

О ПЕРСПЕКТИВАХ СТРОИТЕЛЬСТВА СИСТЕМООБРАЗУЮЩИХ ЛЭП В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ МЕГАПОЛИСОВ

Ю.В. Маневич, генеральный директор, к. э. н., ЗАО «РОСПРОЕКТ»

Д.В. Кузнецов, к.т.н., ГИП ЗАО «РОСПРОЕКТ»

Развитие энергосистем крупных мегаполисов происходит в специфических условиях, таких как высокая плотность нагрузки и генерации, ограниченность и крайне высокая стоимость свободных территорий внутри мегаполиса, необходимых для возведения новых линий электропередач и подстанций ВН и СВН, ужесточение требований к архитектурному облику существующих и вновь возводимых сетевых объектов, увеличение выбросов промышленных предприятий и автотранспорта мегаполисов, загрязняющих основную изоляцию открыто стоящего электрооборудования станций и подстанций и многие др. Поэтому возникла необходимость в применении таких типов оборудования, которые бы соответствовали большинству из перечисленных выше условий эксплуатации.

Практика проектирования сетевых объектов в условиях мегаполисов показывает, что в большинстве случаев сама возможность возведения новых объектов определяется исключительно применением этих типов оборудования.

Схемы электрических сетей таких мегаполисов, как правило, имеют сложнзамкнутый характер с большим числом крупных узловых подстанций, связанных достаточно «короткими» связями с крупными объектами генерации. Сети мегаполисов являются смешанными, т. е. такими, в которых, наряду с воздушными линиями ВН и СВН, существует значительное количество кабельных соответствующих напряжений, количество которых будет увеличиваться.

В то же время мегаполисы обладают рядом специфических особенностей: высокая плотность застройки, сокращение свободных площадей внутри

города, связанные с развитием его инфраструктуры, высокие требования к электромагнитной совместимости электрических сетей ВН и СВН с установками техносферы и коммуникационными сетями, к допустимым уровням воздействия электромагнитных полей на человека. Осложняющими факторами являются также наличие крупных производственных центров и большого числа автотранспорта, — загрязнители главной изоляции ВЛ и оборудования ОРУ ПС, значительная стоимость свободной земли в городской черте, повышенные эстетические требования к архитектурному облику построек и сооружений, расположенных в черте города, в том числе и к объектам электроэнергетики. Это усложняет развитие и поддержание требуемого уровня надежности энергосистем мегаполисов. Очевидно, что возведение традиционных ОРУ и ВЛ в таких условиях в большинстве случаев невозможно.

Однако возможным решением этой проблемы может быть применение относительно нового и перспективного оборудования: элегазовых трехфазных комплектных распределительных устройств (КРУЭ) напряжением 110–750 кВ [1], используемых в качестве распределительных устройств подстанций, силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ) ВН и СВН [2], используемых вместо воздушных линий электропередач в условиях энергосистем мегаполисов, и т. д.

Компактность КРУЭ и возможность его установки в закрытых помещениях при относительно малой занимаемой площади [4] предопределяет перспективность применения КРУЭ в условиях

энергосистем мегаполисов. Применение КРУЭ в таких условиях оказывается выгоднее в финансовом плане, чем возведение ОРУ ввиду значительной стоимости земли, отводимой под площадку для возведения новой ПС, а в большинстве случаев и из-за невозможности строительства ОРУ по причине отсутствия требуемой площади и архитектурными требованиями внутри города.

Меньшая площадь трассы КЛ, ее большая надежность в сравнении с ВЛ (при выполнении всех требуемых условий по выбору необходимых кабелей для передачи нужной мощности на стадии проектирования и соблюдения технологии прокладки на стадии монтажа) [5], а также отсутствие опор и висящих проводов определяют широкое внедрение КЛ ВН и СВН в энергосистемы крупных городов, что и наблюдается в энергосистемах мегаполисов, в том числе и в Санкт-Петербурге. При этом стоимость строительства кабельной линии соответствующего класса напряжения по сравнению с равной ей по передаваемой мощности воздушной линией приблизительно в 15–18 раз больше. Но даже несмотря на это обстоятельство КЛ на основе кабелей с изоляцией из СПЭ находят все большее применение из-за того, что, как показывает практика проектирования, стоимость земли в городской черте, если таковая имеется, для строительства ВЛ в оптимистическом варианте в несколько раз превышает стоимость строительства КЛ.

Далее на конкретном примере из практического опыта компании ЗАО «РОСПРОЕКТ» рассмотрим отмеченные выше вопросы, а именно на примере проектирования ЛЭП 330 кВ ЛАЭС-2 – Пулковская – Южная по заказу ОАО «ФСК ЕЭС».

Электропередача 330 кВ Ленинградская АЭС-2 – Пулковская – Южная является объектом особой важности и предназначена для выдачи мощности энергоблока № 1 Ленинградской АЭС-2.

Проектируемая линия электропередачи 330 кВ ЛАЭС-2 – ПС 330 кВ Пулковская – ПС 330 кВ Южная проходит по территориям Ломоносовского, Гатчинского районов Ленинградской области и по территории Санкт-Петербурга, на которой располагаются ПС 330 кВ Пулковская и ПС 330 кВ Южная.

Проектируемая электропередача 330 кВ условно разделяется на две линии электропередачи 330 кВ: первая – Ленинградская АЭС-2 – ПС 330 кВ Пулковская; вторая – ПС 330 кВ Пулковская – ПС 330 кВ Южная.

При этом в таких документах, как «Схема выдачи мощности Ленинградской АЭС-2. Схема

присоединения станции к энергосистеме с учетом очередности ввода четырех энергоблоков» и «Корректировка Генеральной схемы электроснабжения Санкт-Петербурга на период до 2015 г. с учетом перспективы на 2025 г.», проектируемая электропередача 330 кВ рассмотрена как электропередачи 330 кВ ЛАЭС-2 – Южная с заходами на ПС 330 кВ Пулковская. В этих документах утверждена необходимость ее строительства именно до ПС 330 кВ Южная по системным соображениям и для обеспечения нормативной надежности схемы выдачи установленной мощности строящейся ЛАЭС-2.

Так как ПС 330 кВ Пулковская и ПС 330 кВ Южная находятся на территории современного активно развивающегося мегаполиса (Санкт-Петербурга), были рассмотрены различные варианты исполнения электропередачи 330 кВ и ее трассировки между указанными ПС. Отмеченные варианты исполнения электропередачи, по сути, сводятся к двум: воздушному и кабельному.

Воздушное исполнение электропередачи было рассмотрено в соответствии с существующим ТЗ на проектирование.

В то же время *строительство новых ВЛ 110 кВ и выше* на территории городов по действующим нормам и правилам *запрещено*, что отражено в следующих документах:

- закон Санкт-Петербурга № 728-99 от 22 декабря 2005 года «О генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны культурного наследия на территории Санкт-Петербурга» (ред. от 12.05.2008 г.): п. п. 2.2.3 и 3.3 Приложения № 1 к отмеченному закону;

- СП 42.13330.2011 г. (СНиП 2.07.01-89) «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» п. п. 12.22, 12.23, 12.24.

Общеизвестно какое значительное пространство городской территории занимают имеющиеся на ней ВЛ 330 кВ. Отмеченные территории в современных условиях могут быть использованы значительно более рациональнее, чем их отвод в зоны с ограниченным режимом использования в качестве технологических коридоров прохождения ВЛ ВН и СВН. В частности, они могут быть использованы для различного жилищного строительства и дальнейшего развития городской инфраструктуры рассматриваемого района.

Именно это обстоятельство и отражено в разработанных проектах планировки и межевания территории жилой и инфраструктурной городской застройки в районах размещения ПС Пулковская и ПС Южная, а также в пространстве между ними. При этом отмеченные проекты планировки и ме-

жевания территории в большинстве своем уже утверждены Правительством СПб, либо проходят окончательное согласование. Кроме этого, в этих проектах не предусмотрен отвод земли под вновь проектируемые ВЛ 330 кВ на территории города в соответствии, в первую очередь, с положениями закона Санкт-Петербурга № 728-99 от 22 декабря 2005 года «О генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны культурного наследия на территории Санкт-Петербурга» (ред. от 12.05.2008 г.) о запрете строительства на территории города Санкт-Петербург линий электропередачи 110 кВ и выше в воздушном исполнении и п. п. 12.22, 12.23 СП 42.13330.2011 г. (СНиП 2.07.01–89) «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений». В рассматриваемых проектах учтены лишь существующие многие годы линии электропередачи и показываются они как объекты инфраструктуры в виде технологических коридоров.

Соответственно, в утвержденном Генплане СПб отсутствуют как класс технологические коридоры для строительства новых ВЛ 110 кВ и выше.

Кроме этого, в соответствии с п. 8.14 СП 42.13330.2011 г. (СНиП 2.07.01–89) трасса новой ВЛ 330 кВ должна пройти по кратчайшему расстоянию параллельно с коридорами существующих ВЛ, которыми для рассматриваемой линии являются трассы существующих ВЛ 330 кВ ЛАЭС – Восточная и ВЛ 330 кВ Западная – Южная.

Поэтому, учитывая эти обстоятельства и то, что:

а) больше половины земельных участков между ПС Пулковская и ПС Южная находятся в частной собственности юридических и физических лиц, не желающих видеть на территории своей собственности опоры и провода ЛЭП 330 кВ и указывающих на рассмотренные выше проекты планировки и межевания этих территорий;

б) отказ районных архитекторов даже на принятие на рассмотрение соответствующей документации о согласовании строительства новой ВЛ 330 кВ; *проектными решениями был отвергнут вариант строительства на территории города вновь организуемой ВЛ 330 кВ в отдельном новом коридоре.*

Таким образом, осуществление строительства электропередачи 330 кВ ЛАЭС-2 – ПС 330 кВ Пулковская – ПС 330 кВ Южная на территории Санкт-Петербурга в воздушном исполнении не представляется возможным.

Поэтому часть трассы электропередачи Ленинградская АЭС-2 – ПС 330 кВ Пулковская от границы Ломоносовского района Ленинградской об-

ласти и Пушкинского района Санкт-Петербурга до площадки ПС 330 кВ Пулковская и вся трасса электропередачи 330 кВ ПС 330 кВ Пулковская – ПС 330 кВ Южная от КРУЭ 330 кВ ПС 330 кВ Пулковская до КРУЭ 330 кВ ПС 330 кВ Южная выполняются в чисто кабельном исполнении.

Соответственно, каким бы образом не проходила бы трасса проектируемой ЛЭП 330 кВ по территории Санкт-Петербурга она в обязательном порядке должна быть выполнена в кабельном исполнении.

При этом в процессе разработки проектной документации специалистами ЗАО «РОСПРОЕКТ» были рассмотрены следующие варианты реализации рассматриваемой электропередачи 330 кВ для уменьшения затрат заказчика (при отказе от строительства новой ВЛ или КЛ):

1. Переустройство участка существующей ВЛ 330 кВ Л-386 от ПС 330 кВ Пулковская до ПС 330 кВ Южная на двухцепное исполнение с рассмотрением возможности использования трассы существующей ВЛ 220 кВ Л-206 при заходе на ПС 330 кВ Южная.

2. Замена провода участка существующей ВЛ 330 кВ Л-386 от ПС 330 кВ Пулковская до ПС 330 кВ Южная на высокотемпературный провод с повышенной пропускной способностью с отказом от строительства линии электропередачи 330 кВ ПС 330 кВ Пулковская – ПС 330 кВ Южная.

По существу рассмотренных вопросов было получено следующее.

Первое, переустройство участка существующей ВЛ 330 кВ Л-386 от ПС 330 кВ Пулковская до ПС 330 кВ Южная на двухцепное исполнение на территории города Санкт-Петербурга противоречит п. п. 12.23, 12.24 СП 42.13330.2011 г. (СНиП 2.07.01–89) «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», п. 3.3 Приложения № 1 закон города Санкт-Петербурга № 728–99 от 22 декабря 2005 года «О генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны культурного наследия на территории Санкт-Петербурга» (ред. от 12.05.2008 г.).

Второе, при выполнении воздушного исполнения ЛЭП 330 кВ ПС Пулковская – ПС Южная по титулу «Строительство ВЛ 330 кВ Ленинградская АЭС-2 – Пулковская – Южная» в результате реконструкции существующей ВЛ 330 кВ Л-386 от ПС 330 кВ Пулковская до ПС 330 кВ Южная и переводе ее в двухцепное исполнение возникают следующие обстоятельства:

• в связи с тем что трасса реконструируемой ВЛ 330 кВ должна проходить по оси существующей

ВЛ Л-386, охранная зона линии геометрически увеличится на 1 м (в рамках существующего землеотвода требуются новые земельные участки, которые уже находятся во владении различных собственников). Таким образом, при реконструкции и переводе в двухцепное исполнение автоматически расширяется охранная зона существующей ВЛ с выходом ее за пределы технологического коридора для прохода существующих ВЛ 330 кВ в рамках уже утвержденных проектов планировок и межевания этих территорий, что требует их пересмотра и корректировки в ущерб интересам собственников данных земельных участков, на которых располагается в основном жилая и промышленно-деловая застройка;

- в воздушном исполнении возникает необходимость применения в основном анкерно-угловых двухцепных опор с подставками не менее +9 м для выполнения пересечений с автодорогами федерального значения (Петербургское шоссе, Санкт-Петербургское шоссе, развязки Кольцевой дороги и др.), с железной дорогой ОАО РЖД;

- в районе развязок Киевского, Пулковского шоссе и Кольцевой дороги возникает необходимость установки повышенных анкерно-угловых опор с подставками +24 м, общая высота опор составляет 60 м. Близость аэропорта Пулково *не позволяет* использовать данные опоры по условиям согласования с Аэронавигационной службой;

- возникает необходимость переустройства ВЛ 35 кВ и ВЛ 110 кВ Ленсоветовская 1,2 для разноса цепей в разные анкерные пролеты, что потребует дополнительных земельных участков на территории городской застройки (в условиях которой «свободной» земли нет);

- по трассе существующей ВЛ 330 кВ Л-386 за время ее эксплуатации построены автостоянки, гаражные кооперативы и складские помещения. Реконструкция ВЛ повлечет за собой решение вопросов с владельцами указанных сооружений. Их сохранение в охранной зоне ВЛ 330 кВ недопустимо по следующим нормативным документам:

а) ПУЭ глава 2.5 пункт 2.5.216;

б) требования СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов»;

в) требования ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 «Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях»;

г) требования СНиП 2.07.01-89 «Планировка и застройка городских и сельских поселений»,

общие и противопожарные требования, приложение 1 п. 2;

д) требования Санитарных норм и правил защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты № 2971-84 п. 3.1.

Третье, сооружение рассматриваемой двухцепной передачи 330 кВ в городской черте не удовлетворяет соответствующим нормативным документам по критериям электромагнитного и шумового воздействия на население. Для понимания излагаемого вопроса отметим, что вдоль трасс существующих ВЛ 330 кВ Л-386, Л-383 между ПС 330 кВ Пулковская и ПС 330 кВ Южная на границах их охранных зон в основном находятся зоны жилой, общественно-деловой застройки и зоны рекреационного назначения.

Таким образом, согласно действующим в России санитарным нормам СанПиН 2971-84 п. 3.1 и гигиеническому нормативу ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 п. 2.2 в населенной местности вне зоны жилой застройки, в том числе в зоне воздушных и кабельных линий электропередачи напряжением выше 1 кВ при пребывании в зоне прохождения воздушных и кабельных линий электропередачи лиц, профессионально не связанных с эксплуатацией электроустановок, уровни напряженности электрического и магнитного полей должны составлять 5 кВ/м и 16 А/м соответственно.

Для оценки соответствия уровней напряженности ЭМП нормативным показателям при реконструкции существующей линии 330 кВ Л-386 в двухцепное исполнение были выполнены расчеты с учетом имеющегося наличия в реальных габаритах параллельно с рассматриваемой линией существующей линии 330 кВ Л-383. В расчетах провис проводов для Л-383 принят в соответствии с исполнительной документацией 8 м, а для реконструируемой Л-386 — в соответствии с п. 25.213 ПУЭ 7 редакции с учетом применения двухцепных опор типа У 330-2т 11 м. Также в расчетах величин напряженности ЭМП в соответствии с п. п. 4.5.12, 4.5.15, СанПиН 2.2.4.1191-03 и п. 9 приложения 1 ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 приняты для магнитного поля максимальные токовые нагрузки на все исследуемые линии 330 кВ и принято для электрического поля, в качестве расчетного, наибольшее допустимое расчетное напряжение сети 330 кВ (363 кВ).

На рис. 1 приведено наиболее распространенное поперечное сечение коридора трасс существующих Л-383 и Л-386.

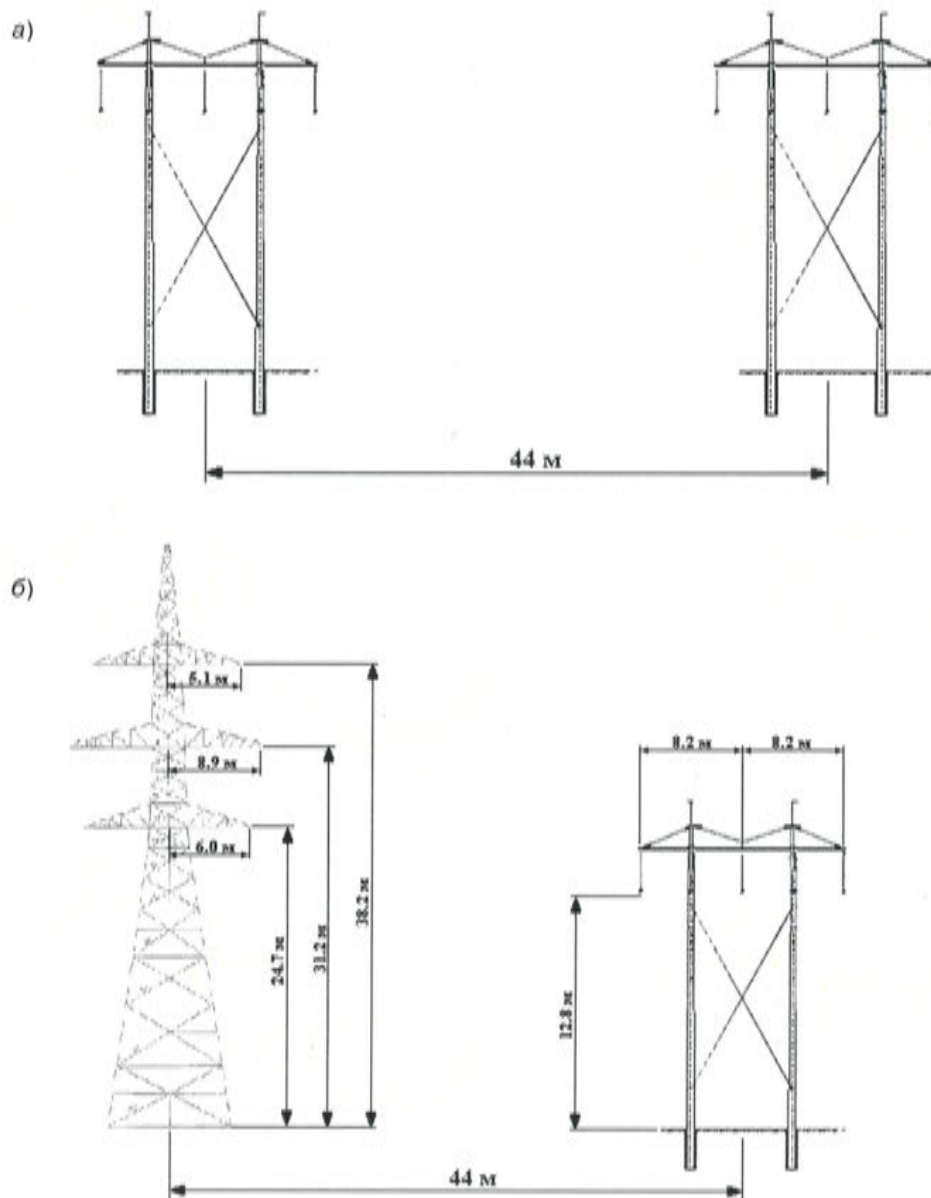


Рис. 1. Поперечное сечение существующего коридора трасс Л-383 и Л-386: а) существующее расположение (одноцепная опора ПБ 330-7Н (слева — Л-386, справа — Л-383)); б) расположение при реконструкции (слева — двухцепная опора У 330-2т (на месте существующей Л-386), справа — одноцепная опора ПБ 330-7Н (Л-383))

Непосредственно сами расчеты выполнены на основании [3–6]:

На рис. 2 и 3 представлены распределения электрического и магнитного полей промышленной частоты, создаваемые двухцепной ВЛ 330 кВ Пулковская – Южная с учетом одноцепной ВЛ Л-383, ось которой расположена в 44 м к югу от двухцепной.

Из приведенных распределений видно, что при реконструкции участка линии 330 кВ Л-386 в двухцепное исполнение максимальные значения магнитного и электрического поля составят 9,6 А/м и 6 кВ/м соответственно. Сравнив эти значения с допустимыми (приведены выше), необходимо сделать вывод о недопустимости размещения двухцепной ВЛ 330 кВ Пулковская – Южная

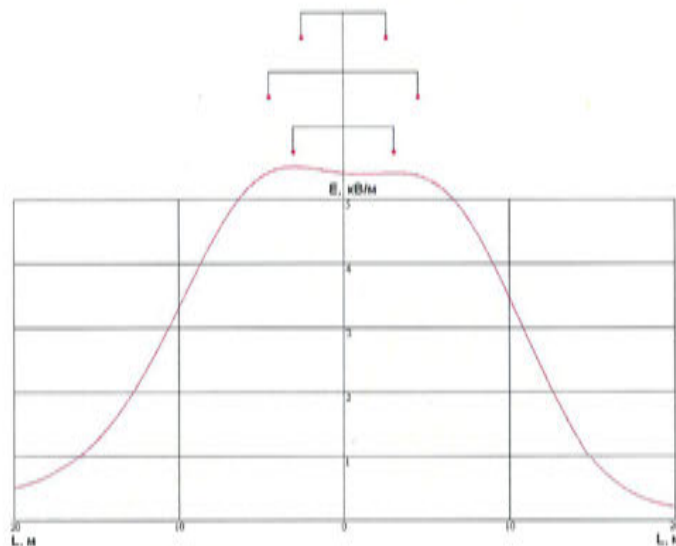


Рис. 2. Распределение ЭП от двухцепной ВЛ 330 кВ Пулковская – Южная с учетом одноцепной ВЛ Л-383 на высоте 1,8 м от земли

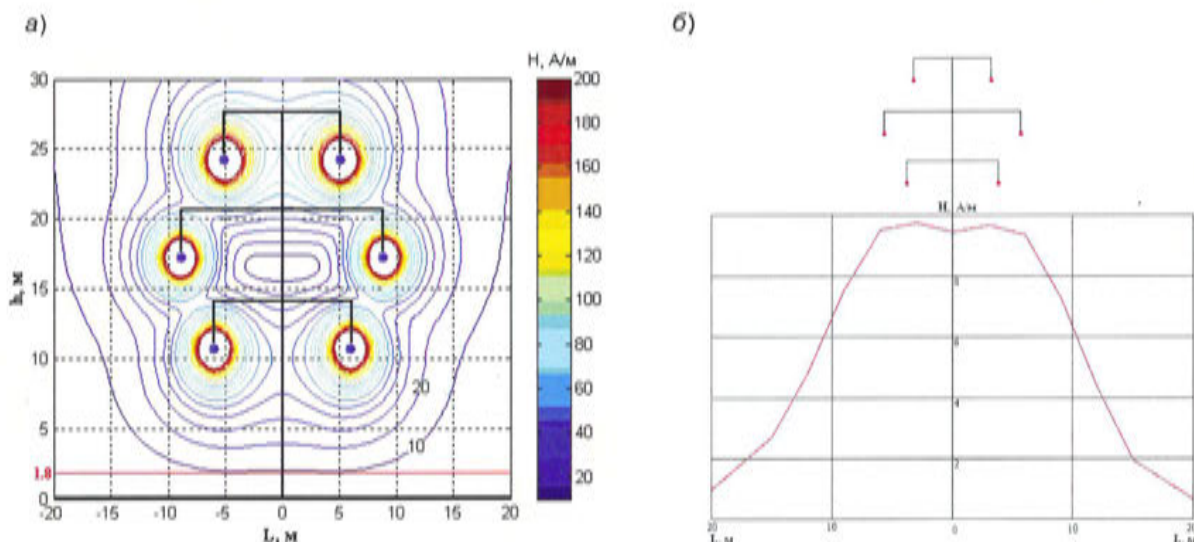


Рис. 3. Распределение МП от двухцепной ВЛ 330 кВ Пулковская – Южная с учетом одноцепной ВЛ Л-383: а — двумерная картина магнитного поля; б — распределение МП на высоте 1,8 м от земли

с позиций обеспечения экологической безопасности населения по величине напряженности электрического поля (СанПиН 2971–84 п. 3.1).

Основными источниками акустического шума от ВЛ является коронирование проводов, которое зависит как от напряженности электрического поля на поверхности проводов, так и от состояния поверхности проводов, плотности воздуха и погодных условий, а также коронирование изоляторов и арматуры.

Для оценки уровня акустического шума от i -го провода ВЛ используется эмпирическая формула [7]:

$$A_i = 16 + 1,14E_{\max} + 9r + 15\lg n - 10\lg l_i$$

где A — уровень громкости, дБ (А); r — радиус провода, см; E_{\max} — максимальная напряженность поля на поверхности проводов, кВ/см; n — число проводов в расщепленной фазе; l_i — расстояние от крайней фазы, м.

Общий уровень шума (на расстоянии 100 м от крайнего фазного провода) от рассматриваемых ВЛ (реконструируемая двухцепная линия и существующая Л-383) в соответствии с ГОСТ Р 53187–2008 определяется следующим образом:

$$A = 10 \cdot \lg \frac{\sum_{i=1}^m P_i}{P_0},$$

где $P_i = P_0 \cdot 10^{\frac{A_i}{10}}$; $P_0 = 2$ мкПа – контрольная величина; m – число фаз.

Интенсивность акустического шума, создаваемого ВЛ напряжением 330 кВ и выше на расстоянии 100 м от крайней фазы в населенной местности, не должна превышать предельно допустимых значений, установленных в ГОСТ 12.1.036 (СТ СЭВ 2834–80).

В соответствии с расчетом уровень акустической помехи на расстоянии 100 м от крайней фазы реконструируемой ВЛ 330 кВ Л-386 будет составлять 47 дБА, в то время как ГОСТ 12.1.036 (СТ СЭВ 2834–80) регламентирует максимальный уровень 45 дБА. Таким образом, необходимо сделать вывод о недопустимости размещения двухцепной ВЛ 330 кВ Пулковская – Южная с позиций обеспечения экологической безопасности населения по величине интенсивности акустического шума, создаваемого реконструируемой двухцепной линией и существующей Л-383.

Четвертое, с точки зрения использования средств заказчика отсутствует целесообразность в фактическом сооружении новой двухцепной ВЛ 330 кВ на территории города, учитывая наличия: а) программы по переводу воздушных высоковольтных линий электропередачи напряжением 220–330 кВ, расположенных на территории Санкт-Петербурга и находящихся в собственности ОАО «ФСК ЕЭС», на период 2010–2016 гг. в кабельное исполнение № 4-С от 28.01.11 г.; б) п. 3.3 Приложения № 1 закон города Санкт-Петербурга № 728–99 от 22 декабря 2005 года «О генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны культурного наследия на территории Санкт-Петербурга» (ред. от 12.05.2008 г.). При этом произойдет нерациональное использование средств заказчика, так как сейчас будут произведены затраты на строительство ВЛ, которую в последствии, весьма вероятно, будут демонтировать и переводить в кабельное исполнение.

Пятое, использование трассы существующей ВЛ 220 кВ № 206 невозможно, поскольку эта ли-

ния выполнена на подходах к ПС Южная в двухцепном исполнении с ВЛ 220 кВ Л-218, а заход на ПС Южная – в двухцепном исполнении с Л-217. Сроки перевода Л-217, Л-218 в кабельное исполнение значительно позже, чем строительство рассматриваемой электропередачи 330 кВ.

2. Замена провода участка существующей ВЛ 330 кВ Л-386 от ПС 330 кВ Пулковская до ПС 330 кВ Южная на высокотемпературный провод с повышенной пропускной способностью с отказом от строительства линии электропередачи 330 кВ ПС 330 кВ Пулковская – ПС 330 кВ Южная по титулу «Строительство ВЛ 330 кВ Ленинградская АЭС-2 – Пулковская – Южная» является решением с далеко идущими последствиями.

Как было отмечено в работе «Схема выдачи мощности Ленинградской АЭС-2. Схема присоединения станции к энергосистеме с учетом очередности ввода четырех энергоблоков», находящейся в финальных стадиях необходимых согласований, проектируемая электропередача 330 кВ рассмотрена именно как электропередача 330 кВ ЛАЭС-2 – Южная с заходами на ПС 330 кВ Пулковская, и является неотъемлемой частью схемы выдачи мощности первого энергоблока ЛАЭС-2.

При этом,

А) замена провода участка существующей ВЛ 330 кВ Л-386 от ПС 330 кВ Пулковская до ПС 330 кВ Южная на высокотемпературный провод с повышенной пропускной на территории Санкт-Петербурга противоречит п. п. 12.23, 12.24 СП 42.13330.2011 г. (СНиП 2.07.01–89) «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», п. 3.3 Приложения № 1 закон Санкт-Петербурга № 728–99 от 22 декабря 2005 года «О генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны культурного наследия на территории Санкт-Петербурга» (ред. от 12.05.2008 г.).

Б) Существующая линия электропередачи 330 кВ ПС Южная – ПС Западная Л-386 запроектирована и построена в 1976 году на основе нормативной базы, действующей до 2003 г. В 2003 г. введены в действие Правила электроустановок (ПУЭ) 7-е издание, принятые к исполнению всеми проектными организациями. До утверждения ПУЭ 7-е издание нормативный габарит от фазных проводов до поверхности земли для ВЛ 330 кВ, проложенных в населенной местности – черте городов и поселений – составляет 8,0 м. По новым требованиям (п. 25.213 ПУЭ 7 издание) габарит от фазных проводов до поверхности земли составляет 11,0 м, т. е. разница 3,0 м.

От ввода в эксплуатацию Л-386 прошел достаточный срок и изменилась степень загрязнения с 1 до 3–4, удельная эффективная длина пути утечки поддерживающих гирлянд составляет 2,5–3,1 см/кВ. Увеличение количества изоляторов удлиняет гирлянду на 0,9–1,8 м соответственно для 3 и 4 СЗ.

Использование высокотемпературных проводов типа АССР не обеспечивает требуемый нормативный габарит от фазных проводов до поверхности земли. Для подтверждения данного утверждения выполнены систематические расчеты существующего сталеалюминиевого провода марки АС600/72 и высокотемпературных проводов с габаритным пролетом, равным 440 м. Данный пролет наиболее распространен на Л-386.

Расчеты показали, что для режимов максимальной температуры и максимального гололеда стрела провеса провода АС600/72 составляет 18,2 м, а высокотемпературного 16,5 м. Разница составляет 1,7 м.

На основании изложенного следует:

Замена сталеалюминиевого провода на высокотемпературный не обеспечивает требуемый нормативный габарит до земли, равный 11,0 м. Расчетный габарит с использованием высокотемпературного провода равен 7,9 и 8,8 м для 3 и 4 СЗ соответственно.

Применение высокотемпературного провода без реконструкции существующей ВЛ 330 кВ Л-386 невозможно.

Реконструкция ВЛ 330 кВ Л-386 потребует установки дополнительных опор в каждом действительном пролете и замены промежуточных опор на анкерно-угловые типа УЗ30-1 в местах пересечений с категорийными и федеральными магистральными автомобильными и железными дорогами.

Обследование существующих конструкций Л-386 показало необходимость проведения ремонтных работ (наличие сколов на фундаментах, изломы и изгибы раскосов ствола опор). Линейные конструкции находятся в ограниченно работоспособном состоянии.

По трассе существующей ВЛ 330 кВ Л-386 за время ее эксплуатации построены автостоянки, гаражные кооперативы и складские помещения. Реконструкция ВЛ повлечет за собой решение вопросов с владельцами указанных сооружений. Их сохранение в охранной зоне ВЛ 330 кВ недопустимо по нормативным документам, указанным выше.

Таким образом, и в этом случае при реконструкции существующей ВЛ 330 кВ возникают все те же проблемы, которые озвучены в предыдущем пункте.

На рис. 4 представлены распределения электрического и магнитного полей промышленной частоты, создаваемые реконструируемым участком ВЛ 330 кВ Л-386 между ПС Пулковская и ПС Южная с учетом одноцепной ВЛ Л-383, ось которой расположена в 44 м к югу от реконструируе-

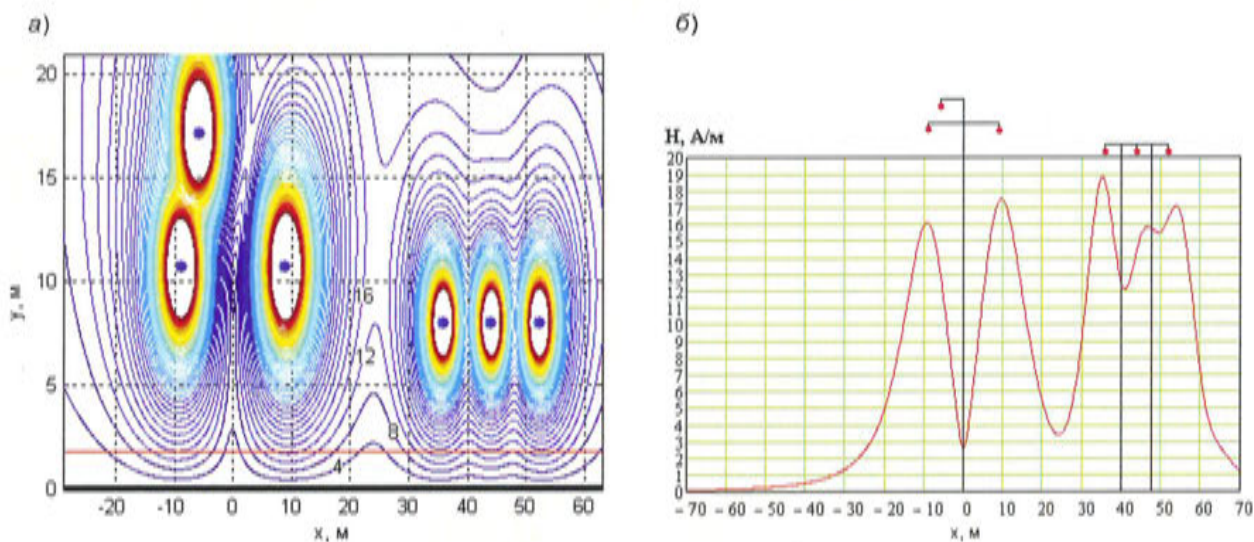


Рис. 4. Распределение МП от реконструируемого участка ВЛ 330 кВ Л-386 между ПС Пулковская и ПС Южная с учетом одноцепной ВЛ Л-383: а — двухмерная картина магнитного поля; б — распределение МП на высоте 1,8 м от земли

мой. Расчетные условия приняты аналогичными, описанным в предыдущем пункте. Отметим, что в соответствии с произведенными системным расчетами величина максимальной токовой загрузки одной цепи между ПС Пулковская и ПС Южная составляет 2600 А.

В данном случае величина напряженности электрического поля менее 5 кВ/м и удовлетворяет нормам. Максимальные же значения магнитного поля составят 17–19 А/м. Сравнив эти значения с допустимыми (приведены выше), необходимо сделать вывод о недопустимости размещения ВЛ 330 кВ Пулковская – Южная с позиций обеспечения экологической безопасности населения по величине напряженности магнитного поля (ГН 2.1.8/2.2.4.2262–07 п. 2.2).

В случае замены опор ПБ 330-7Н существующей ВЛ л-386 на опоры У 330-1 (см. выше) также необходимо произвести перерасчет уровня шума на расстоянии 100 м от крайнего фазного провода.

В соответствии с выполненными расчетами (аналогично предыдущему) уровень акустической помехи составит 52,7 дБА, что *значительно превышает* допустимое по ГОСТ 12.1.036 (СТ СЭВ 2834–80) значение (45 дБА).

Таким образом, и в этом случае необходимо сделать вывод о недопустимости размещения реконструированной ВЛ 330 кВ Л-386 между ПС Пулковская и ПС Южная с позиций обеспечения экологической безопасности населения по вели-

чине интенсивности акустического шума, создаваемого реконструируемой линией и существующей Л-383.

Подводя итог сказанному, нецелесообразно строительство новой ВЛ 330 кВ между ПС Пулковская и ПС Южная, реконструкция участка существующей ВЛ 330 кВ Л-386 между этими ПС и, тем более, отказ от строительства электропередачи 330 кВ ЛАЭС-2 – Южная с заходами на ПС 330 кВ Пулковская, принятого в схеме выдачи мощности первого энергоблока строящейся ЛАЭС-2.

Для решения проблемы организации электропередачи 330 кВ ЛАЭС-2 – Южная с заходами на ПС 330 кВ Пулковская на участке между ПС Пулковская и ПС Южная проектом предложено, как уже было отмечено выше, ее кабельное исполнение.

При этом вариант трассы КЛ выбран исходя из:
 1) кратчайшего маршрута прохождения линий;
 2) минимального количества пересечений с подземными и надземными коммуникациями;
 3) пересечения с подземными и надземными коммуникациями, которые выполняются под углом 90°.

На рис. 5 приведен ситуационный план трассы кабельного участка КВЛ 330 кВ ЛАЭС-2 – ПС Пулковская и КЛ 330 кВ ПС Пулковская – ПС Южная.

Необходимо отметить, что строительство КЛ 330 кВ на территории Санкт-Петербурга соответствует следующим документам:



Рис. 5. Ситуационный план трассы кабельного участка КВЛ 330 кВ ЛАЭС-2 – ПС Пулковская и КЛ 330 кВ ПС Пулковская – ПС Южная

- закон города Санкт-Петербурга № 728-99 от 22 декабря 2005 г. «О генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны культурного наследия на территории Санкт-Петербурга» (ред. от 12.05.2008 г.): п. п. 2.2.3 и 3.3 Приложения № 1 к отмеченному закону;

- СП 42.13330.2011 г. (СНиП 2.07.01–89) «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» п. п. 12.22, 12.23, 12.24.

КЛ не создают шумовых помех, таким образом, автоматически обеспечиваются требования ГОСТ 12.1.036 (СТ СЭВ 2834–80).

При кабельном исполнении проектируемой электропередачи 330 кВ (рис. 6) и проектном использовании транспозиции экранов кабелей электрическое поле за поверхностью экрана будет практически отсутствовать. Этим автоматически обеспечиваются требования СанПиН 2971–84 п. 3.1. В проекте однофазные кабели расположены плоскостью на основании тепловых расчетов в соответствии со стандартами МЭК № 60287, № 60853, № 60949 для обеспечения требуемой по системным соображениям максимальной пропускной способности КЛ (более подробно см. том 0007-ОТР-Т.3 Изм.1 и пояснительную записку «Обоснование расчета сечения провода и кабеля для КВЛ 330 кВ ЛАЭС-2 – Пулковская и кабеля для КЛ 330 кВ ПС Пулковская – ПС Южная»).

При этом электрическое поле существующей одноцепной ВЛ Л-386 (опора ПБ 330-7Н) с учетом наличия Л-383 рассчитано аналогично предыдущему и представлено на рис. 7. Из этого рисунка видно, что величина напряженности этого поля удовлетворяет требованиям СанПиН 2971–84 п. 3.1.

Магнитное поле кабельной линии, проложенной в железобетонных лотках на глубине 2,5 м в земле, значительно ослабляется за счет экранирующего эффекта арматуры лотков и учета значительной электропроводности грунта в условиях СПб. Для ВЛ и КЛ рассчитывается оно также в соответствии с изложенными выше методами с применением метода суперпозиции (но для КЛ с учетом экранирующего эффекта арматуры лотков и электропроводности грунта). На рис. 8 показано магнитное поле существующих ВЛ 330 кВ Л-386 и Л-383 с учетом проектируемой КЛ 330 кВ и без нее. Максимальные рабочие токи для всех линий приняты на основании системных электрических расчетов.

Как видно из приведенной на рис. 8 зависимости, проектируемая КЛ 330 кВ практически не влияет на картину распределения напряженности магнитного поля, создаваемого существующими ВЛ 330 кВ. Максимальная величина напряженности магнитного поля в зоне прокладки КЛ 330 кВ

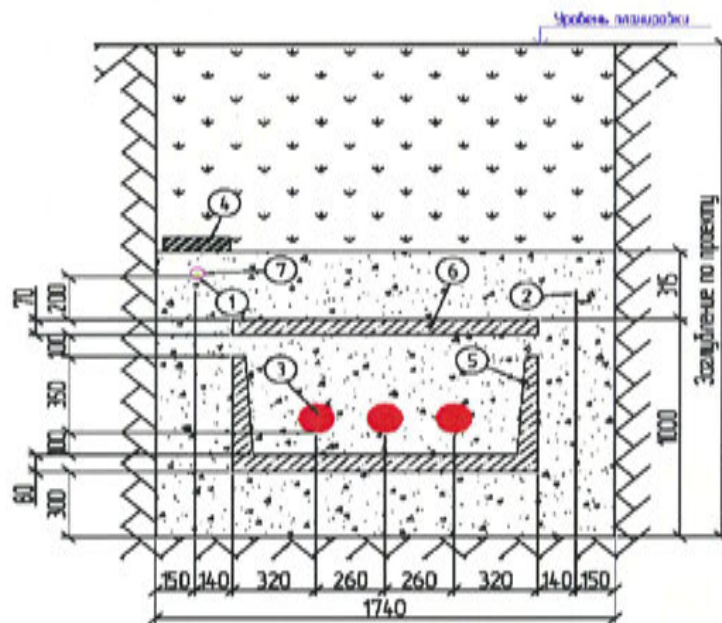


Рис. 6. Поперечный разрез траншеи. Прокладка в ж/б лотках: 1 — волоконно-оптический кабель; 2 — деревянные крепления траншеи; кабель 330 кВ (1×2500/240-330); 4 — кирпич; 5 — лоток ж/б Л6-8/2; 6 — плита ж/б П7-56; 7 — полиэтиленовая труба $d = 50$ мм

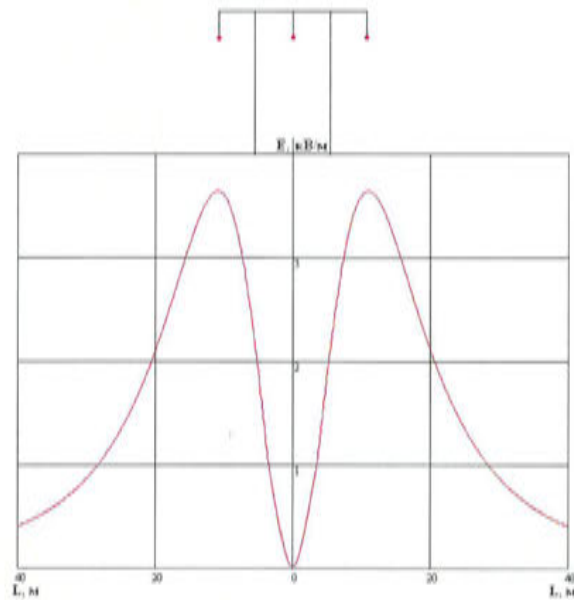


Рис. 7. Распределение ЭП от ВЛ Л-386 с учетом наличия Л-383 на высоте 1,8 м от земли

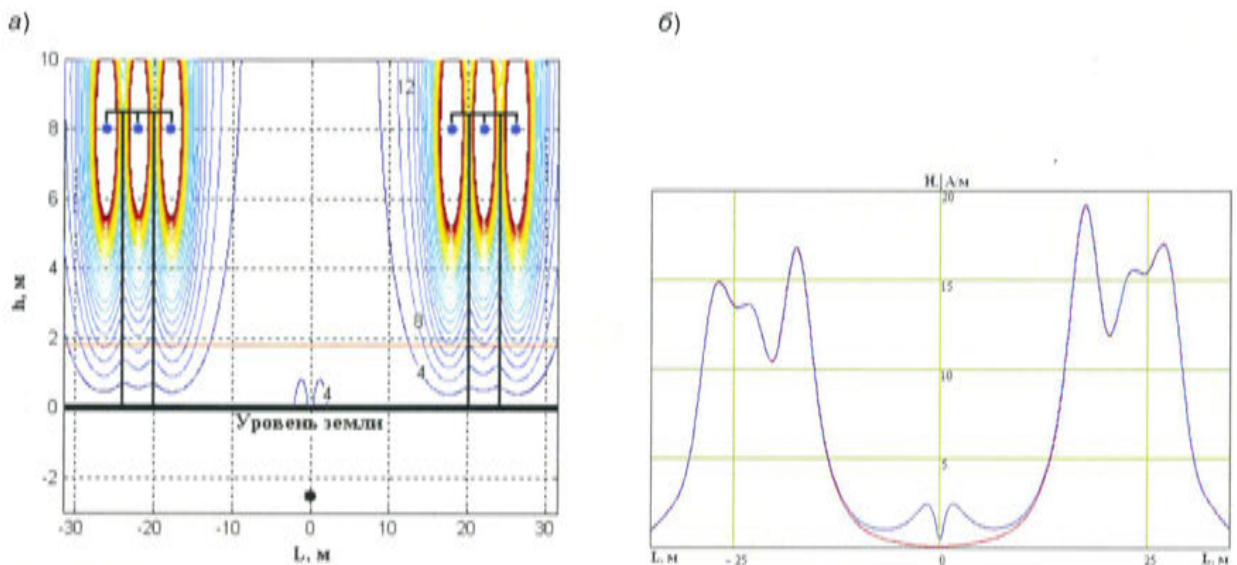


Рис. 8. Распределение МП от ВЛ Л-386 и КЛ 330 кВ Пулковская – Южная: а — двумерная картина магнитного поля; б — распределение МП на высоте 1,8 от земли (синей линией показана картина поля с учетом КЛ 330 кВ, красной — без учета)

не превышает 2,5 А/м, что удовлетворяет требованиям ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 п. 2.2.

Таким образом, как показывает практика, наиболее перспективным направлением в развитии ЛЭП ВН и СВН в условиях современных мегаполисов является строительство именно кабельных линий на основе систем из сшитого полиэти-

лена и отказ от проектирования и строительства ВЛ.

Компания ЗАО «РОСПРОЕКТ» обладает всеми возможностями и ресурсами для проектирования объектов электросетевой инфраструктуры любой сложности, в том числе и в условиях современных мегаполисов.