



Некоммерческое партнерство «Российский национальный комитет Международного Совета по большим электрическим системам высокого напряжения» (РНК СИГРЭ)

109074, Россия, г. Москва, Китайгородский проезд, дом 7, стр.3. ОГРН 1037704033817.  
ИНН 7704266666 / КПП 770501001. Тел.: +7 (495) 627-85-70. E-mail: [cigre@cigre.ru](mailto:cigre@cigre.ru)

## ОТЧЕТ

об участии в 45-й Сессии CIGRE и работе Исследовательского Комитета С3 «Влияние энергетики на окружающую среду» CIGRE, 25-29 августа 2014 года, Париж (Франция)



Отчет подготовил:

[Бабкин Игорь Владимирович](#),

к.т.н., член CIGRE с 1993 г., постоянный представитель от России в Study Committee CIGRE С3 “[System Environmental Performance](#)” с 2010 г., Генеральный директор ООО «[Высоковольтный инженерный центр](#)» (Санкт-Петербург)



Контактные данные:

E-mail: [i.babkin@mail.ru](mailto:i.babkin@mail.ru)

Тел. +7 (812) 560-36-90

Дата отчета:

07.10.2014

Москва,  
2014 год

## Оглавление

1. Сведения о деятельности SC C3 .....	3
2. Общий обзор сессии докладов по тематике C3 .....	4
3. Предпочтительная тема 1 «Влияние на окружающую среду технологий, связанных с накопителями электроэнергии» .....	6
4. Предпочтительная тема 2 «Обобщенные подходы к обеспечению устойчивого развития передающих и распределительных сетей» .....	7
5. Предпочтительная тема 3 «Восприятие оборудования линий электропередачи, расположенных вблизи городской среды».....	10

## 1. Сведения о деятельности SC C3

**Миссия** Исследовательского комитета (Study Committee) CIGRE C3 «Влияние энергетики на окружающую среду» ([System Environmental Performance](#)), далее – «SC C3», созданного в 2002 году, заключается в разработке объективных подходов к оценке влияния энергетики на окружающую среду и обеспечении учета этого влияния на принимаемые управленческие и инвестиционные решения. При этом SC C3 фокусирует свою деятельность на системных аспектах.

### **Предметная (тематическая) область SC C3:**

- 1) Развитие и оперирование энергосистем и окружающая среда.
- 2) Глобальные изменения окружающей среды и энергосистемы.
- 3) Общественное восприятие энергетической инфраструктуры, вовлечение акционеров и взаимодействие.
- 4) Эффективность энергетического сектора и окружающая среда.

**Концептуальное видение** предметной области SC C3 сводится к следующим положениям.

До сих пор эволюция современных энергосистем в основном сводилась к обеспечению снабжения электроэнергией с максимальной степенью надёжности и безопасности. В последнее время всё более отчётливо проявляется необходимость в более эффективной работе энергосистем в целях снижения стоимости и повышения качества сервиса. Это привело к модернизации или отходу от вертикально интегрированных энергосистем и к либерализации производства, передачи и распределения электроэнергии.

Постоянно растущая озабоченность воздействием традиционной энергетики на окружающую среду, особенно изменением климата под воздействием парниковых газов, стимулировала интеграцию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и распределённой генерации в существующие энергосистемы.

Устойчивое общественное развитие должно рассматриваться также в широком контексте, когда мы говорим о влиянии энергетики на окружающую среду. Устойчивое развитие – обширная концепция, которая влияет на все звенья цепи электрического сектора: генерацию, передачу, распределение совместно с конечным использованием электроэнергии.

Три краеугольных камня устойчивого развития: окружающая среда, экономика и общество, применительно к энергетике могут быть сформулированы следующим образом:

- окружающая среда – приемлемое воздействие на глобальном, региональном и местном уровне;
- экономика – надёжная энергия для развития, адекватного инвестирования;
- общество – возможная и допустимая энергия.

Энергетика стоит перед большим вызовом – как совместить концепцию устойчивого развития с практикой развития и планирования систем с одной стороны и с повседневным оперированием систем с другой.

### **Рабочие группы по направлению.**

В 2010 – 2014 гг. по направлению SC C3 функционировали три рабочие группы (Working Groups):

- C3.10 «[Sustainable development Performance Indicators – Power Generation](#)»;
- C3.12 «[Methodologies for Greenhouse gas inventory and reporting for T&D utilities](#)»;
- C3/B2/B1.13 «[Environmental issues of high voltage transmission lines for rural and urban areas](#)».

### **Состав Комитета:**

Председатель SC C3 – Francisco Parada (Португалия).

Секретарь SC C3 – Mercedes Vazquez Miranda (Испания).

Комитет объединяет 30 членов, из которых 24 имеют постоянный статус (Regular Members) и 6 статус наблюдателей (Observer Members).

## **2. Общий обзор сессии докладов по тематике C3**

Заседание SC C3 в рамках [Технической программы 45-й Сессии CIGRE](#) состоялось 29 августа 2014 г.

На заседание было подготовлено и представлено 20 докладов по трем предпочтительным темам.

**Предпочтительная тема 1 «Влияние на окружающую среду технологий, связанных с накопителями электроэнергии».** Представлено 2 доклада.

Актуальность темы обусловлена следующими тенденциями.

Развитие возобновляемых и нестационарных или прерывистых источников электроэнергии привело к возобновлению интереса к накопителям электроэнергии, которые в состоянии улучшить баланс производства и потребления электроэнергии в системе. Энергосистема будущего с большой долей возобновляемых источников энергии будут представлять симбиоз системных решений и накопителей электроэнергии. Накопители особенно важны в изолированных системах, таких как островные энергосистемы, которые не могут использовать преимущества больших систем.

Таким образом, требуется развитие новых инфраструктурных решений с накопителями энергии, некоторые на основе распределенных источников (накопители на основе батарей) или на основе больших накопителей, например, гидроаккумулирующие электростанции. Каждая технология имеет особые функциональные характеристики (отношение между мощностью и энергией, длительность хранения, потери, динамические характеристики) и осо-

бенности влияния на окружающую среду. В ближайшие годы потребуется развитие методов оценки влияния различных накопителей на окружающую среду, принимая во внимание общественное признание.

**Предпочтительная тема 2 «Обобщенные подходы к обеспечению устойчивого развития передающих и распределительных сетей».** Представлено 12 докладов. Основные вопросы докладов:

- интегрирование возобновляемых источников в структуру энергосистем;
- LCA (Life Cycle Assessment / оценка жизненного цикла оборудования) как универсальный инструмент для оценки воздействия влияния на окружающую среду;
- обобщенные подходы к обеспечению устойчивого развития, рассмотренные на разных уровнях как для энергосистемы в целом, так и для ее составляющих.

**Предпочтительная тема 3 «Восприятие оборудования линий электропередачи, расположенных вблизи городской среды».** Представлено 6 докладов.

Данная предпочтительная тема очень тесно переплетается с работами, выполненными объединенной рабочей группой C3/B1/B2.13, которая исследовала две основных темы:

- каким образом энергокомпании прокладывают новые линии вблизи городской среды;
- каким образом энергокомпании реагируют на предложения по новому строительству вблизи существующих линий электропередачи.

Со временем становится все трудней управлять общественным восприятием систем передачи электроэнергии. Многие местные организации по всему миру больше не рассматривают электроснабжение как преимущество в повседневной жизни. Позиция таких организаций все больше сводится к тому, что расположенные рядом с ними энергообъекты могут нести потенциальную угрозу здоровью, воздействовать на окружающую среду или собственность. Такие угрозы становятся все более заметны вблизи густонаселенных районов, где линии электропередач или иные энергообъекты входят в противоречие с существующими гражданскими структурами. В частности, негативные факторы можно свести к следующим позициям:

- визуальное воздействие;
- воздействие электромагнитных полей;
- потери в стоимости собственности или компенсации в случае возможных потерь.

Кроме рассмотрения докладов по предпочтительным темам на заседании SC C3 были предложены предпочтительные темы для 46-й Сессии CIGRE 2016 года:

1. Обязательства в отношении окружающей среды.
2. Сосуществование с линиями электропередач или кабельными линиями. Приемлемость.
3. Изменения климата.

Также было предложено провести следующее заседание SC C3 с 26 по 28 августа 2015 года в г. Стреса (Италия).

### **3. Предпочтительная тема 1 «Влияние на окружающую среду технологий, связанных с накопителями электроэнергии»**

**Доклад C3-101** «Резервуары гидростанций – восприятие обществом бразильской системы накопления энергии». Авторы: A.L. Mustafá, A.S. Gabriel A.F. Santos L. F.L. Vianna (Бразилия).

В докладе приведены данные о структуре Национальной энергосистемы Бразилии. Основу системы составляют гидростанции, дополненные термическими станциями и другими источниками. Для повышения эффективности работы системы требуется разработка системы гидроаккумулирующих резервуаров. Но строительство гидрообъектов встречает все возрастающие трудности, в частности, из-за общественного восприятия и реального влияния на окружающую среду. Недостаток новых регулирующих и аккумулирующих проектов приводит к серьезным последствиям в работе Национальной энергосистемы. Именно поэтому гидрорезервуары важны не только для стабилизации гидросистем, в которых они расположены, но и для повышения стабильности и гибкости работы энергосистемы, особенно с такими источниками, как ветровые источники.

**Доклад C3-102** «Оценка влияния на окружающую среду морской гидроаккумулирующей технологии на примере итальянских островов». Авторы: J. Alterach, R. Marazzi, M. Meghella, A. Negri (Италия).

На итальянских островах (преимущественно на Сардинии и Сицилии) в течение дня электроэнергия от возобновляемых источников может превосходить местные потребности, но не может быть передана в общую энергосистему из-за слабости передающих систем. Морские гидроаккумулирующие системы, в которых верхний резервуар расположен наверху крутого морского склона, а нижним резервуаром является море, рассматриваются как жизнеспособные системы особенно применительно к береговым областям с достаточной плотностью неуправляемых возобновляемых источников энергии.

Компания RSE в рамках национальной программы разработала и осуществила проект морской гидроаккумулирующей станции на юго-западе Сардинии. Место было выбрано исходя из профиля побережья (высокий склон с достаточно ровной большой площадкой наверху) и близости большого парка ветряных генераторов. На стадии оценки влияния на окружающую среду были проанализированы и оценены все возможные ограничения (за-

щищенные зоны, наличие исторических зданий, ландшафтные вопросы и т.д.). Особое внимание было уделено тщательному выбору места и размеров резервуара с целью оптимизировать баланс между затратами материалов и визуальным восприятием.

#### **4. Предпочтительная тема 2 «Обобщенные подходы к обеспечению устойчивого развития передающих и распределительных сетей»**

**Доклад СЗ-201** «Стратегии снижения магнитных полей на подстанции пассивными методами». Авторы: G.T. TARSIA, D. DIAZ, J. IORIO, M. HIGHERS, E. SPITTLE, R. WULF (Аргентина).

Доклад посвящен исследованию магнитных полей. Хорошо известно, что вблизи подстанций, трансформаторов, кабелей, линий электропередачи генерируются мощные электромагнитные поля промышленной и высокой частоты. В последнее время большой интерес привлекают электромагнитные поля промышленной частоты, и во многих странах введены их ограничения. В докладе описаны некоторые методы снижения интенсивности магнитных полей. Поведение металлических экранов как однослойных, так и многослойных исследовалось в лаборатории и на подстанции.

В докладе показано, что возможно получение значительного эффекта по снижению интенсивности полей.

**Доклад СЗ-202** «Исследование системы индикаторов оценки влияния энергосистемы на окружающую среду». Авторы: Yanming Jin, Guangzhou Zhang, Fuqiang Zhang (Китай).

В докладе описаны мероприятия, предпринятые в Китае по повышению осведомленности общественности о состоянии энергосистемы, и мероприятия по снижению воздействия на окружающую среду, предпринятые энергокомпанией.

Разработана и внедряется система индикаторов оценки влияния на окружающую среду. В докладе представлены несколько методов, которые могут быть использованы для указанной оценки. Также представлены четыре типа индикаторов: индикаторы оценки управленческих и оперативных решений, индикаторы снижения энергопотребления и индикаторы воздействия на окружающую среду.

**Доклад СЗ-203** «Оценка жизненного цикла оборудования (LCA) и управление процессом окончания жизненного цикла оборудования применительно к КРУЭ и ОРУ». Авторы: Y. KIEFFEL, A. SPINOSA, E. LARUELLE K. STUMPF (Франция, Германия).

В докладе описываются результаты исследований, как сделать закрытые (КРУЭ) и открытые подстанции более экологичными. Для нахождения



наилучших правил проектирования была использована система оценки жизненного цикла оборудования (LCA). В рамках LCA исследованы 18 индикаторов, оценивающих взаимодействие с окружающей средой, таких как глобальное потепление, использование земель с высокой степенью заселенности, расходы чистой воды. В докладе описан процесс, состоящий из четырех этапов. Методология LCA показана на двух примерах.

**Доклад СЗ-204** «Возможно ли создание 400 кВ линии в соответствии с территориальными требованиями?» Автор: Patrice MONTPELLIER (Франция).

В докладе рассказано о строительстве 400 кВ линии, при котором удалось в максимальной степени учесть требования местных заинтересованных сторон. Автор выделяет четыре заинтересованные группы: местное население, местное общество в целом, включая всех игроков (политиков, промышленников, ассоциации по защите прав и т.д.), менеджмент энергосистемы, регулятор энергосистемы. Для каждой из групп разработаны наиболее важные темы. Так, если для регулятора наиболее важным является стоимость проекта, то для менеджмента системы наиболее важными будут вопросы надежности, безопасности. Для местных жителей наиболее важны вопросы личного здоровья, визуального восприятия, шума, электромагнитного излучения. Для общества в целом важны качество электричества, отчисления в местный бюджет. В докладе показано, как взаимодействуют все перечисленные группы, как они могут выражать свое мнение. Результаты данного незаконченного проекта кажутся обещающими.

**Доклад СЗ-205** «Опыт компании RTE в создании подстанции, дружелюбной по отношению к окружающей среде». Авторы: É. JAUSSAUD, S. DUMAS, R. MIGNÉ (Франция).

Описано, как при создании новой подстанции достичь целей уменьшения влияния на окружающую среду, включая такие мероприятия, как создание кабельных каналов с излишними размерами, чтобы при расширении подстанции в будущем не проводить земельные работы, как использование только энергосберегающих ламп для освещения, где возможно использование материалов, предусматривающих повторное использование и т.д. Такой подход привел в некоторых моментах к инновационным решениям.

**Доклад СЗ-206** «Соединение систем с распределенными источниками посредством распределительного трансформатора с потенциальным регулированием – полевой опыт и потенциальная минимизация расширения сети». Авторы: T. SMOLKA, D. DOHNAL, M. SOJER, R. HEILIGER, J. SCHMIESING, T. HUG, F. SUTTER J. (Германия, Швеция).

В докладе представлено техническое решение, как объединить системы с распределенными источниками энергии посредством трансформатора с по-



тенциальным регулированием. Такое техническое решение непосредственно не снижает нагрузку на окружающую среду, но потенциально может способствовать этому.

**Доклад СЗ-207** «Аспекты окружающей среды и технические аспекты конструирования и создания электрической связи между Испанией и Францией». Автор: Javier Arévalo Camacho (Испания).

В докладе представлен обзор технических решений и вопросов окружающей среды, возникающих при создании новой вставки между Францией и Испанией. Рассмотрены все вопросы, касающиеся конверторных подстанций, линий электропередачи, кабельных участков, обсуждены вопросы прокладки трассы. В докладе затронуты также трудности, возникающие из-за различия законов во Франции и Испании, касающихся не только энергетики, но и окружающей среды.

**Доклад СЗ-208** «Планирование в Испании новых линий с помощью GeoDesign». Авторы: Francisco-Javier Moreno Marimbaldo, Miguel-Ángel Manso Callejo (Испания).

Описано применение 3D метода при планировании новых линий электропередачи и показана его полезность. Авторы приводят примеры использования метода на каждой фазе проектирования и строительства новых линий, а также при проведении переговоров и взаимодействия.

**Доклад СЗ-209** «Применение метода оценки жизненного цикла (LCA) при проектировании энергетического оборудования с учетом требований по охране окружающей среды». Авторы: R. TAKAHASHI H. NODA T. KOBAYASHI K. OOHASHI (Япония).

Доклад посвящен методу оценки жизненного цикла (LCA) и его полезности при оценке нагрузки, которую оказывает на окружающую среду энергосистема. Метод может быть полезен как при оценке воздействия каждого устройства, так и при оценке системы в целом.

**Доклад СЗ-210** «Оценка влияния новых линий электропередачи на природу в Африке». Авторы: E. DRAGAN, G. GHEORGHITA, A. DRAGOMIR S. BUEHLER S. KYEGANWA, D. MARGINEAN (Румыния, Германия, Уганда).

Доклад посвящен влиянию новых линий на жизнь птиц в дикой природе. В докладе описаны три наиболее важных фактора влияния на жизнь птиц: уменьшение зоны обитания, коллизии, возникающие от кабельного наполнения земли, и сгорание птиц от замыканий. Помимо информации о правильном планировании новых маршрутов ЛЭП (например, вблизи главных дорог) приведены данные о некоторых технических решениях (иные виды опор, использование других цветов).

**Доклад СЗ-211** «Оценка жизненного цикла (LCA) системы электропередачи в Исландии». Авторы: Н.В. Hrólfsdóttir, G.M. Ingólfssdóttir, M. Pálsson, I.L. Valsdóttir, I. Guðmundsson, Þ. Bjarnason, G.M. Guðjónsdóttir, Н.Ј. Vjarnadóttir (Landsnet hf., Исландия).

Описывается применение метода оценки жизненного цикла (LCA). Прежде всего, метод использован для оценки влияния на окружающую среду передачи одного кВт\*часа в течение всего времени жизни оборудования, а также для оценки, какие факторы и когда в течение жизни оказывают наибольший эффект на окружающую среду.

**Доклад СЗ-212** «Разработка и применение ферритовых фильтров для предотвращения проникновения помех во вторичные цепи». Авторы: Gwi-Jang Yang, Myeong-Hee Lee, Young-Jin Won (Корея).

Доклад посвящен повышению помехоустойчивости вторичных цепей путем применения простого метода, основанного на использовании ферритовых колец, охватывающих передающие провода. Предложенный метод дополнен измерениями, выполненными на реальных установках.

## **5. Предпочтительная тема 3 «Восприятие оборудования линий электропередачи, расположенных вблизи городской среды»**

**Доклад СЗ-301** «Оптимальное размещение и другие мероприятия, предпринятые для улучшения общественного восприятия расширения сети 380 кВ из середины Бельгии к побережью». Авторы: J. MENTENS, V. DU FOUR, J.F. GOFFINET, В. PELSSERS (Бельгия).

Показано, что визуальное восприятие бельгийского проекта было одним из главных пунктов процесса создания. Выбор маршрута линий очень важен для общественного восприятия. Делу помогло то, что был использован старый коридор линии на меньшее напряжение 150 кВ. В соответствии с Европейским законодательством (EU Natura 2000) вблизи Брюге пришлось использовать кабельные решения.

**Доклад СЗ-302** «Последствия для функционирования системы, вызванные ужесточением требований к допустимому уровню магнитных полей вблизи населенных районов». Авторы: D. CORREIA, D. BRASIL, В. BASTOS (Бразилия).

В докладе показано, что Бразилия может столкнуться с серьезными проблемами, вызванными с ужесточением требований к магнитным полям от линий вблизи населенных районов.

Если раньше эти цифры составляли 83,3 мТ, то теперь предельный уровень может быть снижен до 1 мТ. Решение сейчас рассматривает Верховный

суд Бразилии. Действительно, если эта цифра будет принята, то последствия будут драматичными. Потребуется или значительно увеличивать высоту опор, или диаметр расщепленного провода – что очень дорого. Цена может составить от 38 до 79 млрд. долларов США. Многие специалисты в области энергетики считают, что введение таких жестких требований явно перевешивает любые плюсы от снижения магнитных полей.

**Доклад СЗ-303** «Оценка воздействия на социальную и окружающую среду проекта передачи энергии от ветровых станций». Авторы: Mohamed M. AWAD, Ahmed El-HANAFY, Dalal HELMI; Sawsan SHIBL (Египет).

В докладе описывается, какие компенсации выплачиваются фермерам за потери урожая и сокращение посевных площадей. Фермеры могут либо продать землю энергокомпании или сохранить землю с учетом компенсации за ограничения при использовании земли (отсутствие строений, высоких деревьев). Все фермеры выбрали второй вариант. Размер компенсации варьируется в зависимости от условий и лежит в пределах от 50% до 100% от стоимости земли.

**Доклад СЗ-304** «88 кВ линия Crowthorne – Lulamisa: воздействие электромагнитных полей на человека. Расчет воздействий». Автор: K.R. Hubbard (ЮАР).

Доклад посвящен оценке воздействий на человека электромагнитных полей, источником которых является линия электропередачи (ЛЭП). Из-за трудностей с поисками новых коридоров для новых ЛЭП в районах с высокой плотностью населения было принято решение использовать старый коридор ЛЭП 88 кВ и в этом коридоре установить две ЛЭП 132 кВ.

Но в связи с этим возникли вопросы, насколько опасной для человека будет возросшая напряженность электромагнитного поля. Исследования были проведены на основе дозиметрии, которая представляет компьютерную программу, моделирующую органы человека и рассчитывающая наведенные токи. Существуют Международная комиссия по защите от неионизирующей радиации (ICNIRP) и Международный комитет по электромагнитной безопасности (ICES 2002), которые публикуют свои данные по предельным воздействиям электромагнитных полей на человека. Южно-африканские специалисты решили получить собственные данные и включили в расчеты положение тела, проводимость тела в зависимости от различных факторов и т.д. Оказалось, что результаты могут варьироваться значительно в зависимости от указанных факторов.

**Доклад СЗ-305** «Вопросы, возникшие при создании третьей линии 765 кВ в Корее». Авторы: D.I.LEE, S.B.KIM, Y.S.LIM, K.Y.SHIN, Y.H.Kim, B.Y.Lee, S.H.MYUNG (Корея).

Доклад посвящен вопросам взаимодействия с общественностью, возникшим при создании третьей линии 756 кВ. Общественное противостояние строительству третьей линии 765 кВ в течение пяти лет значительно затруднило реализацию проекта. Одним из главных был вопрос строительства под ЛЭП. В прежние времена строительство под ЛЭП было запрещено законом, но в 2013 году требования закона были ослаблены в части строительства зданий. В настоящее время в Корее проводятся исследования, направленные на установление безопасных пределов электромагнитных полей, звукового шума, влияния на радио и телепередачу в зданиях, находящихся вблизи ЛЭП.

Предложены методы ослабления магнитного поля двумя способами: созданием пассивных проводящих петель, в которых наводятся токи, создающие встречное магнитное поле, а также метод экранирования магнитного поля мягкими магнитными материалами толщиной 0,35 мм. Ослабление поля в обоих случаях достигает 67%. Рассмотрены также потенциальные опасности этих зданий для ЛЭП, например, в результате пожаров в зданиях.

**Доклад СЗ-306** «Ландшафт и подстанции: методологическое руководство по интегрированию подстанций в окружающую среду». Авторы: S. Delgado Mateo, L. Cabezón López, A. Morillas García, D. Gonzalez Jouanneau, J. Prieto Monterrubio (Испания).

Доклад полностью посвящен ландшафту и визуальному восприятию подстанций. Авторы заявляют, что визуальное восприятие зависит от:

- качества непосредственно ландшафта;
- внешнего вида сконструированных структур;
- пространства, с которого может быть видна структура, и частоты, с которой она может быть видна;
- времени, в течение которого структура может быть оценена;
- чувствительности наблюдателя.

Авторы подчеркивают, что необходимость консервации ландшафта продиктована требованиями общества. Но так как в Испании существует 1260 типов ландшафтов, невозможно для каждого типа ландшафта создать свою модель подстанции. В докладе описана методология интегрирования подстанций в ландшафт с использованием 12 моделей подстанций.