

# Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда для сетей передачи и распределения электроэнергии

## Введение

Руководства по охране окружающей среды, здоровья и труда (ОСЗТ) представляют собой технические справочники, содержащие примеры надлежащей международной отраслевой практики (НМОП)<sup>1</sup> как общего характера, так и относящиеся к конкретным отраслям. Если в реализации проекта участвует один член Группы организаций Всемирного банка или более, применение настоящего Руководства осуществляется в соответствии с принятыми в этих странах стандартами и политикой. Такие Руководства по ОСЗТ для различных отраслей промышленности следует применять в сочетании с **Общим руководством по ОСЗТ** – документом, в котором пользователи могут найти указания по общим вопросам ОСЗТ, потенциально применимым ко всем отраслям промышленности. При осуществлении комплексных проектов может возникнуть необходимость в использовании нескольких Руководств, касающихся различных отраслей промышленности. С полным перечнем Руководств для отраслей промышленности можно ознакомиться по адресу: [www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines](http://www.ifc.org/ifcext/sustainability.nsf/Content/EnvironmentalGuidelines)

<sup>1</sup> Определяется как применение профессиональных навыков и проявление старательности, благоразумия и предусмотрительности, чего следует с достаточным на то основанием ожидать от квалифицированного и опытного специалиста, занятого аналогичным видом деятельности в таких же или сходных условиях в любом регионе мира. При оценке применяемых в ходе реализации проекта способов предупреждения и предотвращения загрязнения окружающей среды квалифицированный и опытный специалист может выявить обстоятельства, такие, например, как различные уровни экологической деградации и ассимилирующей способности окружающей среды, а также различные уровни финансовой и технической осуществимости.

В Руководствах по ОСЗТ приводятся такие уровни и параметры эффективности, которые, как правило, считаются достижимыми на вновь введенных в эксплуатацию объектах при современном уровне технологии и приемлемых затратах. Применение положений Руководств по ОСЗТ к уже существующим объектам может потребовать разработки особых целевых показателей для каждого объекта и соответствующего графика их достижения.

Применение Руководства по ОСЗТ следует увязывать с факторами опасности и риска, определенными для каждого проекта на основе результатов экологической оценки, в ходе которой принимаются во внимание конкретные для каждого объекта переменные, такие, как особенности страны реализации проекта, ассимилирующая способность окружающей среды и прочие факторы, связанные с намечаемой деятельностью. Порядок применения конкретных технических рекомендаций следует разрабатывать на основе экспертного мнения квалифицированных и опытных специалистов.

Если нормативные акты в стране реализации проекта предусматривают уровни и параметры, отличные от содержащихся в Руководствах по ОСЗТ, то при реализации проекта надлежит в каждом случае руководствоваться более жестким из имеющихся вариантов. Если в силу особых условий реализации конкретного проекта целесообразно применение менее жестких уровней или

параметров, нежели те, что представлены в настоящем Руководстве по ОСЗТ, в рамках экологической оценки по конкретному объекту надлежит представить подробное и исчерпывающее обоснование любых предлагаемых альтернатив. Такое обоснование должно продемонстрировать, что выбор любого из альтернативных уровней результативности обеспечит охрану здоровья населения и окружающей среды.

## Применение

Руководство по ОСЗТ для сетей передачи и распределения электроэнергии содержит сведения, касающиеся передачи электроэнергии с энергогенерирующего объекта на подстанцию, являющуюся частью энергосистемы, а также распределения электроэнергии подстанцией потребителям в жилом, коммерческом и промышленном секторе. Описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли, содержится в Приложении А. Настоящий документ состоит из следующих разделов:

Раздел 1.0 – Характерные для отрасли виды неблагоприятного воздействия и борьба с ними

Раздел 2.0 – Показатели эффективности и мониторинг

Раздел 3.0 – Справочная литература и дополнительные источники информации

Приложение А – Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли

### 1.0 Характерные для отрасли виды неблагоприятного воздействия и борьба с ними

В данном разделе приводится обзор проблем ОСЗТ, возникающих в сфере передачи и распределения электроэнергии на этапе строительства и эксплуатации объектов отрасли, и содержатся рекомендации по их

решению. Дополнительные рекомендации по решению экологических проблем на этапах строительства и вывода из эксплуатации сетей передачи и распределения электроэнергии содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Примерами воздействия на окружающую среду, рассматриваемого в Общем руководстве по ОСЗТ, могут, в частности, служить:

- Образование отходов на строительных площадках;
- Борьба с эрозией почвы и наносами на участках добычи материалов и в процессе подготовки площадки;
- Сдуваемая пыль и другие выбросы (например, от движения транспорта, расчистки земельных участков, перемещения грунта и складирования материалов);
- Шум от тяжелого оборудования и движения грузовых автомобилей;
- Возможность выбросов опасных материалов и разливов нефтепродуктов в связи с работой тяжелого оборудования и проведением заправки.

### 1.1 Охрана окружающей среды

Специфичные для сферы передачи и распределения электроэнергии экологические проблемы, возникающие в связи с проектами в этой области на этапе строительства, включают, прежде всего, следующее:

- Изменение наземной среды обитания
- Изменение водной среды обитания
- Электрические и магнитные поля
- Опасные материалы

#### Изменение наземных биотопов

Прокладка и поддержание полос отвода линий электропередачи, особенно проходящих сквозь лесные

массивы, могут привести к изменению и нарушению наземных биотопов, в частности, негативно сказаться на популяциях птиц и усилить риск возникновения лесных пожаров.

### *Прокладка полосы отвода<sup>2</sup>*

Строительные работы, связанные с прокладкой полосы отвода, могут отрицательно повлиять на биотопы в зависимости от свойств местной растительности, топографических особенностей и проектной высоты прокладки линии электропередачи. Примеры изменения мест обитания в результате такой деятельности включают фрагментацию лесных биотопов, утрату мест произрастания и местообитаний диких организмов, в том числе гнездовых угодий, внедрение заносных видов растений, а также визуальные и звуковые помехи за счет присутствия машин, строительных рабочих, опор ЛЭП и сопутствующего оборудования<sup>3</sup>.

В целях предупреждения и нейтрализации воздействия прокладки полос отвода на наземную среду обитания рекомендуется, в частности, принимать следующие меры:

- Размещать полосы отвода для линий передачи и распределения электроэнергии, подъездные дороги, линии, вышки и подстанции, не затрагивая критические биотопы, за счет использования везде, где это возможно, существующих трасс инженерных

<sup>2</sup> В некоторых странах известна также под названиями «полоса отчуждения» или «сервитут», но в настоящем Руководстве именуется полосой отвода.

<sup>3</sup> Изменение наземной среды обитания в процессе строительства объектов передачи и распределения электроэнергии может оказаться и благотворным для дикой природы за счет формирования защищенных мест гнездования, выращивания молодняка и нагула некоторых видов животных, коридоров для перемещения и нагула копытных и других крупных млекопитающих, а также возможностей для гнездования и сидения крупных птиц на опорах ЛЭП и сопутствующих объектах инфраструктуры. Энергетическая комиссия штата Калифорния (2005).

коммуникаций и транспортных коридоров для прокладки линий передачи и распределения электроэнергии, а существующих дорог и трасс – для прокладки подъездных дорог<sup>4</sup>;

- Во избежание расчистки местности прокладывать линии электропередачи над существующей растительностью;
- Избегать ведения строительных работ в сезон размножения и в иные периоды (или время суток) повышенной уязвимости дикой природы;
- Восстанавливать растительный покров на деградированных участках с использованием аборигенных видов растений;
- Удалять заносные виды растений в процессе текущего ухода за растительностью (см. ниже раздел об уходе за полосами отвода);
- Рационально организовать работы на строительных площадках, как описано в соответствующих разделах **Общего руководства по ОСЗТ**.

### *Уход за полосами отвода*

Во избежание повреждения воздушных линий и опор необходимо регулярно устранять лишнюю растительность на полосе отвода. Неконтролируемый рост высоких деревьев и скопление растительности на полосе отвода могут привести к разного рода неблагоприятным последствиям, в том числе перерывам подачи электроэнергии из-за соприкосновения деревьев и ветвей с проводами и опорами ЛЭП, возникновению лесных пожаров, коррозии стальных элементов конструкций, блокированию доступа к оборудованию и нарушению работы критически важных систем заземления.

<sup>4</sup> С учетом возможности радио- и электрических помех вследствие взаимной индукции с линиями электросвязи и железнодорожными линиями.

Регулярный уход за полосой отчуждения для ограничения распространения растительности может включать механические методы (например, использование косилок или триммеров, способных оказать негативное воздействие на диких животных и места их обитания), а также ручные методы (например, ручная расчистка) и использование гербицидов. Управление растительностью не должно быть тождественно полному её удалению: его целью должно быть поддержание роста деревьев и растений, способных оказать негативное воздействие на инфраструктуру, в тех пределах, в которых он не наносит экономического ущерба. Чрезмерно активный уход за растительностью может привести к её удалению в объемах, превышающих необходимые, результатом чего может стать постоянная замена сукцессионных форм и повышение вероятности внедрения заносных видов.

В целях предупреждения и нейтрализации последствий ухода за растительностью в полосах отвода рекомендуется, в частности, принимать следующие меры:

- Внедрить комплексный подход к управлению растительностью. Обычный подход к управлению растительностью в полосах отвода линий электропередач заключается в выборочном удалении высокорослых видов деревьев и поощрении распространения низкорослых трав и кустарников. Альтернативные методики управления растительностью следует подбирать исходя из природоохранных соображений и особенностей территории строительства, в том числе и возможных последствий для видов, не являющихся целью данных мероприятий, редких и исчезающих видов<sup>5</sup>;

<sup>5</sup> С помощью мощного оборудования для скашивания можно держать под контролем напочвенный растительный покров и препятствовать укоренению в полосе отвода деревьев и кустарников. Гербициды в

- Всегда, когда это возможно, удалять заносные виды растений и высаживать местные виды;
- Не планировать работы на сезоны размножения и гнездования любых исчезающих или редких видов диких животных;
- Соблюдать указания изготовителей машин и оборудования и предписанный ими порядок действий в части нейтрализации шума, предотвращения и устранения последствий аварийных разливов нефтепродуктов;
- Избегать рубок в прибрежных зонах;
- Избегать применения машин и механизмов вблизи водотоков.

Исходя из комплексного подхода к управлению растительностью, может оказаться, что предпочтительным способом ограничения распространения быстрорастущей растительности в полосе отвода линии электропередачи является использование гербицидов. В этом случае следует учесть приводимые ниже указания по применению, хранению гербицидов и обращению с ними.

Если применение гербицидов (именно они являются видом пестицидов, чаще всего применяемым в данной отрасли) сочтено целесообразным, следует обеспечить их рациональное использование во избежание их попадания в почву и воду вне зоны их применения (см. подраздел «Пестициды» в разделе «Опасные материалы»).

сочетании со скашиванием дают возможность ограничить развитие быстрорастущих сорных растений, которые могут достигать высоты больше допустимой на полосе отвода. По краям полосы отвода можно проводить стрижку и обрезку растений для поддержания заданной ширины коридора и недопущения чрезмерного отрастания ветвей деревьев. Прополка или сведение растительности трудоёмки, но могут применяться вблизи сооружений, водотоков, изгородей и других препятствий, где использование машин затруднено или сопряжено с риском.

### Лесные пожары

Если в пределах полосы отвода не ограничивается рост подлеска, либо накапливаются порубочные остатки от текущего ухода за растительностью, со временем там может накопиться горючий материал в объеме, достаточном для развития лесного пожара.

В целях предупреждения и ограничения риска возникновения лесных пожаров рекомендуется, в частности, принимать следующие меры:

- Проводить мониторинг растительности в полосах отвода с точки зрения её пожароопасности<sup>6</sup>;
- Удалять накапливающийся ветровал и прочие пожароопасные горючие древесные материалы;
- Не планировать прореживание, обрезку и прочие операции по уходу за растительным покровом в сезон с высокой вероятностью лесных пожаров;
- Удалять порубочные остатки от технических рубок путем их вывоза автотранспортом либо управляемого пала<sup>7</sup>. Управляемый пал следует проводить с соблюдением соответствующих правил, требований к средствам пожаротушения и, как правило, под наблюдением пожарного инспектора;
- Сажать внутри полос отвода и по соседству с ними деревья огнестойких (например, лиственных) пород и осуществлять уход за данными посадками;
- Создавать и поддерживать сеть противопожарных барьеров из менее огнеопасных материалов либо минерализованных участков, предназначенных для

<sup>6</sup> Так, например, Корпорация электропередачи провинции Британская Колумбия внедрила систему управления риском лесных пожаров, в рамках которой действует классификация риска лесных пожаров и предусматриваются соответствующие меры по его нейтрализации. См Blackwell et al., 2004.

<sup>7</sup> Управляемый пал следует проводить только после изучения потенциального воздействия на качество воздуха и в соответствии с местными требованиями к контролю качества воздуха.

замедления распространения лесных пожаров и обеспечения доступа пожарных к очагу пожара.

### Поражение птиц и летучих мышей электротоком и их столкновения с линиями электропередачи

Сочетание значительной высоты опор ЛЭП и распределительных сетей с передачей по этим сетям тока высокого напряжения превращает их в фактор потенциально смертельного риска для птиц и летучих мышей из-за опасности столкновения с ними и поражения электротоком<sup>8</sup>. Особенно часты столкновения птиц с линиями электропередач при размещении ЛЭП на постоянных пролетных путях и миграционных маршрутах птиц, либо при пролёте стай птиц ночью или в условиях плохой видимости (например, в сильном тумане)<sup>9</sup>. Кроме того, столкновения птиц и летучих мышей с линиями электропередачи могут привести к перерывам в подаче электроэнергии и пожарам.

В целях предупреждения и минимизации риска поражения птиц и летучих мышей электротоком и их столкновения с линиями электропередачи рекомендуется, в частности, принимать следующие меры<sup>10</sup>:

- Прокладывать линии электропередачи в обход критических биотопов (например, районов гнездования,

<sup>8</sup> Поражение птиц и летучих мышей электрическим током может произойти в трех случаях: i) при одновременном касании провода под напряжением и нейтрального провода, ii) при одновременном касании двух проводов под напряжением, и iii) при одновременном касании провода под напряжением и любой иной заземленной детали оборудования на опоре ЛЭП. Raptor Protection Video Group (2000)

<sup>9</sup> Из-за большого размаха крыльев более крупные виды птиц (например, ястребы, соколы, совы, грифы, журавли, цапли и вороны) подвергаются особенно серьезному риску одновременного касания в полёте двух проводов или деталей ЛЭП. Anderson (1991)

<sup>10</sup> Дополнительные сведения содержатся в документах Комитета по проблеме столкновений птиц с ЛЭП (2005) и Службы охраны рыбных ресурсов и диких животных США (2005).

гнездовой цапель, птичьих базаров, нагульных ареалов летучих мышей и миграционных маршрутов);

- Размещать компоненты, находящиеся под напряжением, и заземлённое оборудование на расстоянии 1,5 метра (60 дюймов)<sup>11</sup> друг от друга, а если обеспечить такое расстояние технически невозможно – закрывать находящиеся под напряжением детали и оборудование защитными кожухами;
- Переоборудовать существующие сети передачи и распределения электроэнергии путем оснащения их высокими шестами, изоляции проводов в обводных шлейфах, установки конструкций, препятствующих усаживанию птиц (например, V-образных изолированных конструкций), изменения расположения токонесущих проводов и/или применения изолирующих кожухов<sup>12</sup>;
- Рассмотреть возможность прокладки в уязвимых районах (например, критических биотопах) подземных линий передачи и распределения электроэнергии;
- Устанавливать средства повышения заметности, такие, как заградительные шары, отпугиватели птиц или защитные барьеры<sup>13</sup>.

### Изменение водных биотопов

Строительство линий передачи и распределения электроэнергии, а также сопутствующих подъездных дорог и других объектов может потребовать прокладки трасс через водные биотопы, способной нарушить водотоки и водно-болотные угодья, а также привести к сведению

<sup>11</sup> Manville (2005)

<sup>12</sup> Энергетическая комиссия штата Калифорния (2005)

<sup>13</sup> В ходе нескольких исследований было показано, что диверторы - защитные барьеры от птиц, установленные для повышения заметности линий электропередачи, существенно снижают частоту столкновений птиц с проводами. Crowder and Rhodes (1999).

прибрежной растительности. Кроме того, эрозия и перемещение грунтов, вызванные строительными работами, а также ливневые стоки могут увеличить мутность поверхностных вод.

В целях предупреждения и нейтрализации воздействия на водную среду обитания рекомендуется, в частности, принимать следующие меры:

- Размещать опоры линий электропередачи и подстанции за пределами критических водных биотопов (например, водотоков, водно-болотных угодий и прибрежных зон), а также нерестилиц и критически важных мест зимовки рыбы;
- Если избежать пересечения водотока при строительстве дороги не представляется возможным, обеспечивать свободный проход рыбы за счет обустройства однопролетных мостов, водопропускных труб арочного типа, либо иными принятыми способами;
- Сводить к минимуму вырубку прибрежной растительности и ее нарушение;
- Рационально организовать работы на строительных площадках, как описано в соответствующих разделах **Общего руководства по ОСЗТ**.

### *Изменение морских биотопов*

Для трансокеанской передачи электроэнергии может потребоваться прокладка линий электропередачи по морскому дну. Иногда подводные кабели используются также для передачи энергии высокого напряжения через обширные водные пространства на острова и в другие точки, доступ к которым с помощью обычных технологий невозможен. Прокладка таких кабелей осуществляется со специальных судов с использованием подводных аппаратов

с дистанционным управлением. К числу проблем, связанных с изменением морской среды обитания, относятся нанесение ущерба растительности литоральной зоны (например, зостере), коралловым рифам и морской фауне, включая морских млекопитающих, а также образование осадка, приводящее к увеличению мутности воды и ухудшению ее качества.

В целях предупреждения и нейтрализации воздействия на морскую среду обитания рекомендуется, в частности, принимать следующие меры:

- Обходить критически важные морские биотопы (например, места размножения и произрастания зостеры) коралловые рифы, при прокладке трасс кабелей и размещении их прибрежных сегментов;
- Заглублять подводный кабель в грунт, если трасса кабеля пересекает уязвимые литоральные биотопы;
- Вести мониторинг присутствия морских млекопитающих на трассе прокладки кабеля;
- Избегать прокладки подводных кабелей в периоды нереста и откорма молоди рыбы, размножения и выкармливания детенышей морских млекопитающих.

### **Электрические и магнитные поля**

Электрические и магнитные поля (ЭМП) – это невидимые силовые линии, излучаемые любой электрической установкой (например, линиями электропередачи и электрическим оборудованием) и окружающие такую установку. Источником электрического поля является напряжение, с ростом которого возрастает напряженность электрического поля. Напряженность электрического поля измеряется в вольтах на метр (В/м). Источником магнитного поля является электрический ток, и напряженность магнитного поля растет с возрастанием силы тока. Единицами измерения магнитного поля являются гаусс (Гс)

или тесла (Тл), причем 1 Тл равен 10 000 Гс. Электрические поля экранируются электропроводными материалами, а также иными материалами, например, деревьями и строительными материалами. Для магнитного поля большинство материалов препятствием не является, так что его экранирование – сложная задача. Напряженность как электрического, так и магнитного поля быстро убывает с расстоянием. Частота ЭМП, генерируемых электрическим током, обычно колеблется в пределах 50 – 60 герц (Гц), и считается крайне низкой частотой (КНЧ)<sup>14</sup>.

Хотя общественность и ученые выражают озабоченность возможными последствиями воздействия ЭМП (не только высоковольтных ЛЭП, подстанций или высокочастотных передающих установок, но и повседневно используемых бытовых электроприборов) для здоровья, отрицательное влияние на здоровье воздействия ЭМП с уровнем напряженности, обычно создаваемым линиями электропередачи и передающим оборудованием, опытными данными не подтверждается<sup>15</sup>. Вместе с тем, хотя доказательства существования риска для здоровья и слабы, они достаточны для того, чтобы вызвать некоторую озабоченность<sup>16</sup>.

В целях нейтрализации воздействия ЭМП, в частности, рекомендуется:

- Сопоставлять потенциальное воздействие ЭМП на население с ориентировочными уровнями,

<sup>14</sup> Национальный институт изучения санитарного состояния окружающей среды (2002)

<sup>15</sup> Международная комиссия по защите от неионизирующей радиации (МКЗНИР) (2001), Международное агентство по изучению рака (2002), Национальный институт здравоохранения США (2002), Консультативная группа при Национальной комиссии Соединенного Королевства по радиационной защите (2001) и Национальный институт изучения санитарного состояния окружающей среды США (1999).

<sup>16</sup> Национальный институт изучения санитарного состояния окружающей среды США (2002)

определенными Международной комиссией по защите от неионизирующей радиации (МКЗНИР)<sup>17,18</sup>. Средние и максимальные уровни воздействия должны быть ниже предусмотренных рекомендацией МКЗНИР в части воздействия на население<sup>19</sup>;

- Рассмотреть возможность размещения новых объектов таким образом, чтобы не допустить воздействия на население или свести его к минимуму. Следует избегать прокладки линий электропередачи или установки иного высоковольтного оборудования над жилыми зданиями или иными зданиями, предназначенных для частого посещения гражданами (например, школами, административными зданиями), либо вблизи таких зданий;
- Если подтверждается либо ожидается превышение уровня напряженности ЭМП над рекомендованным предельным уровнем воздействия, следует рассмотреть возможность применения инженерных методик снижения уровня напряженности ЭМП, генерируемых линиями электропередачи, подстанциями или трансформаторами. Примерами таких методик служат, в частности:

- Экранирование при помощи особых сплавов металлов<sup>20</sup>;
- Прокладка линий электропередачи под землей<sup>21</sup>;
- Увеличение высоты опор ЛЭП;
- Изменение размера токоведущих проводов, их конфигурации и расстояния между ними.

### Опасные материалы

К опасным материалам, рассматриваемым в этом разделе, относятся изоляционные масла / газы (например, полихлорированные бифенилы [ПХБ] и гексафторид серы [SF<sub>6</sub>]) и горючее, а также химические вещества или соединения для антисептической пропитки деревянных опор и сопутствующих деревянных строительных конструкций. Вопросы применения гербицидов для управления растительным покровом в полосе отвода рассматриваются выше, в разделе «Уход за полосами отвода».

### Изоляционные масла и горючее

Минеральные изоляционные масла высокой степени очистки используются для охлаждения трансформаторов и служат для электроизоляции компонентов, находящихся под напряжением. Обычно в наибольших количествах они имеются на электроподстанциях и в ремонтных мастерских. Гексафторид серы (SF<sub>6</sub>) также может использоваться в качестве газа-изолятора в электрическом коммутационном оборудовании, кабелях, тоннельных линиях электропередачи и трансформаторах. SF<sub>6</sub> может использоваться в качестве альтернативы изоляционным маслам. Однако использование SF<sub>6</sub> – парникового газа, величина потенциала глобального потепления (ПГП) у которого гораздо выше, чем у CO<sub>2</sub>, – следует свести к

<sup>17</sup> МКЗНИР – неправительственная организация, официально признанная Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ). По итогам анализа всех подвергнутых рецензированию научных трудов, в том числе о тепловом и нетепловом воздействии, МКЗНИР опубликовала «Рекомендации по ограничению воздействия переменных электрических, магнитных и электромагнитных полей». Эти нормы основаны на оценке биологического воздействия, которое, как было установлено, повлекло за собой последствия для здоровья. Основной вывод, который по итогам изучения данного вопроса сделала ВОЗ, состоит в том, что воздействие, не превышающее уровня, предусмотренного международными рекомендациями МКЗНИР, как представляется, не вызывает каких-либо отмеченных последствий для здоровья.

<sup>18</sup> Дополнительным источником информации может служить Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике. См. IEEE (2005).

<sup>19</sup> Рекомендации МКЗНИР по уровням воздействия применительно к населению приводятся в Разделе 2.1 настоящего Руководства.

<sup>20</sup> В плане снижения воздействия электрического поля это решение эффективно, а магнитного поля – нет.

<sup>21</sup> Там же.

минимуму. Если этот газ используется в высоковольтном (>350 кВ) оборудовании, то такое оборудование должно иметь низкий коэффициент проницаемости (<99 процентов).

В рамках проектов передачи и распределения электроэнергии может также использоваться и храниться жидкое топливо для транспортных средств и иного оборудования. Рекомендации по предотвращению и нейтрализации опасных факторов, связанных с предотвращением разливов, ликвидацией аварий, очисткой территории и обезвреживанием загрязненного грунта содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) широко использовались в качестве жидкости-диэлектрика, обеспечивающей электрическую изоляцию, хотя их использование, по большей части, было прекращено в связи с их возможным вредным воздействием на здоровье человека и окружающую среду. В целях удаления и обезвреживания ПХБ рекомендуется, в частности:

- Заменить ныне используемые трансформаторы и другие электрические агрегаты, содержащие ПХБ, и обеспечить надлежащее хранение, обезвреживание и удаление загрязненного оборудования;
- Выведенные из эксплуатации трансформаторы и другие электрические агрегаты, содержащие ПХБ, следует, вплоть до их окончательного удаления, хранить на бетонированной площадке с обвалованием, достаточным для удержания жидкого содержимого этих агрегатов в случае его разлива или протечки. Кроме того, площадка для хранения должна быть крытой, чтобы на ней не скапливались осадки. Удаление должны производить организации, способные

обеспечить безопасную транспортировку и удаление опасных отходов, содержащих ПХБ<sup>22</sup>;

- Следует провести оценку состояния окружающего грунта, подвергавшегося воздействию утечек ПХБ из оборудования, и принять соответствующие меры к его удалению либо обезвреживанию, как описано в разделе «Загрязненные земли» **Общего руководства по ОСЗТ**.

### *Защитная пропитка для древесины*

С целью защиты деревянных опор распределительных линий электропередачи от насекомых, бактерий и плесени, а также предохранения от гниения, большинство опор пропитывается консервантами с пестицидными свойствами. Чаще всего для пропитки опор линий электропередачи используются пестициды на масляной основе, такие, как креозот, пентахлорфенол (ПХФ) и хромированный арсенат меди (ХАМ). В ряде стран применение этих консервантов ограничивается ввиду их токсического воздействия на окружающую среду. При использовании опор консерванты, которыми они обработаны, могут вымываться в почву и подземные воды, однако наивысшая концентрация консервантов наблюдается непосредственно возле опор, а на расстоянии примерно 30 сантиметров (см) от опор она уже понижается до нормы<sup>23</sup>. Наиболее существенным может оказаться воздействие на окружающую среду работ на специализированных предприятиях по пропитке древесины, если этот процесс не организован надлежащим образом.

<sup>22</sup> Всесторонний анализ вопросов выявления и утилизации ПХБ в этой отрасли промышленности см. в публикации ЮНЕП «Трансформаторы и конденсаторы с ПХБ: от регулируемого использования к повторной классификации и утилизации» ("PCB Transformers and Capacitors: From Management to Reclassification and Disposal", 2002). Доступно по адресу: <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/PCBtranscap.pdf>

<sup>23</sup> Zagury et al. (2003)

Опоры следует пропитывать консервантами на соответствующих предприятиях, чтобы обеспечить фиксацию химических соединений в древесине, предотвратить их вымывание и воспрепятствовать образованию отложений на поверхности полосы отвода<sup>24</sup>. Дополнительные сведения можно найти в **Руководстве по ОСЗТ для лесопильных и деревообрабатывающих предприятий**.

В целях предупреждения и нейтрализации воздействия защитной пропитки для древесины на окружающую среду в местах использования обработанных изделий рекомендуется, в частности, принимать следующие меры:

- Оценить затраты и выгоды изготовления опор из иных материалов (например, стали, бетона, стекловолокна);
- Рассмотреть возможность применения альтернативных защитных пропиток (например, меди-азола);
- Организовать надлежащее удаление списанных опор. Полигоны для захоронения отходов должны располагать возможностями для обработки отходов, из которых может происходить вымывание химических соединений. При удалении путем сжигания или переработки следует учитывать возможность сопутствующих этому выбросов в атмосферу и присутствия остатков химикатов, использовавшихся для пропитки, в конечных продуктах.

### *Пестициды*

Использование пестицидов должно быть частью комплексной стратегии борьбы с вредителями растений (КСБВ) и документально зафиксированного плана по борьбе с вредителями растений (ПБВ). При разработке и реализации КСБВ необходимо учитывать перечисленные

ниже условия и отдавать предпочтение альтернативным методам борьбы с вредителями растений, прибегая к использованию синтетических пестицидов лишь в качестве последнего средства.

**Альтернативы применению пестицидов** – Необходимо рассмотреть возможность реализации следующих альтернатив применению пестицидов:

- Обеспечить обучение лиц, ответственных за принятие решений о применении пестицидов, методам идентификации вредителей растений и сорняков и проведения полевых исследований;
- Использовать механические и/или термические способы борьбы с сорняками;
- Поддерживать популяции полезных представителей фауны, например насекомых, птиц и клещей, а также микроорганизмы, и использовать их в целях биологического контроля численности вредителей;
- Защищать естественных врагов лесных вредителей, создавая благоприятные для них условия обитания: например, сохраняя кустарник в местах гнездовых и иную естественную растительность, в которой могут селиться хищники, питающиеся вредителями растений;
- Содержать животных на подножном корму в целях регулирования растительного покрова;
- Использовать для уничтожения, перемещения либо отпугивания вредителей механические средства, например ловушки, барьеры и источники света и звука.

**Применение пестицидов** – В случае необходимости применения пестицидов пользователям следует принимать следующие меры предосторожности:

- Обеспечить обучение работников методам применения пестицидов и получение ими соответствующих

<sup>24</sup> Lebow and Tippie (2001)

сертификатов или прохождение эквивалентного курса обучения в случае, если такие сертификаты не требуются<sup>25</sup>;

- Изучить указания изготовителя относительно максимальной рекомендуемой дозы или обработки, а также опубликованные отчеты о снижении уровня внесения гербицидов без потери их эффекта, и вносить минимальные действующие дозы;
- Применять пестициды на основании ряда критериев (например, полевые наблюдения за вредителем, против которого предполагается применять пестицид, метеорологическая информация, время обработки и дозировка), вести журнал учета применения пестицидов и заносить в него упомянутую информацию;
- Избегать использования пестицидов, относящихся к классам опасности 1a и 1b согласно рекомендованной Всемирной организацией здравоохранения Классификации пестицидов по степени опасности;
- Избегать использования пестицидов, относящихся к классу опасности II согласно рекомендованной Всемирной организацией здравоохранения Классификации пестицидов по степени опасности, если в стране, где реализуется проект, не предусмотрены ограничения на распространение и использование этих химикатов или если они с большой долей вероятности будут доступны для персонала, не имеющего соответствующей подготовки, оборудования и

снаряжения для надлежащего обращения, хранения, применения и удаления этих продуктов;

- Избегать использования пестицидов, перечисленных в Приложениях А и В к Стокгольмской конвенции, за исключением их использования на условиях, предусмотренных конвенцией<sup>26</sup>;
- Использовать только пестициды, произведенные лицензированными изготовителями, зарегистрированные и одобренные компетентным государственным органом в соответствии с Международным кодексом поведения в области распределения и использования пестицидов Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО)<sup>27</sup>;
- Использовать только пестициды, маркированные в соответствии с международными стандартами и нормами, такими, как Пересмотренное руководство ФАО по надлежащей практике маркирования пестицидов<sup>28</sup>;
- Отбирать только те методики и способы применения пестицидов, которые предусматривают сокращение их непреднамеренного сноса или стока, как указано в программе КСБВ, и применять их в контролируемых условиях;
- Проводить техническое обслуживание и тарирование оборудования для применения пестицидов в соответствии с рекомендациями изготовителя;
- В целях содействия защите водных ресурсов создавать не обрабатываемые пестицидами буферные зоны или

<sup>25</sup> Примерами программ сертификации могут служить модели, применяемые Агентством по охране окружающей среды (АОС) Соединенных Штатов Америки (США) (2006), которое подразделяет пестициды на вещества «общего» и «ограниченного» пользования и требует от работников, применяющих пестициды «общего пользования», пройти обучение в соответствии со Стандартом защиты работников от воздействия пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве (Раздел 40 свода федеральных нормативных актов, Часть 170). Кроме того, АОС требует, чтобы работа с пестицидами «ограниченного пользования» проводилась только сертифицированным специалистом по их применению или в присутствии такого специалиста.

<sup>26</sup> Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях (2001) обеспечивает контроль над использованием следующих СОЗ из числа пестицидов: альдрин, хлордана, ДДТ, дильдрин, эндрин, гептахлор, гексахлорбензола, мирекса и токсафена.

<sup>27</sup> ФАО (2002)

<sup>28</sup> ФАО (2000)

полосы вокруг водоисточников, прудов и озер, вдоль рек, ручьев и прочих водотоков.

**Обращение с пестицидами и их хранение** – В целях предотвращения, уменьшения либо устранения возможного загрязнения почв, подземных вод или наземных водных источников вследствие случайных разливов пестицидов при их транспортировке, смешивании и хранении следует хранить пестициды и обращаться с ними в соответствии с рекомендациями по обращению с опасными материалами, изложенными в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Помимо этого, рекомендуется, в частности:

- Хранить пестициды в оригинальной упаковке, в особо предназначенном для этой цели сухом, прохладном, не подверженном промерзанию и хорошо проветриваемом, запираемом и снабженном надлежащими опознавательными знаками помещения, в которое не допускаются посторонние<sup>29</sup>. В таком помещении нельзя хранить какие-либо продукты питания или корм для животных. Помещение для хранения должно быть оборудовано средствами для локализации проливов и размещено с учетом возможности заражения почвенных и водных ресурсов;
- Смешивание и перевозку пестицидов должен осуществлять подготовленный персонал в условиях проветривания и хорошего освещения, с использованием специально сконструированных и предназначенных для этих целей контейнеров;
- Контейнеры не следует использовать для каких-либо иных целей (например, для хранения питьевой воды). С зараженными контейнерами следует обходиться как с опасными отходами и подвергать их соответствующей обработке. Удаление зараженных

пестицидами контейнеров необходимо осуществлять в соответствии с Руководством ФАО и инструкциями изготовителя<sup>30</sup>;

- Закупать и хранить пестициды следует в количествах, не превышающих необходимых объемов, и обновлять их запасы нужно сообразно очередности их приобретения, не допуская устаревания пестицидов<sup>31</sup>. Кроме того, при любых обстоятельствах следует избегать использования устаревших пестицидов<sup>32</sup>. Необходимо подготовить план организационной деятельности с перечислением мероприятий по ограничению объемов, хранению и конечному уничтожению всех запасов устаревших пестицидов в соответствии с Руководством ФАО и обязательствами страны по Стокгольмской, Роттердамской и Базельской конвенциям;
- Следует собирать промывную воду после мойки оборудования для повторного использования (например, для разбавления аналогичных пестицидов до концентрации, необходимой для их применения);
- Необходимо обеспечить, чтобы чистка или удаление защитной одежды, использовавшейся при применении пестицидов, производилась экологически ответственным способом;
- При применении и хранении пестицидов необходимо обеспечивать отступы от устьевых отверстий скважин, обеспечивающих водоснабжение с использованием подземных вод;
- Следует вести записи в отношении использования и эффективности пестицидов.

<sup>30</sup> См. Руководство ФАО по уничтожению остатков пестицидов и контейнеров.

<sup>31</sup> См. ФАО (1996).

<sup>32</sup> См. публикацию ФАО о хранении пестицидов и контроле запасов. ФАО Pesticide Disposal Series No. 3 (1996).

<sup>29</sup> ФАО (2002)

## 1.2 Охрана труда и техника безопасности

Большинство проблем охраны труда и техники безопасности, возникающих при строительстве, эксплуатации, обслуживании и выводе из эксплуатации сетей передачи электроэнергии, аналогичны возникающим на других крупных промышленных объектах; вопросы предупреждения и устранения этих проблем рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**. К этим факторам относятся, среди прочего, воздействие опасных физических факторов, связанных с эксплуатацией тяжелого оборудования и кранов, опасность поскользывания и падения, воздействие пыли и шума, падение предметов, работа в замкнутом пространстве, воздействие опасных материалов, а также воздействие опасных факторов, связанных с использованием электроинструмента и электрооборудования.

Специфичными для проектов в области передачи и распределения электроэнергии являются, прежде всего, следующие проблемы охраны труда и техники безопасности:

- Силовые кабели под напряжением
- Высотные работы
- Электрические и магнитные поля
- Воздействие химических веществ

### Силовые кабели под напряжением

В период строительства, технического обслуживания и эксплуатации работники могут подвергаться воздействию опасных производственных факторов, связанных с работой с силовыми кабелями под напряжением. К числу контрольно-профилактических мер, связанных с работой с силовыми кабелями под напряжением, относятся:

- Допуск к работам по установке, обслуживанию и ремонту электрооборудования только работников, прошедших соответствующее обучение и имеющих соответствующее удостоверение;
- Отключение и надлежащее заземление находящихся под напряжением распределительных линий электропитания до начала работ на таких линиях или в непосредственной близости от них;
- Допуск к работам под напряжением только работников, прошедших соответствующее обучение; строгое соблюдение конкретных правил безопасного ведения работ и изоляции. Квалифицированные или обученные работники, работающие с сетями передачи и распределения электроэнергии, должны<sup>33</sup>:
  - Уметь отличить компоненты электрической сети, находящиеся под напряжением, от прочих её компонентов;
  - Уметь определять напряжение, под которым находятся компоненты;
  - Иметь представление о минимальных допустимых расстояниях до находящихся под напряжением компонентов, которые установлены для различных уровней напряжения;
  - Правильно пользоваться специальными средствами защиты и выполнять защитные процедуры при работе с неизолированными компонентами электрической сети, находящимися под напряжением, либо в непосредственной близости от таких компонентов;
- Работникам, даже прошедшим соответствующее обучение, следует приближаться к неизолированным,

<sup>33</sup> Дополнительную информацию можно получить в Управлении США по охране труда и промышленной гигиене (OSHA). Информация доступна по адресу: <http://www.osha.gov/SLTC/powertransmission/standards.html>

находящимся под напряжением или токопроводящим частям оборудования, только в случае, если:

- Работник надлежащим образом изолирован от находящейся под напряжением части оборудования диэлектрическими перчатками или иными утвержденными средствами электрозащиты; либо
  - Находящаяся под напряжением часть оборудования надлежащим образом изолирована от работника и любого иного токопроводящего объекта; либо
  - Работник надлежащим образом изолирован и экранирован от любого иного токопроводящего объекта (работа под напряжением).
- В случае, если необходимо выполнение работ по обслуживанию или эксплуатации в пределах минимальных допустимых расстояний, в плане мероприятий по охране труда и технике безопасности следует предусмотреть конкретные учебные мероприятия, меры обеспечения безопасности, пользование средствами индивидуальной защиты и прочие меры предосторожности. (Рекомендуемые минимально допустимые расстояния для работников представлены в Таблице 2 раздела 2.2);
  - Работники, не имеющие непосредственного отношения к работам по передаче и распределению электроэнергии, однако выполняющие работы вблизи линий электропередачи либо электроподстанций, должны соблюдать местное законодательство, нормы и рекомендации, устанавливающие минимальные расстояния для ведения земляных работ, применения инструментов, работы транспортных средств, обрезки деревьев и прочих работ;

- Минимальное расстояние использования неизолированного инструмента может быть сокращено только при условии, что такое расстояние не превышает кратчайшего расстояния от токоведущей части, находящейся под напряжением, до заземленной поверхности.

### **Высотные работы на опорах и сооружениях**

Работники могут быть подвержены производственному риску при производстве высотных работ во время строительства, технического обслуживания и эксплуатации. К числу контрольно-профилактических мер, связанных с высотными работами, относятся:

- Проверка целостности сооружения до начала работ;
- Реализация программы мер по защите от падения с высоты, включающей, в числе прочего, обучение технике подъема на высоту и приемам предохранения от падения; осмотр, техническое обслуживание и замену средств защиты от падения, а также действия по спасению повисших работников;
- Разработка критериев использования системы полной защиты от падения (обычно при работе на высоте более 2 метров (м) над рабочей поверхностью; иногда, в зависимости от вида работ, это значение может увеличиваться до 7 м). Система защиты от падения должна соответствовать конструкции опоры и характеру необходимых перемещений, включая подъем, спуск и позиционное перемещение;
- Установка на элементах опор креплений, облегчающих использование систем защиты от падения;
- Обеспечение работников надлежащими индивидуальными страховочными системами для высотных работ. Соединительные элементы на

страховочных системах должны быть совместимы с элементами опор, к которым они присоединяются;

- Необходимо обеспечить соответствие подъёмно-транспортного и грузоподъёмного оборудования необходимым параметрам и его техническое обслуживание, а также надлежащее обучение машинистов управлению таким оборудованием;
- Предохранительные пояса должны быть изготовлены из двухслойного нейлона толщиной не менее 16 мм (5/8 дюйма) или материала равноценной прочности. Веревоочные предохранительные пояса необходимо заменять до появления признаков старения или заметного изнашивания волокон;
- При работе на высоте с механическим инструментом работники должны использовать второй (страховочный) предохранительный пояс;
- До начала работ с опор или сооружений следует удалить вывески и иные препятствия;
- Для подъёма и спуска инструментов или материалов для работников, ведущих высотные работы на сооружениях, следует использовать сумку для инструментов установленного образца.

### Электрические и магнитные поля

Описание электрических и магнитных полей (ЭМП) приводится в разделе 1.1 выше. Работники энергосистем обычно в большей степени подвержены воздействию ЭМП, нежели население в целом, так как они работают вблизи линий электропередачи<sup>34,35</sup>. В целях предупреждения или

минимизации воздействия ЭМП на рабочем месте следует разработать и внедрить программу электромагнитной безопасности, содержащую следующие компоненты:

- Определение потенциальных уровней воздействия на рабочем месте, включая обследования уровней воздействия в рамках новых проектов и применение личных дозиметров во время работы;
- Обучение работников приемам определения уровней воздействия ЭМП на рабочем месте и риска такого воздействия;
- Устройство и обозначение зон безопасности с целью проведения различия между производственными участками, напряженность ЭМП на которых, как ожидается, будет более высокой по сравнению с уровнем воздействия, приемлемым для населения, и допуск на такие участки только надлежаще обученных работников;
- Реализация планов действий по снижению потенциальных либо подтвержденных уровней воздействия, превышающих ориентировочно-безопасный уровень воздействия на рабочем месте, определенный такими международными организациями, как Международная комиссия по защите от неионизирующей радиации (МКЗНИР) и Институт инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE)<sup>36</sup>. Персональные дозиметрические приборы следует настраивать таким образом, чтобы они оповещали о более низких уровнях

<sup>34</sup> В рамках проведенного в 1994 году исследования было подсчитано, что воздействие ЭМП на работников электроэнергетики (включая работников энергосистем и иных подотраслей) в Лос-Анджелесе (штат Калифорния) составило в среднем 9,6 миллигаусса (мГс), по сравнению с 1,7 мГс у работников иных сфер экономики (S. J. London et al., 1994).

<sup>35</sup> Хотя проведенные в Соединенных Штатах Америки, Канаде, Франции, Англии и ряде скандинавских стран углубленные исследования воздействия ЭМП на рабочем месте не выявили безусловной связи или

корреляции между типичным воздействием ЭМП на рабочем месте и расстройством здоровья, по итогам некоторых исследований была выявлена возможная связь между воздействием ЭМП на рабочем месте и заболеванием раком, например, раком мозга (Национальный институт изучения санитарного состояния окружающей среды США, 2002), что указывает на наличие доказательств, достаточных для того, чтобы вызвать некоторую озабоченность.

<sup>36</sup> Рекомендации МКЗНИР по уровням воздействия на рабочих местах приводятся в Разделе 2.2 настоящего Руководства.

воздействия, нежели ориентировочно-безопасный уровень воздействия на рабочем месте (например, 50 процентов). Планы действий по ограничению воздействия на рабочем месте могут предусматривать ограничение времени воздействия за счет ротации работ, увеличение расстояния от источника ЭМП до работников, если это технически осуществимо, либо использование экранирующих материалов.

### Воздействие химических веществ

Воздействие химических веществ на рабочих местах в этой отрасли связано, прежде всего, с использованием пестицидов (гербицидов) для ухода за полосами отвода, а также с воздействием ПХБ, содержащихся в трансформаторах и других электроустановках.

#### Пестициды

С точки зрения охраны труда и техники безопасности воздействие пестицидов на здоровье работников сходно с воздействием иных опасных веществ, и меры профилактики и защиты от этого рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**. Пестициды могут воздействовать на организм через кожу или дыхательные пути во время их приготовления и применения. Последствия такого воздействия могут усугубляться в результате неблагоприятных погодных условий: например, ветер может повысить вероятность непреднамеренного сноса распыленных пестицидов, либо из-за жары оператор может отказаться от использования индивидуальных средств защиты (ИСЗ). В число рекомендаций, непосредственно относящихся к работе с пестицидами, входят следующие:

- Обучение работников обращению с пестицидами и обеспечение получения работниками соответствующих

свидетельств<sup>37</sup> или прохождения аналогичного курса обучения без выдачи свидетельства;

- Соблюдение временных интервалов после обработки участков пестицидами во избежание остаточного воздействия остатков пестицидов на работников в случае их повторного выхода на такие участки;
- Обеспечение соблюдения правил гигиены (в соответствии с рекомендациями ФАО и ПБВ) для предотвращения воздействия остатков пестицидов на членов семьи.

#### ПХБ

Нахождение в ремонтных мастерских и на других объектах, а также выполнение соответствующих работ может привести к контакту с ПХБ или загрязненным ПХБ оборудованием. Рекомендации по нейтрализации воздействия химических веществ, включая ПХБ, приводятся в **Общем руководстве по ОСЗТ**<sup>38</sup>.

### 1.3 Охрана здоровья и обеспечение безопасности местного населения

Воздействие на здоровье и безопасность местного населения, оказываемое строительством и выводом из эксплуатации сетей передачи и распределения

<sup>37</sup> АОС США подразделяет пестициды на вещества «общего» и «ограниченного» пользования. Все работники, применяющие пестициды «общего пользования», обязаны пройти обучение в соответствии со Стандартом защиты работников от воздействия пестицидов, применяемых в сельском хозяйстве (Раздел 40 Свода федеральных нормативных актов, Часть 170). Пестициды «ограниченного пользования» применяются только аттестованным специалистом по их применению или в присутствии такого специалиста. Более подробную информацию см. на сайте <http://www.epa.gov/pesticides/health/worker.htm>

<sup>38</sup> Дополнительную информацию о нейтрализации воздействия ПХБ на рабочих местах вы найдете в публикации ЮНЕП «Трансформаторы и конденсаторы с ПХБ: от регулируемого использования к повторной классификации и утилизации» ("PCB Transformers and Capacitors: From Management to Reclassification and Disposal", 2002). Доступно по адресу: <http://www.chem.unep.ch/pops/pdf/PCBtranscap.pdf>

электроэнергии, аналогично оказываемому другими крупными промышленными объектами; вопросы его предупреждения и нейтрализации рассматриваются в **Общем руководстве по ОСЗТ**. К этому воздействию относятся, среди прочего, пыль, шум и вибрация от проезда строительной техники, а также инфекционные заболевания, связанные с притоком временных строительных рабочих. В дополнение к общим нормам охраны здоровья и обеспечения безопасности, изложенным в **Общем руководстве по ОСЗТ**, эксплуатация сетей распределения электроэнергии и подстанций может повлечь за собой нижеследующие последствия, специфичные для данной отрасли:

- Поражение электрическим током
- Электромагнитные помехи
- Сохранение эстетики ландшафта
- Шум и озон
- Безопасность полетов воздушных судов

### **Поражение электрическим током**

Опасными факторами, самым непосредственным образом связанными с эксплуатацией сетей и прочих объектов передачи и распределения электроэнергии, является поражение электрическим током высокого напряжения в результате непосредственного контакта с токоведущими частями, либо инструментами, транспортными средствами, лестницами или иными устройствами, находящимися в контакте с током высокого напряжения. Для нейтрализации этих опасных факторов рекомендуется применять следующие меры:

- С целью недопущения контакта граждан с потенциально опасным оборудованием устанавливать предупреждающие знаки, барьеры (например, дверные

замки, калитки, ограждение из стальных столбиков вокруг опор ЛЭП, особенно в городской местности), а также вести соответствующую информационно-разъяснительную работу ;

- Во избежание поражения электротоком заземлять токопроводящие предметы (например, заборы и прочие стальные конструкции), расположенные вблизи линий электропередачи.

### **Электромагнитные помехи**

Коронирование проводов воздушных линий электропередачи и токи высокой частоты в воздушных ЛЭП могут вызвать радиопомехи. Как правило, создание полос отвода и прокладка ЛЭП с расщеплёнными проводами фаз преследует именно цель обеспечения нормального радиоприёма на границе полосы отвода. Однако во время дождя, дождя со снегом или ледяного дождя коронирование проводов резко усиливается, что может негативно повлиять на качество радиоприёма в жилых районах, прилегающих к линиям электропередачи.

### **Сохранение эстетики ландшафта**

Сети передачи и распределения электроэнергии необходимы для её доставки с электростанций в жилые районы, однако вид этих объектов может «резать глаз», и местные жители могут счесть их нежелательными. В целях улучшения визуального восприятия объектов передачи и распределения электроэнергии следует применять перечисленные ниже смягчающие меры:

- Организовать широкомасштабные консультации с общественностью на этапе проектирования трасс линий электропередачи и полос отвода;

- Тщательно оценить изменение стоимости объектов недвижимости в результате прокладки вблизи от них линий электропередачи;
- Прокладывать трассы линий электропередачи и проектировать подстанции с должным учетом видов ландшафта и его черт, важных с точки зрения экологии и местного населения;
- При возможности, прокладывать высоковольтные линии передачи и распределения электроэнергии в малонаселённых районах;
- Прокладывать линии передачи и распределения электроэнергии под землёй в случае прохождения их трасс через жилые или промышленно-торговые районы с плотной застройкой.

### **Шум и озон**

Шум, носящий характер жужжания либо гудения, часто бывает слышен вблизи трансформаторов или высоковольтных линий электропередачи, на которых образуется электрическая корона. При этом может образовываться озон – бесцветный газ с резким запахом. Ни возникающий при работе линий распределения электроэнергии и трансформаторов шум, ни образующийся при этом озон, насколько известно, не опасны для здоровья<sup>39</sup>.

Уровень акустического шума, возникающего при работе высоковольтных (400-800 киловольт [кВ]) линий электропередачи, выше, а при работе ЛЭП сверхвысокого напряжения (1000 кВ и более) – еще выше<sup>40</sup>. Уровень шума от линий электропередачи достигает максимума во время выпадения атмосферных осадков, в том числе дождя, дождя со снегом, снега или града, а также при тумане. Шум

дождя обычно скрадывает усиление шума от линий электропередачи, однако при выпадении других видов осадков (например, снега и дождя со снегом), а также при тумане шум от воздушных линий электропередачи может беспокоить граждан, проживающих по соседству с ЛЭП.

Меры по смягчению этого воздействия могут быть приняты на этапе планирования проекта путем прокладки полос отвода на максимальном, по возможности, удалении от мест сосредоточения населения. Следует также считать необходимым применение противошумовых экранов и акустических устройств для подавления шумов.

### **Безопасность полетов воздушных судов**

В случае размещения опор ЛЭП вблизи аэропортов или известных коридоров воздушного движения они могут влиять на безопасность полетов воздушных судов впрямую – вызывая их столкновения – или косвенно, создавая помехи работе радаров. Опасность столкновения воздушных судов можно уменьшить за счет:

- Недопущения размещения линий электропередачи и опор ЛЭП вблизи аэропортов или в пределах известных диапазонов изменения траектории полёта;
- Проведения консультаций с государственными органами управления воздушным движением до размещения указанных объектов;
- Соблюдения региональных или национальных правил обеспечения безопасности воздушного движения;
- Прокладки ЛЭП под землёй в случае прохождения трассы ЛЭП через уязвимые с точки зрения безопасности воздушного движения районы.

<sup>39</sup> WHO (1998)

<sup>40</sup> Gerasimov (2003)

## 2.0 Показатели эффективности и мониторинг

### 2.1 Охрана окружающей среды

#### Нормативы выбросов и сбросов

Для отрасли передачи и распределения электроэнергии, как правило, не характерны значительные объемы выбросов в атмосферу или сбросов. При наличии существенных выбросов пыли или сбросов потенциально загрязненных вод предприятиям отрасли следует выполнять содержащиеся в **Общем руководстве по ОСЗТ** принципы и указания по соблюдению требований к качеству окружающего воздуха и поверхностных вод. В Таблице 1 приводятся опубликованные Международной комиссией по защите от неионизирующей радиации (МКЗНИР) предельно допустимые уровни воздействия электрических и магнитных полей на население.

**Таблица 1. Предельно допустимые уровни воздействия электрических и магнитных полей на население, установленные МКЗНИР.**

Частота	Электрическое поле (В/м)	Магнитное поле (мкТл)
50 Гц	5000	100
60 Гц	4150	83

Источник: МКЗНИР (1998) : «Рекомендации МКЗНИР по ограничению воздействия переменных электрических, магнитных и электромагнитных полей (до 300 ГГц)» ("Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz).")

#### Мониторинг состояния окружающей среды

Программы мониторинга состояния окружающей среды для данной отрасли следует выстраивать с учетом необходимости охвата всех видов деятельности, у которых выявлен потенциал существенного воздействия на

состояние окружающей среды как в нормальном, так и в нештатном режиме. Мониторинг состояния окружающей среды следует вести по прямым или косвенным показателям выбросов, сбросов и использования ресурсов, применимым к данному проекту. Частота проведения мониторинга должна быть достаточной для получения репрезентативных данных по параметру, мониторинг которого проводится.

Мониторинг должен осуществляться специально подготовленными лицами, в соответствии с процедурами мониторинга и учета данных, и с использованием должным образом поверенного и исправного оборудования. Данные мониторинга следует регулярно анализировать и изучать, сопоставляя их с действующими стандартами в целях принятия, при необходимости, мер по исправлению ситуации. Дополнительные указания по применимым методикам отбора проб и анализа выбросов и стоков содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

### 2.2 Охрана труда и техника безопасности

#### Указания по охране труда и технике безопасности

Соблюдение норм охраны труда и техники безопасности следует оценивать на основании опубликованных международных рекомендаций по показателям воздействия вредных производственных факторов, примерами которых являются, в частности, указания по значениям пороговых пределов (TLV®) воздействия на рабочем месте и показателям биологического воздействия (BEIS®), публикуемые Американской конференцией государственных специалистов по гигиене труда (ACGIH)<sup>41</sup>, Карманный

<sup>41</sup> См. <http://www.acgih.org/TLV/>

справочник по источникам химической опасности, публикуемый Национальным исследовательским институтом техники безопасности и охраны труда (NIOSH) Соединенных Штатов Америки<sup>42</sup>, показатели допустимых уровней воздействия (ДУВ), публикуемые Управлением охраны труда (OSHA) Соединенных Штатов Америки<sup>43</sup>, индикативные показатели предельно допустимой концентрации в воздухе рабочей зоны, публикуемые странами – членами Европейского союза<sup>44</sup>, или данные из иных аналогичных источников.

К числу дополнительных показателей, непосредственно касающихся работ в сфере передачи и распределения электроэнергии, относятся минимально допустимые расстояния для подготовленных работников, приведенные в Таблице 2, и опубликованные МКЗНИР предельно допустимые уровни воздействия электрических и магнитных полей на рабочих местах, приведенные в Таблице 3.

**Таблица 2. Переменный ток - минимальное рабочее расстояние для подготовленных работников<sup>a</sup>**

Диапазон напряжения (линейного, в киловольтах)	Минимальное рабочее расстояние и расстояние использования неизолированного инструмента (в метрах)
2,1 — 15	0,6
15,1 — 35	0,71
35,1 — 46	0,76
46,1 — 72,5	0,91
72,6 — 121	1,01
138 — 145	1,06
161 — 169	1,11
230 — 242	1,5
345 — 362	2,13 <sup>b</sup>

<sup>42</sup> См. <http://www.cdc.gov/niosh/hpg/>

<sup>43</sup> См. [http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show\\_document?p\\_table=STANDAR DS&p\\_id=9992](http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDAR DS&p_id=9992)

<sup>44</sup> См. [http://europe.osha.eu.int/good\\_practice/risks/ds/oel/](http://europe.osha.eu.int/good_practice/risks/ds/oel/)

500 — 552	3,35 <sup>b</sup>
700 — 765	4,5 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> OSHA

<sup>b</sup> ПРИМЕЧАНИЕ: В диапазонах 345-362 кВ, 500-552 кВ и 700-765 кВ минимальное рабочее расстояние и расстояние использования неизолированного инструмента может быть сокращено при условии, что такое расстояние не превышает кратчайшего расстояния от токоведущей части, находящейся под напряжением, до заземленной поверхности.

**Таблица 3. Предельно допустимые уровни воздействия электрических и магнитных полей на рабочих местах, установленные МКЗНИР.**

Частота	Электрическое поле (В/м)	Магнитное поле (мкТл)
50 Гц	10000	500
60 Гц	8300	415

Источник: МКЗНИР (1998) : «Рекомендации МКЗНИР по ограничению воздействия переменных электрических, магнитных и электромагнитных полей (до 300 ГГц)» ("Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)).

### Показатели травматизма и частота несчастных случаев со смертельным исходом

Исполнителям проектов следует стремиться к полному искоренению несчастных случаев на производстве с участием занятых в проекте работников (нанятых непосредственно исполнителями проекта либо субподрядчиками), особенно несчастных случаев, способных привести к потере рабочего времени, инвалидности различной степени тяжести или даже смертельному исходу. Показатели частоты несчастных случаев на объекте можно сопоставлять с опубликованными показателями предприятий данной отрасли в развитых странах, которые можно получить из таких источников, как, например, Бюро трудовой статистики

США и Инспекция по промышленной гигиене и охране труда  
Соединенного Королевства<sup>45</sup>.

### **Мониторинг соблюдения норм охраны труда и техники безопасности**

Следует вести мониторинг рабочей среды на наличие вредных производственных факторов, характерных для конкретного проекта. Процесс мониторинга должны разрабатывать и осуществлять уполномоченные специалисты<sup>46</sup> в рамках программы мониторинга соблюдения норм охраны труда и техники безопасности. Предприятиям следует также вести журналы учета случаев производственного травматизма и профессиональных заболеваний, а также опасных ситуаций и несчастных случаев. Дополнительные указания по программам мониторинга соблюдения норм охраны труда и техники безопасности содержатся в **Общем руководстве по ОСЗТ**.

<sup>45</sup> См. <http://www.bls.gov/iif/> и <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

<sup>46</sup> К таким уполномоченным специалистам могут относиться сертифицированные специалисты по промышленной гигиене, дипломированные специалисты по гигиене труда, сертифицированные специалисты по охране труда или специалисты аналогичной квалификации.

### 3.0 Справочная литература и дополнительные источники информации

Ahlbom, E. Cardis et al: Review of the epidemiologic literature on EMF and health. *Environ Health Perspect* 109:911-933, 2001.

Alberta Human Resources and Employment. 2003. Alberta Occupational Health & Safety Code. Available online at: <http://www3.gov.ab.ca/hre/whs/law/ohs.asp>.

Anderson, S.H. 1991. *Managing our wildlife resources*. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.

Avian Power Line Interaction Committee. 2005. Avian Protection Plan (APP) Guidelines.

BC Hydro. 2006. BC Hydro 7 Steps to Electrical Safety. Available online at: <http://www.bchydro.com/safety/work/work671.html>.

Blackwell B.A., G. Shrimpton, F. Steele, D.W. Ohlson and A. Needoba. 2004. Development of a Wildfire Risk Management System for BC Transmission Corporation Rights-of-Way. Technical Report submitted to British Columbia Transmission Corporation.

Carlisle, S.M., and J.T. Trevors. 1987. Glyphosate in the environment. *Water, Air, and Soil Poll.* 39:409-20.

California Energy Commission. 2005. Assessment of Avian Mortality from Collisions and Electrocutions. Staff Report prepared June, 2005.

Crowder, Michael R. and Olin E. Rhodes, Jr. 1999. Avian Collisions with Power Lines: A Review. Proceedings of a workshop on Avian Interactions With Utility and Communication Structures Charleston, South Carolina, December 2-3 1999. Edited by Richard G. Carlton. Electric Power Research Institute.

Danish Agricultural Advisory Service (DAAS), 2000. Reduced pesticide use without loss of effect.

Duke Energy. 2006. Transmission Right of Way. Online at: <http://www.nantahalapower.com/community/row/whatis/transmission.asp>

Feldman, Jay and Terry Shistar. 1997. *Poison Poles: A Report about Their Toxic Trail and Safer Alternatives*. Prepared by the National Coalition Against the Misuse of Pesticides.

Food and Agriculture Organization (FAO) International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (2003). Available online at: <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y4544E/Y4544E00.HTM>

FAO. 1995. Revised Guidelines on Good Labeling Practice for Pesticides. Rome: FAO. Available at <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/r.htm>

FAO. 1996. Pesticide Storage and Stock Control Manual. FAO Pesticide Disposal Series N°3. Rome: FAO. Available at [http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/Disposal/index\\_en.htm](http://www.fao.org/AG/AGP/AGPP/Pesticid/Disposal/index_en.htm)  
[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/V8966E/V8966E00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/V8966E/V8966E00.htm)

FAO. 1999. Guidelines for the Management of Small Quantities of Unwanted and Obsolete Pesticides. FAO Pesticide Disposal Series N°7. Rome: UNEP/WHO/FAO. Available at [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/docrep/X1531E/X1531E00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/X1531E/X1531E00.htm)

FAO. 2000. Guideline and Reference Material on Integrated Soil and Nutrient Management and Conservation for Farmer Field Schools. AGL/MISC/27/2000. Rome: FAO, Land and Plant Nutrition Management Division. Available at <http://www.fao.org/organicag/frame2-e.htm>  
<ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/misc27.pdf>

FAO. 2001. Guidelines on Procedures for the Registration, Certification and Testing of New Pesticide Equipment. Available at: <http://www.fao.org/docrep/006/Y2683E/Y2683E00.HTM#1>

FAO. 2002. International Code of Conduct on the Distribution and Use of Pesticides (revised version November 2002). Rome: FAO. Available at <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPP/Pesticid/Code/Download/Code.doc>

Georgia Power. 2006. Managing Transmission Rights of Way: Vegetation Management. Available online at: <http://www.southerncompany.com/gapower/community/vegetation.asp?mnuOpc=o-gpc&mnuType=sub&mnuItem=tt>

Health Physics Society (1998) Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (Up to 300 GHz), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). Volume 74, Number 4, pp 494-521

Gerasimov, A.S. 2003. Environmental, Technical and Safety Codes, Laws and Practices Related to Power Line Construction in Russia.

Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields: National Institutes of Health, Research Triangle Park, NC, 1999. Available online at: [http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/EMF\\_DIR\\_RPT/Report\\_18f.htm](http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/html/EMF_DIR_RPT/Report_18f.htm)

Institute of Electronics and Electrical Engineers. 2005. Standard C95.1-2005: IEEE Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3kHz to 300GHz

International Agency for Research on Cancer. 2002. Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Report No. 80. Available online at: <http://www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol80/80.html>

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), Guidelines for Limiting Exposure to Time-varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields, *Health Physics* 74 (4): 494-522 (1998). Available online at: <http://www.icnirp.de/documents/emfgdl.pdf>

Lebow, Stan T. and Michael Tippie. 2001. Guide for Minimizing the Effect of Preservative-Treated Wood on Sensitive Environments. Technical report prepared for the United States Department of Agriculture.

London, S.J., J.D. Bowman, E. Sobel, D.C. Thomas, D.H. Garabrant, N. Pearce, L. Bernstein, and J. M. Peters. 1994. Exposure to magnetic fields among electrical workers in relation to leukemia risk in Los Angeles County. *American Journal of Industrial Medicine* 26:47-60.

Manville, Albert M. 2005. Tall Structures: Best Management Practices for Bird-Friendly Tall Buildings, Towers and Bridges – U.S. Fish and Wildlife Service Recommendations to Address the Problem. Prepared for the U.S. Fish and Wildlife Service.

New Zealand Ministry of Consumer Affairs. 2001. New Zealand Code of Practice for Electrical Safe Distances.

Raptor Protection Video Group. 2000. Raptors at Risk. EDM International, Inc. Fort Collins, Colorado.

Santee Cooper. 2002. Vegetation Management FAQ. Online at: [www.santeecooper.com/environment/vegmanagement/vegetation\\_faqs.html](http://www.santeecooper.com/environment/vegmanagement/vegetation_faqs.html)

Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (2001). Available online at: <http://www.pops.int/>

Tse, Norman C. and Haboush, Alfred L. 1990. World's Tallest Towers Support 500-kV River Crossing. *Transmission & Distribution International*.

United Kingdom (U.K.) Parliament. Trade and Industry. 2001: Tenth Report. Available online at: <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200001/cmselect/cmtrdind/330/33002.htm#evidence>

U.K. Health and Safety Executive, HSE statistics. Available online at: <http://www.hse.gov.uk/statistics/index.htm>

United Kingdom National Radiological Protection Board (NRPB) (now the Radiation Protection Division of the Health Protection Agency). Advisory Group on Non-Ionising Radiation (AGNIR). 2001. ELF Electromagnetic Fields and the Risk of Cancer: Report of an Advisory Group on Non-Ionising Radiation. Didcot, UK: NRPB.

United States (U.S.) Environmental Protection Agency. 2006. Polychlorinated Biphenyls (PCB's). Available online at: <http://www.epa.gov/pcb/pubs/effects.html>

U.S. Department of Defense. 2004. Unified Facilities Criteria: Power Distribution Systems. Available online at: [http://www.wbdg.org/ccb/DOD/UFC/ufc\\_3\\_550\\_03n.pdf](http://www.wbdg.org/ccb/DOD/UFC/ufc_3_550_03n.pdf)

U.S. Bureau of Labor Statistics. Injuries, Illnesses, and Fatalities program. Available online at: <http://www.bls.gov/iif/>

U.S. Occupational Safety and Health Administration. 1994. The Electric Power Generation, Transmission and Distribution Standards. Available online at: [www.osha.gov](http://www.osha.gov).

U.S. National Institute of Environmental Health Sciences. 2002. EMF Questions and Answers. EMF Rapid. Electric and Magnetic Fields Research and Public Information and Dissemination Program. Available online at: <http://www.niehs.nih.gov/emfrapid/booklet>.

U.S. National Institute of Environmental Health Sciences. 1999. NIEHS Report on Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields.

Western Australia Office Of Energy. 1998. Guidelines for Electricity Transmission and Distribution Work in Western Australia. Available online at: [http://www.energysafety.wa.gov.au/energysafety/media\\_include/code\\_trans\\_dist.pdf](http://www.energysafety.wa.gov.au/energysafety/media_include/code_trans_dist.pdf).

World Health Organization. 1998. Electromagnetic fields and public health: extremely low frequency (ELF) Fact Sheet. Available online at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs205/en/>.

World Health Organization (WHO). 2005. The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification: 2004. Geneva: WHO. Available online at: [http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides\\_hazard/en/index.html](http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard/en/index.html) and [http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides\\_hazard\\_rev\\_3.pdf](http://www.who.int/ipcs/publications/pesticides_hazard_rev_3.pdf)

Worksafe B.C. Occupational Health and Safety Regulation. 2006. Part 19 Electrical Safety. Available online at: <http://www2.worksafebc.com/publications/OHSRegulation/Part19.asp>.

Zagury, GJ; Samson, R; Deschenes, L. 2003. Occurrence of metals in soil and ground water near chromated copper arsenate-treated utility poles. *J. Environ. Qual.* 32(2):507-14.

Zielke, K., J.O. Boateng, N. Caldicott and H. Williams. 1992. Broom and Gorse in British Columbia A Forest Perspective Analysis. BC Ministry of Forests, Silviculture branch. 19 pp.

## **Приложение А: Общее описание видов деятельности, относящихся к данной отрасли**

Передача электроэнергии представляет собой пересылку товарных объемов электроэнергии из одного пункта в другой. Как правило, передача энергии происходит от энергогенерирующего предприятия на подстанцию, расположенную в непосредственной близости от потребителей. Под распределением электроэнергии понимается доставка электроэнергии от подстанции к потребителям в жилом, коммерческом или промышленном секторе.

В связи с большими объемами передаваемой энергии сетями высокого класса напряжений обычно считаются сети напряжением выше 110 киловольт (кВ). Линии напряжением от 33 до 110 кВ обычно относят к среднему классу напряжений, однако иногда с таким напряжением строятся и линии электропередач большой дальности – если нагрузка невысока. Линии напряжением мене 33 кВ относятся к распределительным сетям.

Системы передачи и распределения электроэнергии часто размещают рядом с автомагистралями, дорогами и другими полосами отвода, чтобы, тем самым, снизить как расходы, так и вредное воздействие на окружающую среду и последствия социально-экономического и культурного порядка. Другие факторы, такие, как стоимость земли, пейзажи, археологические памятники, геотехнические риски, доступность, парки и прочие важные элементы также оказывают влияние на выбор трасс для прокладки линий передачи и распределения электроэнергии.

Мероприятия по разработке проекта и строительству, как правило, включают в себя строительство или модернизацию подъездных путей, подготовку и

оборудование площадки, выборочную ликвидацию растительности, если она имеется, а также выравнивание почвы и проведение земляных работ для закладки фундаментов и инженерных сетей. Все эти мероприятия являются обычными для производственных проектов и зависят от ряда факторов, в том числе от топографии, гидрологии и задуманного плана строительства. При проектировании и строительстве сетей передачи и распределения электроэнергии обычно проводятся расчистка земли для трассы линии электропередач, строительство или модернизация подъездных путей, подготовка площадок для размещения оборудования, строительство и/или модернизация подстанций, подготовка строительной площадки и установка компонентов линии электропередач (например, опор ЛЭП, подстанций, подъездных путей и дорог для технического обслуживания линий электропередач).

В рамках эксплуатации может обеспечиваться доступ к линиям электропередач, опорам ЛЭП и подстанциям (например, по природосберегающим проходам либо по новым или модернизированным подъездным путям) и контроль за состоянием растительности. На протяжении всего жизненного цикла проекта следует уделять внимание модернизации и техническому обслуживанию существующей инфраструктуры.

Сооружения для передачи и распределения электроэнергии подлежат демонтажу в том случае, если они устарели, повреждены (в том числе из-за коррозии) или нуждаются в замене из-за возросшего спроса на электроэнергию. Часто новое или модернизированное энергетическое оборудование устанавливается на той же площадке или

трассе. Мероприятия по демонтажу определяются тем, как в дальнейшем предполагается использовать эту площадку, наличием экологически уязвимых зон (например, естественных травянистых сообществ) и особенностями проекта (например, тем, как – над землей или под землей – проходят линии электропередачи). В рамках демонтажа может проводиться разборка и удаление имеющейся инфраструктуры (например, опор ЛЭП, подстанций, наземных и подземных сооружений, вывод из эксплуатации дорог), а также реабилитация территории, на которой осуществлялся проект, в том числе укрепление грунта и озеленение.

В последующих разделах дается описание сооружений и мероприятий по строительству и эксплуатации проектов по передаче и распределению электроэнергии. Ниже речь пойдет о сооружениях и мероприятиях, обычно осуществляемых в рамках реализации проектов в области передачи и распределения электроэнергии, в том числе об управлении трассами, подстанциях, а также о сооружениях, относящихся к системам передачи и распределения энергии, в том числе о различных видах опор ЛЭП. Типичные компоненты проекта передачи и распределения электроэнергии показаны на рисунке А-1.

### **Системы передачи электроэнергии**

Система передачи электрической энергии часто именуется энергосистемой. Избыточность трасс и линий электропередачи дает возможность направить электроэнергию от любого энергогенерирующего объекта к потребителям разными путями, с учетом рентабельности маршрута передачи и себестоимости энергии. Кроме того, избыточность трасс и линий электропередачи позволяет передавать энергию по другим маршрутам при проведении планового технического обслуживания ЛЭП или в случае

выхода их из строя в связи с погодными условиями или из-за аварий.

Передача электроэнергии осуществляется через систему наземных линий и опор электропередачи, расположенных между электростанцией и подстанцией. В том случае, если линия должна пройти через густонаселенный район, системы передачи и распределения электроэнергии могут прокладываться и по подземным коллекторам. Хотя кпд электропередачи по подземным линиям, как правило, ниже, а затраты на их сооружение и техническое обслуживание выше, размещение системы электропередачи под землей снижает воздействие на стоимость земли и визуальную эстетику, а также утрату растительного покрова. Иногда для передачи энергии высокого напряжения через большие водные пространства на острова и в другие точки, доступ к которым с помощью обычных технологий невозможен, используются также подводные кабели, прокладываемые по дну океана кабельными судами. Как правило, подводные кабели автономны и заполнены жидкостью, что обеспечивает их изоляцию на больших расстояниях.

Региональные сети электропередач состоят из нескольких крупных систем электропередач, связанных между собой подстанциями, спроектированными таким образом, чтобы обеспечить наивысший возможный кпд электропередачи. Сети линий электропередач могут простираться на тысячи километров и включать в себя десятки тысяч опор. Как правило, для передачи электроэнергии используется трехфазный переменный ток, что более рентабельно, нежели использование одной фазы. Обычно на электростанции вырабатывается ток низкого напряжения (до 30 кВ), и затем трансформатор на станции повышает напряжение, чтобы, таким образом, уменьшить сопротивление и потери электроэнергии при ее передаче на большие расстояния. При передаче на большие расстояния

напряжение обычно поддерживается на уровне от 110 до 1200 кВ. При сверхвысоком напряжении, например, выше 2000 кВ, потери электроэнергии в проводах высокого напряжения из-за коронных разрядов<sup>47</sup> могут превысить сокращение потерь, которые обеспечивает более низкое сопротивление. Кроме того, для передачи энергии на большие расстояния можно использовать и постоянный ток высокого напряжения. В этих случаях снижение потерь электроэнергии и затрат на строительство окупает необходимость сооружения на обоих концах линии электропередач станций, на которых постоянный ток преобразуется в переменный для использования в распределительных сетях.

Для прокладки воздушных линий электропередач обычно используются опоры или столбы. В таких системах обычно осуществляется передача трехфазного электрического тока (обычный метод передачи энергии в линиях высокого напряжения свыше 50 кВ), и поэтому они рассчитаны на три проводника (или кратное трем их количество). В верхней части каждой опоры обычно размещаются один-два заземлителя для защиты от молний. Опора ЛЭП может быть изготовлена из стали, бетона, алюминия, дерева или армированного пластика. Провода для высоковольтных линий обычно делаются из алюминия или алюминия, усиленного стальными жилами. Любая опора или несущая конструкция должна быть рассчитана на нагрузки, которые оказывают на неё провода. Поэтому фундаменты опор ЛЭП могут быть большими и дорогостоящими, особенно в зонах со слабым грунтом, например, в заболоченных местах. Для стабилизации опор ЛЭП могут использоваться проволочные растяжки, которые отчасти принимают на себя нагрузку, создаваемую проводами.

<sup>47</sup> Коронный разряд представляет собой электрический разряд, происходящий вследствие ионизации воздуха вокруг проводника, что, как правило, ведет к потере энергии и становится источником фонового шума.

В системах передачи электроэнергии используются опоры или столбы трех основных типов. Промежуточные опоры поддерживают прямые участки линии электропередач. Угловые опоры размещаются в тех точках, где линия электропередач изменяет свое направление. Концевые опоры устанавливаются в конце воздушных линий электропередач, где эти линии подводятся к подстанциям или соединяются с подземными кабелями.

Самым распространенным видом опоры или столба, используемых для высоковольтных линий электропередач, являются металлические решетчатые опоры. Для линий электропередач высокого или среднего напряжения, как правило, в городах, применяются также стальные цилиндрические опоры. Опоры на основе стального каркаса могут использоваться для ЛЭП любого напряжения, но чаще всего их применяют для линий напряжением свыше 50 кВ. Решетчатые опоры могут собираться на месте и устанавливаться с помощью канатов (для чего требуется большая площадка), крана или, в труднодоступных местах, с помощью вертолета. Высота опор ЛЭП обычно составляет от 15 до 55 метров<sup>48</sup>.

В качестве опор высоковольтных линий электропередач также активно используются деревянные столбы – одномачтовые, с горизонтальным расположением проводов или в форме буквы А или V. Высота деревянных опор ограничивается высотой имеющихся деревьев (около 30 м); обычно такие опоры применяются для линий напряжением от 23 до 230 кВ – ниже, чем тех, для которых используются металлические решетчатые опоры<sup>49</sup>. Алюминиевые опоры часто используются в отдаленных районах, поскольку их можно доставить туда и установить с помощью вертолета.

<sup>48</sup> Парламент Соединенного Королевства (2001)

<sup>49</sup> Great River Energy (2006)

Сегодня существуют и опоры из армированного пластика, однако их дороговизна препятствует пока их широкому применению.

В подземных линиях электропередач три провода, по которым передается трехфазный ток, должны размещаться в отдельных коллекторах или каналах. Такие коллекторы покрываются теплым бетоном и изолируются с помощью теплоизоляционных засыпочных материалов. Для прокладки подземных кабелей обычно требуются траншеи глубиной и шириной не менее 1,5 м. Из-за проблем с отводом тепла подземные кабели, как правило, не применяются для высоковольтных линий напряжением свыше 350 кВ<sup>50</sup>.

### Системы распределения электроэнергии

Перед потреблением напряжение тока понижают и направляют энергию по наземным линиям на линии среднего класса напряжений и в распределительные системы. Распределительные линии обычно находятся под напряжением от 2,5 до 25 кВ. На заключительной стадии энергия для бытовых или коммерческих потребителей преобразуется в низковольтную. Напряжение составляет от 100 до 600 вольт (В) в зависимости от страны и запросов потребителей. Опоры распределительных сетей (либо коммунальных или телефонных линий) обычно бывают деревянными, однако используются также сталь, бетон, алюминий и стекловолокно. Опоры распределительных сетей, как правило, размещаются не далее 60 м друг от друга и по высоте бывают не ниже 12 м<sup>51</sup>. Высота деревянных опор ограничивается высотой имеющихся деревьев (около 30 м).

### Электрические подстанции

Электрические подстанции – это станции, размещенные вдоль линий передачи и распределения электроэнергии, которые преобразуют ток низкого напряжения в высоковольтный ток и обратно с помощью трансформаторов. Повышающие трансформаторы используются для повышения напряжения и понижения силы тока, а понижающие трансформаторы – для понижения напряжения и повышения силы тока. На подстанциях, как правило, размещаются один или несколько трансформаторов, а также коммутационное, контрольное и защитное оборудование. Подстанции могут располагаться на обнесенных забором территориях, под землей или внутри зданий.

Существует два основных типа подстанций. Подстанции магистральных сетей оборудованы переключателями высокого напряжения, позволяющими подключать друг к другу высоковольтные линии электропередач или изолировать отдельные системы для проведения профилактических работ. Распределительные подстанции используются для передачи энергии из линий электропередач в распределительные сети. Как правило, к распределительной подстанции подводятся как минимум две высоковольтные линии электропередач, и на подстанции их мощность понижается до значений, позволяющих потребителям на местах использовать электроэнергию. Распределительные подстанции могут также использоваться для изолирования тех передающих или распределительных сетей, в которых происходят неполадки. В крупных городах часто действуют комплексные распределительные подстанции, оборудованные системами переключения высокого напряжения, коммутации и поддержки.

<sup>50</sup> American Transmission Company (2005)

<sup>51</sup> Министерство обороны Соединенных Штатов Америки (2004)

## Управление полосами отвода

И для наземных линий электропередач, и для распределительных систем необходимо наличие полос отвода, защищающих линии от падающих деревьев, контакта с деревьями и ветвями и других возможных нештатных ситуаций, которые могут привести к повреждению сети, нарушению энергоснабжения или стать причиной лесных пожаров. Полосы отвода используются также для доступа к сетям передачи и распределения электроэнергии, проведения их технического обслуживания или проверок. Подземные распределительные сети также требуют наличия полос отвода, где земляные работы запрещены или могут проводиться только под жестким контролем, проведение строительных работ ограничено, и где в случае необходимости можно получить доступ к линии. Поскольку высоковольтные линии электропередачи представляют собой более масштабные системы, полосы отвода для них, как правило, намного больше, чем полосы для распределительных систем, и, соответственно, требуют более масштабных мер управления.

Ширина полос отвода<sup>52</sup> линий электропередачи колеблется от 15 до 100 м в зависимости от величины напряжения и расстояния до других полос отвода (обычно их ширина составляет от 15 до 30 м)<sup>53</sup>. Рекомендуемая ширина полос отвода для воздушных распределительных сетей напряжением до 35 кВ составляет от 12 до 24 метров (от 6 до 12 м с каждой стороны)<sup>54</sup>. Подъездные пути для проведения технического обслуживания или ремонта сетей часто прокладываются рядом с полосой отвода линии электропередач или по самой полосе.

<sup>52</sup> Например, компания «Дьюк Энерджи» предписывает создание полосы отвода шириной не менее 21 метра для линий напряжением от 44 до 100 кВ, не менее 46 метров - для линий напряжением 230 кВ и не менее 61 метра - для линий напряжением 525 кВ (Duke Energy, 2006).

<sup>53</sup> Santee Cooper (2002)

<sup>54</sup> Министерство обороны Соединенных Штатов Америки (2004)

Во избежание повреждения воздушных линий и опор необходимо регулярно устранять лишнюю растительность на полосе отвода. Неконтролируемый рост высоких деревьев и скопление растительности на полосе отвода могут привести к разного рода неблагоприятным последствиям, в том числе перерывам подачи электроэнергии из-за соприкосновения деревьев и ветвей с проводами и опорами ЛЭП, возникновению лесных пожаров, коррозии стальных элементов конструкций, блокированию доступа к оборудованию и нарушению работы критически важных систем заземления.

Регулярный уход за полосами отвода и их очистка позволяет предотвратить естественную смену лесной растительности и укоренение и рост высоких деревьев. Как правило, на полосах отвода наземных линий электропередач недопустимо появление деревьев высотой более 4,5 м<sup>55</sup>. Для полос отвода подземных линий предъявляются далеко не столь жесткие требования к растительному покрову, однако, как правило, отсюда удаляются деревья с глубокой корневой системой, которая может затронуть кабельные туннели. Для контроля за состоянием растительного покрова в полосах отчуждения могут применяться следующие меры.

Применение мощного оборудования для скашивания позволяет контролировать состояние напочвенного растительного покрова и препятствует укоренению в полосе отвода деревьев и кустарников. Гербициды в сочетании со скашиванием дают возможность ограничить развитие быстрорастущих сорных растений, которые могут достигать высоты больше допустимой на полосе отвода. По краям полосы отвода проводится стрижка и обрезка растений для поддержания заданной ширины коридора и недопущения

<sup>55</sup> Georgia Power (2006)

чрезмерного отрастания ветвей деревьев. Прополка или сведение растительности вручную обходятся дорого и требуют большого количества времени, но к этим методам часто прибегают вблизи сооружений, водотоков, изгородей и других препятствий, где использование машин затруднено или сопряжено с риском.

Рис. А-1: Передача и распределение электроэнергии

