

# Разработка альбомов композитных опор для ВЛ 0,4 кВ и 0,6 – 10 кВ

III международная научно-практическая конференция  
Опоры и фундаменты для умных сетей:  
инновации в проектировании и строительстве

29 июня – 01 июля

Тетерев Евгений Иванович

e-mail: [eteterev@yandex.ru](mailto:eteterev@yandex.ru)

- **1. НИЛКЭС ООО «ПО ЭЖБИ» совместно с Обществом с ограниченной ответственностью «Нанотехнологический центр композитов» (ООО «НЦК») разработан альбом технических решений промежуточных опор из композитных материалов для ВЛ напряжением 0,4 и 6-10кВ.**
- **2. Опоры запроектированы на базе композитных стоек, разработанных ООО «НЦК», изготовлены опытные образцы, которые были испытаны на прочность и жесткость на полигоне ООО «Фирма ОРГРЭС». Проведенные испытания подтвердили расчетные характеристики опор.**
- **3. Опоры предназначены для применения в регионах Сибири и Дальнего Востока, в связи с чем рассчитаны на климатические нагрузки и воздействия согласно требованиям ПУЭ седьмого издания (ПУЭ-7) на следующие условия:**
  - **район по ветровому давлению - до V включительно ( $W_0 = 1000$  Па);**
  - **район по гололёду до IV включительно ( $bэ = 25$  мм);**
  - **диапазон температур - плюс 400С ÷ минус 600С;**
  - **тип атмосферы - промышленная;**
  - **сейсмичность района 9 баллов по шкале MSK-64.**
  - **температура воздуха среднегодовая минус 5С;**
  - **температура воздуха при гололеде минус 10С;**
  - **температура воздуха наиболее холодной пятидневки до минус 45С.**

- **4. В качестве угловых и анкерных опор при строительстве ВЛ с композитными промежуточными опорами должны использоваться типовые железобетонные опоры по действующим проектам, разработанным ОАО «РО СЭП».**
- **5. Необходимые прочностные характеристики композитных стоек и других конструкций опор были определены исходя из нагрузок на опоры при длине расчетного пролета при наиболее тяжелом сочетании действующих на них климатических нагрузок:  $W_0=1000\text{Па}$ ,  $b=25\text{мм}$ . При этом длина расчетного пролета принята равной не менее 35м для ВЛ 0,4кВ и 40м для ВЛ 6-10кВ. Возможно применение этих опор и в районах с более легкими климатическими условиями, что позволяет увеличить в этих районах длину ветровых и габаритных пролетов ВЛ.**
- **6. Исходя из условий по п.4 были приняты следующие прочностные характеристики композитных стоек: для ВЛ 0,4кВ – 30кН.м, для ВЛ 6-10кВ – 50кН.м для линейных опор и 65кН.м для переходных.**

- **7. Для обеспечения требуемых габаритов при указанных длинах пролетов приняты следующие длины стоек: для ВЛ 0,4кВ – 9,5м, для ВЛ 6-10кВ – 10,5 и 11,3м для линейных опор и 13,5 и 14,6м для переходных.**
- **8. Стойки опор ПК 0,4-1И и ПК10-2И односекционные, остальных опор - составные из двух секций, выполненных в виде полых усеченных конусов. Материал стоек - композитный материал, созданный на основе эпоксидных смол и наполнителей – стекловолокна, базальтоволокна и т.п.**
- **9. Секции стоек соединяются телескопически «конус на конус», величина нахлёста не менее полутора диаметров ствола нижнего конца верхней из стыкуемых секций, соединение выполняется на пикете. Точность изготовления секций и расчетное усилие стяжки обеспечивают их плотную посадку и надежность эксплуатации опор во всех режимах работы.**
- **10. Траверсы опор выполнены также из композитных материалов в виде труб. Соединение траверс со стойкой выполняется на пикете с помощью фланцев. Проектом предусмотрена возможность применения на опорах и металлических траверс.**

**11. Все опоры – свободностоящие одностоечные. Расположение проводов на опорах с защищенными проводами горизонтальное, на опорах со сталеалюминиевыми проводами – треугольное.**

**12. Для защиты стоек опор от низового пожара на наружной поверхности нижних секций стоек изготовителем стоек выполняется покрытие огнезащитным составом на высоту 2 м от поверхности земли.**

**13. Для повышения стойкости материала опор к ультрафиолетовому спектру облучения и солнечной радиации на наружную поверхность элементов из композитных материалов наносится защитный слой со светостабилизатором.**

**14. На опорах предусматривается подвеска проводов следующих марок:  
На опорах ВЛ 0,4кВ в магистрали – самонесущие изолированные провода СИП-2 сечением 35, 50, 70 и 95мм<sup>2</sup>. Провод содержит три фазные токопроводящие изолированные жилы и одну нулевую несущую изолированную жилу. Примененный в проекте провод, содержит дополнительную токопроводящую жилу для подключения цепей наружного освещения.**

---

**14. На опорах предусматривается подвеска проводов следующих марок:**

**На опорах ВЛ 0,4кВ в магистрали – самонесущие изолированные провода СИП-2 сечением 35, 50, 70 и 95мм<sup>2</sup>. Провод содержит три фазные токопроводящие изолированные жилы и одну нулевую несущую изолированную жилу. Примененный в проекте провод, содержит дополнительную токопроводящую жилу для подключения цепей наружного освещения.**

**Фазные жилы СИП-2 выполнены из алюминия; несущая нулевая жила – из термоупрочненного алюминиевого сплава. Изолирующая оболочка жил провода устойчива к воздействиям окружающей среды и выполнена из сшитого полиэтилена с поперечными связями и содержащего в своей структуре газовую сажу для обеспечения длительного срока эксплуатации.**

**На опорах ВЛ 6-10кВ – самонесущие провода СИП-3 сечением 50, 70 и 95мм<sup>2</sup>, имеющих защитную изоляцию на напряжение 20кВ. Жилы проводов СИП-3 выполнены из термообработанного алюминиевого сплава, уплотненные; изоляция – сшитый светостабилизированный полиэтилен. Также возможна подвеска сталеалюминиевых проводов по ГОСТ 839-80\* «Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи».**

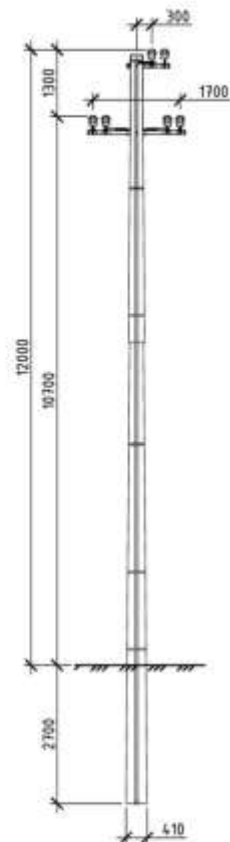
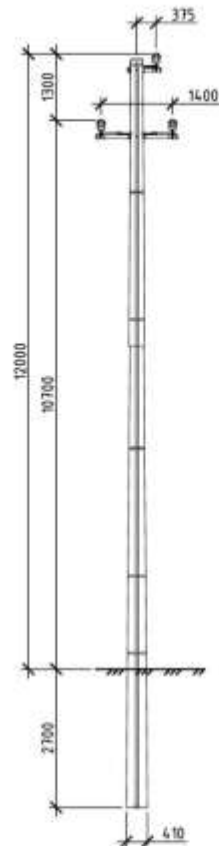
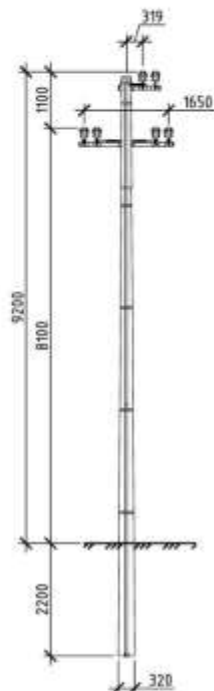
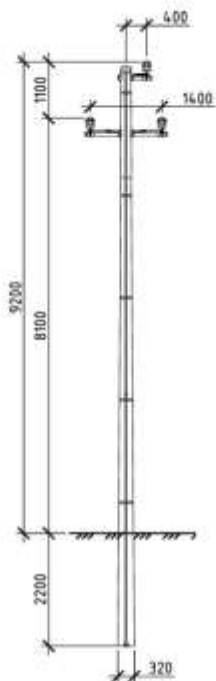
---

- **15. Линейная арматура для подвески проводов ВЛ 0,4кВ принята изготовления ЗАО «МЗВА».**
  - **16. Крепление защищенных проводов СИП-3 на траверсах промежуточных опор ВЛ6-10кВ выполнено на стеклянных изоляторах ШС-20УО по ТУ 3493-009-81713756-2013.**
  - **Крепление сталеалюминиевых проводов АС выполняется на стеклянных изоляторах ШС-20Г по ТУ 3493-014-84716711-2009.**
  - **17. В связи с тем, что импульсная электрическая прочность композитной траверсы в комбинации с изолятором для крепления провода превышает предельную величину индуктированных грозовых напряжений, грозовые отключения ВЛ при ближних ударах молнии в землю исключены. Соответственно установка разрядников на опорах ВЛ 6-10 кВ с композитными траверсами не предусматривается.**
-

- **18. Для заземления опор с композитными траверсами предусматривается один заземляющий спуск, предназначенный для защиты поверхности стойки. Заземляющий спуск выполнен из стальной оцинкованной полосы сечением 40х4 мм. Заземляющий спуск прокладывается вдоль стойки и погружается в грунт на глубину заложения стойки.**
- **19. При установке на композитную стойку металлических траверс по типовому проекту 3.407-143.8 совместно со средствами молниезащиты для заземления в конструкции опор предусмотрена установка 2-х заземляющих спусков, выполненных из стального оцинкованного круга ф10 мм.**
- **При необходимости к нижней части заземляющих спусков могут присоединяться дополнительные элементы заземляющего устройства.**
- **20. Закрепление опор в грунтах основания выполняется в сверленные котлованы диаметром 350 и 450мм. Несущая способность закреплений по грунту приведена в соответствующих таблицах альбома.**
- **21. В альбоме представлены данные по длине расчетных пролетов опор и нагрузок на опоры для всех, указанных выше, климатических районов, а также монтажные таблицы для всех примененных в проекте марок проводов.**



Эскиз



|                  |                                  |                                |   |   |
|------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|---|
| Марка опоры      | ПК10-2                           | ПК10-2H                        | ПК10-3                                      | ПК10-3H                                   |
| Монтажная схема  | 16.001тм.004                     | 16.001тм.005                   | 16.001тм.006                                | 16.001тм.007                              |
| Назначение опоры | Опора для ненаселённой местности | Опора для населённой местности | Переходная опора для ненаселённой местности | Переходная опора для населённой местности |

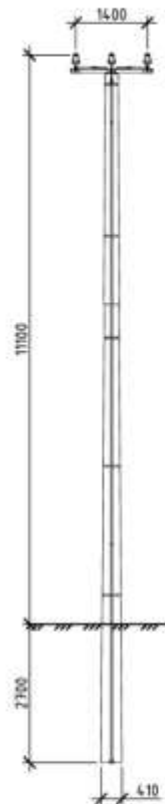
16.001тм.003

|      |        |      |        |           |       |
|------|--------|------|--------|-----------|-------|
| Изм. | Кол-во | Лист | № док. | Подпись   | Дата  |
|      |        |      |        | Чернецов  | 04.16 |
|      |        |      |        | Тетерев   | 04.16 |
|      |        |      |        | Дорошенко | 04.16 |
|      |        |      |        | Касалкин  | 04.16 |

Обзорный лист

|                          |      |        |
|--------------------------|------|--------|
| Стация                   | Лист | Листов |
| Р                        | 3.1  | 2      |
| ООО «ПО «ЭЖБИ»<br>НИЛКЭС |      |        |

Эскиз



Марка опоры

ПК10-2И

ПК10-3И

ПК0,4-1И

Монтажная схема

16.001тм.008

16.001тм.009

16.001тм.010

Назначение опоры

Опора для изолированного провода СИП-3

Переходная опора для изолированного провода СИП-3

Опора для изолированного провода СИП-2

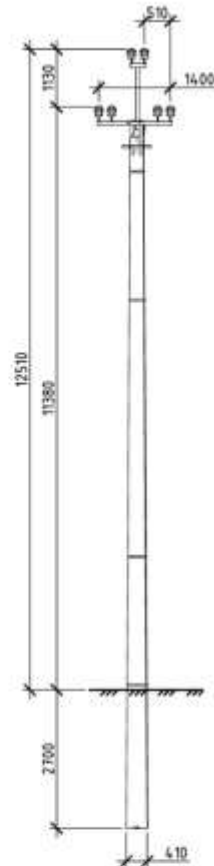
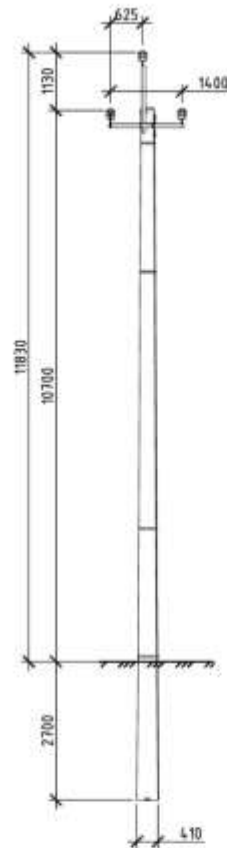
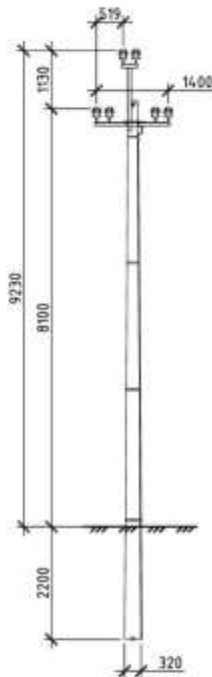
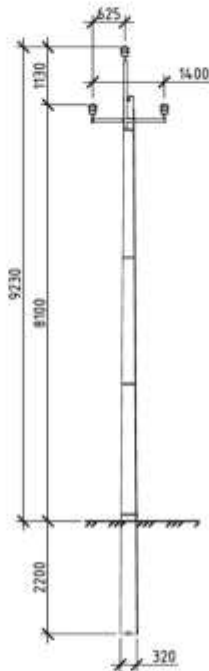
Взам. инв. №  
Подпись и дата  
Инв. №подл.

|      |        |      |        |       |      |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| Изм. | Колуч. | Лист | № док. | Подп. | Дата |
|      |        |      |        |       |      |

16.001тм.003

Лист  
3.2

Эскиз



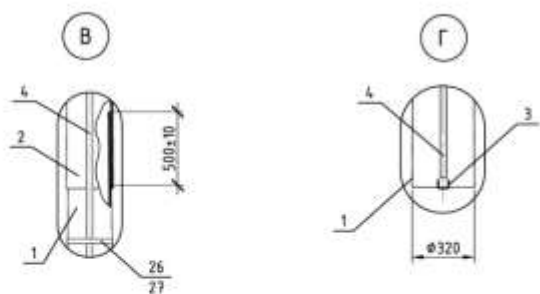
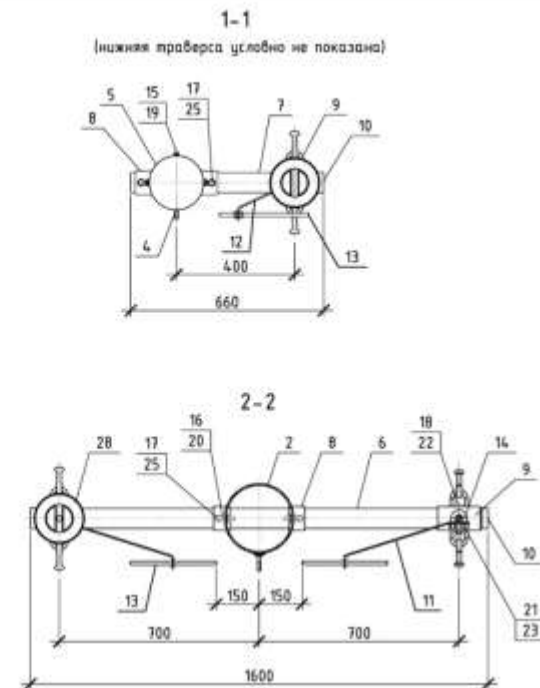
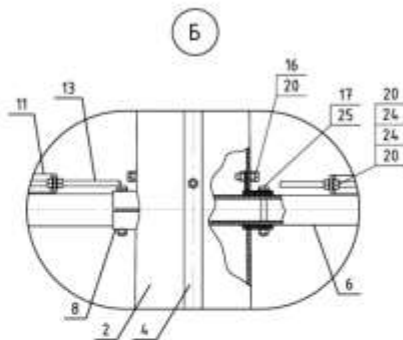
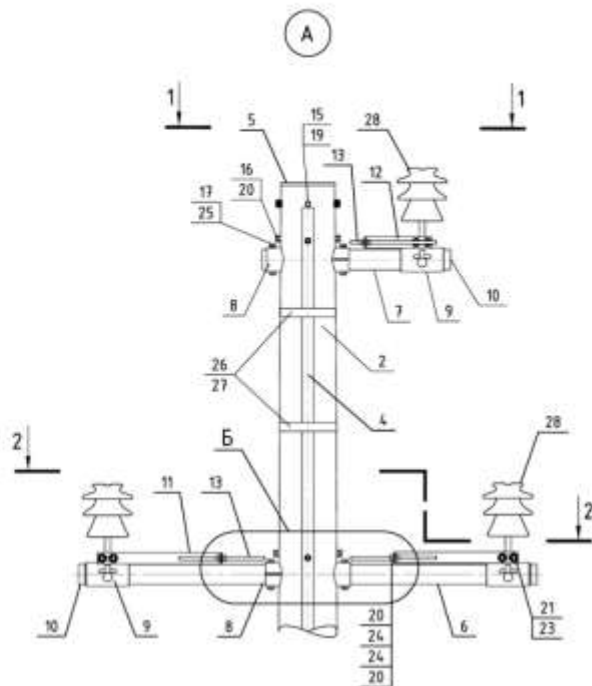
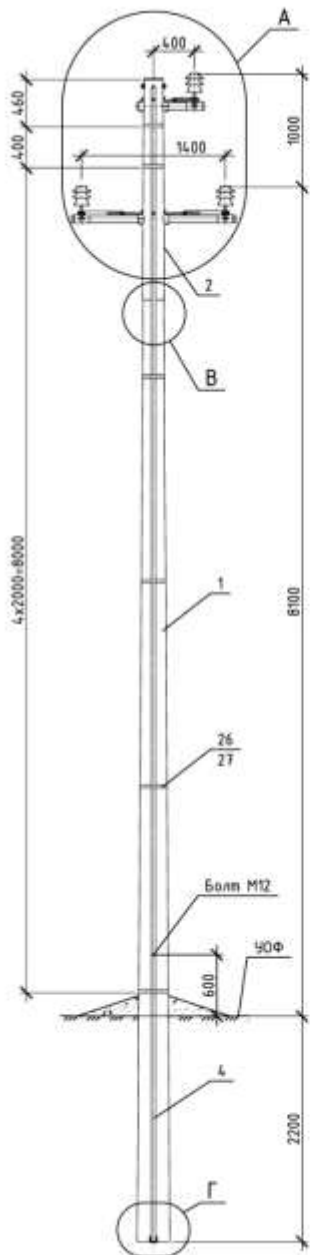
|                    |  |  |   |   |
|--------------------|--|--|---|---|
| Марка опоры        | ПК10-2MT   | ПК10-2MTH  | ПК10-3MT  | ПК10-3MTH   |
| Монтажная схема    | 16.001тн.011   | 16.001тн.012   | 16.001тн.013  | 16.001тн.014  |
| Условия применения | Опора для ненаселённой местности с металлической траверсой | Опора для населённой местности с металлической траверсой | Переходная опора для ненаселённой местности с металлической траверсой | Переходная опора для населённой местности с металлической траверсой |

|      |        |      |        |       |      |
|------|--------|------|--------|-------|------|
| Изм. | Кол-во | Лист | № док. | Подп. | Дата |
|      |        |      |        |       |      |

16.001тн.003

Лист

3.3



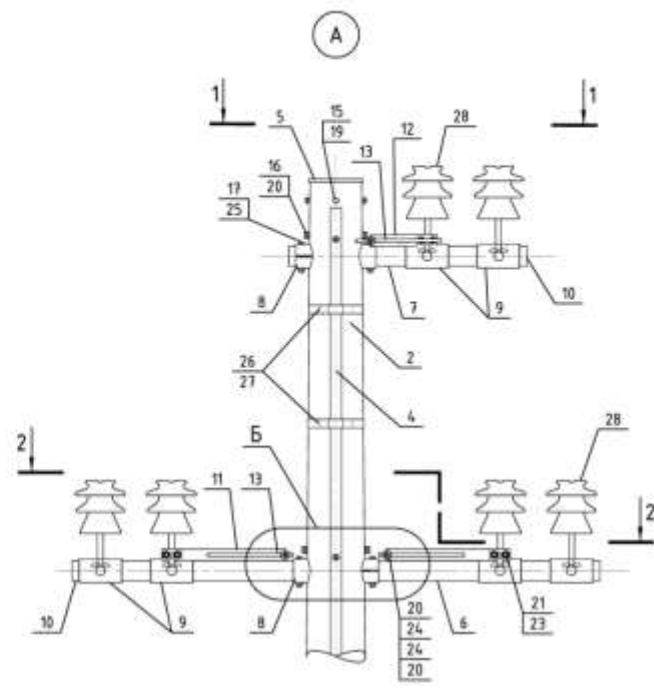
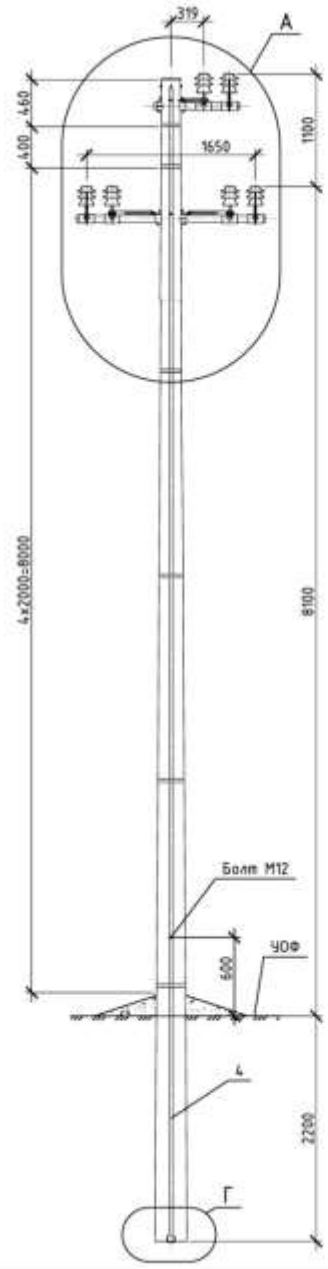
|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| Инв. №подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|-------------|----------------|--------------|

|            |        |           |       |                  |       |
|------------|--------|-----------|-------|------------------|-------|
| Изм.       | Кол-во | Лист      | № док | Подпись          | Дата  |
| Н. контр.  |        | Чернецов  |       | <i>Чернецов</i>  | 04.16 |
| ГИП        |        | Тетерев   |       | <i>Тетерев</i>   | 04.16 |
| Проверил   |        | Дорошенко |       | <i>Дорошенко</i> | 04.16 |
| Разработал |        | Чернецов  |       | <i>Чернецов</i>  | 04.16 |

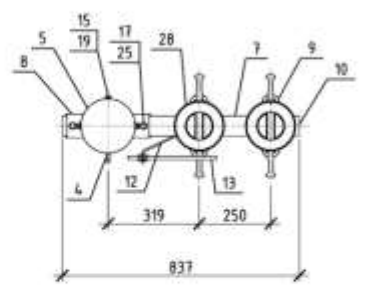
16.001ТМ.004

Монтажная схема опоры  
ПК10-2

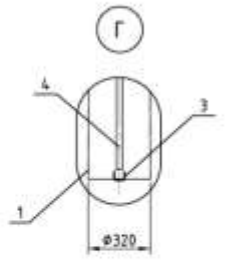
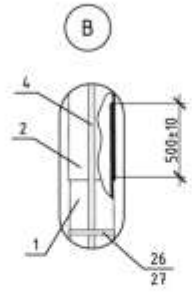
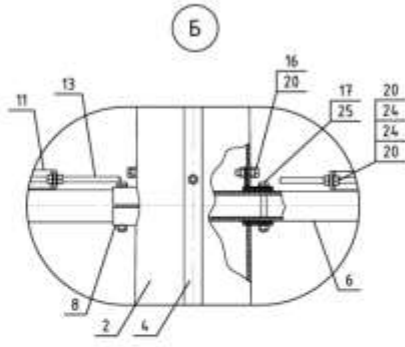
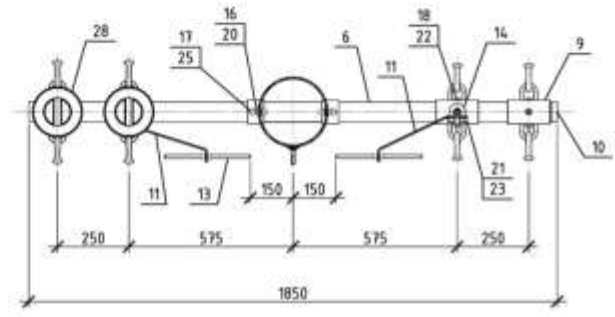
|                         |      |        |
|-------------------------|------|--------|
| Стадия                  | Лист | Листов |
| Р                       | 1    | 2      |
| ООО «ПО «ЭЖБИ»<br>НИЛЭС |      |        |



1-1  
(нижняя проверка условно не показана)



2-2



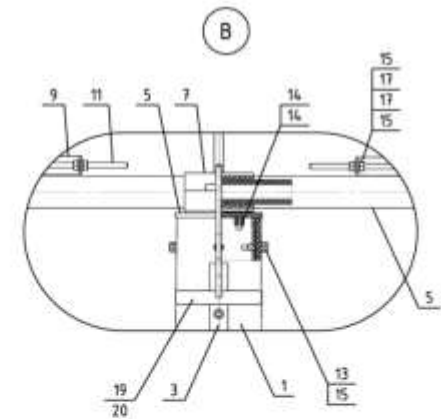
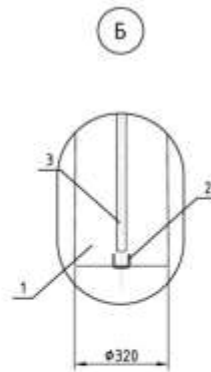
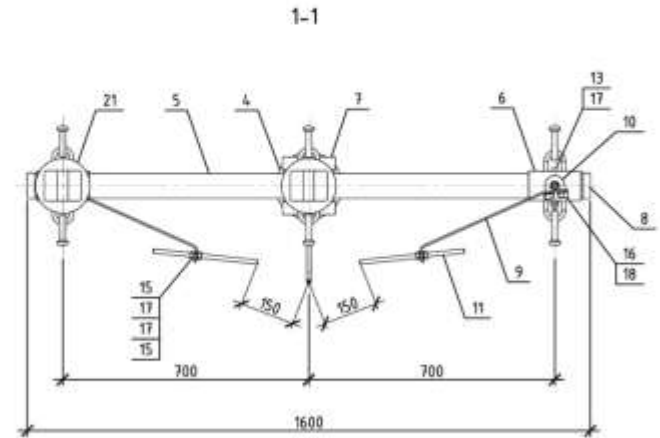
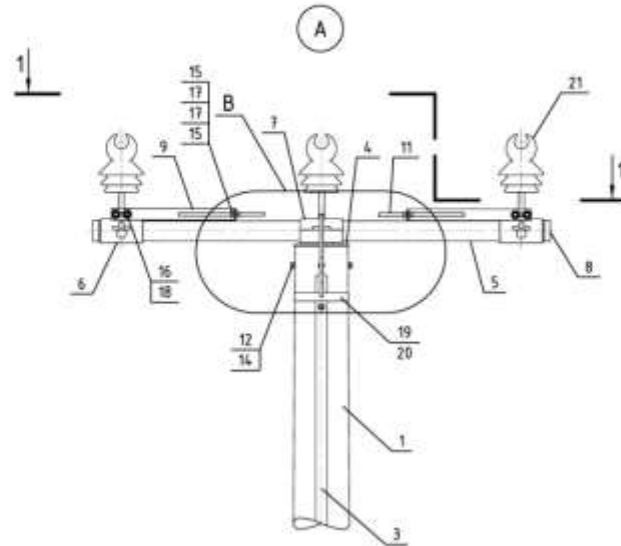
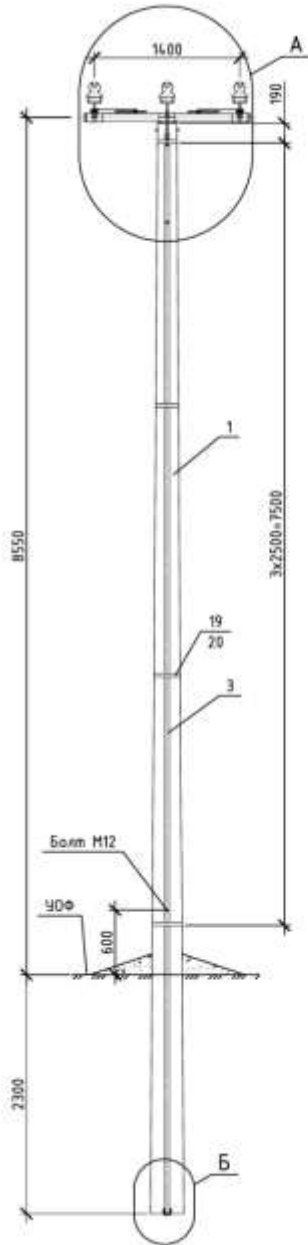
|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| Инв. №подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|-------------|----------------|--------------|

|            |        |           |       |                  |       |
|------------|--------|-----------|-------|------------------|-------|
| Изм.       | Кол-во | Лист      | № док | Подпись          | Дата  |
| Н. контр.  |        | Чернецов  |       | <i>Чернецов</i>  | 04.16 |
| ГИП        |        | Тетерев   |       | <i>Тетерев</i>   | 04.16 |
| Проверил   |        | Дорошенко |       | <i>Дорошенко</i> | 04.16 |
| Разработал |        | Чернецов  |       | <i>Чернецов</i>  | 04.16 |

16.001ТМ.005

Монтажная схема опоры  
ПК10-2Н

|                          |      |        |
|--------------------------|------|--------|
| Стадия                   | Лист | Листов |
| Р                        | 1    | 2      |
| ООО «ПО «ЭЖБИ»<br>НИЛКЭС |      |        |



|             |                |              |
|-------------|----------------|--------------|
| Инв. №подл. | Подпись и дата | Взам. инв. № |
|-------------|----------------|--------------|

|            |        |           |        |                  |       |
|------------|--------|-----------|--------|------------------|-------|
| Изм.       | Кол-во | Лист      | № док. | Подпись          | Дата  |
|            |        |           |        |                  |       |
| Н. контр.  |        | Чернецов  |        | <i>Чернецов</i>  | 04.16 |
| ГИП        |        | Тетерев   |        | <i>Тетерев</i>   | 04.16 |
| Проверил   |        | Дорошенко |        | <i>Дорошенко</i> | 04.16 |
| Разработал |        | Чернецов  |        | <i>Чернецов</i>  | 04.16 |

16.001ТМ.008

Монтажная схема опоры  
ПК10-2И

|                          |      |        |
|--------------------------|------|--------|
| Стадия                   | Лист | Листов |
| Р                        | 1    | 2      |
| ООО «ПО «ЭЖБИ»<br>НИЛКЭС |      |        |

| Расчётные условия |                |                   | АС 50/8<br>$\sigma_{\perp} = \sigma_{\Gamma} = 115$ МПа, $\sigma_{\Delta} = 4$ МПа |                       |       | АС 70/11<br>$\sigma_{\perp} = \sigma_{\Gamma} = 88,3$ МПа, $\sigma_{\Delta} = 4$ МПа |                       |       | АС 95/16<br>$\sigma_{\perp} = \sigma_{\Gamma} = 62,9$ МПа, $\sigma_{\Delta} = 4$ МПа |                       |       |
|-------------------|----------------|-------------------|--|-----------------------|-------|--|-----------------------|-------|--|-----------------------|-------|
| Марка опоры       | Район по ветру | Район по гололёду | Lрасч, м   | M <sub>0</sub> , кН·м | Q, кН | Lрасч, м   | M <sub>0</sub> , кН·м | Q, кН | Lрасч, м   | M <sub>0</sub> , кН·м | Q, кН |
| ПК10-2            | I              | I                 | 86   | 26,4                  | 3,2   | 76   | 25,4                  | 3,1   | 67   | 24,5                  | 3,0   |
|                   |                | II                | 77   | 32,1                  | 3,8   | 72   | 31,8                  | 3,8   | 65   | 30,8                  | 3,6   |
|                   |                | III               | 63   | 34,5                  | 4,0   | 60   | 34,4                  | 3,9   | 56   | 33,8                  | 3,9   |
|                   |                | IV                | 55   | 37,1                  | 4,2   | 53   | 37,2                  | 4,2   | 50   | 36,7                  | 4,1   |
|                   | II             | I                 | 86   | 26,5                  | 3,2   | 76   | 25,4                  | 3,1   | 67   | 24,5                  | 3,1   |
|                   |                | II                | 77   | 32,2                  | 3,8   | 72   | 31,9                  | 3,8   | 65   | 30,8                  | 3,6   |
|                   |                | III               | 63   | 34,6                  | 4,0   | 60   | 34,5                  | 3,9   | 56   | 33,9                  | 3,9   |
|                   |                | IV                | 55   | 37,2                  | 4,2   | 53   | 37,3                  | 4,2   | 50   | 36,8                  | 4,1   |
|                   | III            | I                 | 86   | 26,5                  | 3,7   | 76   | 26,1                  | 3,9   | 67   | 27,4                  | 4,0   |
|                   |                | II                | 77   | 32,3                  | 3,8   | 72   | 32,0                  | 3,8   | 65   | 30,9                  | 4,0   |
|                   |                | III               | 63   | 34,7                  | 4,0   | 60   | 34,6                  | 3,9   | 56   | 34,0                  | 3,9   |
|                   |                | IV                | 55   | 37,4                  | 4,2   | 53   | 37,4                  | 4,2   | 50   | 36,9                  | 4,1   |
|                   | IV             | I                 | 86   | 30,7                  | 4,6   | 76   | 32,1                  | 4,8   | 67   | 33,7                  | 4,9   |
|                   |                | II                | 77   | 32,3                  | 4,4   | 72   | 32,0                  | 4,6   | 65   | 33,1                  | 4,9   |
|                   |                | III               | 63   | 34,8                  | 4,0   | 60   | 34,7                  | 4,3   | 56   | 34,2                  | 4,5   |
|                   |                | IV                | 55   | 37,6                  | 4,2   | 53   | 37,6                  | 4,2   | 50   | 37,1                  | 4,3   |
|                   | V              | I                 | 86   | 38,3                  | 5,7   | 76   | 40,2                  | 6,0   | 67   | 42,2                  | 6,2   |
|                   |                | II                | 73   | 35,0                  | 5,3   | 69   | 37,8                  | 5,7   | 63   | 40,5                  | 6,0   |
|                   |                | III               | 61   | 38,3                  | 5,0   | 59   | 38,7                  | 5,3   | 54   | 37,4                  | 5,6   |
|                   |                | IV                | 53   | 41,0                  | 4,7   | 52   | 41,8                  | 5,0   | 48   | 40,3                  | 5,3   |

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №подл.

| Изм.       | Кол-во | Лист      | № док. | Подпись          | Дата  |
|------------|--------|-----------|--------|------------------|-------|
|            |        |           |        |                  |       |
| Н. контр.  |        | Чернецов  |        | <i>Чернецов</i>  | 04.16 |
| ГИП        |        | Тетерев   |        | <i>Тетерев</i>   | 04.16 |
| Проверил   |        | Дорошенко |        | <i>Дорошенко</i> | 04.16 |
| Разработал |        | Касалкин  |        | <i>Касалкин</i>  | 04.16 |

16.001тм.015

Опора ПК10-2.  
Расчётные данные.

| Страна                   | Лист | Листов |
|--------------------------|------|--------|
| Р                        |      | 1      |
| ООО «ПО «ЭЖБИ»<br>ННЛКЭС |      |        |

| Вид грунтов, показатель текучести |                       | Нормативные характеристики грунтов |         |      |        | Несущая способность<br>М, кН*м |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------|------|--------|--------------------------------|
|                                   |                       | Фн, град                           | Сн, кПа | e    | E, МПа |                                |
| Пески                             | гравелистые и крупные | 43                                 | 2       | 0,45 | 50     | 591,3                          |
|                                   |                       | 40                                 | 1       | 0,55 | 40     | 468,8                          |
|                                   |                       | 38                                 | 0       | 0,65 | 38     | 444,2                          |
|                                   | средней крупности     | 40                                 | 3       | 0,45 | 50     | 591,3                          |
|                                   |                       | 38                                 | 2       | 0,55 | 40     | 468,8                          |
|                                   |                       | 35                                 | 1       | 0,65 | 30     | 345,2                          |
|                                   | мелкие                | 38                                 | 6       | 0,45 | 48     | 566,8                          |
|                                   |                       | 36                                 | 4       | 0,55 | 38     | 444,2                          |
|                                   |                       | 32                                 | 2       | 0,65 | 28     | 320,7                          |
|                                   |                       | 28                                 | 0       | 0,75 | 18     | 198,1                          |
|                                   | пылеватые             | 36                                 | 8       | 0,45 | 39     | 456,0                          |
|                                   |                       | 34                                 | 6       | 0,55 | 28     | 320,7                          |
|                                   |                       | 30                                 | 4       | 0,65 | 18     | 198,1                          |
|                                   |                       | 26                                 | 2       | 0,75 | 11     | 110,8                          |
|                                   | Суглинки              | $0 \leq I_L \leq 0,25$             | 30      | 21   | 0,45   | 32                             |
| 29                                |                       |                                    | 17      | 0,55 | 24     | 271,6                          |
| 27                                |                       |                                    | 15      | 0,65 | 16     | 172,6                          |
| 24                                |                       |                                    | 13      | 0,75 | 10     | 99,0                           |
| $0,25 \leq I_L \leq 0,75$         |                       | 28                                 | 19      | 0,45 | 32     | 370,7                          |
|                                   |                       | 26                                 | 15      | 0,55 | 24     | 271,6                          |
|                                   |                       | 24                                 | 13      | 0,65 | 16     | 172,6                          |
|                                   |                       | 21                                 | 11      | 0,75 | 10     | 99,0                           |
|                                   |                       | 18                                 | 9       | 0,85 | 7      | 62,8                           |

| Вид грунтов, показатель текучести |                          | Нормативные характеристики грунтов |         |      |        | Несущая способность<br>М, кН*м |       |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------|------|--------|--------------------------------|-------|
|                                   |                          | Фн, град                           | Сн, кПа | e    | E, МПа |                                |       |
| Суглинки                          | $0 \leq I_L \leq 0,25$   | 26                                 | 47      | 0,45 | 34     | 394,2                          |       |
|                                   |                          | 25                                 | 37      | 0,55 | 27     | 308,9                          |       |
|                                   |                          | 24                                 | 31      | 0,65 | 22     | 246,1                          |       |
|                                   |                          | 23                                 | 25      | 0,75 | 17     | 185,3                          |       |
|                                   |                          | 22                                 | 22      | 0,85 | 14     | 148,1                          |       |
|                                   |                          | 20                                 | 19      | 0,95 | 11     | 110,8                          |       |
|                                   |                          | $0,25 \leq I_L \leq 0,5$           | 24      | 39   | 0,45   | 32                             | 370,7 |
|                                   |                          |                                    | 23      | 34   | 0,55   | 25                             | 283,4 |
|                                   | 22                       |                                    | 28      | 0,65 | 19     | 209,9                          |       |
|                                   | 21                       |                                    | 23      | 0,75 | 14     | 148,1                          |       |
|                                   | 19                       |                                    | 18      | 0,85 | 11     | 110,8                          |       |
|                                   | 17                       |                                    | 15      | 0,95 | 8      | 74,5                           |       |
|                                   | $0,5 \leq I_L \leq 0,75$ | 19                                 | 25      | 0,65 | 17     | 185,3                          |       |
|                                   |                          | 18                                 | 20      | 0,75 | 12     | 123,6                          |       |
|                                   |                          | 16                                 | 16      | 0,85 | 8      | 74,5                           |       |
|                                   |                          | 14                                 | 14      | 0,95 | 6      | 50,0                           |       |
|                                   |                          | 12                                 | 12      | 1,05 | 5      | 37,3                           |       |

| Вид грунтов, показатель текучести |                          | Нормативные характеристики грунтов |         |      |        | Несущая способность<br>М, кН*м |
|-----------------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------|------|--------|--------------------------------|
|                                   |                          | Фн, град                           | Сн, кПа | e    | E, МПа |                                |
| Глины                             | $0 \leq I_L \leq 0,25$   | 8                                  | 81      | 0,55 | 28     | 319,7                          |
|                                   |                          | 20                                 | 68      | 0,65 | 24     | 271,6                          |
|                                   |                          | 19                                 | 54      | 0,75 | 21     | 235,4                          |
|                                   |                          | 18                                 | 47      | 0,85 | 18     | 198,1                          |
|                                   |                          | 16                                 | 41      | 0,95 | 15     | 160,8                          |
|                                   |                          | 14                                 | 36      | 1,05 | 12     | 123,6                          |
|                                   |                          | $0,25 \leq I_L \leq 0,5$           | 18      | 57   | 0,65   | 21                             |
|                                   | 17                       |                                    | 50      | 0,75 | 18     | 198,1                          |
|                                   | 16                       |                                    | 43      | 0,85 | 15     | 160,8                          |
|                                   | 14                       |                                    | 37      | 0,95 | 12     | 123,6                          |
|                                   | 11                       |                                    | 32      | 1,05 | 9      | 87,3                           |
|                                   | $0,5 \leq I_L \leq 0,75$ |                                    | 15      | 45   | 0,65   | 18                             |
|                                   |                          | 14                                 | 41      | 0,75 | 15     | 160,8                          |
|                                   |                          | 12                                 | 36      | 0,85 | 12     | 123,6                          |
|                                   |                          | 10                                 | 33      | 0,95 | 9      | 87,3                           |
|                                   |                          | 7                                  | 29      | 1,05 | 7      | 62,8                           |

Инд. № табл. Подп. и дата. Взам. инв. №

| Изм.      | Колуч.    | Лист    | № вкл. | Подп.            | Дата  |
|-----------|-----------|---------|--------|------------------|-------|
|           |           |         |        |                  |       |
| ГИП       |           | Тетереб |        | <i>Тетереб</i>   | 04.16 |
| Проверил  | Дорошенко |         |        | <i>Дорошенко</i> | 04.16 |
| Н. контр. | Чернецов  |         |        | <i>Чернецов</i>  | 04.16 |
| Разраб.   | Касалкин  |         |        | <i>Касалкин</i>  | 04.16 |

16.001ТМ.023

Несущая способность  
закрепления опор по грунту

| Стадия                   | Лист | Листов |
|--------------------------|------|--------|
| Р                        |      | 5      |
| ООО «ПО «ЭЖБИ»<br>НИЛКЭС |      |        |



| АС 50/8 $\sigma_{\text{с}} = \sigma_{\text{т}} = 115$ МПа, $\sigma_{\text{з}} = 4$ МПа |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
|--|---|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Район по ветру: I...IV ( $W_0 = 400...800$ Па)   |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Длина<br>приведенного<br>пролёта, м  | Стрела провеса и тяжение провода при температуре, град. С |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
|  | -20   |               | -10          |               | 0            |               | 10           |               | 20           |               | 30           |               |
|  | Стрела,<br>м  | Тяж.-е,<br>кг | Стрела,<br>м | Тяж.-е,<br>кг | Стрела,<br>м | Тяж.-е,<br>кг | Стрела,<br>м | Тяж.-е,<br>кг | Стрела,<br>м | Тяж.-е,<br>кг | Стрела,<br>м | Тяж.-е,<br>кг |
| Район по гололёду: I ( $b_0 = 10$ мм)  |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| 86   | 0,53  | 338           | 0,66         | 273           | 0,81         | 222           | 0,97         | 185           | 1,13         | 158           | 1,29         | 139           |
| 81   | 0,46  | 343           | 0,58         | 274           | 0,72         | 221           | 0,88         | 182           | 1,03         | 154           | 1,18         | 135           |
| 76   | 0,40  | 348           | 0,51         | 276           | 0,64         | 219           | 0,79         | 178           | 0,94         | 150           | 1,08         | 130           |
| 71   | 0,35  | 346           | 0,45         | 272           | 0,57         | 214           | 0,71         | 172           | 0,85         | 143           | 0,99         | 123           |
| 66   | 0,31  | 343           | 0,40         | 267           | 0,51         | 207           | 0,64         | 164           | 0,78         | 136           | 0,91         | 116           |
| 61   | 0,27  | 339           | 0,34         | 262           | 0,45         | 200           | 0,58         | 157           | 0,71         | 128           | 0,83         | 109           |
| Район по гололёду: II ( $b_0 = 15$ мм)   |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| 77   | 0,59  | 245           | 0,73         | 197           | 0,88         | 163           | 1,03         | 140           | 1,17         | 123           | 1,30         | 110           |
| 72   | 0,43  | 292           | 0,55         | 229           | 0,69         | 183           | 0,83         | 151           | 0,97         | 129           | 1,10         | 114           |
| 67   | 0,32  | 343           | 0,41         | 268           | 0,52         | 208           | 0,66         | 166           | 0,79         | 137           | 0,93         | 118           |
| 62   | 0,27  | 340           | 0,35         | 263           | 0,46         | 202           | 0,59         | 158           | 0,72         | 129           | 0,84         | 110           |
| 57   | 0,23  | 337           | 0,31         | 258           | 0,40         | 195           | 0,52         | 150           | 0,65         | 122           | 0,76         | 103           |
| 52   | 0,20  | 334           | 0,26         | 253           | 0,35         | 187           | 0,46         | 142           | 0,58         | 114           | 0,69         | 95            |
| Район по гололёду: III ( $b_0 = 20$ мм)  |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| 63   | 0,79  | 122           | 0,91         | 105           | 1,03         | 94            | 1,13         | 85            | 1,23         | 78            | 1,32         | 73            |
| 58   | 0,54  | 152           | 0,66         | 123           | 0,78         | 104           | 0,89         | 92            | 0,99         | 82            | 1,09         | 75            |
| 53   | 0,33  | 207           | 0,44         | 156           | 0,55         | 123           | 0,67         | 102           | 0,77         | 88            | 0,87         | 78            |
| 48   | 0,19  | 291           | 0,26         | 214           | 0,36         | 157           | 0,47         | 120           | 0,57         | 97            | 0,67         | 83            |
| 43   | 0,14  | 329           | 0,18         | 244           | 0,26         | 174           | 0,35         | 127           | 0,46         | 98            | 0,55         | 81            |
| 38   | 0,11  | 327           | 0,15         | 240           | 0,21         | 167           | 0,30         | 118           | 0,39         | 89            | 0,48         | 73            |
| Район по гололёду: IV ( $b_0 = 25$ мм)   |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| 55   | 0,97  | 75            | 1,06         | 69            | 1,14         | 64            | 1,22         | 60            | 1,29         | 57            | 1,36         | 54            |
| 50   | 0,68  | 89            | 0,78         | 78            | 0,87         | 70            | 0,95         | 64            | 1,02         | 59            | 1,09         | 55            |
| 45   | 0,41  | 120           | 0,51         | 95            | 0,61         | 80            | 0,70         | 70            | 0,78         | 63            | 0,85         | 58            |
| 40   | 0,20  | 198           | 0,28         | 139           | 0,38         | 103           | 0,47         | 83            | 0,56         | 70            | 0,63         | 61            |
| 35   | 0,09  | 322           | 0,13         | 235           | 0,19         | 160           | 0,27         | 111           | 0,36         | 83            | 0,44         | 68            |
| 30   | 0,07  | 323           | 0,09         | 233           | 0,14         | 155           | 0,21         | 102           | 0,29         | 74            | 0,37         | 60            |

| АС 50/8 $\sigma_{\text{с}} = \sigma_{\text{т}} = 115$ МПа, $\sigma_{\text{з}} = 4$ МПа |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
|--|---|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| Район по ветру: V ( $W_0 = 1000$ Па)   |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| Длина<br>приведенного<br>пролёта, м  | Стрела провеса и тяжение провода при температуре, град. С |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
|  | -20   |               | -10          |               | 0            |               | 10           |               | 20           |               | 30           |               |
|  | Стрела,<br>м  | Тяж.-е,<br>кг | Стрела,<br>м | Тяж.-е,<br>кг | Стрела,<br>м | Тяж.-е,<br>кг | Стрела,<br>м | Тяж.-е,<br>кг | Стрела,<br>м | Тяж.-е,<br>кг | Стрела,<br>м | Тяж.-е,<br>кг |
| Район по гололёду: I ( $b_0 = 10$ мм)  |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| 86   | 0,53  | 338           | 0,66         | 273           | 0,81         | 222           | 0,97         | 185           | 1,13         | 158           | 1,29         | 139           |
| 81   | 0,46  | 343           | 0,58         | 274           | 0,72         | 221           | 0,88         | 182           | 1,03         | 154           | 1,18         | 135           |
| 76   | 0,40  | 348           | 0,51         | 276           | 0,64         | 219           | 0,79         | 178           | 0,94         | 150           | 1,08         | 130           |
| 71   | 0,35  | 346           | 0,45         | 272           | 0,57         | 214           | 0,71         | 172           | 0,85         | 143           | 0,99         | 123           |
| 66   | 0,31  | 343           | 0,40         | 267           | 0,51         | 207           | 0,64         | 164           | 0,78         | 136           | 0,91         | 116           |
| 61   | 0,27  | 339           | 0,34         | 262           | 0,45         | 200           | 0,58         | 157           | 0,71         | 128           | 0,83         | 109           |
| Район по гололёду: II ( $b_0 = 15$ мм)   |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| 73   | 0,60  | 214           | 0,75         | 173           | 0,89         | 145           | 1,03         | 125           | 1,16         | 111           | 1,28         | 101           |
| 68   | 0,43  | 262           | 0,55         | 204           | 0,69         | 163           | 0,82         | 136           | 0,96         | 117           | 1,08         | 104           |
| 63   | 0,30  | 321           | 0,39         | 247           | 0,50         | 191           | 0,64         | 151           | 0,77         | 126           | 0,89         | 108           |
| 58   | 0,24  | 338           | 0,31         | 259           | 0,42         | 196           | 0,54         | 152           | 0,66         | 123           | 0,78         | 105           |
| 53   | 0,20  | 335           | 0,27         | 254           | 0,36         | 189           | 0,47         | 144           | 0,59         | 115           | 0,70         | 97            |
| 48   | 0,17  | 332           | 0,22         | 249           | 0,31         | 182           | 0,41         | 135           | 0,52         | 107           | 0,63         | 89            |
| Район по гололёду: III ( $b_0 = 20$ мм)  |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| 61   | 0,84  | 107           | 0,96         | 94            | 1,06         | 85            | 1,16         | 78            | 1,25         | 72            | 1,34         | 67            |
| 56   | 0,58  | 132           | 0,70         | 109           | 0,81         | 94            | 0,91         | 84            | 1,00         | 76            | 1,09         | 70            |
| 51   | 0,35  | 181           | 0,46         | 137           | 0,57         | 110           | 0,68         | 93            | 0,78         | 81            | 0,87         | 73            |
| 46   | 0,19  | 266           | 0,27         | 193           | 0,36         | 141           | 0,47         | 109           | 0,57         | 90            | 0,67         | 77            |
| 41   | 0,12  | 328           | 0,17         | 243           | 0,24         | 171           | 0,33         | 123           | 0,43         | 95            | 0,52         | 78            |
| 36   | 0,10  | 326           | 0,13         | 238           | 0,19         | 164           | 0,28         | 114           | 0,37         | 86            | 0,45         | 70            |
| Район по гололёду: IV ( $b_0 = 25$ мм)   |   |               |              |               |              |               |              |               |              |               |              |               |
| 53   | 0,98  | 69            | 1,07         | 64            | 1,14         | 60            | 1,21         | 56            | 1,28         | 53            | 1,35         | 51            |
| 48   | 0,69  | 81            | 0,78         | 72            | 0,86         | 65            | 0,94         | 60            | 1,01         | 55            | 1,07         | 52            |
| 43   | 0,41  | 110           | 0,51         | 88            | 0,60         | 75            | 0,68         | 66            | 0,76         | 59            | 0,83         | 54            |
| 38   | 0,19  | 189           | 0,27         | 131           | 0,36         | 97            | 0,45         | 78            | 0,53         | 66            | 0,61         | 58            |
| 33   | 0,08  | 322           | 0,11         | 233           | 0,17         | 158           | 0,25         | 107           | 0,33         | 80            | 0,41         | 64            |
| 28   | 0,06  | 322           | 0,08         | 232           | 0,13         | 152           | 0,19         | 98            | 0,27         | 70            | 0,34         | 56            |

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. №подл.

| Изм.       | Кол-во | Лист      | № док. | Подпись          | Дата  |
|------------|--------|-----------|--------|------------------|-------|
|            |        |           |        |                  |       |
| Н. контр.  |        | Чернецов  |        | <i>Чернецов</i>  | 04.16 |
| ГИП        |        | Тетерев   |        | <i>Тетерев</i>   | 04.16 |
| Проверил   |        | Дорошенко |        | <i>Дорошенко</i> | 04.16 |
| Разработал |        | Касалкин  |        | <i>Касалкин</i>  | 04.16 |

16.001ТМ.024

Опора ПК10-2.  
Провод АС 50/8.  
Монтажная таблица.

| Страница                 | Лист | Листов |
|--------------------------|------|--------|
| Р                        |      | 1      |
| ООО «ПО «ЭЖБИ»<br>НИЛКЭС |      |        |