

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики
(наименование института полностью)

Кафедра «Электроснабжение и электротехника»
(наименование)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Электроснабжение
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Проектирование кабельных линий 6 кВ для электроснабжения бассейна ТГУ

Студент

В.Д. Коновалов
(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент С.В. Шаповалов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.п.н., доцент А.В. Кириллова
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2021

Аннотация

В выпускной квалификационной работе рассмотрен в качестве объекта электроснабжения крытый плавательный бассейн. В рамках чего, рассмотрены этапы проектирования и перечень мероприятий, необходимых для обеспечения его нормального функционирования.

В первую очередь произведен анализ характеристик данного объекта, на основании которых составлялись технические условия на осуществление его технологического присоединения к электрическим сетям.

Исходя их величины потребляемой нагрузки, определен уровень передаваемой мощности. После чего, с учетом анализа существующей системы электроснабжения в заданном районе, определен перечень мероприятий, необходимых для обеспечения электроснабжения бассейна.

Спроектирована трансформаторная подстанция и выбрана оптимальная трасса кабельной линии для ее подключения. Разработан проект производства работ, необходимый для обеспечения безопасности проведения предполагаемых мероприятий.

Пояснительная записка выполнена на 70 листах, включает в себя 10 таблиц, 15 рисунков. Графическая часть выполнена на 6 чертежах формата А1.

Abstract

This graduation work deals with design of 6 kV cable lines for power supply of the TSU pool.

The graduation project includes an explanatory note on 70 pages, introduction, consisting of 2 pages, 15 pictures, 10 tables, the list of 6 references including 4 foreign sources, and the graphic part on 6 A1 sheets.

The aim of this work is providing power supply to the swimming pool under construction.

The object of the graduation project is indoor swimming pool of TSU.

The subject of the work is development of measures to ensure the power supply of the pool.

The issues of the project are calculate the power consumption of the facility, analyze the current power supply system, choose the optimal route for laying cable lines, install a transformer substation and develop a project for the production of works.

Before proceeding with the solution of the questions, an analysis was carried out. It includes a study of the power supply facility and the principles that allow you to choose the optimal solutions for the design of power supply systems.

The proposed measures must be carried out in strict accordance with the current legislation on labor protection. Particular attention is paid to the development of a project for the production of works.

The results of the study showed that 6 kV switchgear reconstructions had a positive impact on the substation work.

Содержание

Введение.....	6
1 Предпроектное обследование.....	8
1.1 Описание объекта проектирования.....	8
1.2 Сведения из проектной документации на строительство бассейна	10
1.3 Требования к обеспечению безопасности объектов электрохозяйства.....	17
2 Порядок заключения и выполнения договора на технологическое присоединение.....	22
3 Выбор основных проектных решений по стороне 6 кВ.....	26
3.1 Анализ вводных данных	
3.2 Выбор оптимального варианта подключения	
4 Выбор оптимальной трассы кабельной линии 6 кВ.....	33
5 Проектирование трансформаторной подстанции 6/0,4 кВ	40
5.1 Выбор числа трансформаторов	40
5.2 Выбор мощности трансформаторов.....	40
5.3 Выбор типа трансформаторов	41
5.4 Выбор типа трансформаторной подстанции.....	43
5.5 Выбор РУ-6 кВ	45
5.6 Выбор РУ-0,4 кВ	49
6 Техническое задание к трансформаторной подстанции.....	52
6.1 Общие требования к БКТП.....	52
6.2 Отделка строительной части	54
6.3 Пожарная безопасность.....	54
6.4 Контур заземления.....	55
6.5 Камера силового трансформатора	55
6.6 Устройство РУ-6 кВ.....	56
6.7 Устройство РУ-0,4 кВ.....	58

6.8 Освещение	58
6.9 Обогрев	58
6.10 Средства индивидуальной и коллективной защиты	59
7 Указания по монтажу и эксплуатации	55
7.1 Общие указания	61
7.2 Заземление, грозозащита и защитные меры безопасности	62
7.3 Устройства фундаментов	63
7.4 Указания по организации эксплуатации электроустановки...	64
7.5 Охрана окружающей среды	65
Заключение	67
Список используемых источников.....	68

Введение

Электроснабжение потребителей в нашей стране осуществляется на основании договора на технологическое присоединение, заключаемого между электросетевой организацией и владельцем подключаемых электропотребляющих устройств. К договору сетевая организация прикладывает технические условия (ТУ), в которых прописаны критерии осуществления подключения, в том числе мероприятия, выполняемые обеими сторонами в своей зоне ответственности.

В рамках данной работы заявителем выступает ФГБОУ ВО Тольяттинский государственный университет, владельцем сетей, к котором будет осуществляться технологическое присоединение ввиду фактической близости является АО «ОРЭС-Тольятти». Данное предприятие обеспечивает надежное, бесперебойное и стабильное электроснабжение населения, городских коммунально-бытовых потребителей, объектов социальной и инженерной инфраструктуры Центрального и Комсомольского районов города Тольятти с ноября 2010 года. На балансе предприятия состоят кабельные линии электропередач общей протяженностью около 1215 км. Для обеспечения надежного электроснабжения потребителей кабельные линии должны эксплуатироваться строго в соответствии с действующими нормативными актами, правилам эксплуатации и прочими нормативными документами, действующими на территории РФ.

В рамках договора обозначается граница раздела балансовой принадлежности, служащая разграничением между мероприятиями, выполняемыми сторонами согласно ТУ.

После согласования технических условий с заявителем и, при необходимости, с иными сетевыми организациями стороны приступают к разработке документации согласно прописанным обязательствам. После чего при обоюдном согласовании, а также согласовании с другими

заинтересованными лицами и службами, стороны приступают к выполнению обязательств.

Сетевая организация осуществляет мероприятия по подключению энергопринимающих устройств под действие аппаратуры противоаварийной и режимной автоматики в соответствии с техническими условиями, а также проверку выполнения заявителем технических условий. В заключении, должностной представитель Ростехнадзора при участии сетевой организации проводит осмотр энергопринимающих устройств заявителя, а также контролирует выполнение мероприятий и прием заявок сетевой организацией.

При выполнении проектных работ согласно техническим условиям сетевая организация руководствуется критериями экономической и энергетической эффективности, а также имеющимися ресурсами электросетевого хозяйства. Кроме того, принятые технические решения должны удовлетворять условиям, запрашиваемым потребителем в части уровня напряжения, величины передаваемой мощности и обеспечения должной категории надежности электроснабжения.

Целью бакалаврской работы является обеспечение электроснабжения энергопринимающих устройств бассейна ТГУ.

Для достижения поставленной цели сформулирован ряд задач:

- провести предпроектное обследование рассматриваемого объекта;
- выполнить анализ процесса технологического присоединения;
- произвести выбор основных проектных решений по стороне 6 кВ и оптимальной трассы кабельной линии 6 кВ;
- спроектировать трансформаторную подстанцию 6/0,4 кВ;
- выполнить указания по монтажу и эксплуатации кабельной линии и трансформаторной подстанции.

1 Предпроектное обследование

1.1 Описание объекта проектирования

Строительство нового бассейна в Тольяттинском государственном университете (ТГУ) является результатом реализации федерального проекта «500 бассейнов», разработанного по инициативе президента РФ Дмитрия Медведева и партии «Единая Россия» совместно с Министерством науки и высшего образования РФ в 2009 году. «Данный проект создает тенденцию к повышению качества жизни и ведению здорового образа жизни как среди студенческой молодежи, так и для жителей близлежащих к новым спортивным объектам домов» [1].

Федеральная программа оказала значительное влияние на инфраструктуру и направленность деятельности множества ВУЗов в различных регионах России, а в 2019 году Минобрнауки России после рассмотрения представленной заявки приняло решение о выделении средств на реализацию проекта строительства бассейна в ТГУ, о чем свидетельствует приказ подписанный 5го марта того же года. Согласно вышеупомянутому приказу на строительство выделено 223 млн рублей. Выделения средств университет добивался почти пяти лет, в течении этого времени разработан проект на строительство из собственного бюджета ВУЗа и привлеченных инвестиций.

Предпосылками к возведению нового спортивного объекта в Тольятти является ряд причин:

- растущая численность населения и увеличения числа студентов в ТГУ;
- несоответствие существующих бассейнов современным стандартам качества;
- стремление к популяризации спорта на фоне снижения физической активности населения в современных реалиях;

- необходимость создания спортивных объектов, доступных для маломобильных групп населения;
- необходимость создания площадки для проведения соревнований по водным видам спорта различного масштаба в стенах ТГУ;
- увеличения возможностей для образования и подготовки студентов института физической культуры и спорта.

«Новый бассейн станет большим приобретением и для жителей Соцгорода и микрорайонов, прилегающих к пересечению улиц Ушакова – Банькина. А для студентов Тольяттинского госуниверситета это возможность разнообразить спортивную жизнь, заниматься водными видами спорта.» [14]

Новый бассейн располагается в Центральном районе Тольятти на пересечении улиц Ушакова и Банькина (рисунок 1) на месте бывшей парковки, его строительство оказало значительное влияние на инфраструктуру кампуса ТГУ и спортивную инфраструктуру города.

Ситуационный план

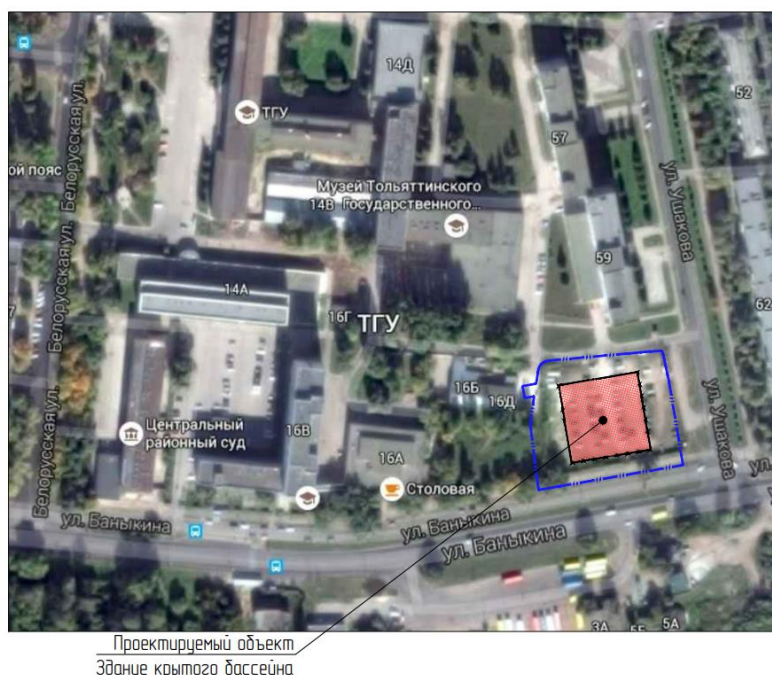


Рисунок 1 – Местоположение крытого плавательного бассейна ТГУ

1.2 Сведения из проектной документации на строительство бассейна

а) Разработка проектной документации на строительство

Проектная документация по объекту «Крытый плавательный бассейн ТГУ», строительство которого предполагается по адресу: Самарская область, г. Тольятти, Центральный район, южнее здания, имеющего адрес ул. Ушакова, 59 выполняется на основании задание на проектирование. Градостроительный план участка представлен на рисунке 2.



Рисунок 2 – Градостроительный план участка 2015 г

Условные обозначения на градостроительном плане:

1 – Лабораторный корпус; 2 – Учебно-лабораторный корпус (1 пусковой комплекс); 3 – Здание (лит. А7) – спортивный корпус; 4 – Здание лаборатории автомобильного факультета. Учебно-производственные мастерские. Здание лабораторного корпуса НИС. Учебно-производственный мастерские; 5 – Лабораторный корпус; 6 – Здание (лит. А) – главный корпус; 7 – Здание (лит. А) – учебно-лабораторный корпус электротехнического факультета; 8 – Здание (лит. А) – учебно-лабораторный корпус строительного факультета; 9 – Здание лаборатории источников сейсмических сигналов; 10 – Здание столовой на 530 мест (лит. А4); 11, 12 – Сооружения; 13 – Автостоянка; 14 – Место допустимого размещения зданий, строений, сооружений, части земельного участка по данным государственного кадастрового учета (ограничения в использовании) с соблюдением дополнительных условий. Временные. Дата истечения срока действия временного характера 09.10.2014; 15 – Санитарно-защитная полоса водопроводов.

б) Исходные данные и документация для проектирования

В качестве исходных данных при разработке проектной документации были использованы следующие материалы:

- Договор на проектирование № 482 от «16» мая 2016 г;
- Задание на проектирование – приложение к договору № 482 от «16» мая 2016 г;
- Распоряжение мэра г.о. Тольятти № 560-р/5 от 08.02.2016г. об утверждении градостроительного плана земельного участка;
- Градостроительный план земельного участка № RU63302000-000000000000-2122;
- Свидетельство о праве собственности 63-АД 421418 от 28.12.2009 г.;

– Отчет об инженерно-геологических изысканиях на объекте «Крытый плавательный бассейн ТГУ», выполненных ООО «Поволжский военпроект» в октябре 2015г.

в) Сведения о функциональном назначении объекта, состав и характеристика производства, номенклатура выпускаемой продукции (работ, услуг)

«Объект капитального строительства предназначен для организации крутого плавательного бассейна. «Крытый плавательный бассейн ТГУ должен обеспечить проведение физкультурно-оздоровительных и учебно-тренировочных занятий, ориентированных на массовое оздоровление различных категорий граждан, включая маломобильные группы населения» [2]. Занятия в бассейне детей дошкольного и младшего школьного возраста не предусматриваются. Проектируемое здание трехэтажное, включая подвал.

Подвал используется для размещения санитарно-бытовых помещения персонала, мастерских по ремонту и эксплуатации здания, помещения водоподготовки бассейна, технических помещений. На 2-ом этаже здания размещается венткамера. Вдоль одной из продольных сторон зала ванны бассейна предусмотрена открытая технологическая галерея для обслуживания оборудования. Основные функциональные помещения здания располагаются на 1-м этаже.

По своему назначению бассейн является универсальным учебно-тренировочным, оборудованным для плавания, водного поло и предназначенным для обучения плаванию, оздоровительных занятий, тренировок. Проект считается уникальным для города, так как пространство вокруг бассейна имеет неограниченный доступ со стороны города, в отличие от остального кампуса Тольяттинского государственного университета, что делает данную среду доступной для жителей города и положительно отражается на статусе ТГУ и привлечении новоиспеченных студентов.

г) Сведения о потребности объекта капитального строительства в топливе, газе, воде и электрической энергии

Сводные данные о потребности в электроэнергии, тепловой энергии, воды приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные о потребности в электроэнергии, тепловой энергии и воды

№№ пп	Наименование	Ед. изм.	Количество
1	Водоснабжение		
	Питьевое (в том числе ГВС)	л/сек \ м3/сутки	2,04 \ 77,08
	Пожаротушение:		
	внутреннее	л/сек	3,7
	наружное	л/сек	20
2	Канализация		
	Бытовая	м3/сутки	54,04
	Ливневая	л/сек	27,3
3	Энергоснабжение		
	<i>ВСЕГО</i>	кВт	200
	Электроосвещение	кВт	-
	Силовое	кВт	-
4	Теплоснабжение		
	<i>ВСЕГО</i>	Ккал/час \ Вт	891 599 \ 1 036 930
	Отопление	Ккал/час \ Вт	133 534 \ 155 300
	Вентиляция	Ккал/час \ Вт	311 655 \ 362 490
	Горячее водоснабжение	Ккал/час \ Вт	125 400 \ 145 840
	Технологические нужды	Ккал/час \ Вт	257 954 \ 300 000
	Теплый пол	Ккал/час \ Вт	6 277 \ 7 300
	Тепловые завесы	Ккал/час \ Вт	56 750 \ 66 000

д) Сведения о категории земель, на которых располагается объект капитального строительства.

Территория под строительство здания находится в границах отведенного земельного участка в соответствии с ГПЗУ.

и) Основные технико-экономические показатели проекта.

Основные технико-экономические показатели проекта приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Основные технико-экономические показатели

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Показатели
1	Общая площадь здания	м ²	3248,37
2	Полезная площадь здания	м ²	3011,40
3	Площадь застройки, в том числе площадь застройки ТП	м ²	1899,25 33,7
4	Этажность	шт	2
5	Количество этажей	шт	3
6	Площадь участка по ГПЗУ	м ²	8 2059
7	Площадь благоустраиваемого участка	м ²	4889,96
8	Строительный объем подземной части	м ³	5821,27
9	Строительный объем надземной части	м ³	11936,56
10	Площадь асфальтового покрытия проездов, тротуаров, отмосток	м ²	1832,62
11	Площадь озеленения	м ²	1322,52

к) Данные о проектной мощности объекта капитального строительства, значимости объекта капитального строительства для поселений (муниципального образования), а также о численности работников и их профессионально-квалификационном составе, числе рабочих мест (кроме жилых зданий) и другие данные, характеризующие объект капитального строительства, - для объектов непромышленного назначения.

Уровень ответственности нормальный.

Класс функциональной пожарной опасности – ФЗ.6;

Степень огнестойкости III.

Класс конструктивной пожарной опасности - С0;

Здание плавательного бассейна отапливаемое, двухэтажное. Площадь первого этажа 1706,43 м². Площадь второго этажа 264,19 м² и подвального этажа 1277,75 м². Высота первого этажа переменная 4,270 м; 3,000 м, и 7,280 м в залах бассейна и подготовительных занятий, высота второго этажа 3,920 м. За условную отметку 0.000 принята отметка чистого пола первого этажа здания, что соответствует абсолютной отметке 109.40. Сетка несущих металлических колонн 6,000 x 6,400 м.

Здание плавательного бассейна имеет размеры 42,000x 41,000 м в осях, форма в плане продиктована абрисом отведенного под строительство участка, представленном на рисунке 3.

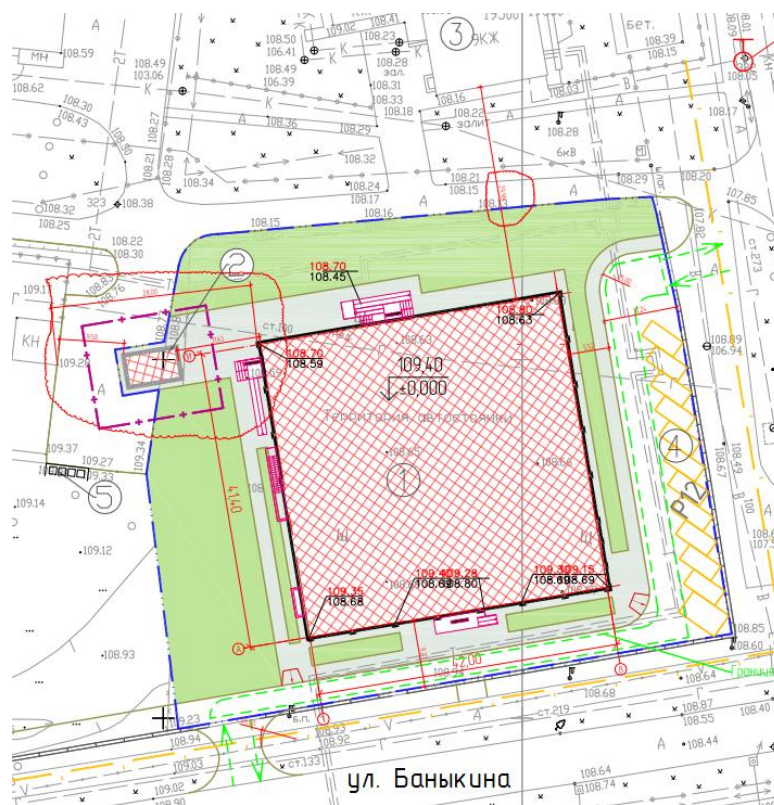


Рисунок 2 – Участок, выделенный под строительство бассейна

На первом этаже плавательного бассейна предусмотрены залы бассейна и подготовительных занятий, тренерские, кабинет медсестры,

раздевальные и служебно-бытовые помещения. Доступ МГН обеспечен во все помещения 1 этажа.

В подвальном этаже расположены технические и служебно-бытовые помещения: электрощитовая, водомерный узел, вентиляционная камера, мастерская по ремонту оборудования, комната хранения светильников и электрооборудования, помещение для прокладки инженерных коммуникаций, озонаторная, помещение водоподготовки, помещение для хранения реагентов, комната персонала, комната приема пищи, коридоры.

Подвальный этаж соединен с первым этажом незадымляемой лестницей, которая не является эвакуационной.

На втором этаже расположены вентиляционная камера и технический балкон.

Доступ посетителей осуществляется только на первый этаж.

Количество часов эксплуатации в день бассейна - 12 часов, 6 смен (9.00-21.00). Продолжительность работы бассейна составляет 353 дня в год или 4236 часов, один рабочий день в месяц используется для проведения профилактических работ;

Количество смен для тренировок - 6 смен (1 смена - 2 часа, в том числе 30 минут на переодевание. Продолжительность одного занятия в бассейне 1,5 часа). Количество занимающихся в смену – 64 человека.

л) «Проектная документация разработана в соответствии с градостроительным планом земельного участка, заданием на проектирование, градостроительным регламентом, техническими регламентами, в том числе устанавливающими требования по обеспечению безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий, и с соблюдением технических условий» [2].

1.3 Требования к обеспечению безопасности объектов электрохозяйства

Эксплуатация электрических установок должна производиться в соответствии с настоящими Правилами, "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТЭ) и "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей" (ПТБ).

В ведении и эксплуатации комплекса находится электротехническое оборудование трансформаторных пунктов или подстанций в соответствии с границей ответственности, установленной актом разграничения между энергоснабжающей организацией и комплексом, и кончая силовыми электроприемниками и электроприемниками подсобных помещений.

В ведении и эксплуатации комплекса находятся установки электрического освещения территории, подъездных путей, подъездов.

При приемке электрооборудования в эксплуатацию после строительства или капитального ремонта от строительно-монтажной организации должны быть получены следующие документы:

- исполнительные чертежи электрических сетей, размещения щитов, автоматов защиты и контроля, силового электрооборудования, всех стационарных электроприемников и электроустановочных изделий. Исполнительные чертежи должны содержать планы всех помещений с нанесенными на них магистральными распределительными пунктами, групповыми щитками, схему питающей сети, характерные разрезы здания или отдельных помещений с нанесенным на них электрооборудованием, если его размещение недостаточно ясно из чертежей планов, чертежи сложных и нестандартных конструктивных узлов установки электро-оборудования и прокладки сетей;
- протоколы измерения сопротивления изоляции кабелей, сетей и нестандартного электрооборудования, а также петли "фаза-нуль"

- акты на скрытые работы, составленные по результатам осмотра перед закрытием;
- протоколы измерения сопротивления растеканию тока заземляющих устройств;
- карту установок релейной защиты с параметрами тока, напряжения и, по возможности, времени срабатывания;
- протоколы проверки надежности крепления тяжелых светильников и других электротехнических изделий;
- паспорта на электротехнические изделия;
- в случае установки импортного электрооборудования - ведомость замены его отечественным электрооборудованием.

При отсутствии указанных документов приемочный акт не должен быть подписан. Приемка в эксплуатацию от строительно-монтажной организации оборудования с истекшим гарантийным сроком запрещается.

Установка нового, капитальный ремонт и реконструкция действующего оборудования должны производиться в соответствии с "Правилами устройства электроустановок" (ПУЭ).

«Все работы, выполненные при капитальном ремонте или реконструкции основного электрооборудования, должны быть приняты по акту с приложением технической документации на проведенные работы» [3].

«Перед началом эксплуатации электрооборудования лицо, ответственное за электрохозяйство, должно составить должностные инструкции, а также инструкции по технике безопасности для всех лиц, занимающихся эксплуатацией электрооборудования или имеющих доступ в помещения с установленным незащищенным электрооборудованием» [4].
Инструкции должны быть согласованы с местным комитетом профсоюза и утверждены руководством.

Потребители должны обеспечить проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и

реконструкции оборудования электроустановок. Ответственность за их проведение возлагается на руководителя. Объем технического обслуживания и планово-предупредительных ремонтов должен определяться необходимостью поддержания работоспособности электроустановок, периодического их восстановления и приведения в соответствие с меняющимися условиями работы. На все виды ремонтов основного оборудования электроустановок должны быть составлены ответственным за электрохозяйство годовые планы (графики), утверждаемые техническим руководителем Потребителя.

Ремонт электрооборудования и аппаратов, непосредственно связанных с технологическими агрегатами, должен выполняться одновременно с ремонтом последних. Графики ремонтов электроустановок, влияющие на режим работы здания, должны быть утверждены руководителем организации. Потребителям следует разрабатывать также долгосрочные планы технического перевооружения и реконструкции электроустановок.

Периодичность и продолжительность всех видов ремонта, а также продолжительность ежегодного простоя в ремонте для отдельных видов электрооборудования устанавливаются в соответствии с Правилами и действующими отраслевыми нормами и указаниями заводов-изготовителей.

Техническое обслуживание и ремонт могут проводиться и по результатам технического диагностирования при функционировании у Потребителя системы технического диагностирования - совокупности объекта диагностирования, процесса диагностирования и исполнителей, подготовленных к диагностированию и осуществляющих его по правилам, установленным соответствующей документацией. К такой документации относятся: отраслевой стандарт, ведомственный руководящий документ, регламент, стандарт предприятия и другие документы, принятые в данной отрасли или у данного Потребителя.

В данном документе, составленном в соответствии с действующими правилами органов государственного надзора и государственными

стандартами, описывается весь порядок проведения технического диагностирования и поставки технического диагноза. Документ составляется раздельно по видам электроустановок.

По истечении установленного нормативно-технической документацией срока службы все технологические системы и электрооборудование должны подвергаться техническому освидетельствованию комиссией, возглавляемой техническим руководителем Потребителя, с целью оценки состояния, установления сроков дальнейшей работы и условий эксплуатации.

Результаты работы комиссии должны отражаться в акте и технических паспортах технологических систем и электрооборудования с обязательным указанием срока последующего освидетельствования. Техническое освидетельствование может также производиться специализированными организациями.

Конструктивные изменения электрооборудования и аппаратов, а также изменения электрических схем при выполнении ремонтов осуществляются по утвержденной технической документации.

До вывода основного оборудования электроустановок в капитальный ремонт должны быть:

- составлены ведомости объема работ и смета, уточняемые после вскрытия и осмотра оборудования, а также график ремонтных работ;
- заготовлены согласно ведомостям объема работ необходимые материалы и запасные части;
- составлена и утверждена техническая документация на работы в период капитального ремонта;
- укомплектованы и приведены в исправное состояние инструмент, приспособления, такелажное оборудование и подъемно-транспортные механизмы;
- подготовлены рабочие места для ремонта, произведена планировка площадки с указанием размещения частей и деталей;

– укомплектованы и проинструктированы ремонтные бригады.

Вводимое после ремонта оборудование должно испытываться в соответствии с нормами испытания электрооборудования. Специальные испытания эксплуатируемого оборудования проводятся по схемам и программам, утвержденным ответственным за электрохозяйство. Основное оборудование электроустановок, прошедшее капитальный ремонт, подлежит испытаниям под нагрузкой не менее 24 часов, если не имеется других указаний заводов-изготовителей. При обнаружении дефектов, препятствующих нормальной работе оборудования, ремонт считается незаконченным до устранения этих дефектов и повторного проведения испытания. Все работы, выполненные при капитальном ремонте основного электрооборудования, принимаются по акту, к которому должна быть приложена техническая документация по ремонту. Акты со всеми приложениями хранятся в паспортах оборудования. О работах, проведенных при ремонте остального электрооборудования и аппаратов, делается подробная запись в паспорте оборудования или в специальном ремонтном журнале.

Выводы

В результате предпроектного обследования рассмотрены характеристики проектируемого объекта строительства и его функциональная значимость для университета и города. Проанализирована информация из проекта строительства бассейна, в ходе чего определены величины требуемых ресурсов для инженерного обеспечения работы бассейна. Изучены требования к обеспечению безопасности объектов электрохозяйства, отражающие особенности эксплуатации объекта для его наиболее продуктивной и долгосрочной работы с минимумом ремонтов в будущем.

2 Порядок заключения и выполнения договора на технологическое присоединение

Согласно постановлению Правительства РФ от 27.12.2004 N 861 (ред. от 26.04.2021) «Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям»: «Независимо от наличия или отсутствия технической возможности технологического присоединения на дату обращения заявителя сетевая организация обязана заключить договор с лицами, обратившимися в сетевую организацию с заявкой на технологическое присоединение объектов микрогенерации, принадлежащих им на праве собственности или на ином предусмотренном законом основании, а также выполнить в отношении объектов микрогенерации таких лиц мероприятия по технологическому присоединению при условии, что принадлежащие заявителю энергопринимающие устройства потребителя электрической энергии технологически присоединены к объектам электросетевого хозяйства сетевой организации с уровнем напряжения до 1000 В.» [15] Причем, получить вышеуказанную услугу, имеет право любое дееспособное лицо.

Процесс разграничения обязательств начинается с момента обращения потребителя в сетевую организацию и подачи соответствующей заявки. Если в данном районе действует несколько сетевых организаций потребитель обращается в ту, объекты электросетевого хозяйства которой, расположены

ближе к участку, на котором будут располагаться энергопринимающие устройства.

Сетевая организация выступает посредником между гарантирующим поставщиком и потребителем электрической энергии, что и закрепляется договором на осуществление технологического присоединения.

«Технологическое присоединение энергопринимающих устройств в целях обеспечения надежного их энергоснабжения и качества электрической энергии может быть осуществлено по одной из трех категорий надежности. Отнесение энергопринимающих устройств заявителя (потребителя электрической энергии) к определенной категории надежности осуществляется заявителем самостоятельно.» [15] Решение об отнесении энергопринимающих устройств к одной из категорий принимается на основании уровня их технологической ответственности. Если перерыв в электроснабжении возможен на время включения противоаварийной автоматики и ввода резерва, объект относится к первой категории, если на время выезда оперативного персонала – ко второй категории. Электроснабжение вышеперечисленных категорий должно подразумевать наличие резервных независимых источников электрической энергии, а для первой еще и наличие автономного источника питания.

При электроснабжении по третьей категории перерыв возможен вплоть до 24 часов одновременно, но не более 72 часов в течении года. Питание в данном случае может осуществляться от одного источника.

Важной составляющей договора является установление границы балансовой принадлежности. Согласно постановлению, данная граница представляет собой условную линию, разделяющую эксплуатационную ответственность за электрохозяйство по имущественному признаку.

Заявка на технологическое присоединение представляет собой перечень необходимых заявителю критериев к будущему подключению, а также требуемую документацию об объекте и заявителе. После разрешения всех разногласий и удовлетворения обеих сторон происходит заключение

договора, неотъемлемым приложением которого являются технические условия (ТУ) для присоединения к электрическим сетям.

Технические условия в обязательном порядке включают в себя:

- наименование сетевой организации;
- полное наименование заявителя – юридического лица, фамилия, имя, отчество заявителя – индивидуального предпринимателя;
- наименование энергопринимающих устройств заявителя;
- наименование и местонахождения объектов, в целях электроснабжения которых осуществляется технологическое присоединение энергопринимающих устройств заявителя;
- максимальную мощность присоединяемых энергопринимающих устройств заявителя;
- категорию надежности энергоснабжения;
- класс напряжения электрических сетей, к которым осуществляется технологическое присоединение;
- год ввода в эксплуатацию энергопринимающих устройств заявителя;
- точку (точки) присоединения (вводные распределительные устройства, линии электропередачи, базовые подстанции, генераторы) и максимальную мощность энергопринимающих устройств по каждой точке присоединения;
- основной источник питания;
- резервный источник питания, если имеется.

Далее в ТУ прописывается перечень мероприятий, выполняемых со стороны сетевой организации и со стороны заявителя.

Каждый пункт из порядка заключения договора и выполнения предписанных в нем мероприятий строго регламентирован по срокам, что закреплено в ранее упомянутом постановлении Правительства.

Выводы

В ходе написания данного пункта, изучено постановление Правительства РФ от 27.12.2004 N 861 (ред. от 26.04.2021) «Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям».[15]

Данное постановление регулирует отношения между поставщиком электрической энергии и ее потребителем, определяя порядок и сроки заключения договора между ними, граница раздела балансовой принадлежности и выполнение мероприятий как с той и с другой стороны.

3 Выбор основных проектных решений по стороне 6 кВ

3.1 Анализ вводных данных

На стадии разработки технических условий сетевая организация рассматривает наиболее оптимальные способы электроснабжения потребителя, обусловленные технологическими и экономическими критериями. Основная задача, в данном случае – удовлетворить заявленные потребителем показатели качества электроэнергии и ее передаваемый объем.

Перечень мероприятий необходимых для технологического присоединения разрабатываются на основании следующих вводных данных.

Таблица 3 – Вводные данные для составления технических условий

№	Наименование	Показатель
1	Максимальная мощность присоединяемых энергопринимающих устройств заявителя	284,6 кВт
2	Категория надежности энергоснабжения	II
3	Класс напряжения электрических сетей, к которым осуществляется технологическое присоединение	0,4 кВ

Кроме того, определяющим фактором является местоположение энергопринимающих устройств заявителя, на основании этих данных сетевая организация определяет местоположение своих ближайших объектов электрохозяйства и рассматривает варианты подключения потребителя.

Величина заявленной мощности в купе с необходимостью обеспечить II категорию надежности электроснабжения и отсутствием технической возможности подключить строящийся объект от существующих объектов электросетевого хозяйства напряжением 0,4 кВ свидетельствуют о необходимости установки на территории заявителя трансформаторной подстанции. В соответствии с этим, граница балансовой принадлежности

будет располагаться на отходящих контактах низшего напряжения в трансформаторной подстанции.

Согласно абрису участка, отведенного под строительство крытого плавательного бассейна и благоустройства прилегающей территории под установку подстанции отведен участок земли площадью ____ м² (рисунок 4).

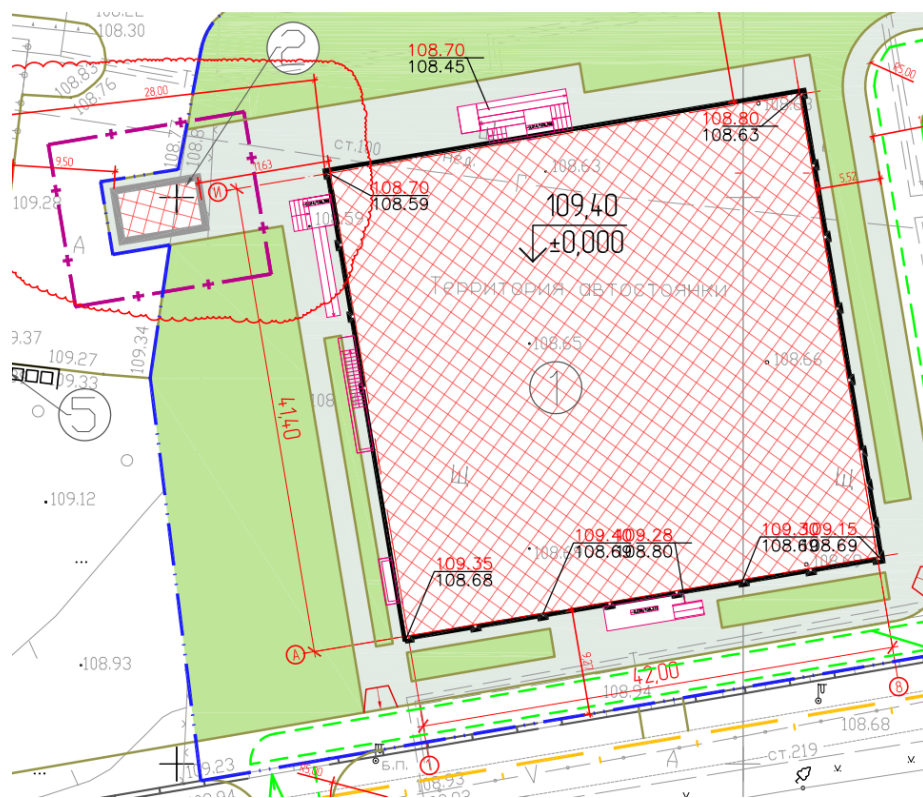


Рисунок 4 – Участок, выделенный под установку ТП

На основании этих сведений рассматриваются ближайшие оптимальные варианты подключения проектируемой подстанции со стороны 6 кВ.

3.2 Выбор оптимального варианта подключения

В первую очередь рассматриваются ближайшие к проектируемой КТП объекты электросетевого хозяйства. Подключение подстанции по стороне 6

кВ может осуществляться как от распределительного устройства высокого напряжения (ВН), как и от проходящей линии 6 кВ между существующими подстанциями. В рассматриваемом районе есть возможности для подключения по обоим вариантам (рисунок - 5). Стоит обратить внимание на то, что электроснабжение объекта должно осуществляться по II категории надежности, а значит, должно подразумевать собой наличие двух независимых источников питания.

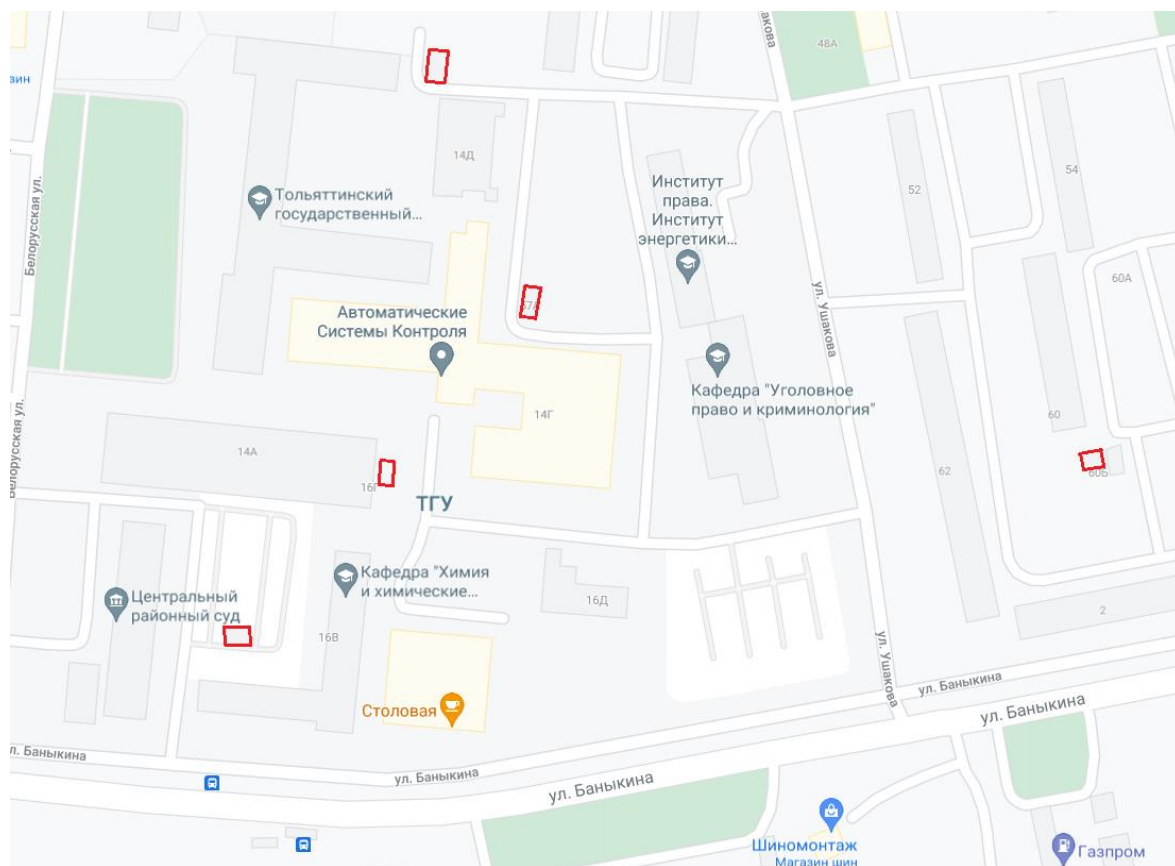


Рисунок 5 – Объекты электрохозяйства в районе проектируемой ТП

Рассмотрим имеющиеся варианты на предмет технической возможности подключения и экономической обоснованности. Основными критериями оценки пригодности ого или иного варианта являются: загруженность объектов электросетевого хозяйства, сохранение режимных параметров работы системы электроснабжения после подключения нового

объекта, протяженность проектируемых сетей электроснабжения и экономические затраты при строительстве, фактическая возможность прокладки той или иной линии.

1. КЛ-6кВ от РУ-6 кВ ТП-2 и РУ-6 кВ ТП-10 до проектируемой ТП

Данный вариант подключения предполагает строительство КЛ-6 кВ от шин РУ-6 кВ ТП-2 и КЛ-6 кВ от шин РУ-6 кВ ТП-2 до шин РУ-6 кВ проектируемой трансформаторной подстанции. Трасса предполагаемой линии указана на рисунке 6.

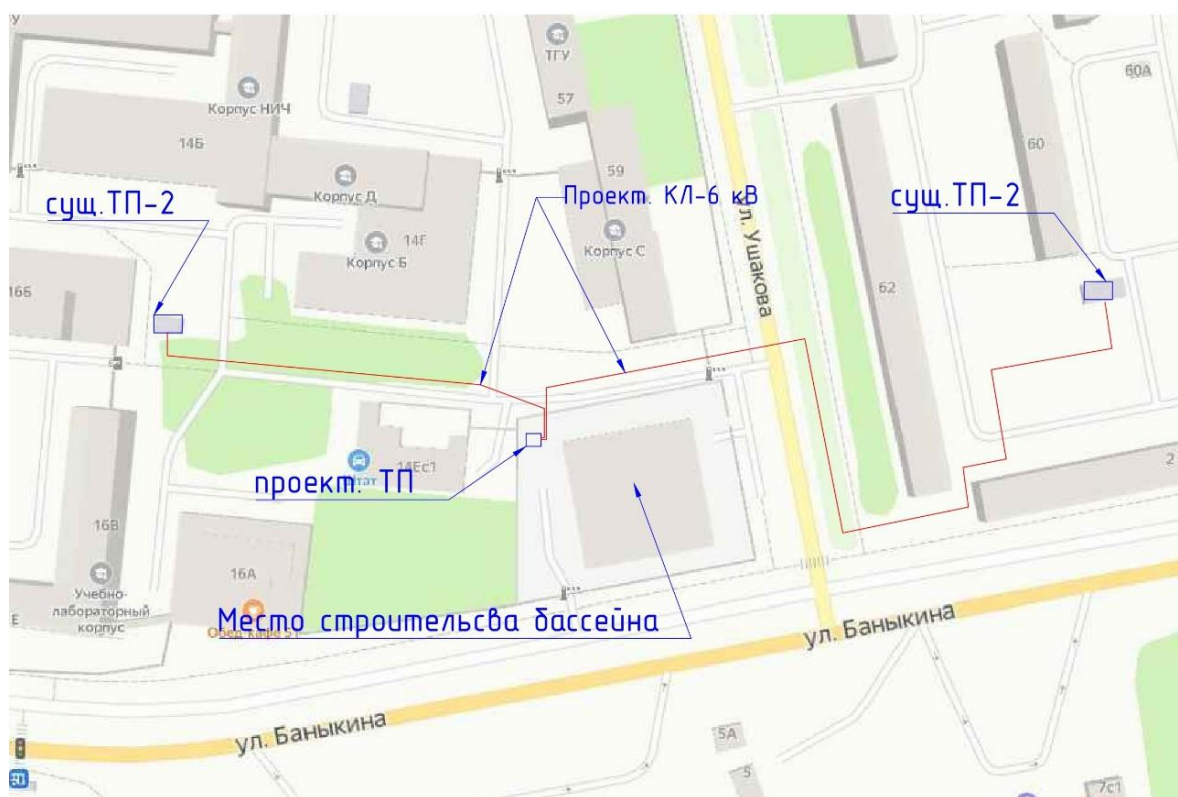


Рисунок 6 – Трасса проектируемой линии

Рассмотрим характеристики проектируемой линии с целью анализа целесообразности ее строительства, соответствующие данные приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики проектируемой линии

Наименование показателя		Значение	
		ТП-2	ТП-10
Основной источник энергии	I секция шин	ГПП «Западная»	ГПП «Южная»
	II секция шин	ГПП «Западная»	ГПП «Южная»
Мощность трансформаторов		630 кВА	630 кВА
Протяженность линии до проектируемой ТП Σ		180 м	350 м
		530 м	
Перечень пересечений с другими инженерными коммуникациями		Водопровод, газопровод, канализация, теплотрасса	
Перечень земельных участков, используемых для строительства		63:09:0301106:2 63:09:0301164:575 63:09:0301164:506 63:09:0301164:14	

2. Врезка в КЛ-6 кВ от ТП-2 до ТП-24

Вышеуказанные подстанции имеют электрическое соединение в виде кабельной линии 6 кВ, а именно двух кабелей АСБ-6 3x185 мм². Линия проходит поблизости с местом установки проектируемой ТП, что подтверждает целесообразность рассмотрения данного варианта, в случае, если потери напряжения в существующих кабелях не будут превышать допустимого значения в рамках установленной мощности действующих электроустановок и протяженности линии. Место врезки и проектируемое электрическое соединение существующей линии с проектируемой подстанцией указано на рисунке 7.



Рисунок 7 – Трасса проектируемой линии

Характеристики, влияющие на целесообразность строительства данной линии обозначены в таблице 5.

Таблица 5 – Характеристики проектируемой линии

Наименование показателя		Значение	
		ТП-2	ТП-24
Основной источник энергии	I секция шин	ГПП «Западная»	ГПП «Западная»
	II секция шин	ГПП «Западная»	ГПП «Южная»
Мощность трансформаторов		630 кВА	630 кВА
Протяженность линии до существующей КЛ		50 м	
Перечень пересечений с другими инженерными коммуникациями		Водопровод, канализация, теплотрасса	
Перечень земельных участков, используемых для строительства		63:09:0301106:2	

3. ТП-24

Отличительной чертой данной подстанции по сравнению с ранее упомянутыми является то, что на I секцию приходит питание с ГПП «Западная», а на II секцию с ГПП «Южная» в отличие от ТП-2 и ТП-10, питание обеих секций РУ-6 кВ которых осуществляется от одной ГПП. Данный факт говорит о том, что прокладка двух кабельных линий с разных секций шин данной подстанции обеспечит для проектируемой подстанции соблюдения требуемой категории надежности. При этом, земляные работы сводятся к разработке одной траншеи для двух кабелей, что зачастую, является оптимальным решением. Предполагаемая трасса обозначена на рисунке 8.

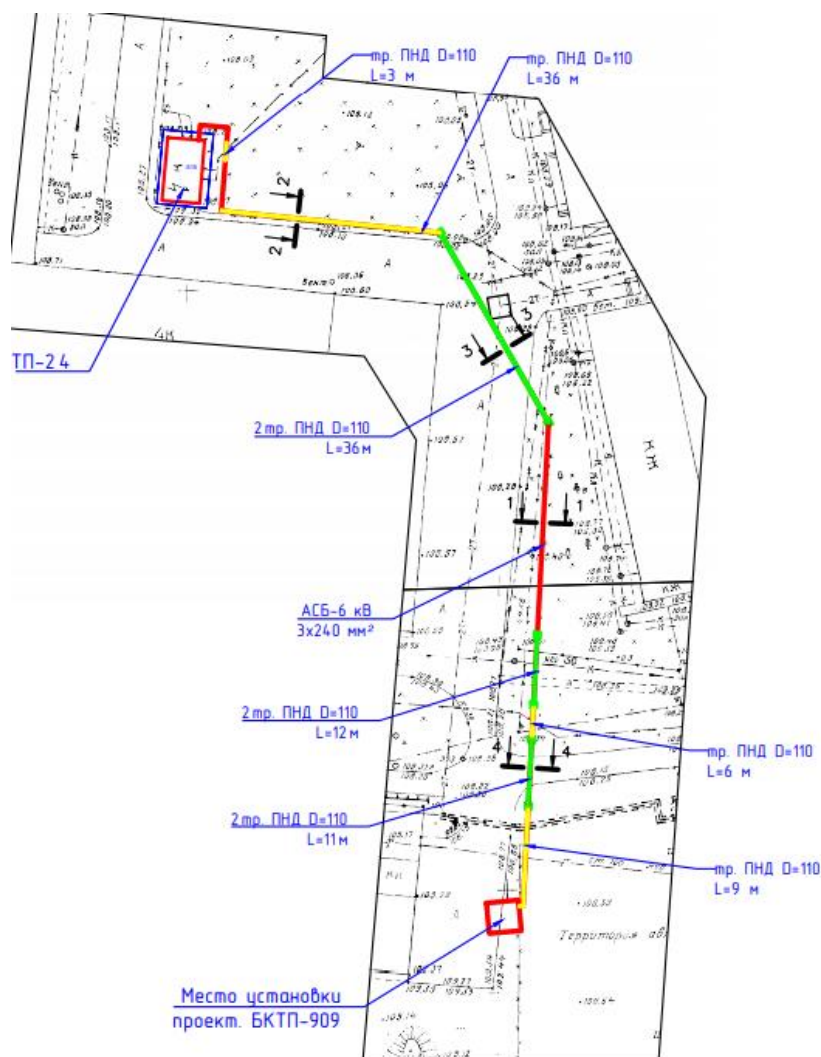


Рисунок 8 – Трасса проектируемой линии

Подробные показатели и характеристики трассы приведены в таблице 6.

Таблица 6– Характеристики проектируемой линии

Наименование показателя		Значение
		ТП-24
Основной источник энергии	I секция шин	ГПП «Западная»
	II секция шин	ГПП «Южная»
Протяженность линии до проектируемой ТП Σ		211 м 422 м
Перечень пересечений с другими инженерными коммуникациями		Водопровод, канализация, теплотрасса
Перечень земельных участков, используемых для строительства		63:09:0301106:2

Для выбора наиболее оптимальной трассы необходимо определить критерии, по которым выбор будет наиболее объективным. В следующем разделе рассмотрим особенности прокладки кабелей подземным способом и вышеописанные критерии дабы рассмотреть преимущества и недостатки каждого варианта.

Выводы

В данном пункте произведен анализ вводных данных для составления технических условий и выполнения проектной документации по данному объекту. В результате проведенного анализа предложены основные проектные решения по стороне 6 кВ: установка трансформаторной подстанции и подключение ее от существующего объекта электрохозяйства сетевой организации. Предложены три варианта подключения для дальнейшего выбора наиболее оптимального их них.

4 Выбор оптимальной трассы кабельной линии 6 кВ

«В настоящее время при проектировании и строительстве кабельных линий напряжением 6-10 кВ отдают предпочтения прокладке подземным способом. Это обусловлено следующими факторами:

1. Гибкость проектирования систем электроснабжения: пролегание кабеля под землей дает значительные преимущества перед воздушными ЛЭП в части сохранения окружающей среды и внешнего облика города, помимо того, кабели, уложенные в землю, не создают опасного для здоровья электромагнитного излучения, имеют улучшенные характеристики по потере мощности, высокую стойкость при аварийных нагрузках.

2. Приемлемая рентабельность: современный уровень развития технологий и разработка специализированных материалов позволили значительно снизить себестоимость прокладки ЛЭП под землей, что позволяет этой технологии объективно конкурировать с воздушными линиями электропередач.

3. Повышенная надежность: Атмосферные явления, как правило, имеют незначительное влияние на кабельные линии, проложенные под землей, кроме того, они менее подвержены износу и имеют больший по сравнению с воздушными, срок службы.

4. Современные технологии монтажа: в связи с постоянным совершенствованием технологий прокладки кабелей подземным способом, применения современной техники и материалов данный процесс в последнее время стал значительно менее энерго- и ресурсозатратным.

5. Возможность мониторинга состояния кабеля: подземные кабельные сети значительно сокращают стоимость обслуживания по сравнению с воздушными линиями, так как обнаружить повреждение на подземной линии значительно проще» [13].

Помимо перечисленного, в современных городах наблюдается тенденция к замене воздушных ЛЭП на подземные в эстетических целях. В

связи с этим разрабатываются программы, обязывающие или рекомендуемые руководствоваться данным принципом при разработке проектов на реконструкцию, модернизацию, новое строительство сетей электроснабжения, а также выдаче технических условий на технологическое присоединение.

«Действующим примером является федеральная программа «Чистое небо», которая активно применяется более чем в 25 городах России уже на протяжении пяти лет. Также программу закладывают в стратегии социально-экономического развития некоторых городов на период с 2030 года, из чего следует, что тенденция будет только расти» [17].

Несмотря на столь обширный список преимуществ перед воздушными линиями, при прокладке кабелей под землей возникает немало сложностей. Начнем с того, что пространство под землей в городской среде представляется собой сеть многочисленных коммуникаций, расположенных на различной глубине и имеющих свои особенности. Это необходимо принимать во внимание так как повреждение существующих коммуникаций при проведении работ по прокладке кабеля может привести к серьезным последствиям. Проведение земляных работ возможно только с разрешения собственников земельных участков, на которых они будут производиться.

Таким образом, сталкиваемся с тем, что разработанную проектную документацию необходимо согласовывать как с владельцами коммуникаций, так и с собственниками земельных участков. Для понимания того, как оптимизировать этот процесс, чтобы приступить к выполнению мероприятий в срок, необходимо рассмотреть все этапы проекта и установить связи между принимаемыми решениями и последствиями.

«Основанием для прокладки кабельной линии в городской среде может стать результат производственной или инвестиционной деятельности электроснабжающей организации. В первом случае мероприятиями выполняется капитальный ремонт или обоснованная реконструкция существующих объектов электрохозяйства предприятия. Второй –

предполагает строительство новых объектов на основании заключения договора на технологическое присоединение» [13].

Производство работ по прокладке кабельной линии можно открывать после получения разрешения от администрации того или иного города. Для получения вышеупомянутого разрешения необходимо выполнить следующие действия:

1. разработать проектную документацию;
2. получить согласование проектной документации от всех заинтересованных лиц и служб города;
3. получить разрешение на использование земельных участков под прокладку кабельной линии.

После чего, производятся мероприятия по прокладке кабельной линии в соответствии с проектом производства работ ППР, выполняется исполнительная документация и производится проверка органами технического надзора.

Работы по прокладке кабельных линий возможно осуществлять только в весенне-летний период, когда средняя температура держится выше 10° С [13]. Прокладка осуществляется, как правило, открытым способом (в траншее) или методом горизонтально-направленного бурения. Способ прокладки также имеет значение при согласовании.

«Анализ хронологии возникновения вышеперечисленных ситуации привел к формированию следующих этапов предпроектного исследования, позволяющих минимизировать риски возникновения сложностей при согласовании или вовсе их исключить:

1. Топо съемка.

Топографическая съемка является подосновой для нанесения предполагаемой трассы. Для проектов такого рода, как правило, используется съемка в масштабе 1:500. Она содержит исчерпывающий объем информации, необходимый для осуществления проектных работ:

существующая инфраструктуры, наличие подземных коммуникаций, особенности ландшафта.

На данном этапе важно предусмотреть все особенности пересечения и параллельного следования с существующими коммуникациями, чтобы принятые решения соответствовали техническим требованиям владельцев коммуникаций. Отметки высот позволяют увидеть особенности ландшафта и выбрать оптимальные варианты трассы.

2. Фактический осмотр.

Визуальный осмотр предполагаемой трассы для прокладки кабельной линии не является обязательным, в особенности, если проектирующая организация и лицо, выполняющее проект, работают удаленно от непосредственного места реализации проекта.

Тем не менее, данное мероприятие позволяет установить соответствие топографической съемки с действительностью, что исключает затруднения на стадии согласования и выполнения работ.

3. Документация на строительство. В данном случае под документацией понимается разрешение на строительство, полученное от администрации городского округа, данный документ позволяет получить разрешение на использование земель, находящихся в муниципальной собственности. Этот исключает необходимость согласования трассы кабельной линии с частными собственниками земельных участков, если есть возможность прокладки только по муниципальной земле.

4. Кадастровая карта.

Обращение к публичной кадастровой карте с целью осуществления предварительной оценки предполагаемых путей прокладки кабельной линии может значительно ускорить процесс согласования за счет выбора юридически наименее проблемного варианта. На данном этапе на основании характера проводимых работ решается земли какого типа предпочтительнее использовать для получения разрешения в департаменте архитектуры и

градостроительства, и скорого согласования с непосредственными владельцами участков» [13].

Учет всех четырех факторов позволяет сложить довольно полную картину относительно объекта проектирования любой сложности и прийти к наиболее оптимальному с практической, экономической и юридической стороны решению.

Проведя анализ характеристик рассматриваемых вариантов подключения проектируемой трансформаторной подстанции в проекции на вышеприведенный алгоритм выбора оптимальной трассы кабельной линии принимаем к рассмотрению третий вариант. Данная трасса оптимальна в отношении экономических и практически трудозатрат, так как предполагает разработку одной траншеи для прокладки двух кабельных линий в пределах границ одного земельного участка, находящегося в федеральной собственности при минимуме пересечений с другими инженерными коммуникациями и при том, что подключение будет осуществляться от одной трансформаторной подстанции, имеющей на разных секциях шин 6 кВ питание с двух независимых главных понизительных подстанций.

Несмотря на то, что во втором варианте при тех же технических параметрах проектируемая линия, вдобавок, имеет меньшую длину, должный уровень надежности не может быть обеспечен, так как пропускная способность линии, в которую предполагалась врезка не отвечает должным требованиям.

Выводы

В данном пункте описаны преимущества прокладки электрических коммуникаций подземным способом, что обусловлено гибкостью проектирования, рентабельностью, повышенной надежностью, технологическим прогрессом производства работ и возможностью мониторинга состояния кабельной линии. Изучены нормативно-правовые

акты регулирующие параметры сети и особенности строительство коммуникаций в городской среде.

Также рассмотрены основные проблемы, возникающие на стадии проектирования и строительства подземных сооружений, в данном случае – кабельных линий. Выяснены возможные сроки проведения подобного рода работ и перечень необходимых согласований для получения разрешения на выполнение земляных работ.

Результатом работы на данном этапе является определенный порядок проектирования и выбора оптимальной трассы прокладки кабельной линии, позволяющий минимизировать возникающие проблемы на стадии согласования проектной документации и стадии выполнения земляных работ по тому или иному объекту. Для выбора оптимальной по всем параметрам трассы кабельной линии необходимо соблюсти выполнение каждого из нижеперечисленных пунктов:

- анализ и выбор трассы с минимумом пересечений с инженерными коммуникациями по топографической съемке местности между выбранным объектом электросетевого хозяйства и потребителем;
- выполнение фактического осмотра предполагаемой трассы для возможной корректировки топосъемки и исключению наземных препятствий для прокладки кабельных линий;
- изучение документации на строительство объекта заявителя для определения возможности использования для строительства земель, находящихся в муниципальной собственности.

В результате по вышеизложенным критериям произведен выбор оптимальной трассы из предложенных в 3 пункте.

5 Проектирование трансформаторной подстанции 6/0,4 кВ

5.1 Выбор числа трансформаторов

В распределительных сетях 6-10 кВ основное распространение получили одно и двухтрансформаторные подстанции. Выбор числа трансформаторов зависит от уровня ответственности потребителей. В данном случае рассматриваются городские сети, где наименее ответственные потребители базируются преимущественно в частных секторах. Если же рассматривать многоквартирные дома, квартиры относятся, как правило к III категории надежности электроснабжения, но наличие лифта в МКД предопределяет наличие у него независимого источника питания, так как они относятся к потребителям I категории.

В городских сетях при смешанной застройке экономически более оправданным решением считается установка двухтрансформаторной подстанции, это позволяет разгружать существующие сети при дефиците мощности и сохранять показатели надежности электроснабжения.

Учитывая тот факт, что заявленная категория у надежности у крытого плавательного бассейна – I к установке принимается трансформаторная подстанция с двумя трансформаторами.

5.2 Выбор мощности трансформаторов

На выбор номинальной мощности трансформатора влияет ряд существенных факторов, среди них: температура окружающей среды, место установки трансформатора и его удаленность от потребителя, изменение нагрузки в течении суток, недели, месяца, сезона и года. Но самым главным критерием является осуществление энергоснабжения потребителей в необходимом объеме, даже в условиях допустимой перегрузки.

Отсюда номинальная мощность каждого трансформатора с учетом 40% перегрузки:

$$S_{ном.Т} \geq \frac{S_{max\text{ис}}}{k_{пер}(n-1)}, \quad (5.1)$$

где $k_{пер} = 1,4$ – коэффициент допустимой аварийной перегрузки; n – количество параллельно работающих трансформаторов ПС.

Отсюда, необходимое номинальное напряжение трансформаторов:

$$S_{ном.Т} \geq \frac{250}{1,4} = 178 \text{ кВА.}$$

В будущем предполагается появление дополнительных потребителей, общая запрашиваемая мощность которых на данный момент составляет порядка 200 кВА, данные получены на основании действующих заявок на технологическое присоединение. Таким образом, самой близкой по номиналу мощности трансформатора составит – 630 кВА.

5.3 Выбор типа трансформаторов

В настоящее время в распределительных сетях 10(6)/0,4 кВ применяются, преимущественно два типа маслонаполненных трансформаторов:

- Герметичные серии ТМГ;
- Серии ТМ с масляным расширительным баком и регулятором напряжения.

Основные преимущества и недостатки герметичных трансформаторов отображены в таблице 7.

Таблица 7 - Преимущества и недостатки трансформаторов серии ТМГ

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> – отсутствие контакта масла с воздухом, что препятствует шламообразованию и позволяет маслу не окисляться и не иметь избыточной влажности; – нет необходимости брать пробы масла и следить за его количеством; – диэлектрические свойства масла остаются неизменными; – не нуждается в капремонте и проведении эксплуатационных испытаний; – ограничение избыточного давления предохранительным клапаном 	<ul style="list-style-type: none"> – низкая устойчивость к механическим воздействиям во время перевозок и при установке; – повышенные требования при установке под строго обозначенным углом наклона корпуса; – срок службы короче, чем у серии ТМ

Основные преимущества и недостатки трансформаторов серии ТМ отображены в таблице 8.

Таблица 8 - Преимущества и недостатки трансформаторов серии ТМ

Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> – ограничение избыточного давления расширительным баком и предохранительной мембраной; – высокая стойкость к механическим нагрузкам; – срок службы 40-50 лет 	<ul style="list-style-type: none"> – необходимость следить за уровнем масла и доливать при необходимости; – необходимость проведения испытаний на диэлектрическую прочность; – изменение диэлектрических свойств масла; – необходимость проведения периодических испытаний и проверки сорбентов

Проведя анализ характеристик каждого трансформатора к установке принимаются герметичные трансформаторы ТМГ, ввиду простоты в эксплуатации и отличным показателям применения в городских сетях среднего напряжения. Подходящими по указанным критериям является трансформатор ТМГ-630/6/0,4 кВ.

В данной работе не производится выбор производителей оборудования, так как принципы проектирования взяты за основу от электросетевой

организации, которая, согласно законодательству, выставляет техническое задание на торги, посредством которых и выбирается наиболее подходящий производитель, дабы исключить монополизацию рынка электрооборудования.

5.4 Выбор типа трансформаторной подстанции

Блочная комплектная трансформаторная подстанция (БКТП) — электроустановка, предназначенная для эксплуатации на улице. Электрооборудование монтируют в железобетонный корпус, похожий на небольшую постройку, и в таком виде транспортируют на объект. Кровля конструкции укрепляется тепло- и гидроизолирующими материалами, в двери и ворота устанавливают решетки для естественной циркуляции воздуха.

Разница между КТП и БКТП заключается в конструкции и габаритах электрооборудования. Комплектная ТП меньше блочной, имеет более компактный корпус, выполненный из металла, РУВН и РУНН неотапливаемые. Подстанции такого типа предназначены для снабжения электроэнергией небольших поселений и строительных объектов. Внешний вид КТП представлен на рисунке 9.



Рисунок 9 – Внешний вид КТП

Блочные ТП снабжают, по своему предназначению, более крупные промышленные предприятия, большие населенные пункты, отдельные районы города. По своей конструкции, за счет устройства кабельных прямиков, данные строения относят к объектам капитального строительства. РУВН и РУНН отапливаемые, что важно в данном случае, так как электроснабжение потребителя осуществляется по II категории, что влечет за собой необходимость установки устройств автоматического ввода резерва (АВР), не эксплуатирующихся при отрицательных температурах Внешний вид БКТП представлен на рисунке 10.



Рисунок 10 – Внешний вид БКТП

Стоит отметить, что эстетически лучше вписываются в окружающую архитектуру именно блочные подстанции, цвет корпуса и дверей подбирается по цвету окружающих строений.

В данном случае, учитывая совокупность всех основных параметров, принимаем к установке блочную трансформаторную подстанцию БКТП-630/6/0,4.

5.5 Выбор РУ-6 кВ

«Современный вид ячеек КСО представляет собой сборную камеру одностороннего обслуживания, предназначенную для эксплуатации в электрических установках трехфазного переменного тока частоты 50 и 60 Гц напряжением 6 и 10 кВ.

Из камер КСО-399 собираются распределительные устройства, служащие для приема и распределения электроэнергии. Принцип работы

определяется совокупностью схем главных и вспомогательных цепей камер КСО.

Применение данных камер активно практикуется электроснабжающими организациями ввиду простоты в логистике и эксплуатации. Камера удобна в обслуживании, панель управления главными цепями выведена на фасад, кроме того, имеется смотровое окно для контроля за происходящим. Безопасность персонала при работе на установке обеспечивается соблюдением правил техники безопасности и наличием ряда ограничивающих блокировок» [12].

Внешний вид ячеек КСО представлен на рисунке 11.



Рисунок 11 – Внешний вид камер КСО

Рассмотрим комплекс оборудования, пришедший на замену вышеописанным камерам. Рассмотрим в чем же заключается его преимущество и какие перспективы открываются при его использовании.

«Речь пойдет о компактном распределительном устройстве с элегазовой изоляцией, которое выполняет функции присоединения, питания и защиты трансформаторов в петлевых, магистральных или радиальных схемах производства немецкой компании Schneider Electric. Данная компания занимает лидирующие позиции в мире в сфере производства электротехнического оборудования. Schneider Electric ориентируется на принципы устойчивого развития, находясь в постоянном поиске возможностей для роста и улучшения процессов производства электрической энергии, позволяя клиентам находить пути по совершенствованию схем и оборудования, обеспечивая при этом защиту окружающей среды» [23].

Одним из базовых принципов при создании оборудования у компании является безопасность персонала. На основании этого стоит отметить, что рассматриваемый моноблок RM-6 имеет корпус, устойчивый к возникновению внутренней дуги, контакты при заземлении остаются в визуальном доступе, на лицевой приборной панели имеются индикаторы напряжения, а также имеется взаимоблокировка включения главных цепей с отражением осуществляемых процессов на мнемосхеме приборной панели.

Данное оборудование обладает огромными возможностями части автоматизации и работе в составе интеллектуальных энергетических комплексов. Производителем обеспечивается гарантированная совместимость с объектами автоматизации, встроенные датчики позволяют осуществлять постоянный контроль за оборудованием в режиме реального времени, также, что не маловажно, программное обеспечение гарантирует защиту от кибератак и вмешательства в нормальное функционирование системы.

Комплекс можно отнести к цифровым распределительным устройствам, так как он обеспечивает:

- эффективное обслуживание за счет мониторинга состояния посредством обработки данных термодатчиков на контактах и измерения влажности и уровня конденсата;
- передачу данных в любое время суток за счет системы дистанционного контроля и управления нагрузкой;
- высокий уровень безопасности за счет внедрения современной системы релейной защиты и обеспечения сейсмической стойкости и устойчивости к вибрациям» [12].

Внешний вид моноблока RM-6 представлен на рисунке 12.



Рисунок 12 – Внешний вид моноблока RM-6

«RM-6 отвечает высоким требованиям в области обеспечения надежности и безопасности при эксплуатации, это обеспечивается за счет:

- безопасности конструкции коммутационных аппаратов;
- безопасного испытания кабелей;
- стойкости к внутренней дуге;
- наличия короткозамыкателя;
- надежности приводов;
- использования безопасных выключателей;
- газонепроницаемой системы;
- обеспечения сейсмо- и ветроустойчивости» [12].

5.6 Выбор РУ-0,4 кВ

Электроснабжающая организация, занимающаяся подключением плавательного бассейна при выборе распределительного устройства низкого напряжения, полагается на опыт эксплуатации ранее введенного в эксплуатацию оборудования.

Многолетняя практика показала высокую эффективность использования в качестве РУНН панелей ЩО-70. С учетом перспективы развития района, прилегающего к подстанции и возможностью подключения новых потребителей. К установке принимаются семь ячеек, выполненных камерами серии ЩО70 (2-вводных, 1-секционная, 4-линейных).

Секционная камера ЩО70–3–74 У3 шириной фасада 800 мм, как представлено на рисунке 13.

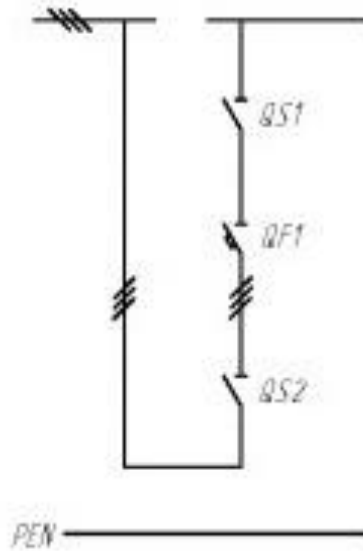


Рисунок 13 – Камера ЩО70-3-74 УЗ

Две вводные ячейки ЩО70-3-03 УЗ шириной 800 мм, представлены на рисунке 14.

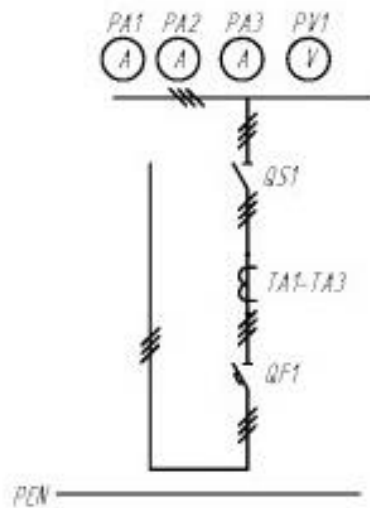


Рисунок 14 – Камера ЩО70-3-03 УЗ

Четыре линейные камеры типа ЩО70-2-03 УЗ должны иметь ширину фасада 700 мм, как указано на рисунке 15.

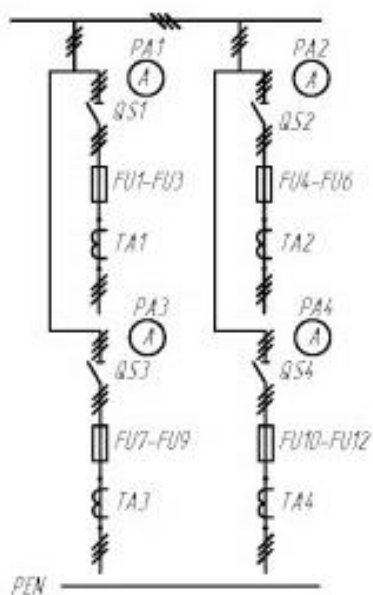


Рисунок 15 – Камера ЩО70-2-03 УЗ

Выводы

В данном пункте произведен выбор числа, мощности и типа трансформаторов, а также вариант блочного исполнения трансформаторной подстанции как объекта капитального строительства, вписывающегося в окружающую архитектуру.

Произведен выбор распределительных устройств высокого и низкого напряжения. В качестве РУВН выбраны комплектные распределительные устройства 6 кВ с элегазовой изоляцией на номинальный ток 630А RM-6 NE-ПДИ, исполнение в виде моноблока. В качестве РУНН выбраны панели одностороннего обслуживания серии ЩО-70.

6 Техническое задание к трансформаторной подстанции

В данном пункте отображены технические требования к блочной двухтрансформаторной подстанции БКТП-909 по адресу: ул. Баныкина, южнее дома №59 по ул. Ушакова, Центральный район, г.о. Тольятти. Перечень поставляемого оборудования приведен в таблице 9

Таблица 9 – Перечень поставляемого оборудования

№ п/п	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
1	Компактное распределительное устройство RM6 NE-IDI	шт.	2
2	Устройство микропроцессорное VIP 400	шт.	2
3	Трансформатор ТМГ-12-630 кВА 6,3/0,4-У1	шт.	2
4	Автоматический выключатель ВА 50-43Про 1600 А	шт.	3
5	Разъединитель РЕ19-43-31140-1600А-УХЛЗ	шт.	3
6	Трансформатор тока ТШП-0,66-УЗ-400/5	шт.	6
7	Трансформатор тока ТШП-0,66-УЗ-250/5	шт.	6
8	Трансформатор тока Т-0,66 1500/5	шт.	6
9	Шина алюминиевая-АДЗ1Т 50х5	м.	По факту
10	Шина алюминиевая-АДЗ1Т 80х6	м.	По факту
11	Нулевая шина АДЗ1Т 80	м.	По факту
12	Нулевая шина РЕ Ст 40х5	м.	По факту
13	Рубильник РПС-2 на 400 А	шт.	8
14	Рубильник РПС-2 на 250 А	шт.	8
15	Предохранитель ПН-2 с током плавкой вставки 400А	шт.	8
16	Предохранитель ПН-2 с током плавкой вставки 250А	шт.	8
17	Счетчик электроэнергии СЕ301 R33043JAZ	шт.	6
18	Устройство сбора и передачи данных RTU602 F4	шт.	2
19	РУ 0,4 кВ - Панель ЩО-70	шт.	7

6.1 Общие требования к БКТП

Комплектная подстанция БКТП должна состоять из 3 составных частей: крыши, изготавливаемой с одним или двумя скатами, имеющей капельники, предотвращающие проникновение осадков в стыках между крышей и корпусом; корпуса и кабельного полуэтажа, которые представляют собой объемные монолитные железобетонные блоки из четырех стен с

полом. Бетонный корпус с крышей устанавливается на кабельный полуэтаж, который углубляется в землю, с полностью смонтированными в пределах блока (блоков) электрическими соединениями. Требуемые габариты корпуса БКТП (ширина – 5050мм, длина – 5300мм, высота объемных приемков – 2200мм, надземной части – 2700мм).

«Блоки должны быть изготовлены из тяжелого мелкозернистого фибробетона класса В30.Ф300.В8,М400 и армирующего каркаса. Каркас предполагает собой конструкцию из арматурных сеток. Внутренний защитный слой бетона должен иметь толщину не менее 15 мм, внешний не менее 30 мм. Толщина стен и перекрытий 100мм. Для увеличения прочности конструкции необходимо предусмотреть дополнительное армирование проемов, углов и отверстий из арматурных прутков. Двери, ворота и жалюзийные решетки блока должны являться частью армирующего каркаса» [18].

На крышу следует нанести 2 слоя гидроизоляции – нижний слой битумной мастики и верхний слой, состоящий из кровельного гидроизоляционного направляемого материала, который позволяет иметь высокий уровень гидроизоляции путем растекания по всем неровностям кровельного ковра. Наружные стенки и основание кабельного приемка, а также основание корпуса, должны быть полностью покрыты гидроизоляционным материалом.

В стыках между крышей и корпусом для предотвращения попадания осадков по всей площади соприкосновения необходимо предусмотреть прокладку резинового уплотнителя. Герметизация стыков и соединение между корпусом и кабельным приемком выполняется аналогично.

Проемы в стенках кабельного полуэтажа выполнить в виде специальных проемообразователей, которые представляют из себя мембрану без армирования толщиной 10 мм, легко выбивающуюся на месте монтажа для ввода кабеля.

Для доступа в кабельный полуэтаж в основании корпуса здания необходимо смонтировать проемы для установки люков. Крышку люка выполнить на одном уровне с основанием корпуса.

Для обслуживания установленного оборудования в БКТП установить двери, а для ремонта и обслуживания силового трансформатора применить ворота. В дверях и воротах предусмотреть жалюзийные решетки для обеспечения естественной вентиляции воздуха в летний период. В зимний период жалюзийные решетки должны иметь возможность закрываться.

В трансформаторном отсеке к основанию корпуса БКТП для выкатывания/выкатывания силового трансформатора, установленного на катки, следует смонтировать направляющие. Для аварийного слива масла в маслоприемник предусмотреть под направляющими уклон в сторону кабельного полуэтажа, в котором под маслоприемником располагается маслосборник, рассчитанный на полный объем масла ТМГ.

Внутреннюю ошиновку оборудования БКТП: РУ-6 кВ, РУ-0,4 кВ, трансформаторного отсека выполнить в соответствии с рабочим проектом.

6.2 Отделка строительной части

Внутреннюю отделку стен модуля выполнить путем нанесения вододисперсионной краски. Полы покрыть краской, исключающей образование цементной пыли.

Наружную отделку выполнить слоем грунтовки и двумя слоями фасадной краски стандартной цветовой палитры RAL.

6.3 Пожарная безопасность

Бетонная оболочка должна относиться не менее, чем ко II степени огнестойкости по ГОСТ 12.1.004-91.

6.4 Контур заземления

Контур заземления выполнить стальной полосой 5x40, проложенной на высоте 100-400 мм от уровня в основном корпусе БКТП и на высоте 800 мм в кабельном полуэтаже. Контур заземления должен быть общим во всем здании БКТП, который в свою очередь можно было бы соединить при помощи сварки с основным металлическим каркасом здания. Контур заземления должен иметь 2 вывода к внешнему контуру заземления из каждого отдельного корпуса БКТП. Контур заземления окрасить согласно требованиям ПУЭ.

6.5 Камера силового трансформатора

Согласно ГОСТ 11677 предельные отклонения технических параметров трансформатора не должны превышать: напряжение короткого замыкания $\pm 10\%$, потери короткого замыкания на основном ответвлении $+10\%$; потери холостого хода $+15\%$ и полную массу 10% .

Трансформатор выполнить серией ТМГ12 герметичного исполнения, без маслорасширительного бака. Для контроля уровня масла в трансформаторе предусмотреть маслоуказатель поплавкового типа.

Для обеспечения достаточного охлаждения трансформатора в отсеке предусмотреть организацию системы естественной вентиляции. Для оптимального охлаждения трансформатора предусмотреть нижнее приточное отверстие и верхнее вытяжное отверстие на противоположных сторонах отсека камеры.

Трансформатор укомплектовать транспортировочными роликами для свободного перемещения.

6.6 Устройство РУ-6 кВ

Требования к комплектному распределительному устройству 6 кВ с элегазовой изоляцией на номинальный ток 630А RM-6 NE-IIID1 (или эквивалент по техническим характеристикам)

Распределительное устройство 6 кВ необходимо укомплектовать малогабаритными комплектными распределительными устройствами RM-6 NE-IIID1 с VIP400 или их аналогами.

Устройство представляет собой каркас, сваренный из стальных штампованных профилей. В верхней части каркаса предусмотрены отверстия для строповки при погрузочно-разгрузочных работах, отверстия в боковых стойках, предназначенные для стыковки камер между собой, отверстия в основании каркаса - для крепления к закладным элементам фундамента.

Все установленные в устройстве аппараты и приборы, подлежащие заземлению, должны быть заземлены. На фасаде устройства в нижней части предусмотреть два язычка заземления, предназначенные для присоединения корпуса камеры к заземляющему устройству и для установки переносного заземления. Металлосвязь всех частей камеры осуществляется посредством использования врезных шайб в болтовых соединениях.

«Для исключения ошибочных операций при производстве оперативных переключений в составе устройства предусмотреть блокировку, не допускающую включение выключателя нагрузки (разъединителя) при включенных заземляющих ножах, а также электромагнитную или механическую блокировку для блокирования приводов выключателей нагрузки или разъединителей, с целью обеспечения правильной последовательности оперирования в распределительном устройстве, но необходимо исключить блокировку, не допускающую открывания двери высоковольтного отсека устройства при включенных главных ножах коммутационного аппарата» [6].

В поставляемую комплектацию RM-6 должно входить:

- Базовый моноблок;
- Реле VIP400 или аналог;
- Индикатор наличия напряжения;
- Двери кабельного отсека стандартного исполнения;
- Заземляющий выключатель нагрузки;
- Проходные изоляторы заземления с пальцами для испытания кабелей и обеспечением видимого положения контактов заземления;
- Разделительная перегородка и клапана сброса давления кабельного отсека;
- Стандартный цоколь 260 мм;
- Подъемные рым-болты;
- Рукоятка управления;
- Инструкции по установке и эксплуатации;

Дополнительные опции:

- Моторный привод (дистанционное управление);
- Дополнительные контакты положения выключателя (выключатель ЗНО - ЗНЗ и заземлитель 1О/3);
- Индикатор прохождения тока КЗ;
- Датчик тока нагрузки;
- Реле напряжения;
- Блок-контакт срабатывания защиты;
- Блок-контакт запрета включения;
- Катушка отключения (независимый расцепитель);
- Катушка отключения минимального напряжения;
- Реле защиты VIP 400 или аналог.

Количество, комплектация и схемы главных цепей должны соответствовать опросному листу, который является неотъемлемым приложением №1.1 к настоящему техническому заданию.

6.7 Устройство РУ-0,4 кВ

РУНН укомплектовать панелями одностороннего обслуживания серии ЩО-70 или их аналогами. Конструктивно панель распределительных щитов представляет собой сваренную ячейку из гнутых профилей, имеющую с фасадной стороны степень защиты IP20.

1. Приборы учета на базе счетчика СЕ301-R33043-JAZ смонтировать сверху панелей ЩО-70;
2. Предусмотреть связь приборов учета с УСПД RTU602 F4 и его питание 220 В через автоматические выключатели.

6.8 Освещение

Рабочее освещение должно быть выполнено светильниками с лампами накаливания на напряжение 220В, расположенными равномерно по площади, но с учетом расположения оборудования. Наружное освещение установить на фасаде близ дверей в отсеки РУ. Во всех отсеках БКТП и кабельных полуэтажах предусмотреть освещение на безопасное напряжение 12В. Питание данной сети должно быть осуществлено при помощи понижающего трансформатора 220/12В, расположенного в щите собственных нужд.

6.9 Обогрев

Для обогрева БКТП применить электроконвекторы со встроенным термостатом, обеспечивающие поддержание необходимой температуры внутри блока. Исходя из теплового расчета необходимо определить количество обогревателей и рассчитать их мощность.

6.10 Средства индивидуальной и коллективной защиты

В комплекте с БКТП предусмотреть средства защиты, отраженные в таблице 10.

Таблица 10 – Перечень средств индивидуальной и коллективной защиты

Наименование СЗ	Норм. док-т	Ед. изм.	Кол-во
Огнетушитель углекислотный	ОУ-2	шт.	3
Огнетушитель углекислотный	ОУ-5	шт.	3
Переносные плакаты и знаки безопасности		компл.	3
Коврик резиновый диэлектрический	ГОСТ 4997-75	шт.	16
Подставка изолирующая		шт.	3
Штанга оперативная изолированная	ШО-10У1	шт.	2
Перчатки диэлектрические для установок до и свыше 1000 В	ТУ-38.306-5-63-97	пара	4
Заземление переносное для РУ до 1000В	ПЗРУ-1Н	шт.	2
Указатель высокого напряжения	УВН-80-2М	шт.	2
Индикатор переносной	ПИН-90-2М	шт.	2
Защитные щитки или очки		шт.	3

Примечания:

Все оборудование должно быть разработано, изготовлено, испытано в соответствии с последними действующими изданиями соответствующих Российских и Международных норм, правил, стандартов и инструкций.

«Продукция должна быть поставлена в соответствии с номенклатурой и количеством, и должна соответствовать стандартам ГОСТ 18410-73, ТУ 16.К71-269-97, ТУ 16.К09-143-2004» [9].

Продукция, подлежащая обязательной сертификации, должна иметь сертификаты соответствия в соответствии с ФЗ от 27 декабря 2002 года № 184-ФЗ «О техническом регулировании». Поставщик несет ответственность за соответствие товара сертификату качества, государственным стандартам и техническим условиям.

«Климатическое исполнение в соответствии с Межгосударственным Стандартом ГОСТ 15150-69 (Машины, приборы и другие технические изделия). Исполнение для различных климатических районов» [10].

Гарантийный срок службы продукции должен составлять 60 месяцев и исчисляется с момента подписания акта поставки товара. Срок эксплуатации - не менее 30 лет.

Выводы

Техническое задание на поставку блочной комплектной трансформаторной подстанции включает в себя перечень устанавливаемого оборудования и комплектующих, общие требования, предъявляемые к БКТП, указания по отделке строительной части, требования пожарной безопасности, устройство камеры силового трансформатора, РУВН и РУНН, требования, предъявляемые к освещению и обогреву БКТП, выполнению контура заземления, а также перечень средств индивидуальной и коллективной защиты.

7 Указания по монтажу и эксплуатации

7.1 Общие указания

Проект трансформаторной подстанции из объемных элементов подземной и надземной части разработан согласно типовым узлам и решениям специализированной организации ООО "Самара ЭЗОИС".

В проекте разработан вариант фундамента на монолитной ж/б плите.

Кровля заводской готовности с организованным водостоком (уклон 0,05).

Окраска кровли производится гидроизоляционной краской в 3 слоя.

Вокруг здания выполнить асфальтовую отмостку с уклоном 2% от стен подстанции, шириной 1,0 м по подготовке из щебня.

«Кабели и кабельные муфты должны быть заземлены в соответствии с требованиями ПУЭ. Для монтажа соединительных муфт на трассе кабельных линий должны быть подготовлены котлованы, соосные с траншеей, шириной не менее 1,0м» [8].

Рытье траншеи в местах сближения с подземными инженерными коммуникациями производить вручную с обязательным шурфованием. Дно траншеи разрабатывается вручную.

«При пересечении кабельными линиями трубопроводов расстояние между кабелями и трубопроводом должно быть не менее 0,25 м при условии прокладки кабеля на участке пересечения плюс не менее чем по 2м в каждую сторону в трубах» [20].

Пересечения проектируемых кабелей с подземными инженерными коммуникациями, автодорогами выполняются в полиэтиленовых трубах ф110 мм. До затяжки кабеля в трубу ее необходимо очистить от остатков бетонного раствора, строительного мусора, земли, песка и т.д.

ПНД-трубы должны быть уложены прямолинейно, без отклонений от оси труб. Заходы труб с внутренней стороны должны быть скруглены

радиусом не менее 5 мм и не иметь выступов, изломов, заусенцев. Соединения труб должны иметь обработанную и очищенную поверхность для предотвращения механических повреждений оболочки кабелей при прокладке и эксплуатации. «Для предотвращения попадания песка и гравия в трубы при натяжении кабеля дно траншеи перед входами должно быть ниже труб на 10-15 см. Концы труб после прокладки в них кабелей необходимо уплотнить намоткой на кабель нескольких слоев смоляной ленты. Обработать герметиком» [11].

После окончания работ по прокладке кабельных линий произвести восстановительные работы по благоустройству территории.

После ввода в эксплуатацию кабельные линии 6кВ будут обслуживаться АО "ОРЭС-Тольятти".

7.2 Заземление, грозозащита и защитные меры безопасности

Заземление и защитные меры безопасности электроустановок объекта должны быть выполнены в соответствии с требованиями гл. 1.7 П

Для КТП выполнено одно общее заземляющее устройство, к которому присоединяются:

- нейтраль трансформатора на стороне 0,4 кв;
- корпус трансформатора;
- открытые проводящие части корпусов электрооборудования до и выше 1000 В;
- сторонние проводящие части.

«Вокруг площади, занимаемой КТП, на глубине не менее 0,7 м и на расстоянии 0,8-1,0 м от края фундамента подстанции проложить горизонтальный заземлитель (контур), присоединенный к заземляющему устройству» [3].

Для вертикальных заземлителей заземляющего устройства применить сталь угловую 50x50x5 мм.

«Для горизонтального заземлителя применить сталь сечением 40х4 мм. Все соединения выполнить сваркой» [22]. Внутренний контур заземления 2БКТП смонтирован на заводе. В комплект поставки подстанции входят все необходимые элементы и материалы для устройства внешнего контура заземления. При необходимости количество вертикальных заземлителей следует увеличить.

Сопrotивление заземляющего устройства КТП при любой погоде должно быть не более 4 Ом.

Электрооборудование и материалы, применяемые при монтаже должны иметь сертификаты соответствия стандартам РФ.

Специальных мер по молниезащите подстанции не требуется, так как металлическая арматура каркасов блок ТП и объемный приямок имеет жесткую металлическую связь с внутренним контуром заземления, что соответствует РД 34.21.122-87 «Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений» Минэнерго РФ.

7.3 Устройства фундаментов

«За относительную отметку $\pm 0,000$ принята планировочная отметка земли. Перед началом устройства фундамента необходимо убрать весь насыпной грунт на высоту 0,6м и произвести отрывку котлована до материкового грунта. До отметки низа залегания фундаментной плиты необходимо выполнить засыпку котлована песком с уплотнением слоями по 20 см. Земляные работы проводить в сухое время года» [19]. В случае обнаружения грунтовых вод выполнить осушение котлована с закреплением стенок. Прогноз уровня грунтовых вод на глубине 2,5м с возможным поднятием в весенний период до отметки 1,1м от поверхности земли.

Арматурные изделия перед установкой в опалубку должны быть очищены от грязи и ржавчины.

«Перед бетонированием монолитной плиты необходимо выполнить освидетельствование дна котлована, принять опалубочные и арматурные работы с составлением акта» [21].

Для придания верхнему обрезу монолитной плиты ровной поверхности (без выбоин и раковин) проектом предусмотрена затирка данной поверхности цементно-песчаным раствором марки М 100. Высота затирки 10мм. Монолитная плита должна быть заглублена в несущий грунт основания (песок мелкий) не менее чем на 300мм.

Все монолитные работы выполнить в строгом соответствии с указаниями СНиП 3.03.01-87, СНиП 3.02.01-87.

После выполнения всех работ по возведению монолитной плиты и монтажу сборных элементов подстанции по наружной поверхности подземной части восстановить гидроизоляцию в местах заделок кирпичом и сколов.

Обратную отсыпку пазух котлована выполнить песчаным грунтом оптимальной влажности с уплотнением слоями по 20 см.

7.4 Указания по организации эксплуатации электроустановки

Эксплуатация электроустановки (ЭУ) должна осуществляться в соответствии с разделом 1 ПТЭЭП. Перед началом эксплуатации все электроустановки объекта должны быть подвергнуты приемо-сдаточным испытаниям.

«Ввод в эксплуатацию осуществляется только после приемки их приемочными комиссиями в соответствии с действующими положениями и выдачи разрешения на ее подключение от энергоснабжающей организации» [21].

Электроустановка вводится в эксплуатацию при наличии всей необходимой эксплуатационно-технической документации.

«На элементах ЭУ должны быть нанесены соответствующие маркировки и надписи (знаки безопасности, назначение групп на щитах, маркировка, указатели исходного положения приводов коммутационных аппаратов и т.д.)» [5].

На объекте должна быть и вестись следующая техническая документация (п. 1.8 ПТЭЭП):

- план с нанесенными электротехническими коммуникациями;
- утвержденная проектная документация со всеми последующими изменениями;
- акты приемки скрытых работ, испытаний и наладки электрооборудования, приемки
- электроустановок в эксплуатацию;
- исполнительные рабочие схемы электрических соединений;
- технические паспорта основного электрооборудования;
- инструкции по действию обслуживающего персонала в аварийных ситуациях;
- инструкция по охране труда и технике безопасности.

7.5 Охрана окружающей среды

В процессе эксплуатации ЭУ должны быть предусмотрены сбор и удаление отходов: химических веществ, масла, мусора, технических вод и т.п.

«В соответствии с действующими требованиями по охране окружающей среды должна быть исключена возможность попадания указанных отходов в водоемы, систему отвода ливневых вод, влаги, а также на территории, не предназначенные для хранения таких отходов» [19].

Во время производства электромонтажных работ не допускается утилизация отходов производства в контейнеры, не предусмотренные для

данного типа отходов, с целью недопустимости попадания указанных отходов на территории, не предназначенные для их хранения.

Выводы

Пункт с указаниями по монтажу и эксплуатации содержит исчерпывающую информацию о требованиях, предъявляемых к производителям работ. В рамках данного пункта рассмотрены особенности прокладки кабельных линий в грунте, в том числе в случае пересечения с другими инженерными коммуникациями.

Спроектировано и описано устройство заземления, грозозащиты и защитные меры безопасности при их монтаже и последующей эксплуатации. Описано устройство фундамента блочной комплектной трансформаторной подстанции с бетонной основой и кабельными прямыми.

Собраны указания по организации эксплуатации электроустановок после ввода в эксплуатацию. Произведена оценка вредного воздействия, оказываемого в процессе производства работ и эксплуатации действующих электроустановок, на основании чего, внедрены мероприятия и описаны основные указания по охране окружающей среды.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы рассмотрен процесс технологического присоединения строящегося объекта со стороны электроснабжающей организации. Изучены действующие нормативно-правовые акты, касающаяся разграничения ответственности между сетевой организацией и потребителем, а также обеспечения безопасности в процессе производства работ по прокладке кабельных линий и установки трансформаторной подстанции.

Произведена аналитика процесса подключения энергопринимающих устройств заявителя с момента подачи заявки на тех. присоединение до выполнения мероприятий согласно техническим условиям. Работа включает в себя как этапы составления технических условий, как и все стадии проектирования новых объектов электросетевого хозяйства.

Спроектировано и описано устройство заземления, грозозащиты и защитные меры безопасности при их монтаже и последующей эксплуатации. Собраны указания по организации эксплуатации электроустановок после ввода в эксплуатацию. Произведена оценка вредного воздействия, оказываемого в процессе производства работ и эксплуатации действующих электроустановок, на основании чего, внедрены мероприятия и описаны основные указания по охране окружающей среды.

В результате выбран оптимальный способ электроснабжения потребителя, гарантирующий передачу заявленной мощности в надлежащем качестве. Принято решение установить блочную трансформаторную подстанцию БКТП-630/6/0,4, укомплектованную герметичными трансформаторами серии ТМГ 12, РУВН моноблоками RM-6 и РУНН панелями ЩО-70 и проложить две кабельные линии от существующей подстанции до проектируемой БКТП. Таким образом, достигнута основная цель работы.

Список используемых источников

1. В ТГУ появится ещё один бассейн [Электронный ресурс] URL: https://www.tltsu.ru/about_the_university/news/detail.php?ID=94062 (дата обращения 9.02.21).

2. Горожанкин, А. С. Разработка проектных решений по электроснабжению физкультурно-оздоровительного комплекса [Электронный ресурс] URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/12208> (дата обращения 10.04.21).

3. ГОСТ 12.12.1.038-82 «ССБТ Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление»

4. ГОСТ 12.2.007.0-75 Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

5. ГОСТ 12.2.007.3-75 Система стандартов безопасности труда. Электротехнические устройства на напряжение свыше 1000 В. Требования безопасности.

6. ГОСТ 12.2.007.4-75 Система стандартов безопасности труда. Шкафы комплектных распределительных устройств и комплектных трансформаторных подстанций, камеры сборные одностороннего обслуживания, ячейки герметизированных элегазовых распределительных устройств.

7. ГОСТ 14254-96 «Степень защиты, обеспечиваемая оболочками (Код IP)»

8. ГОСТ 1516.1-76 Электрооборудование переменного тока на напряжения от 3 до 500 кВ. Требования к электрической прочности изоляции.

9. ГОСТ 1516.3-96 Электрооборудование переменного тока на напряжения от 1 до 750 кВ. Требования к электрической прочности изоляции.

10. ГОСТ 15543.1-89 «Изделия электротехнические. Исполнения для различных климатических районов. Общие требования в части воздействия климатических факторов внешней среды»

11. ГОСТ 8024-90 Аппараты и электротехнические устройства переменного тока на напряжение свыше 1000 В. Нормы нагрева при продолжительном режиме работы и методы испытаний.

12. И. Е. Болонова, Ю. В. Викулова, Н. С. Быков Анализ перспективности применения моноблоков RM-6 в распределительных сетях среднего напряжения / Инновации. Наука. Образование. – 2020. – № 20. – С. 935-944.

13. И. Е. Болонова, Ю. В. Викулова, Н. С. Быков. Выбор оптимальной трассы кабельных линий 6-10 КВ для прокладки в городской среде / Инновации. Наука. Образование. – 2020. – № 20. – С. 903-908.

14. Информационный бюллетень 3/2008 [Электронный ресурс] URL: <https://meganorm.ru/Data1/53/53317/index.htm> (дата обращения 9.02.21).

15. Постановление Правительства РФ от 27.12.2004 N 861 (ред. от 26.04.2021) "Об утверждении Правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, Правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и Правил технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям" [Электронный ресурс] URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51030/ (дата обращения 9.02.21).

16. Правила устройства электроустановок. М: Энергоатомиздат, 2015. 330 с.

17. Решение думы городского округа Тольятти №131 от 25.01.2019 «О Стратегии социально-экономического развития городского округа Тольятти на период до 2030 года»

18. Техническое задание на поставку трансформаторной подстанции [Электронный ресурс] URL: <http://pandia.ru/text/78/074/90648.php> (дата обращения 10.04.21).

19. Alekseev Alexander, Lobova Svetlana, Bogoviz Alexei. Digitalization of the Russian Energy Sector: State-of-the-art and Potential for Future Research. International Journal of Energy Economics and Policy (IJEEP), 2020, Vol. 9, no. 5, pp. 274 – 280

20. Chankook Park, Seunghyun Cho, WanGyu Heo. Study on the future sign detection in areas of academic interest related to the digitalization of the energy industry. Journal of Cleaner Production, 2021, Available online, no. 127801.

21. Néstor Duch-Brown Fiammetta Rossettia. Digital platforms across the European regional energy markets. Journal of Cleaner Production, 2020, Vol. 144, no. 111612.

22. Petrova Irina, Zaripova Viktoriya, Zolina Tatiana. Digitalization of business processes of energy supply in a smart city. E3S Web Conf., 208 (2020) 02005

23. Schneider electric [Электронный ресурс] URL: https://euro-avtomatika.ru/vendors/schneider-electric/?utm_source=yandex&utm_medium=cpc&utm_campaign=search_schneider&utm_content=6509204075/premium/2/search/none/Тольятти&utm_term=шнайдер%20электрик (дата обращения 21.10.2020).