВ ЦАО г. Москвы рассматриваемого района по сравнению со схемой секционирования сети увеличится в режиме зимнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов для Варианта 2 Сценарии 1-3 на 34% - 35%, соответственно, а для Варианта 2 Сценария 4 - на 19% - 25%, соответственно, в режиме летнего максимума нагрузки 2020 и 2025 годов: для Варианта 2 Сценарии 1-3 - на 43% и 35%, соответственно; для Варианта 2 Сценария 4 – на 24% и 19%, соответственно.

Необходимо подчеркнуть, что при ликвидации рассмотренных в работе точек деления электрической сети 220(110-220) кВ без установки ВТСП ТОУ по рассматриваемым вариантам, потребуются капитальные вложения на замену

Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Колич.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

выключателей на шинах подстанций и станций энергосистемы в **3,5 (2,3) раза** превышающие капитальные затраты на реализацию проекта с установкой ВТСП ТОУ.

Инв. № подл.	Подп. и дата						9763-09-Т1.1	Лист
								342
		Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата	

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Техническое задание.

Согласование расчетных моделей АО «СО ЕЭС»

Приложение № 1
к договору
от _____ № _____



ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ № 16-07

на выполнение расчетов для оценки технико-экономического эффекта применения токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости для условий энергосистемы г. Москвы и Московской области

ПОДРЯДЧИК:

АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЬПРОЕКТ»


Генеральный директор

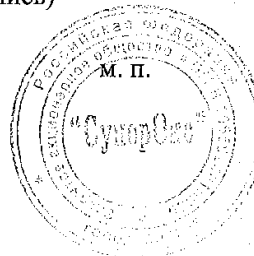

В.А. Беловицкий
(подпись)


ЗАКАЗЧИК:

ЗАО «СуперОкс»

Генеральный директор




С.В. Самойленков
(подпись)



СОГЛАСОВАНО:

АО «СО ЕЭС»

Заместитель Председателя Правления


Павлушко
(подпись)


1. Цель работы

Оценка технико-экономического эффекта применения токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости (далее – ВТСП ТОУ) в энергосистеме г. Москвы и Московской области (далее – Московская энергосистема).

2. Стадийность проектирования

Работа выполняется в 2 этапа.

На первом этапе осуществляется предварительная оценка технико-экономического эффекта применения ВТСП ТОУ по укрупненным стоимостным показателям, включая:

- Установку ВТСП ТОУ,
- Замену выключателей,
- Установку новых и модернизацию существующих устройств РЗА,
- Выполнение иных работ, необходимость которых будет выявлена по результатам исследований.

Результатом первого этапа является укрупненная (предварительная) оценка объема капитальных затрат, необходимых для реализации проекта.

На втором этапе осуществляется уточнение технико-экономического эффекта, определенного на первом этапе, в том числе с учетом:

- Уточнения объема установки новых и модернизации существующих устройств РЗА,
- Проведения иных мероприятий, необходимых для корректного функционирования Московской энергосистемы с учетом установки ВТСП ТОУ.

Результатом второго этапа является определение уточненного технико-экономического эффекта применения ВТСП ТОУ.

Этап 1:

Подэтап 1.1 – Оценка уровня токов к.з. в электрической сети напряжением 110 кВ и выше Московской энергосистемы на этапах 2020 и 2025 годов (п. 3.1-3.5 настоящего Технического задания);

Подэтап 1.2 – Оценка технико-экономического эффекта от применения ВТСП ТОУ в Московской энергосистеме на этапе 2020 года на основе укрупненных показателей стоимости оборудования и сопутствующих работ (п. 3.6.1, 3.6.3-3.6.13, настоящего Технического задания).

Подэтап 1.3 – Оценка технико-экономического эффекта от применения ВТСП ТОУ в Московской энергосистеме на этапе 2025 года на основе укрупненных показателей стоимости оборудования и сопутствующих работ (п.3.7 (в объеме подэтапа 1.2), 3.9 настоящего Технического задания).

Этап 2:

Актуализация рекомендаций по поэтапной (с выделением этапов 2020 и 2025 годов) установке ВТСП ТОУ на конкретных электросетевых объектах Московской энергосистемы и уточнение оценки технико-экономического эффекта от применения ВТСП ТОУ с учетом:

- Определения мероприятий, обеспечивающих правильное функционирование устройств РЗА на объектах, технологически связанных с местами установки ВТСП ТОУ (п. 3.6.2, 3.6.6, 3.6.13 (в части РЗА) настоящего Технического задания);
- Дополнительных исследований по выявлению прочих факторов, обосновывающих применение ВТСП ТОУ в Московской энергосистеме (п. 3.8 настоящего Технического задания).

3. Требования к выполнению, составу работы и ее результатам

3.1. В работе должна быть приведена краткая характеристика Московской энергосистемы с анализом ее функционирования и существующих проблем в части обеспечения соответствия отключающей способности коммутационного оборудования уровням токов короткого замыкания по состоянию на 2016 год.

3.2. В работе должен быть выполнен краткий обзор отечественного и зарубежного опыта решения задачи ограничения токов к.з. (включая мегаполисы) с использованием перспективных токоограничивающих устройств, в том числе реализованных с применением сверхпроводящих материалов.

3.3. В работе должны быть разработаны балансы мощности и электроэнергии Московской энергосистемы на этапы 2020 и 2025 гг. с учетом очередности и объема сетевого строительства, ввода и демонтажа электросетевых объектов и генерирующего оборудования, а также сформированы расчетные модели Московской энергосистемы для проведения расчетов электроэнергетических режимов и токов короткого замыкания на этапы 2020 и 2025 гг.

3.4. В работе необходимо выполнить анализ текущего уровня токов к.з. в электрической сети напряжением 110 кВ и выше Московской энергосистемы с выявлением наиболее проблемных районов.

3.5. В работе необходимо выполнить оценку перспективного уровня токов к.з. в электрической сети 110 кВ и выше Московской энергосистемы без учета установки ВТСП ТОУ, включающую в себя:

3.5.1. Расчет и анализ токов к.з. в электрической сети напряжением 110 кВ и выше Московской энергосистемы без учета установки ВТСП ТОУ для следующих вариантов на этапах 2020 и 2025 годов:

- Вариант 1 – при сохранении существующих точек секционирования электрической сети 110-220 кВ энергосистемы Москвы и Московской области;
- Вариант 2 – с учетом изменения топологии электрической сети 220 кВ;
- Вариант 3 – с учетом изменения топологии электрической сети 110-220 кВ.

Расчеты токов к.з. необходимо выполнять на верифицированных расчетных моделях энергосистемы с использованием современных программных комплексов.

3.5.2. Определение для указанных вариантов объема выключателей 220 кВ и 110 кВ, отключающая способность которых не соответствует уровням токов к.з. на подстанциях и в распределительных устройствах электростанций с выделением выключателей, отслуживших нормативный срок службы (25 лет), и оценка стоимости их замены на выключатели с более высокой отключающей способностью с разделением по собственникам. Оценка капиталовложений должна проводиться по «Укрупненным стоимостным показателям электрических сетей 35-1150 кВ» (324тм-т1, утверждены, приказом ПАО «ФСК ЕЭС» от 09.07.2012 № 385 (в редакции приказа ПАО «ФСК ЕЭС» от 21.10.2014 № 477) в текущих ценах.

3.5.3. Расчет потерь активной мощности и электроэнергии в электрической сети 110 кВ и выше Московской энергосистемы при существующей схеме секционирования электрической сети и с учетом дополнительных перспективных точек секционирования сети на этапах 2020 и 2025 годов.

3.6. В работе необходимо выполнить оценку технико-экономического эффекта от применения ВТСП ТОУ в Московской энергосистеме на этапе 2020 года с учетом результатов стендовых испытаний ВТСП ТОУ 220 кВ, проведенных в рамках титула «Установка токоограничивающего устройства 220 кВ на основе высокотемпературной сверхпроводимости на ПС 220/20 кВ Мневники» и разработанной математической модели ВТСП ТОУ 220 кВ, включающую:

3.6.1. Определение перспективных мест для установки ВТСП ТОУ в Московской энергосистеме с точки зрения снижения максимальных токов к.з. в

электрической сети 110-220 кВ Московской энергосистемы до уровней, соответствующих отключающей способности коммутационных аппаратов.

При определении перспективных мест установки ВТСП ТОУ необходимо учитывать перечень возможных объектов применения и мест установки технических устройств (в том числе ВТСП ТОУ) для решения задачи ограничения токов короткого замыкания, направленный в адрес ЗАО «СуперОкс» письмом ОАО «СО ЕЭС» от 17.03.2016 № Н14-19-3230 (Приложение №2 к настоящему Техническому заданию).

3.6.2. Расчет критического тока ВТСП ТОУ (уставки перехода ВТСП ТОУ из сверхпроводящего состояния в проводящее) в каждом из определенных согласно п. 3.6.1. перспективных мест установки ВТСП ТОУ.

3.6.3. Расчет оптимального активного сопротивления ВТСП ТОУ в проводящем состоянии в каждом из определенных согласно п. 3.6.1. перспективных мест установки ВТСП ТОУ.

3.6.4. Определение очередности установки ВТСП ТОУ.

3.6.5. Расчет и анализ уровней токов к.з. для вариантов 1-3 в соответствии с п. 3.5.1 с учетом установки ВТСП ТОУ в местах, определенных согласно п. 3.6.1.

3.6.6. Определение мероприятий, обеспечивающих правильное функционирование устройств РЗА на объектах, технологически связанных с местами установки ВТСП ТОУ:

- на первом этапе выполняется укрупненная оценка стоимости новых (модернизации существующих) систем РЗА на энергообъектах, для которых предусматривается установка ВТСП ТОУ, а также на энергообъектах, связанных с ними технологически,

- на втором этапе производится уточнение технических решений первого этапа с учетом выполненных расчетов оптимального значения критического тока ВТСП ТОУ.

3.6.7. Оценку количества выключателей в Московской энергосистеме, подлежащих замене по причине несоответствия их отключающей способности уровню максимальных токов к.з. при установке ВТСП ТОУ для вариантов 1-3 в соответствии с п. 3.5.1.

3.6.8. Оценку снижения потребности в замене выключателей при применении ВТСП ТОУ и оценку снижения капиталовложений при отказе от замены выключателей при установке всех необходимых ВТСП ТОУ.

3.6.9. Оценку возможности замыкания существующих точек деления электрической сети и отказа от использования устройств сетевой автоматики (в частности, АВРЛ, АВР, АВРТ) в электрической сети 220 кВ Московской энергосистемы при установке ВТСП ТОУ.

3.6.10. Анализ влияния замыкания точек деления электрической сети 110-220 кВ Московской энергосистемы за счет установки ВТСП ТОУ на перераспределение потоков мощности и оценку возможной перегрузки электросетевого оборудования.

3.6.11. Расчеты электроэнергетических режимов в электрической сети 110 кВ и выше Московской энергосистемы с учетом установки ВТСП ТОУ для вариантов 1-3 в соответствии с п. 3.5.1.

Расчеты установившихся электроэнергетических режимов необходимо выполнять для нормальной и основных ремонтных схем, а также при нормативных возмущениях в указанных схемах для режимов зимних максимальных нагрузок рабочего дня, летних максимальных нагрузок рабочего дня.

Расчеты установившихся электроэнергетических режимов необходимо выполнять на верифицированных расчетных моделях энергосистемы с использованием современных программных комплексов.

3.6.12. Определение потерь активной мощности и электроэнергии в Московской энергосистеме при установке ВТСП ТОУ для вариантов 1-3 в соответствии с п. 3.5.1, а

также оценку изменения потерь электроэнергии в Московской энергосистеме при установке ВТСП ТОУ по отношению к вариантам развития Московской энергосистемы, не предусматривающим установку ВТСП ТОУ.

3.6.13. Оценку капиталовложений в мероприятия по усилению электрической сети, по замене электросетевого оборудования и установке устройств РЗА (указанные капиталовложения необходимо учесть при расчете общих капиталовложений, связанных с применением ВТСП ТОУ). При этом, в частности, необходимо:

- на первом этапе при оценке технико-экономического эффекта учесть работы по укрупненным показателям стоимости по установке новых (модернизации существующих) устройств РЗА на энергообъектах, на которых предусматривается установка ВТСП ТОУ, а также на энергообъектах, связанных с ними технологически,
- на втором этапе определение уточненного технико-экономического эффекта на основе проведенных расчетов оптимального значения критического тока ВТСП ТОУ.

3.7. В работе необходимо выполнить оценку технико-экономического эффекта от применения ВТСП ТОУ в Московской энергосистеме на этапе 2025 года в соответствии с требованиями пунктов 3.6.1 – 3.6.13.

3.8. По результатам выполненной оценки технико-экономического эффекта от применения ВТСП ТОУ в Московской энергосистеме, по договоренности с Заказчиком и при наличии исходной информации, в работе могут быть проведены дополнительные исследования по выявлению прочих факторов, обосновывающих применение ВТСП ТОУ в Московской энергосистеме, включающие:

3.8.1. Оценку влияния установки ВТСП ТОУ 220 кВ на обеспечение оптимальной работы экранов кабелей 110 кВ и 220 кВ в г. Москва (при получении исходной информации от филиала ПАО «МОЭСК» - ВКС и от подразделения АО «ОЭК» - ВРЭС).

3.8.2. Оценку увеличения показателей надежности, снижения аварийности, уменьшения износа коммутационных аппаратов, кабельных линий, трансформаторов и иного оборудования.

3.9. По итогам работы необходимо:

3.9.1. Разработать рекомендации по поэтапной (с выделением этапов 2020 и 2025 годов) установке ВТСП ТОУ на конкретных электросетевых объектах Московской энергосистемы.

3.9.2. Провести количественную оценку технико-экономического эффекта применения ВТСП ТОУ в Московской энергосистеме для этапов 2020 и 2025 годов (снижение токов к.з., уменьшение количества выключателей, требующих замены из-за несоответствия их отключающей способности уровням токов к.з., снижение потерь активной мощности и электроэнергии) для всех рассмотренных вариантов развития электрической сети.

3.9.3. Привести перечень коммутационного оборудования, рекомендованного к замене, а также перечень вновь устанавливаемого оборудования с учетом использования ВТСП ТОУ на этапы 2020 и 2025 годов.

4. Сдача-приемка выполненных работ

4.1. Сдача-приемка выполненных работ осуществляется Заказчиком в соответствии с датой окончания выполнения работ, установленной в Приложении № 1 к настоящему Техническому заданию.

4.2. Заказчик рассматривает документацию в рамках своих компетенций и согласовывает ее, либо направляет Подрядчику замечания в течение 5 (пяти) рабочих дней с момента получения обращения от Подрядчика.

4.3. Документация предоставляется Заказчику для последующего направления в АО «СО ЕЭС» в виде отчета в формате «.pdf», содержащего текст с необходимыми расчетами, схемами, графиками и диаграммами. Все материалы предоставляются Заказчику в электронном виде (на оптическом носителе).

4.4. Результаты работы должны быть согласованы с АО «СО ЕЭС».

4.5. Все расчетные модели (включая графические схемы), использованные для проведения расчетов электроэнергетических режимов и расчетов токов к.з., предоставляются в АО «СО ЕЭС» в электронном виде в форматах программных комплексов, с использованием которых проведены расчеты (RASTR WIN и APM CP3A).

5. Требования к качеству работ, в том числе технология производства работ, методы производства работ, организационно-технологическая схема производства работ

5.1. При выполнении работы необходимо руководствоваться следующими нормативно-техническими документами (НТД):

- «Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем» (утверждены приказом Минэнерго России от 30.06.2003 № 281);
- «Методические указания по устойчивости энергосистем» (утверждены приказом Минэнерго России от 30.06.2003 № 277);
- Схема и программа развития ЕЭС России на семилетний период и Схемы и программы развития электроэнергетики г. Москва и Московской области на пятилетний период, разрабатываемые в соответствии с Правилами разработки и утверждения схем и программ перспективного развития электроэнергетики, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 17.10.2009 № 823;
- «Правила устройства электроустановок. 7-е издание»;
- «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей» (утверждены Приказом Минэнерго России от 19.06.2003 № 229);
- ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения», утвержденный приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 22.07.2014 № 400-ст.

Данный список НТД не является полным и окончательным. При проектировании необходимо руководствоваться последними редакциями документов, необходимых и действующих на момент разработки документации.

5.2. При выполнении работы необходимо учитывать результаты НИР «Разработка стратегических направлений развития Московской энергосистемы с учетом роста уровня токов короткого замыкания», выполненной АО «Институт «ЭНЕРГОСЕТЫПРОЕКТ» в 2011 году, а также результаты работы по титулу «Установка токоограничивающего устройства 220 кВ на основе высокотемпературной сверхпроводимости на ПС 220/20 кВ Мневники».

6. Исходная информация

6.1. Заказчик предоставляет Подрядчику следующую исходную информацию:

- Технические характеристики ВТСП ТОО различных активных сопротивлений для учета при моделировании;
- Информацию по сложившимся рыночным ценам на электросетевое оборудование.

6.2. Заказчик содействует получению информации от филиала ПАО «МОЭСК» - ВКС и от подразделения АО «ОЭК» - ВРЭС.

Следующие документы являются неотъемлемой частью настоящего Технического задания:

Приложение № 1 – «Календарный план выполнения работ», на 1 л.

Приложение № 2 – Письмо ОАО «СО ЕЭС» от 17.03.2016 № Н14-19-3230 «О возможных объектах применения ВТСП ТОУ» – на 2 л.

9763-09-т1.1



Генеральному директору
ЗАО «СуперОкс»

С.В. Самойленкову

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»**

Китайгородский проезд, д. 7, стр. 3,
Москва, Россия, 109074
Тел.: (495) 627-83-55 Факс: (495) 627-95-15
E-mail: secr@so-ups.ru
<http://www.so-ups.ru>

20.10.2016 № НЗП-П-2-19-12919

на № _____ от _____

О согласовании расчетных моделей

Уважаемый Сергей Владимирович!

По результатам рассмотрения письма ЗАО «СуперОкс» от 05.10.2016 № 1056 сообщая о согласовании АО «СО ЕЭС» скорректированных расчетных моделей для выполнения оценки технико-экономического эффекта применения токоограничивающих устройств на основе высокотемпературной сверхпроводимости для условий энергосистемы г. Москвы и Московской области.

Заместитель Председателя Правления

С.А. Павлушко

С.С. Холопов
8 (499) 218-88-88 доб. 2257