

НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РАСЧЕТАМ ПРИРОДНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Комментарии к ТКП 641-2019 (33240)

С 1 февраля 2020 года введен в действие ТКП 641-2019 (33240) «Линии электропередачи воздушные. Ветровые воздействия, гололедные нагрузки и ветровые воздействия при гололеде». Технический кодекс предназначен для применения при расчетах природных воздействий для вновь вводимых в эксплуатацию и вводимых в эксплуатацию после реконструкции ВЛ с целью обеспечения надежности и безопасности их работы. Приложением к ТКП являются карты климатического районирования Беларуси, предназначенные для использования при расчетах ветровых, гололедных и гололедно-ветровых нагрузок и выборе конструкций ВЛ.

В.П. ОРЛОВА,

главный специалист технического отдела РУП «Белэнергосетьпроект»

Актуальность вопроса

Согласно действующим нормам, запроектированные строительные конструкции, в том числе ВЛ, должны обладать достаточной надежностью (способностью сохранять заданные эксплуатационные качества в течение определенного срока службы) с учетом степени ответственности проектируемого объекта. Существенное влияние на надежность ВЛ оказывают природные (климатические) воздействия (давление ветра на провода и опоры, масса и размеры гололедно-изморозевых отложений, температура воздуха).

До настоящего времени в практике проектирования применялся «временный вариант» карт климатического районирования территории Республики Беларусь по ветровым и гололедным нагрузкам на ВЛ с повторяемостью один раз в 25 лет. Эти карты создавались на основе данных метеорологических наблюдений за 1946–1988 годы [1, 2] и не отражают происшедшие с тех пор климатические изменения. Соответственно, расчеты ветровых, гололедных и гололедно-ветровых нагрузок с применением этих карт нельзя считать полностью достоверными.

По данным ГУ «Республиканский гидрометеорологический центр», с 1989 года начался период потепления, характеризующийся изменением параметров как ветра, так и гололедно-изморозевых отложений. Это потребовало пересмотра (актуализации) карт и совершенствования подходов и методик учета ветровых, гололедных и гололедно-ветровых нагрузок. В связи с этим в Республике Беларусь впервые был разработан технический нормативный правовой акт, устанавливающий требования к порядку определения используемых при проектировании ВЛ нормативных значений природных

воздействий, а также к построению карт климатического районирования территории Республики Беларусь. Документ предназначен для применения субъектами хозяйствования Республики Беларусь.

Содержание и структура технического кодекса

ТКП 641-2019 (33240) содержит требования в части определения воздействия на конструкции ветровых нагрузок, гололедно-изморозевых отложений и их сочетаний.

В качестве приложений в технический кодекс включены требования к методам обработки метеоданных для расчета нормативных значений климатических нагрузок и построения карт климатического районирования (приложение А), а также карты территории Беларуси с распределением нормативных районов по ветру, гололеду, гололедно-ветровой нагрузке, ветровому давлению при гололеде (приложения Б–Д соответственно). Приводятся также рекомендации по применению этих карт.

Технический кодекс содержит 6 разделов (с 2 рисунками и с 18 таблицами) и 5 приложений (с 4 картами в масштабе 1:500 000 и с 2 таблицами).

Требования к обработке метеоданных и учету особенностей местности

Для обеспечения достоверности карт климатического районирования и определения нормативных климатических нагрузок должны быть использованы данные инструментальных наблюдений за параметрами ветра и гололедно-изморозевых

отложений на действующих в Республике Беларусь метеостанциях (МС) с охватом не менее чем 30-летнего периода наблюдений (архивные метеоданные).

Техническим кодексом устанавливаются следующие требования.

Нормативные климатические нагрузки должны определяться по значениям скорости ветра (ветрового давления), толщине стенки гололеда, ветровой нагрузке при гололеде, скорости ветра при гололеде. При этом вероятность превышения не должна быть больше 0,4, что соответствует среднему периоду повторяемости один раз в 25 лет.

Для определения нормативных скоростей ветра необходимо использовать архивные данные срочных наблюдений¹ на МС за направлением и скоростью ветра по показаниям ветроизмерительных приборов. При этом должны использоваться метеоданные о скорости ветра с 10-минутным интервалом осреднения на высоте 10 м над поверхностью земли.

Для учета пиковых значений скорости ветра (порывов) следует использовать архивные метеоданные между-срочных наблюдений² за скоростью ветра; при определении нормативной толщины стенки гололеда – архивные данные наблюдений за видом, размерами и весом гололедно-изморозевых отложений на гололедном станке МС; при расчетах нормативной гололедно-ветровой нагрузки –

архивные данные наблюдений за видом, размерами гололедно-изморозевых отложений на гололедном станке, а также за скоростью и направлением ветра при этих отложениях.

Данные наблюдений на МС необходимо приводить к однородному виду и к условной ВЛ³, для которой определяются нормативные значения климатических нагрузок.

В процессе обработки результатов метеонаблюдений должны учитываться особенности местности (пересеченный рельеф, высота над уровнем моря, наличие вблизи больших водоемов, степень облесенности и пр.), а также наличие зданий и инженерных сооружений.

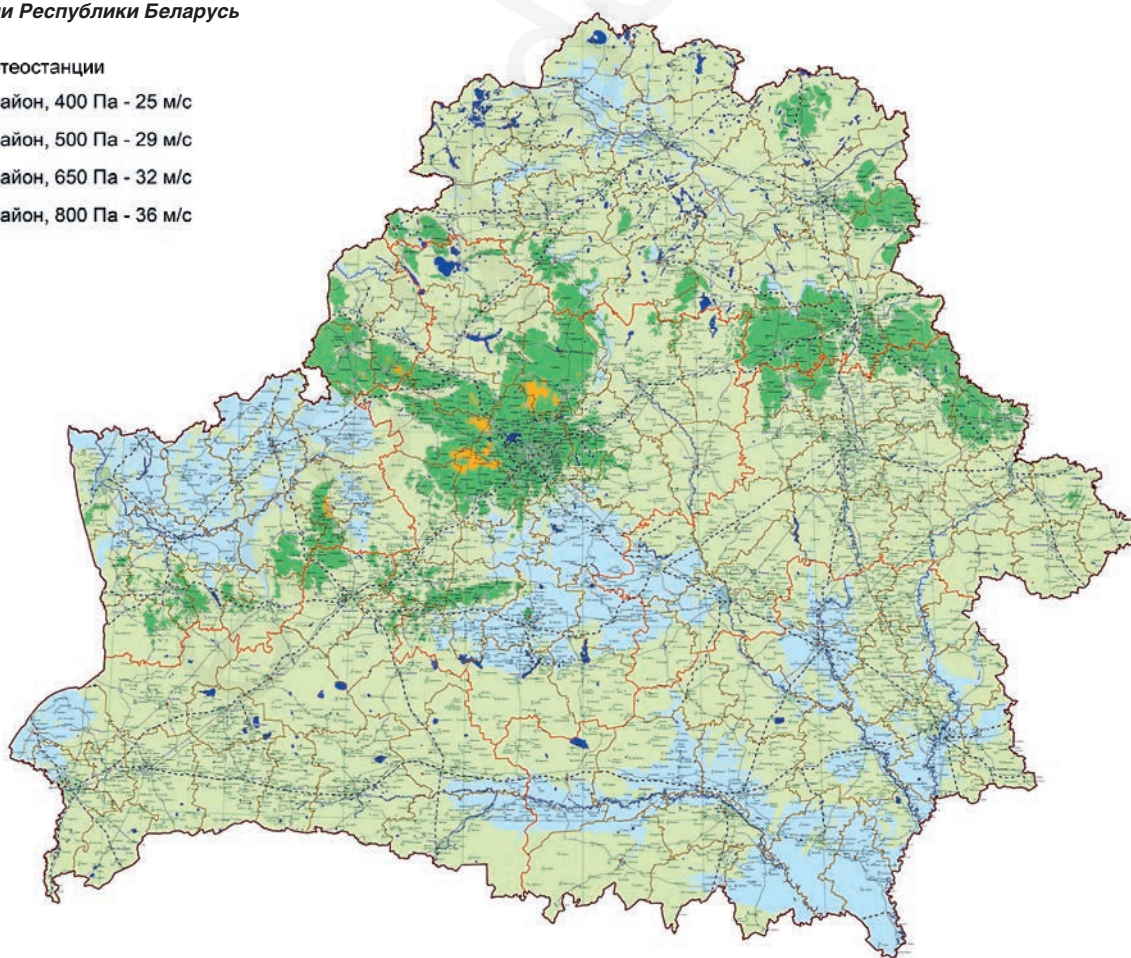
При районировании территории по ветровой и гололедно-ветровой нагрузкам в зависимости от абсолютной и относительной высоты места, формы рельефа и экспозиции склона по отношению к ветровому (гололедонесущему) потоку определяются два основных типа мезорельефа (рельефа):

- тип I – равнина: плоская или пересеченная небольшими оврагами и балками местность с относительными превышениями не более 100 м;
- тип II – возвышенность: сильно пересеченная местность с относительными превышениями более 100 м.

Для определения подтипа рельефа на гипсометрической карте в соответствующем масштабе строится схема распре-

Карта нормативных районов по ветру территории Республики Беларусь

- Метеостанции
- 1 район, 400 Па - 25 м/с
- 2 район, 500 Па - 29 м/с
- 3 район, 650 Па - 32 м/с
- 4 район, 800 Па - 36 м/с



¹ Наблюдения на МС, проводимые в установленные сроки. Как правило, выделяется восемь сроков наблюдений.

² Наблюдения за атмосферными явлениями, проводимые на МС в промежутках времени между сроками наблюдений.

³ Воздушная линия с проводами диаметром 10 мм, подвешенными на высоте 10 м над поверхностью земли.

деления склонов по экспозиции. Выделенные экспозиции склонов в зависимости от направления ветрового (гололедо-несущего) потока отнесены к следующим подтипам рельефа:

- наветренные склоны (подтип 1);
- подветренные склоны (подтип 2);
- вершины (подтип 3);
- долины, открытые для ветрового (гололедо-несущего) потока (подтип 4);
- долины, закрытые от ветрового (гололедо-несущего) потока (подтип 5).

На равнинной местности дополнительно к типу I рельефа выделены следующие подтипы рельефа:

- заболоченные равнины (части Полесской низменности). Для этого подтипа характерно выделение в зимний и переходный периоды большого количества влаги, что ведет к увеличению интенсивности гололедообразования;
- залесенные равнины. Этот подтип отличается увеличением шероховатости подстилающей поверхности за счет отдельных массивов леса, чередования лугов и полей с участками леса и уменьшением скорости ветра вследствие этих особенностей.

Влияние микрорельефа равнин и возвышенностей (холмы, долины, овраги и балки) должно учитываться специальными коэффициентами.

Особенности климатического районирования территории Беларуси

В **приложении Б** приведена карта нормативных районов по ветру, которая разделена на четыре района по степени ветровой нагрузки.

Наибольшему ветровому воздействию подвержена центральная, самая возвышенная часть республики – IV район, который отмечается частично на Минской, Новогрудской и Ошмянской возвышенностях.

К III району с менее интенсивной ветровой нагрузкой относятся сильно пересеченные местности и склоны Новогрудской возвышенности, значительной части Минской возвышенности, частично Оршанской, Витебской, Горецко-Мстиславской и Ошмянской возвышенностей, а также Копыльской и Мозырской гряд.

Большая часть территории Беларуси относится к II району, для которого характерна умеренная скорость ветра.

К I району с низкой ветровой нагрузкой относятся обширные участки Полоцкой и Полесской низменностей, долины рек Западная Двина, Неман, Вилия, Днепр, Сож и Березина.

В **приложении В** приведена карта районирования по гололеду. На карте выделено пять районов. Больше всего подвержена гололедному воздействию центральная часть республики, в том числе частично Минская, Новогрудская и Ошмянская возвышенности (V район).

В IV–III районы вошли территории с сильно пересеченной местностью и склонами Новогрудской возвышенности, значительная часть Минской возвышенности, частично Оршанская, Витебская, Городокская, Лукомльская и Ошмянская возвышенности, Копыльская и Мозырская гряды.

К II району отнесены приподнятое плато центральной части Беларуси, долины Припяти и Днепра, к I району – обширные участки Полоцкой и Полесской низменностей, долины Западной Двины, Немана, Вилии, Днепра, Сожа и Березины.

В **приложении Г** приведена карта нормативных районов по гололедно-ветровой нагрузке Республики Беларусь. На карте выделены пять районов с разной степенью гололедно-ветрового воздействия. Больше всего этому воздействию, как и в первых двух случаях, подвержена центральная часть республики, обозначенная как V район. К нему относятся части Минской, Новогрудской и Ошмянской возвышенностей.

В IV район вошли части Минской, Новогрудской и Ошмянской, а также Городокской, Витебской, Оршанской и Горецко-Мстиславской возвышенностей, Свирской и Копыльской гряд.

III район образуют сильно пересеченные местности и склоны Новогрудской возвышенности, значительной части Минской возвышенности, частично Оршанской, Витебской, Городокской, Лукомльской и Ошмянской возвышенностей, Копыльской и Мозырской гряд.

II район отмечается в основном на территории приподнятого плато центральной части Беларуси.

К I району относятся обширные участки Полесской низменности, долины рек Западная Двина, Неман, Вилия, Днепр, Сож и Березина.

Приведенная в **приложении Д** карта нормативного ветрового давления при гололеде позволяет определить нормативную ветровую нагрузку при гололеде с использованием условной толщины стенки гололеда (b , мм⁴), согласно ТКП 339 (п. 5.3.5.15). Эта карта разработана впервые и рассматривается как вспомогательная.

Анализ новых и ранее используемых карт показал, что изменения коснулись распределения всех районов. Наиболее существенно изменилась карта нормативных районов по ветру: по этому показателю большая часть территории Беларуси относится к II району.

Рекомендации по применению карт климатического районирования

При проектировании ВЛ должны учитываться метеорологические условия по ветру, гололеду и сочетанию ветра и гололеда в районе прохождения трассы.

Согласно ТКП-339 (п. 5.3.5) расчетные значения климатических нагрузок должны определяться с использованием коэффициентов, обеспечивающих требуемый уровень надежности сооружения, а также с учетом конструктивных особенностей сооружения, его высоты над поверхностью земли и окружающего микрорельефа.

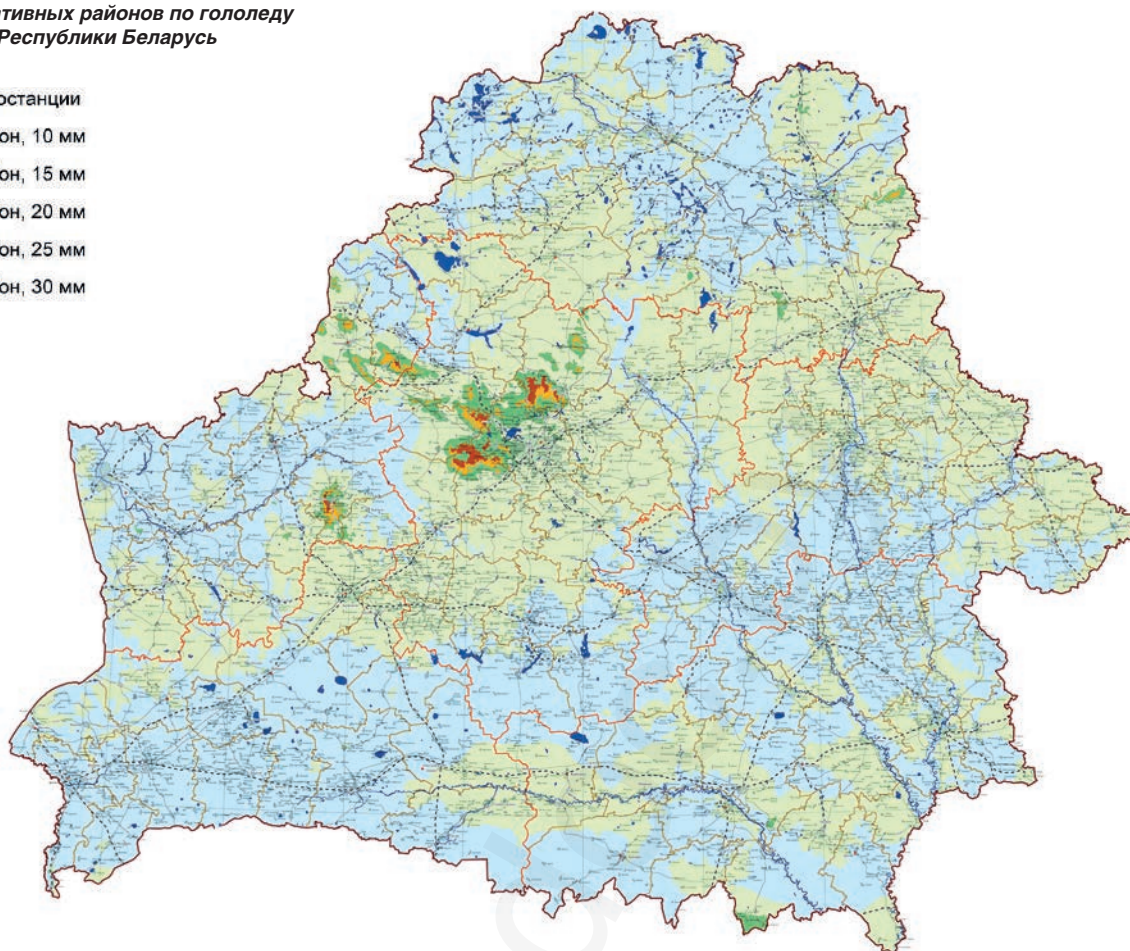
При возникновении трудностей в определении климатического района по карте, например, в случае сближения нескольких районов по определенному климатическому показателю в зоне проектируемой ВЛ, рекомендуется выбирать район с более высокими значениями показателя.

По возможности следует уточнить климатические показатели карт на основе реальных физико-географических данных на участке намечаемого возведения (реконструкции) ВЛ.

⁴ Толщина стенки условного гололедно-изморозевого отложения на проводе диаметром 10 мм, подвешенном на высоте 10 м над поверхностью земли, вычисляемая для каждого района по гололедно-ветровой нагрузке по принятым нормативным значениям ветровой нагрузки при гололеде и скоростям ветра при гололеде.

Карта нормативных районов по гололеду территории Республики Беларусь

- Метеостанции
- 1 район, 10 мм
- 2 район, 15 мм
- 3 район, 20 мм
- 4 район, 25 мм
- 5 район, 30 мм



Для этого рекомендуется использовать данные таблиц, приведенных в ТКП и позволяющих определить:

- климатический район по типу рельефа и отметкам высот трассы;
- нормативные значения климатических показателей (по ветру, гололеду и их сочетанию);
- коэффициенты учета особенностей микрорельефа трассы.

При расчете ветровых воздействий на конструкции и линейные элементы ВЛ необходимо использовать нормативные климатические показатели по ветру в следующем порядке:

- 1) ветровая нагрузка в районе прохождения трассы ВЛ – определяется по карте климатического районирования по ветру;
- 2) нормативное ветровое давление, соответствующее 10-минутному интервалу осреднения скорости ветра на высоте 10 м над поверхностью земли, – принимается по данным таблицы ветровых районов и соответствующим нормативным значениям скорости ветра и ветрового давления в соответствии с районом по ветру.

Для ВЛ 110–750 кВ нормативное ветровое давление рекомендуется принимать не менее 500 Па, то есть не ниже значений для II района.

При расчете гололедных нагрузок на ВЛ и ее элементы используются климатические показатели по гололеду в следующем порядке:

- 1) район по гололеду – определяется по карте климатического районирования по гололеду;
- 2) нормативная толщина стенки гололеда с плотностью 0,9 г/см³ для условной ВЛ – принимается по таблице рай-

онов по гололеду и соответствующим нормативным значениям толщины стенки гололеда в соответствии с районом по гололеду.

Для ВЛ 110–750 кВ нормативную толщину стенки гололеда принимают не менее 15 мм (не ниже значений для II района).

Для учета влияния микрорельефа на параметры ветра и толщину стенки гололеда используются соответствующие коэффициенты.

Гололедную нагрузку на гирлянды изоляторов для ВЛ, проходящих по территории II района по гололеду, допускается не рассчитывать, для III–V районов – рекомендуется принимать равной половине веса гирлянды изоляторов [3].

При выборе трассы ВЛ следует, как правило, избегать территорий с большими отложениями гололеда.

При расчете гололедно-ветровых нагрузок на ВЛ нормативные климатические показатели сочетания гололеда с ветром используются в следующем порядке:

- 1) район по ветровой нагрузке при гололеде – определяется по карте районирования по гололедно-ветровой нагрузке;
- 2) нормативная ветровая нагрузка при гололеде для условной ВЛ – определяется также по карте районирования и таблице районов по ветровой нагрузке при гололеде.

Для ВЛ 110–750 кВ нормативную ветровую нагрузку при гололеде необходимо принимать не менее 6 Н/м (не ниже значений для III района).

Нормативная скорость ветра при гололеде определяется по карте нормативного ветрового давления (вспомогательная карта) и по таблице районов по ветровому давлению при гололеде. Условная толщина стенки гололеда для каждого района

по ветру при гололеде – по формуле (5.24), приведенной в техническом кодексе.

Заключение

ТКП 641-2020 (33240) «Линии электропередачи воздушные. Ветровые воздействия, гололедные нагрузки и ветровые воздействия при гололеде» является новым техническим нормативным правовым актом Республики Беларусь, предназначенным для использования при проектировании электросетевых сооружений.

Применение требований данного технического кодекса в практике проектирования будет способствовать более обоснованному определению климатических нагрузок на кон-

кретной территории, что является необходимым условием обеспечения механической прочности электросетевых сооружений.

Список литературы

1. Арх. № 10844-02-т1 «Разработка региональной карты расчетных гололедно-ветровых нагрузок на территории Белорусской ССР». Утв. главным инженером Белорусского отделения института «Энергосетьпроект» Л.С. Горошко 23.08.1990.
2. Арх. № 5744/1-02-т1 «Разработка региональной карты гололедных районов на территории Белорусской ССР для проектирования и эксплуатации линий электропередачи». Утв. директором НИИПИ ГП «Белэнергосетьпроект» Е.В. Щуром 27.12.1999.
3. Воздушные линии напряжением 35–750 кВ. Условия создания. Нормы и требования: СТО 70238424.29.240.20.003-2011. – Введ. 01.12.2011.

ВВОДИТСЯ В ДЕЙСТВИЕ НОВЫЙ ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

Комментарии к стандарту ГПО «Белэнерго» СТП 33240.09.157-19

С 1 января 2020 года приказом ГПО «Белэнерго» от 9 декабря 2019 года № 332 введен в действие отраслевой стандарт СТП 33240.09.157-19. Стандарт предназначен для работников предприятий, учреждений и организаций ГПО «Белэнерго», которые занимаются вопросами планирования, расчета и анализа технико-экономических показателей электростанций и котельных, а также ведут разработку и пересмотр нормативно-технических документов в области топливоиспользования.

В.М. КУХАРЧИК,
ведущий инженер группы
топливоиспользования
ТНЦ филиала «Инженерный центр»
ОАО «Белэнергоремналадка»

СТП 33240.09.157-19 «Методические указания по составлению и содержанию энергетических характеристик электрообойлерных установок тепловых электростанций и котельных энергоснабжающих организаций, входящих в состав государственного производственного объединения «Белэнерго» разработан впервые. До ввода в действия данного стандарта использовался временный (упрощенный) порядок расчета технико-экономических показателей электрообойлерных установок (ЭБУ).

Разработка стандарта выполнена на основании СТП 33240.09.154-18 «Положение о разработке, согласовании и утверждении нормативно-технической документации по топливоиспользованию тепловых электростанций и котельных энергоснабжающих организаций, входящих в состав государственного производственного объединения «Белэнерго» и СТП 33240.09.155-18 «Методические указания по составлению и содержанию энергетических характеристик оборудования тепловых электростанций и котельных энергоснаб-

жающих организаций, входящих в состав государственного производственного объединения «Белэнерго».

Действие стандарта распространяется на тепловые электростанции (ТЭС) и районные котельные (РК), входящие в состав ГПО «Белэнерго», на которых установлены ЭБУ с котлами электродного типа.

В СТП приводятся термины и определения, позволяющие трактовать единым образом особенности расчета и представления в нормативно-технической документации по топливоиспользованию (НТД ТИ) показателей эффективности применения данного типа нагревателей горячей воды большой мощности.

Стандарт устанавливает единые подходы к составлению и содержанию включаемых в НТД ТИ ТЭС и РК энергетических характеристик (ЭХ) электрообойлерных установок. Излагаются общие рекомендации к исходным документам, используемым при разработке ЭХ ЭБУ, определению состава ЭХ и способам их представления.