

# АЛТИК

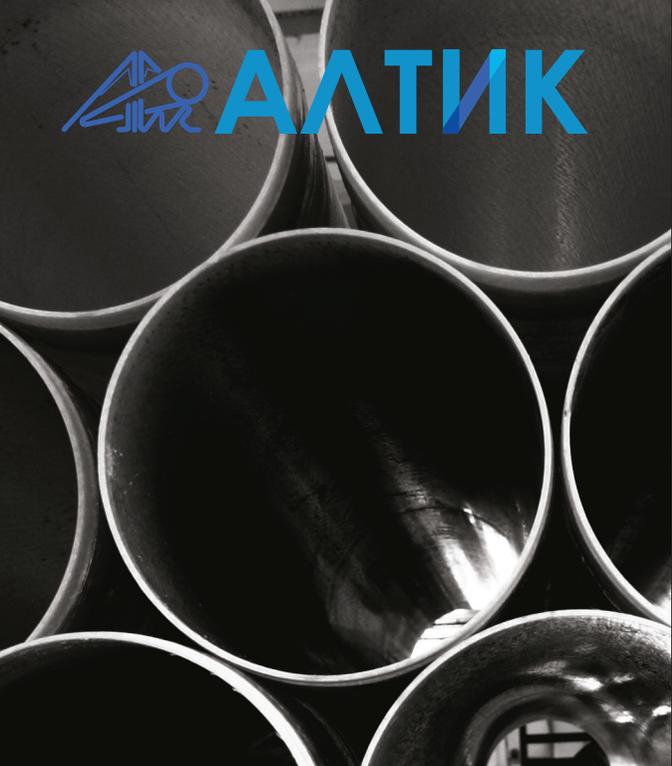


Научно-производственное  
предприятие

## Композитная облегченная быстровозводимая бесфундаментная опора для аварийно- восстановительных работ на высоковольтных линиях электропередач

Высокопрочные композиты -  
современная альтернатива стали!

- ▶ Савин И.И., к.т.н., зам. генерального директора по НИОКР
- ▶ Литвинов А.В. д.т.н., зам. генерального директора по подготовке производства  
внедрению инновационных продуктов



АО "НПП "Алтик" развивает технологию производства стеклопластиковых труб различного назначения методом косослойной продольно-поперечной намотки (КППН). По сравнению с другими технологиями производства КППН отличается следующими достоинствами:

- высокая плотность укладки армирующих волокон (массовая доля стекла до 80%);
- равномерная и минимальная толщина слоя связующего;
- высокая прочность в кольцевом направлении;
- возможность выполнения на концах резьб различного типа без разрушения армирующей структуры материала;
- надежное соединение стеклопластиковой трубы с металлическими законцовками;
- высокая производительность при намотке труб больших диаметров (свыше 300 мм) с большой толщиной стеки (свыше 10 мм).

Указанные достоинства делают метод КППН эффективным для производства легких и надежных трубчатых конструкций.

### Характеристики стеклопластика КППН

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	2000	Рабочая температура, С	-75..+105
Прочность, МПа			
Растяжение		Сжатие	
В кольцевом направлении	600...1000	В кольцевом направлении	300..500
В осевом направлении	200..350	В осевом направлении	150..300
Срез		Модуль упругости, ГПа	
Вдоль волокон	10..40	В кольцевом направлении	
Поперек волокон	150..250	В осевом направлении	



# КЛИЕНТЫ КОМПАНИИ



# География поставок





Созданы на основе задания АО «Газпром СтройТЭК Салават» на опоры для сооружения ВЛ в труднодоступной местности

### Специальные требования задания:

- масса опоры в сборе - не более 250 кг;
- секционная конструкция;
- габариты в транспортном положении - не более 5500x400 мм;
- возможность перевозки вертолетами и вездеходами;
- возможность монтажа легкой техникой без сооружения дорог;
- климатические нагрузки: V - VI районы по давлению ветра;
- климатические нагрузки: IV - V районы по толщине стенки гололеда;
- морозостойкость до  $-60^{\circ}\text{C}$ ;
- провод АС120/19 или СИП 3 1x120;
- тип изоляторов: штыревые или подвесные;
- возможность работы без заземления;
- безопасность для птиц;

Сочетание, физико-механических характеристик и высокой коррозионной стойкости опор из композитных материалов позволяет создавать высоконадежные и практически необслуживаемые воздушные линии электропередач в сложных климатических и географических условиях.

## Основные характеристики промежуточных опор



Тип опоры	Кол-во секций стойки	Полная длина опоры (м)	Высота от грунта до провода (м)	Высота опоры над грунтом (м)	Макс. изгибающий момент на уровне земли (кН*м) *	Масса (кг)
ПК-10-1-10,5-11-2	3	13,15	9,5	10,65	110/55	230
ПК-10-1-10,7-10-3	2	13,35	9,5	10,85	100/50	227
ПК-10-1-9,7-9-4	2	12,35	8,5	9,85	90/45	196
ПК-10-1-8,7-8-5	2	11,35	7,5	8,85	80/40	167
ПК-10-1-9,4-9,5-6И**	2	12,1	9,5	9,6	95/60	206
ПК-10-1-8,4-8,5-7И**	2	11,1	8,5	8,6	85/55	178
ПК-10-1-7,4-7,5-8И**	2	10,1	7,5	7,6	75/45	150

\* - в числителе значение для первой группы предельных состояний, в знаменателе - для второй

\*\* - для применения изолированных проводов СИП-3 (6/10 кВ), СИП-1, СИП-2 (ВЛ-0,4 кВ) и ВОЛС

## Основные характеристики анкерных, угловых и концевых опор

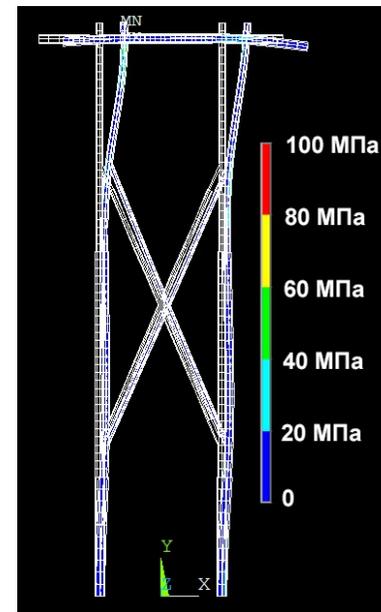
Тип опоры	Общее кол-во стоек/секций	Полная длина основной стойки опоры (м)	Высота от грунта до провода (м)	Высота опоры над грунтом (м)	Макс. изгибающий момент на уровне земли (кН*м)	Масса (кг)
2АК-10-1-12,3-25	2/4	11,6	8,8	10,2	250/150	440
2АКк-10-1-12,3-30	2/5	12,3	9,5	10,9	300/220	580
3АКу-10-1-12,3-30	3/6	11,6	8,8	10,2	300/220	1220



Опытная эксплуатация: Татарстан - с 2014 г., Иркутская обл. - с 2015 г, Новосибирская обл.,  
Забайкальский край - с 2016 г., Камчатка - с 2017 г., Алтайский край, Магаданская обл. - с 2018 г.,  
Ханты-Мансийский автономный округ - с 2020 г.



Монтаж с использованием одной машины МКМ-200



Конечно-элементная модель  
 Проверка прочностных и деформационных характеристик  
 Первая группа предельных состояний, нормальный гололедный режим,  
 Fвет=3x3562 Н, Fвес=3x8527 Н



Натурные испытания

Тип опоры	Конструкция	Общее кол-во стоек/секций	Полная длина основной стойки опоры (м)	Высота от грунта до траверсы (м)	Высота опоры над грунтом (м)	Макс. изгибающий момент на уровне земли (кН*м)	Масса (кг)
2ПК-35-1-13,5-18	П-образная	2/9	17,0	13,5	14,0	180/140	590
2ПКт-35-1-13,5-18	П-образная тросостоккой	2/11	18,5	13,5	15,5	180/140	660
3АК-35-1-12,7-30	А-образная с подкосом	3/11	18,0	12,7	13,8	300/200	900
4АКу(к)-1-12,7-45	Двойная А-образная	4/21	18,0	12,7	13,8	450/370	1350
4АКу(к)т-1-12,7-45	-//- с тросостойкой	4/23	18,0	12,7	15,2	450/370	1600

\* - в числителе значение для первой группы предельных состояний, в знаменателе - второй

## ВНУТРЕННИЕ ИСПЫТАНИЯ



Изгибающий момент - 150 кН\*м

## СЕРТИФИКАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ (2014 - 2015 годы)



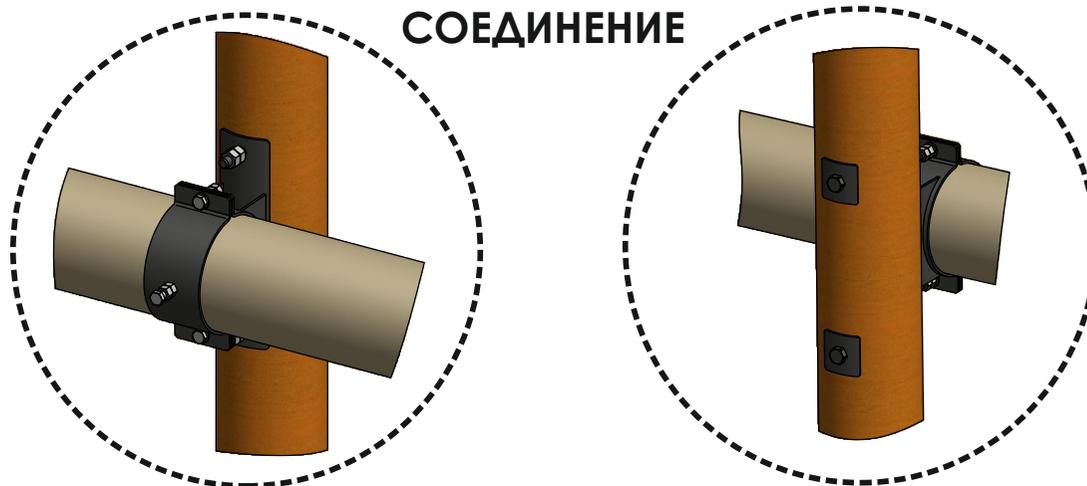
- В ходе первого этапа сертификационных испытаний прототип опоры подтвердил заявленные характеристики, продемонстрировав имеющийся запас в пределах 20 - 30%.
- Испытания проходили на полигоне ОАО «Фирма ОРГРЭС» в 2014 году.
- В ходе второго этапа сертификационных испытаний серийный образец опоры ПК-10-1 подтвердил свои заявленные характеристики. Сертификация проходила в ноябре 2015 года. Орган сертификации - ЗАО «ЭНСЕРТИКО».

# Траверса композитная горизонтальная (для ремонта деревянных опор)

## Композитные опоры



### СОЕДИНЕНИЕ

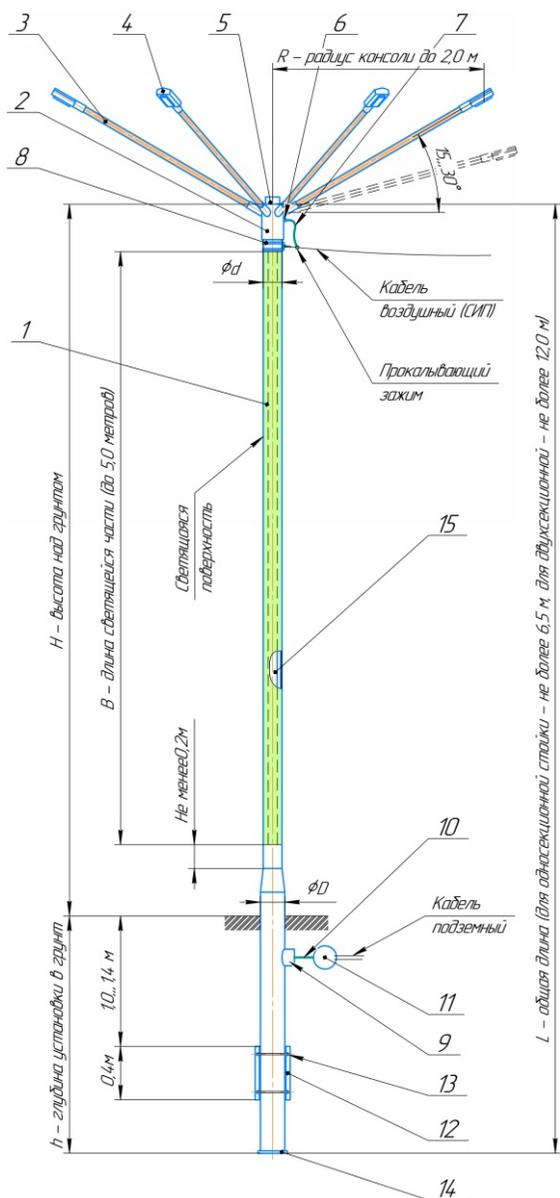


Траверса представляет собой цилиндрическую конструкцию, устанавливаемую горизонтально на П-образные опоры воздушных линий электропередач напряжением 35 - 110 кВ. Предназначена для крепления проводов линии электропередачи на расстоянии 4 м друг от друга (110кВ).

Данное исполнение позволяет выполнить замену пришедшей в негодность (сгнившей) деревянной траверсы без замены деревянных опор.

**Таблица 1 - Основные технические характеристики траверсы**

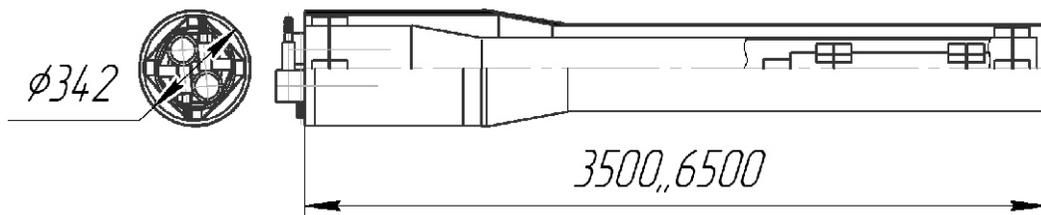
Тип траверсы	Кол-во секций	Длина (м)	Наружный диаметр (мм)	Климатическое исполнение	Максимальная расчетная нагрузка на места крепления фазных проводов (кг)	Масса (кг)
Траверса 110 кВ	2	8,5	213	УХЛ1	1300	105
Траверса 35 кВ	1	6,5	213	УХЛ1	1000	72



- 1 - Стойка полая (стеклопластик);
- 2 - оголовок (сталь);
- 3 - консоль светильника (сталь или стеклопластик);
- 4 - светильник светодиодный;
- 5 - вентиляционный колпак;
- 6 - верхний кабельный ввод;
- 7 - верхний кабель;
- 8 - подвеска СИП;
- 9 - нижний кабельный ввод;
- 10 - нижний кабель;
- 11 - подземная кабельная муфта;
- 12 - лапа противоповоротная;
- 13 - шпилька крепления лапы;
- 14 - опора донная;
- 15 - линейный светильник внутренней подсветки поверхности стойки.



Предельная компактность в транспортной упаковке по схеме «матрешка»



Опора с траверсой поставляется в сложенном виде: ветви траверсы 4 сняты и уложены внутрь стойки траверсы 3. Стойка траверсы 3 уложена внутрь центральной стойки 2. Центральная стойка 2 уложена внутрь нижней стойки 1. Габарит в сложенном состоянии не превышает 6,5 м.



Транспортная упаковка композитных опор

# Композитные опоры Сборка и монтаж

# Композитные опоры



## Бесфундаментные композитные опоры - прототипы

## Композитные опоры



### Решение RStandart (Канада)

Достоинства:

- симметричная конструкция,
- большие плечи устойчивости,
- не нужны пригрузки
- имеются аутригеры для приведения опоры в устойчивое положение

Недостатки:

- отсутствие нижней рамы
- сложность сборки и монтажа



### Решение «Феникс-88»- «Электромаш» (Россия)

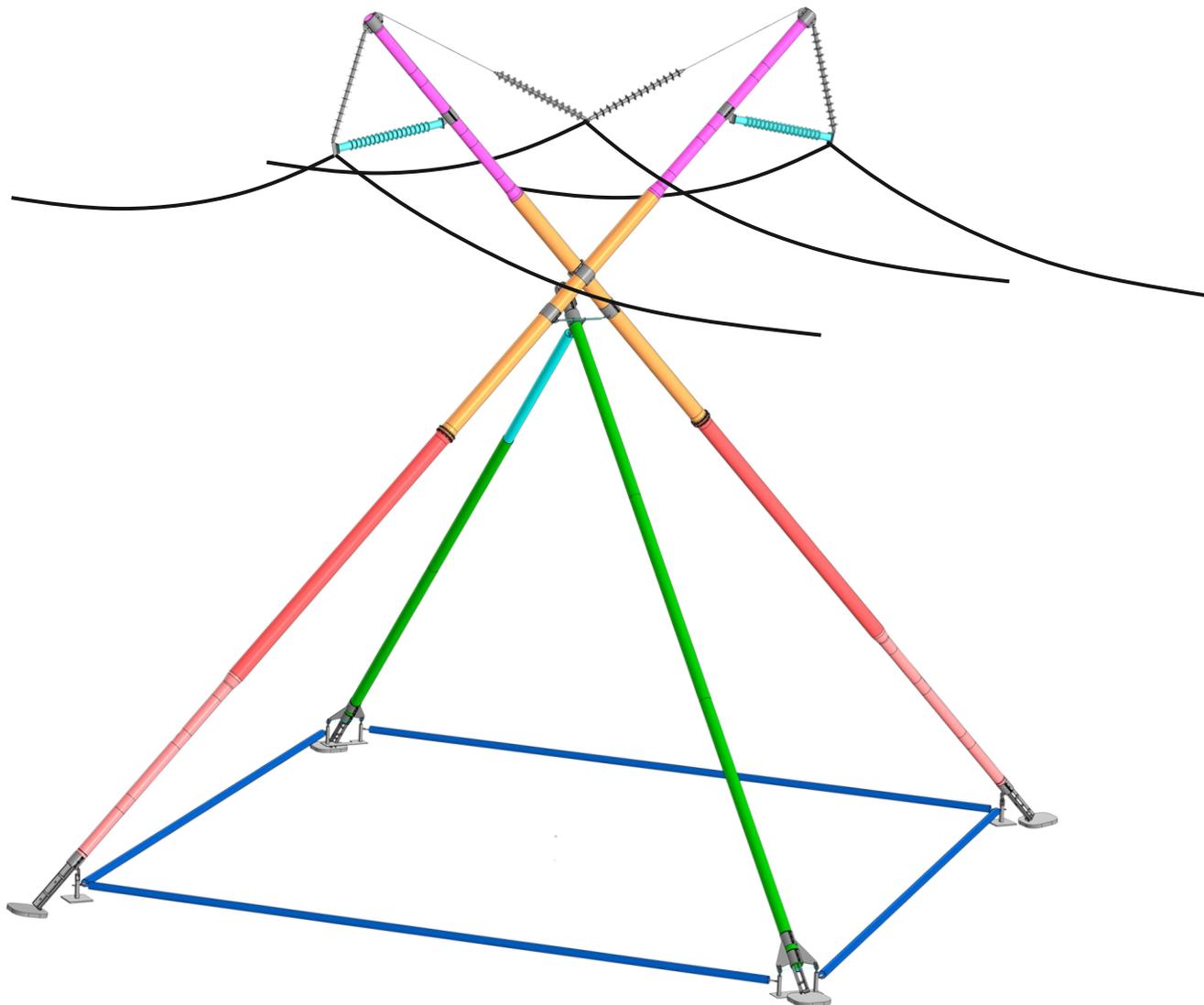
Достоинства:

- наличие нижней рамы,
- меньшее количество деталей
- меньшая масса
- меньшая сложность сборки и монтажа

Недостатки:

- несимметричная конструкция
- значительно меньшие плечи устойчивости
- нет аутригеров и других средств приведения в устойчивое положение
- требуются пригрузки

**Общие недостатки: класс напряжения до 110 кВ, требуется тягач для подъема 12**



## Опора 4ПКБФ-220-1

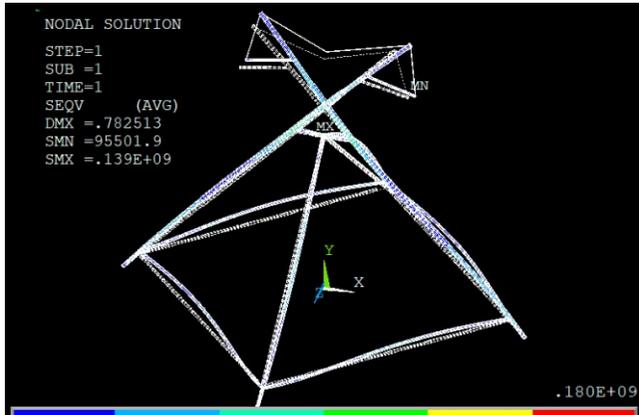


### Особенности:

- симметричная конструкция
- максимально возможные плечи устойчивости
- возможность подъема без внешних тяговых средств (самоподъем)
- наличие аутригеров

# Бесфундаментная опора «Алтик» - прочность и устойчивость

# Композитные опоры



Ожидаемые нагрузки:

Нагрузки от проводов:

- Габаритный пролет - 200 м
- Тип провода - АС400/51
- Весовой и ветровой пролеты - 240 м
- Весовая нагрузка без гололеда - 3,5 кН (350 кгс)
- Расчетная весовая нагрузка без гололеда - 4,5 кН (I гр. п.с.)
- Расчетная весовая нагрузка с гололедом - 22 кН (I гр. п.с.)
- Расчетная ветровая нагрузка без гололеда - 6,4 кН
- Расчетная ветровая нагрузка с гололедом - 4,2 кН
- Проекция тяжения при выносе опоры из створа ВЛ - 2,2 кН

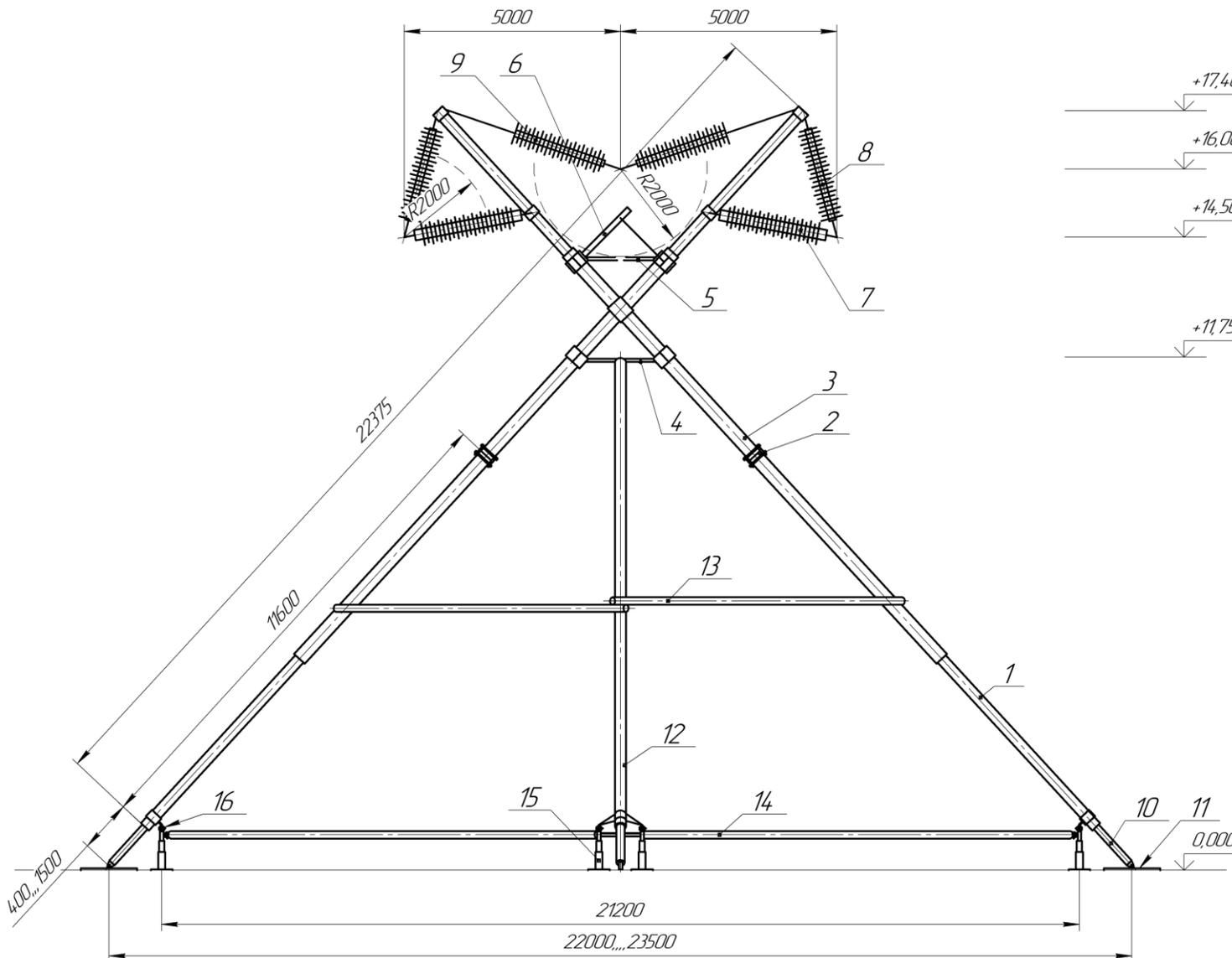
Нагрузки на саму опору:

- Сила давления ветра - 4,0 кН
- Вес надземных конструкций - 24 кН (2,4 т)

Критерий отказа	Наиболее опасный режим	Усугубляющие особенности известных конструкций	Внедренные конструктивные решения	Созданный запас
Опрокидывание	Макс. ветер без гололеда, вынос опоры из створа ВЛ в направлении «на преимущественный ветер»	Смещение бокового провода на гибком подвесе (Феникс)	Применение жесткой подвески проводов с опорным изолятором	Не менее 1,15 без применения пригрузов
		Невыгодное расположение ребра опрокидывания (Феникс)	Применение симметричной четырехстоечной конструкции	
		Отсутствие жесткой связи между выносными стойками (RStandard)	Наличие жестких связей между стойками на уровне грунта	
Потеря устойчивости напряженно деформированных пролетов	Макс. гололед с ветром	Наклонное расположение плоскости системы стоек (Феникс)	Установка плоскости системы X-образно соединенных стоек вертикально	Не менее 1,6 по потере устойчивости наиболее нагруженного элемента - нижней части стойки, расположенной с подветренной стороны без использования пояса жестких связей
		Перегруженность конструкции реакциями невыгодно расположенных гибких подвесов	Применение жесткой подвески проводов с опорным изолятором	
		Недостаточный размер элементов, рассчитанных на меньший класс нагрузок (RStandard)	Выбор соответствующих размеров элементов	Не менее 2,2 при наличии пояса жестких связей
		Отсутствие жесткой связи между выносными стойками (RStandard)	Применение жестких связей на высоте 5-7 м над уровнем грунта	

# Бесфундаментная опора «Алтик» - размеры и характеристики

## Композитные опоры



Класс напряжения, кВ - 220  
 Район по давлению ветра - V  
 Район по толщине стенки гололеда - IV  
 Габаритный пролет, м - 200  
 Тип провода - АС 400/51  
 Допустимый вынос из створа ВЛ, м - 26  
 Межфазное расстояние, м - 5,0 или 5,5  
 Высота подвеса провода, м - 14,5  
 Расстояние между опорными точками (по диагоналям основания), м - 22...23,5  
 Плечо устойчивости, м - 8,4  
 Площадь опорных плит, кв.м - 1,5 .. 3,0  
 Масса смонтированной опоры, т ... 2,4  
 Масса брутто (в контейнере), т ... 2,9  
 Размеры контейнера, м .... 11,85x1,8x1,4

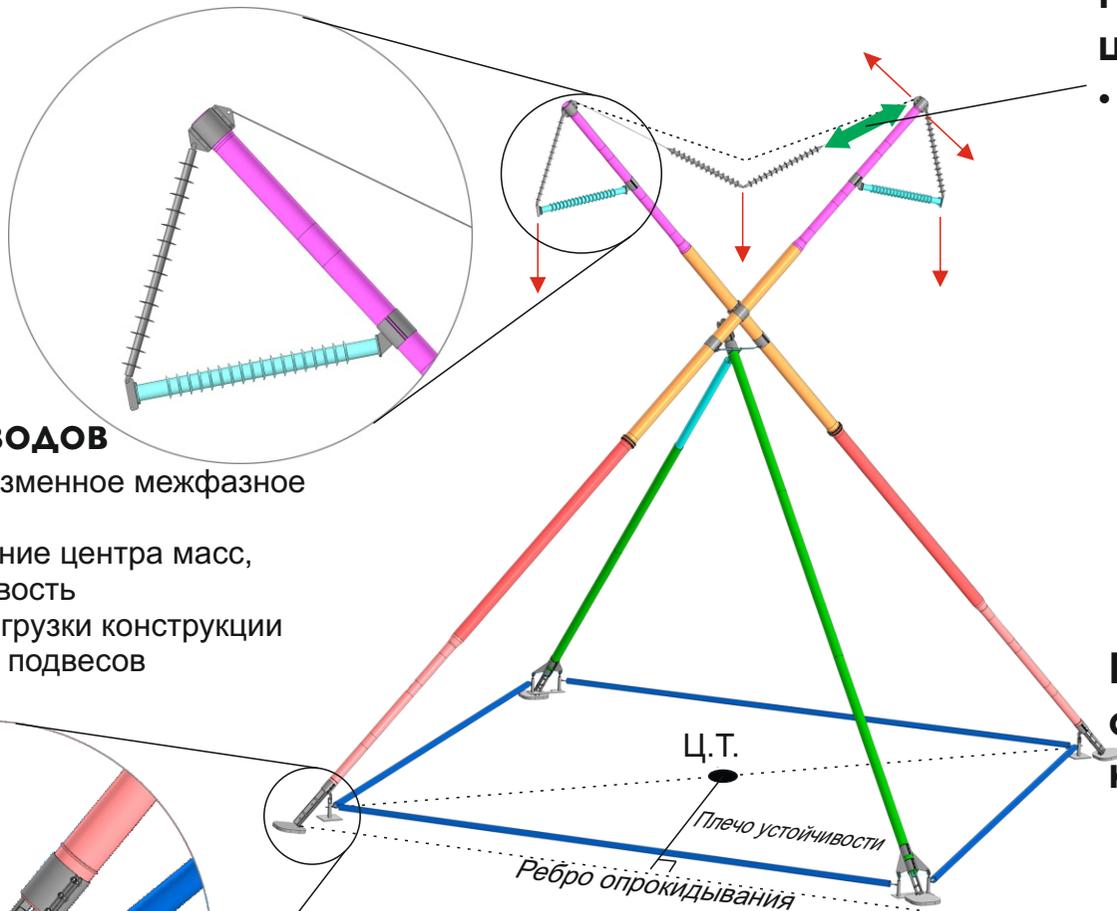
1 - нижняя полустойка, 2 - узел соединения,  
 3 - верхняя полустойка, 4 - нижний мостик,  
 5 - верхний мостик, 6 - подъемно-опускная  
 монтажная лестница, 7 - изолятор ОСК-8-220,  
 8,9 изоляторы ЛК-160/220,  
 10 - аутригер, 11 - опорная плита  
 12, подкос, 13 - пояс жестких связей  
 14 - нижняя рама  
 15 - монтажные подставки регулируемой высоты

# Бесфундаментная опора «Алтик» - некоторые особенности

# Композитные опоры

## Жесткая подвеска боковых проводов

- обеспечивает неизменное межфазное расстояние
- исключает смещение центра масс, повышая устойчивость
- не вызывает перегрузки конструкции реакциями гибких подвесов

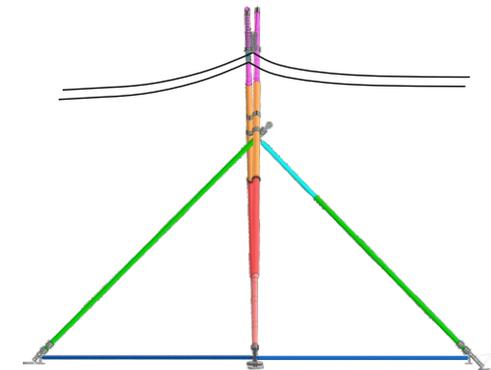


## Аутригер

- повышает устойчивость
- разгружает монтажные шарниры
- адаптирует к рельефу местности

## Гибкая регулируемая подвеска центрального провода

- позволяет разгрузить стойки от изгибающих сил, вызванных весом проводов

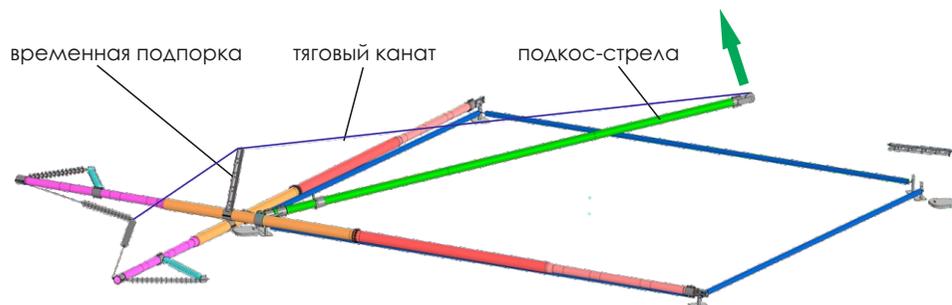


## Вертикальное расположение системы стоек, четырехточечная конфигурация

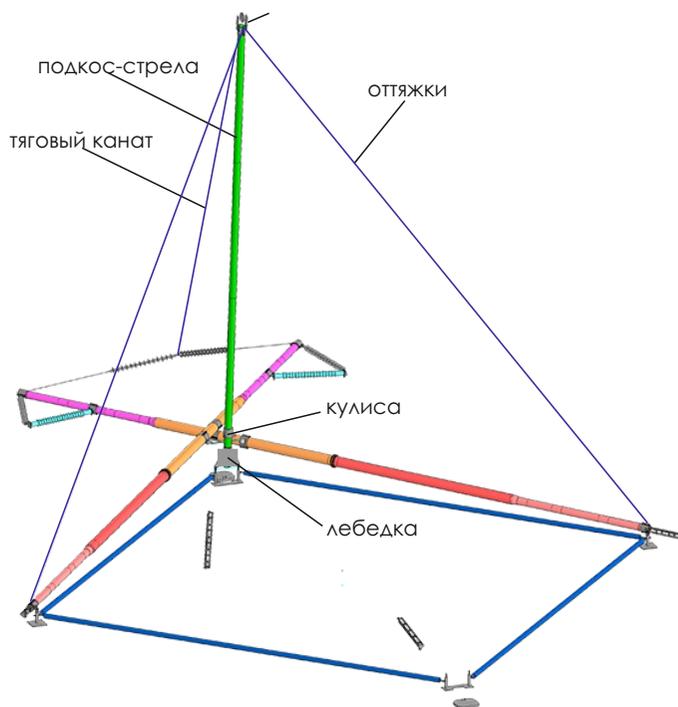
- позволяет разгрузить стойки от изгибающих сил, вызванных весом проводов
- обеспечивает максимально возможное плечо устойчивости
- обеспечивает устойчивость при несбалансированном тяжении проводов
- в смежных пролетах

# Бесфундаментная опора «Алтик» - возможность самоподъема

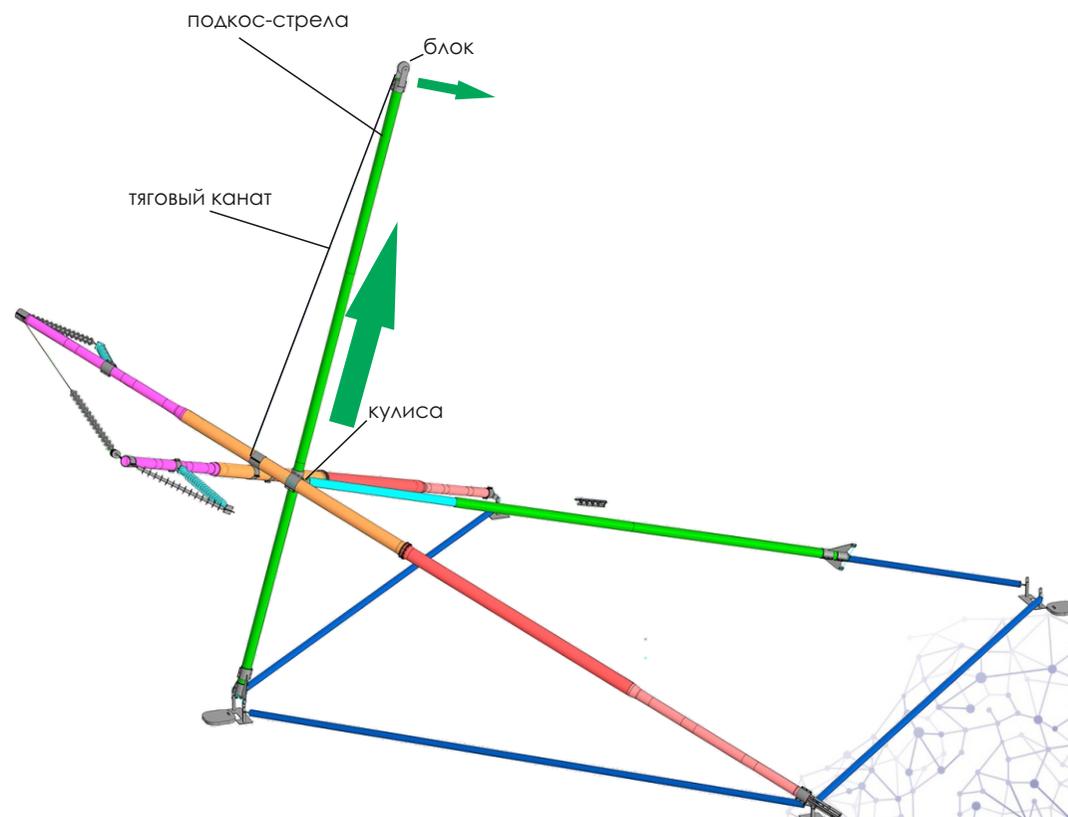
## Композитные опоры



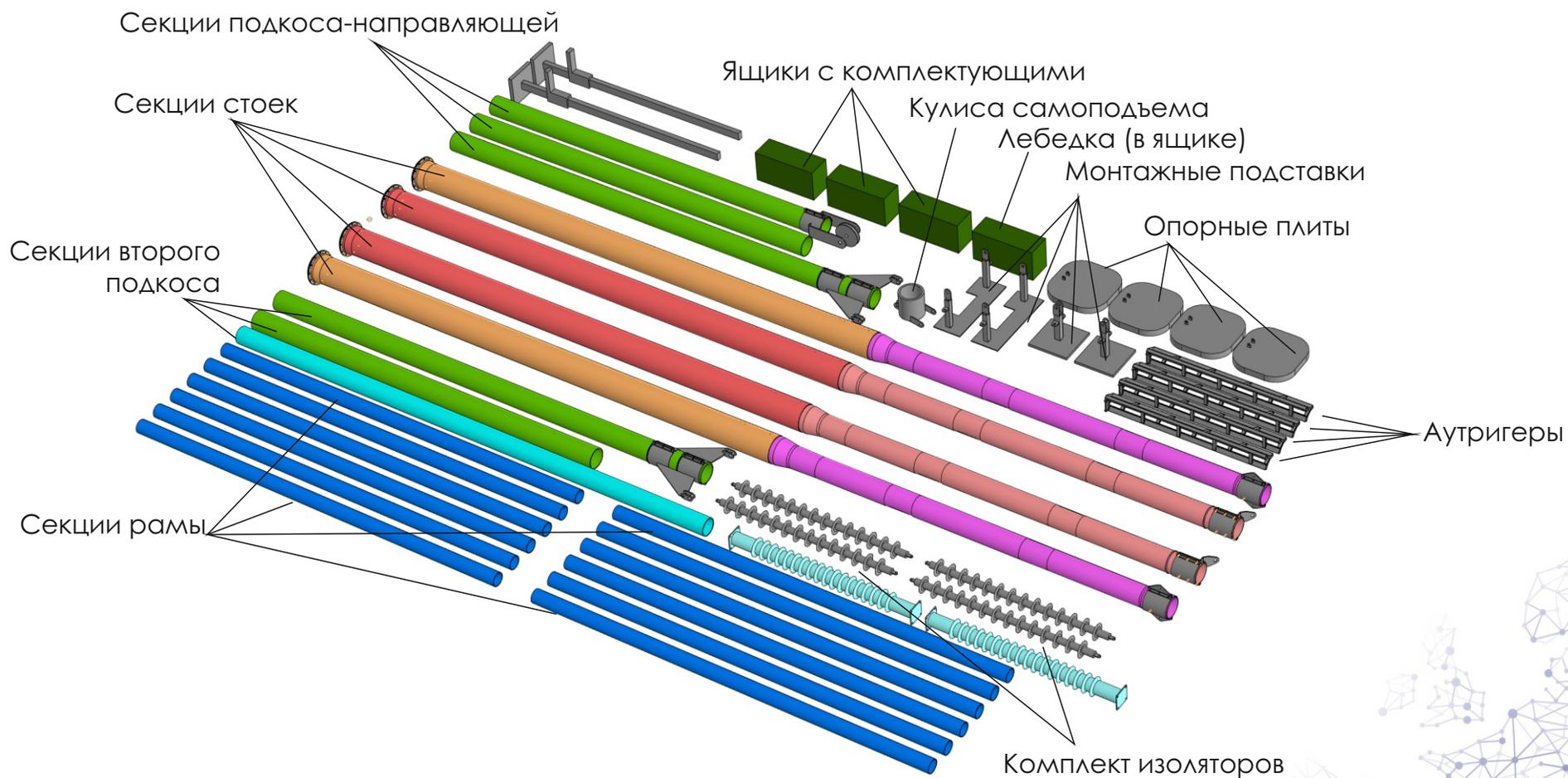
Этап 1 - подъем подкоса с грунта



Этап 2 - приподъем стоек с грунта, установка кулисы



Этап 3 - подъем системы стоек в рабочее положение (подкос удерживается кулисой)





СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ

# АЛТИК



Научно-производственное  
предприятие

659316, г. Бийск Алтайского края,  
пер. Николая Липового, 9а

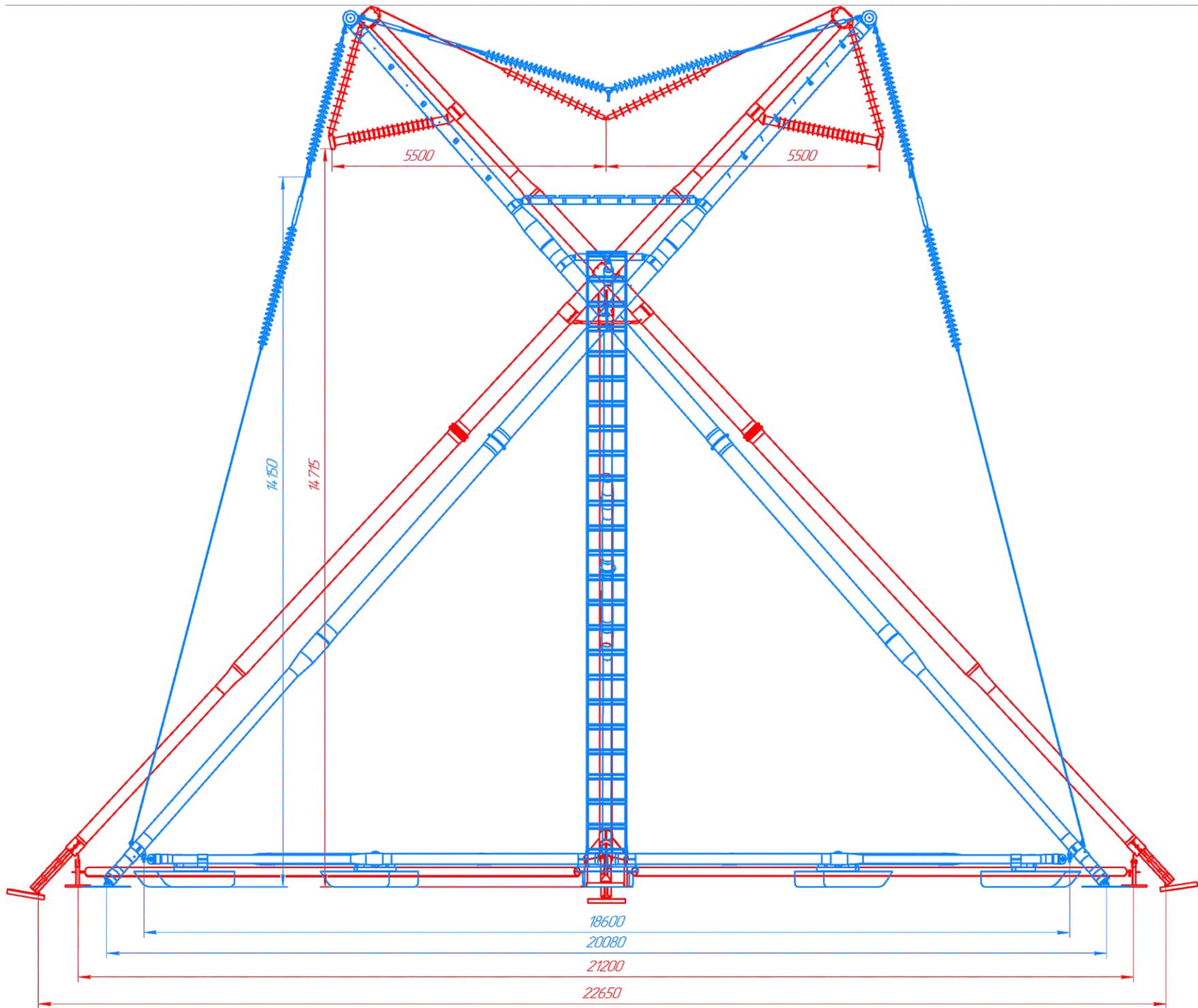
+7 (3854)448-222

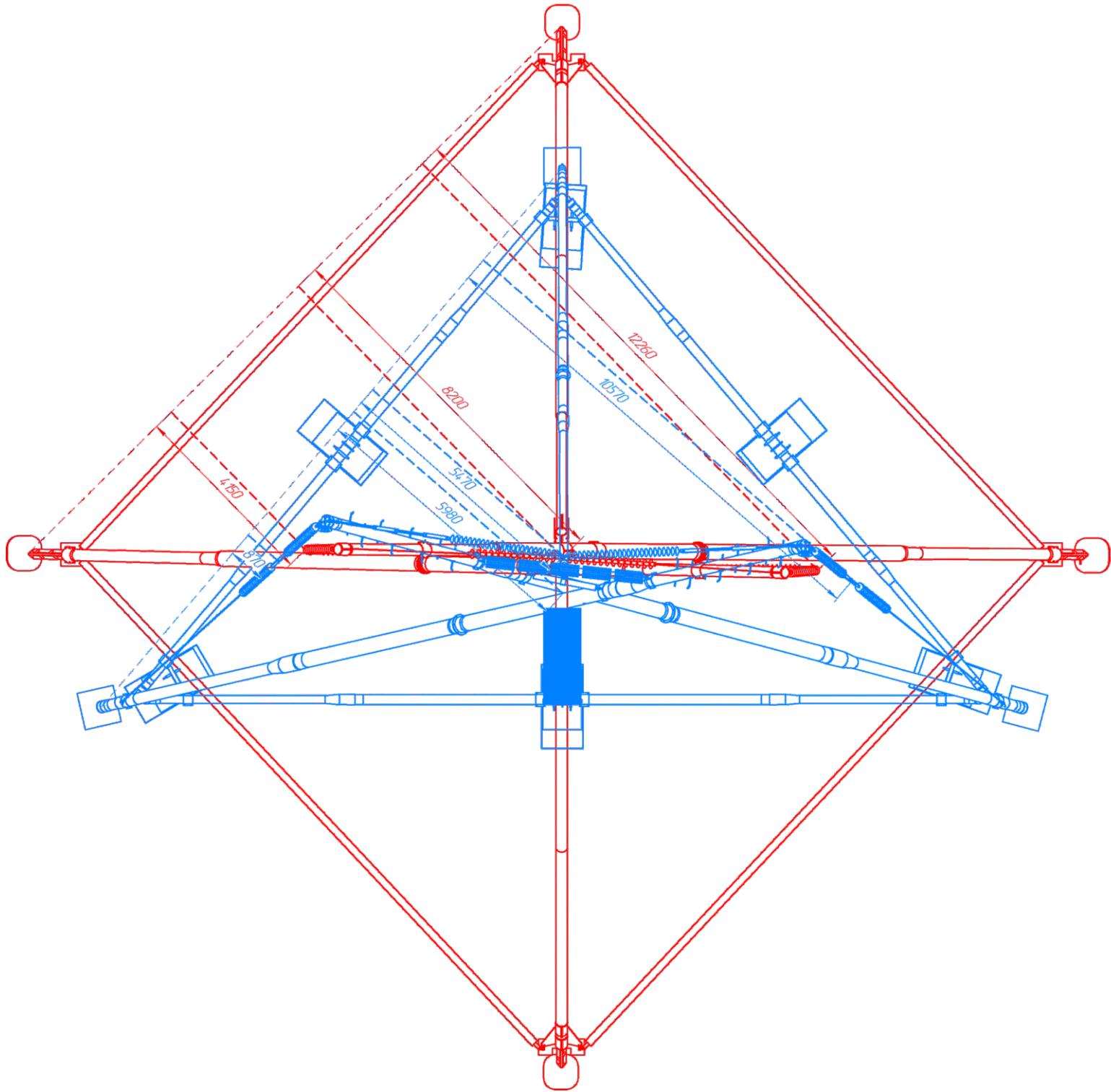
+7 (3854)448-229

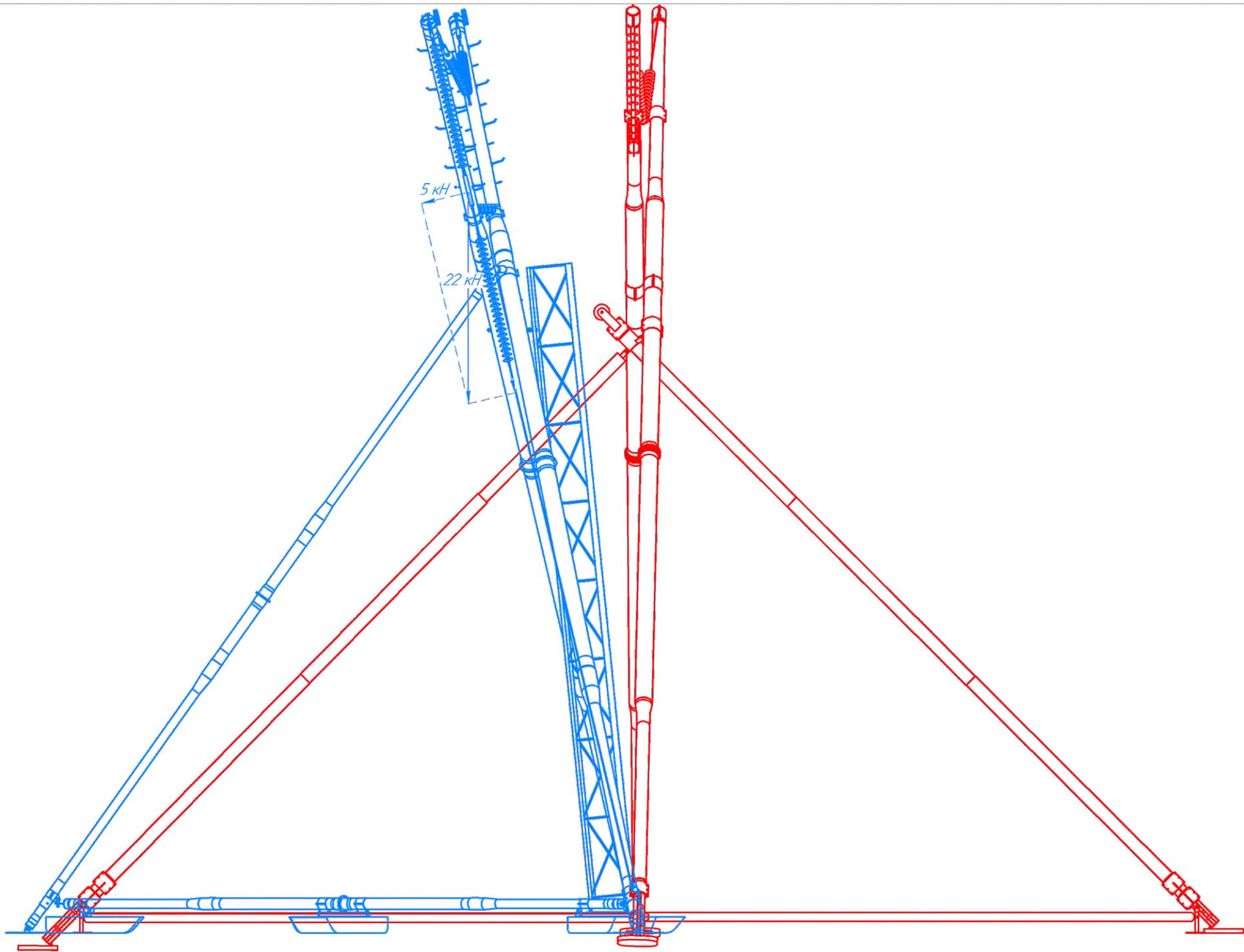
[market@altik.su](mailto:market@altik.su)

[www.altik.su](http://www.altik.su)

# **МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ДИСКУССИИ**







Вес провода  $G_{пр}=3508 \text{ Н}$   
 Сила давления ветра на провод  $F_{пр}=6282 \text{ Н}$

Режим 2

Провода без гололеда, не оборваны, ветер  $1000 \text{ Па}$

Напряжение гибких подвесов:

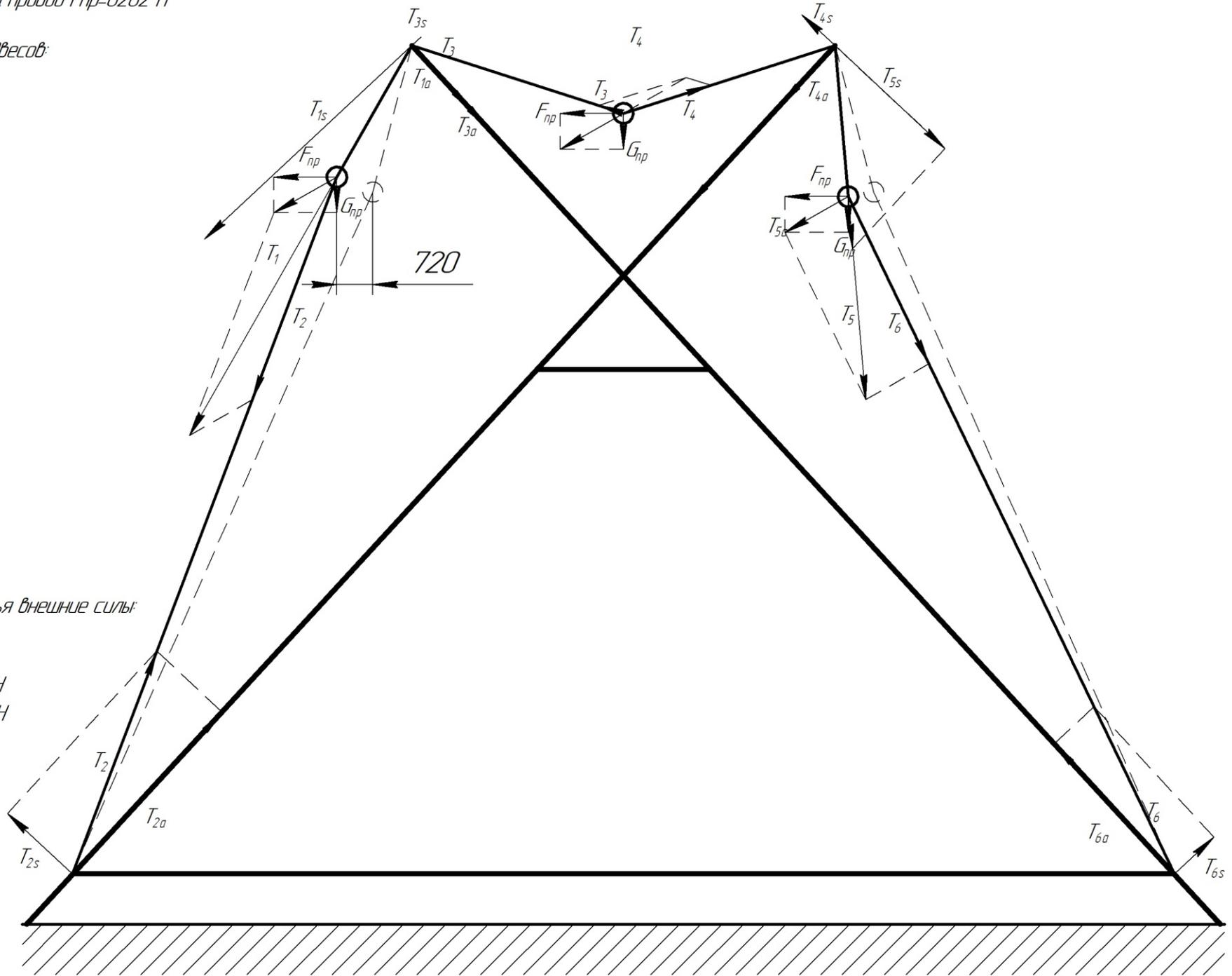
$T_1=29800 \text{ Н}$   
 $T_2=23610 \text{ Н}$   
 $T_3=2570 \text{ Н}$   
 $T_4=9165 \text{ Н}$   
 $T_5=20180 \text{ Н}$   
 $T_6=18420 \text{ Н}$

Проекция натяжения:

$T_{1s}=28200 \text{ Н}$   
 $T_{2s}=8800 \text{ Н}$   
 $T_{3s}=1265 \text{ Н}$   
 $T_{4s}=4520 \text{ Н}$   
 $T_{5s}=14960 \text{ Н}$   
 $T_{6s}=5535 \text{ Н}$   
 $T_{1a}=8775 \text{ Н}$   
 $T_{2a}=21905 \text{ Н}$   
 $T_{3a}=2235 \text{ Н}$   
 $T_{4a}=5285 \text{ Н}$   
 $T_{5a}=7975 \text{ Н}$   
 $T_{6a}=17605 \text{ Н}$

Действующие на звенья внешние силы:

$S_1=T_{1s}-T_{3s}=26935 \text{ Н}$   
 $S_2=T_{5s}-T_{4s}=10440 \text{ Н}$   
 $A_1=T_{1a}+T_{6a}+T_{3a}=28615 \text{ Н}$   
 $A_2=T_{4a}+T_{5a}+T_{2a}=35165 \text{ Н}$



Вес провода  $G_{np}=3508 \text{ Н}$   
 Сила давления ветра на провод  $F_{np}=6282 \text{ Н}$

Напряжение гибких подвесов:

$T_1=2575 \text{ Н}$   
 $T_3=2570 \text{ Н}$   
 $T_4=9165 \text{ Н}$   
 $T_5=5160 \text{ Н}$

Силы в опорных изоляторах

$N_2=6285 \text{ Н}$   
 $N_6=5515 \text{ Н}$

Проекции сил:

$T_{1s} = 2180 \text{ Н}$   
 $N_{2s} = 5410 \text{ Н}$   
 $T_{3s} = 1265 \text{ Н}$   
 $T_{4s} = 4520 \text{ Н}$   
 $T_{5s} = 4370 \text{ Н}$   
 $N_{6s} = 5235 \text{ Н}$   
 $T_{1a} = 1370 \text{ Н}$   
 $N_{2a} = 3400 \text{ Н}$   
 $T_{3a} = 2235 \text{ Н}$   
 $T_{4a} = 5285 \text{ Н}$   
 $T_{5a} = 2750 \text{ Н}$   
 $N_{6a} = 3250 \text{ Н}$

Действующие на звенья внешние силы:

$S_1 = T_{1s} - T_{3s} = 915 \text{ Н}$   
 $S_2 = T_{5s} - T_{4s} = 150 \text{ Н}$   
 $N_{2s} = 5410 \text{ Н}$   
 $N_{6s} = 5235 \text{ Н}$   
 $A_1 = T_{1a} + T_{3a} = 45 \text{ Н}$   
 $A_2 = T_{4a} + T_{5a} = 11258 \text{ Н}$

Режим 2

Провода без гололеда, не оборваны, ветер 1000 Па

