

АЛТИК



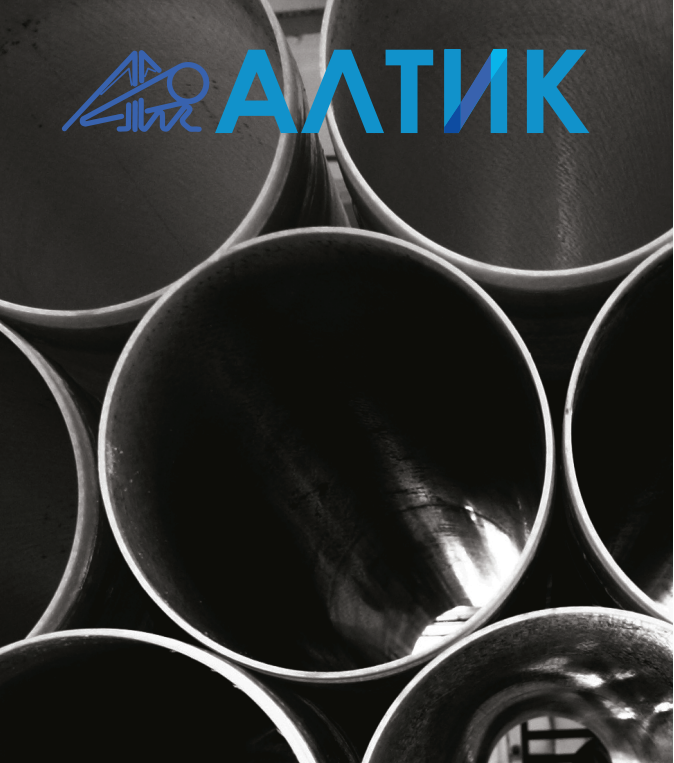
Научно-производственное
предприятие



Техническая реализация бесфундаментной быстровозводимой композитной опоры ВЛ 220 кВ для аварийно-восстановительных работ

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).

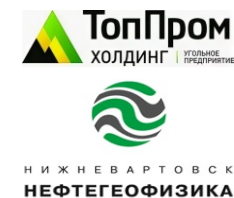
Указанные достоинства делают метод КППН эффективным для производства легких и надежных трубчатых конструкций.

Характеристики стеклопластика КППН

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Плотность, кг/м ³	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	30..40
Поперек волокон	150..250	В осевом направлении	30..32



КЛИЕНТЫ КОМПАНИИ



География поставок



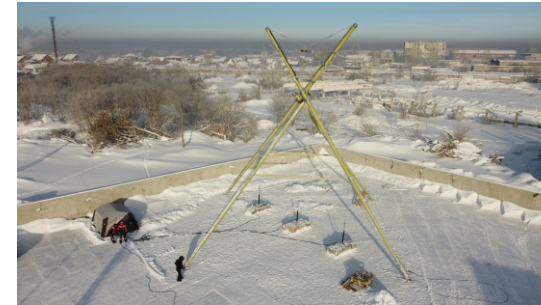
ХРОНОЛОГИЯ ОКР

Предварительный запрос о возможности создания опоры

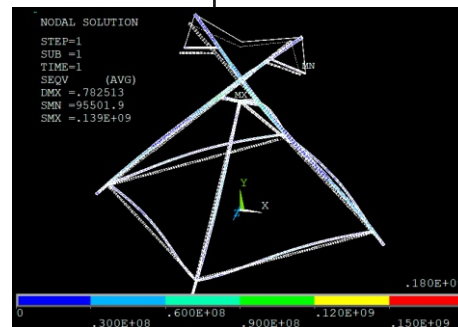
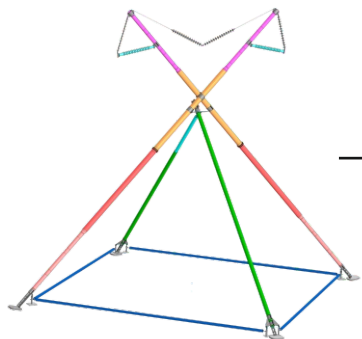
Предварительное тех. задание

Получен патент

Демонстрация, испытания, предложения от заказчика по усовершенствованию



Концептуальное решение Заявка на изобретение



Расчеты и техпроект



Опытный образец



Предсерийный образец

ПРОТОТИПЫ

КАНАДСКОЕ РЕШЕНИЕ



Композит

Опора RStandart

Достоинства:

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

Недостатки:

- большое количество и номенклатура деталей
- сложность сборки и монтажа
- затрудненный демонтаж и, особенно, разборка секций

Канада - недружественная страна, ограничительные меры затрудняют поставки

РУССКОЕ РЕШЕНИЕ



Металл

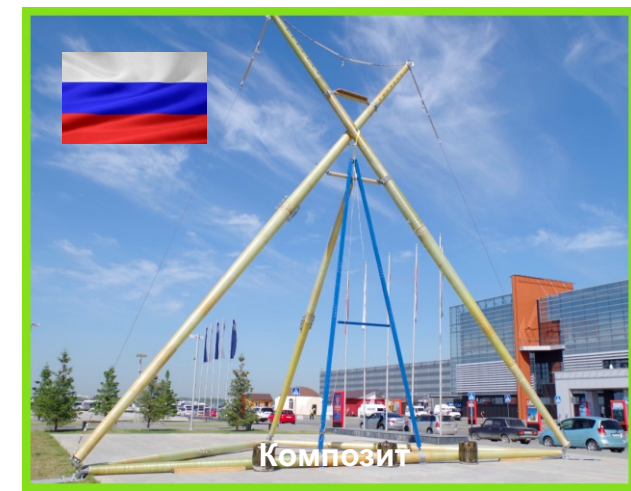
Опора конструкции Сенькина Н.А.

Достоинства:

- небольшое количество и номенклатура деталей;
- несложный процесс сборки и разборки;
- требуется меньше места для установки;
- полностью российская разработка, независимость от недружественных стран

Недостатки:

- меньшая площадь опорного контура;
- хуже устойчивость - требуются пригрузки;
- несимметричная конструкция, плоскость стоек стоит под наклоном;
- нет аутригеров - требуется выравнивание площадки



Композит

Развитие идеи от «Феникс-88» - «Электромаш»

Общие недостатки: класс напряжения до 110 кВ, требуется тягач для подъема 5

ТРЕБОВАНИЯ ЗАКАЗЧИКА

Общие требования:

- Класс напряжения - 220 кВ
- Провод - АС400/51
- Расчетный пролет - 250 м
- Район по давлению ветра - V
- Район по толщине стенки гололеда - V
- Температура эксплуатации - до минус 60 С

Особые требования:

- Сборка и монтаж без применения спецтехники
- Доступность для сборки и монтажа бригадой из 6 человек
- Возможность установке в местах с перепадом высот 2,5 м
- Возможность установки на слабых и пучинистых грунтах
- Устойчивость без применения заглубленных фундаментов и пригрузов
- Безопасное и удобное выполнение работ на высоте с возможностью отдыха монтажников-высотников без спуска вниз

Требования транспортабельности:

- Доставка к заказчику водным или воздушным транспортом
- Доставка комплекта опоры к месту проведения работ вездеходом с небольшим кузовом и грузоподъемностью 2,5 т.
- Возможность доставки комплекта в грузовой кабине вертолета Ми-8МТ.
- Возможность поэлементного перемещения частей опоры от места возможной посадки вертолета к месту возведения силами 4 человек.

Известные решения этим требованиям не удовлетворяют.

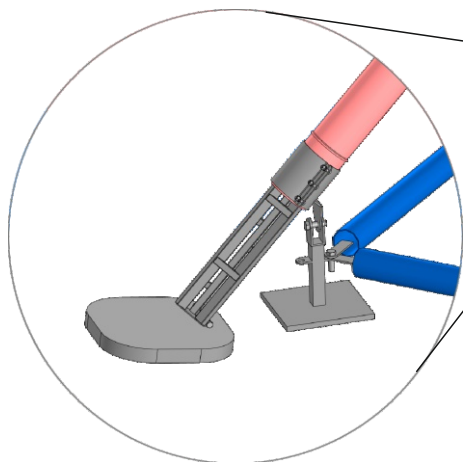
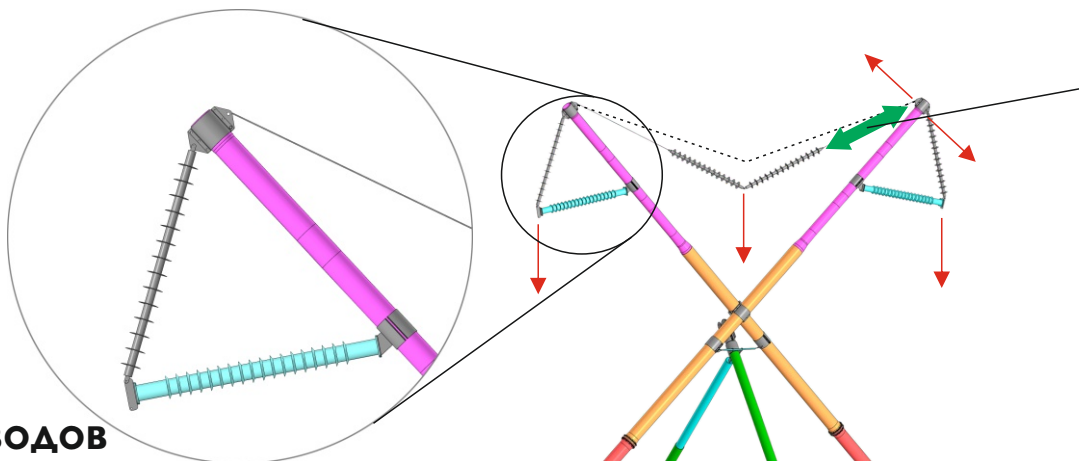
Требуются новые идеи и их техническая реализация



НОВЫЕ РЕШЕНИЯ - ГЕОМЕТРИЯ

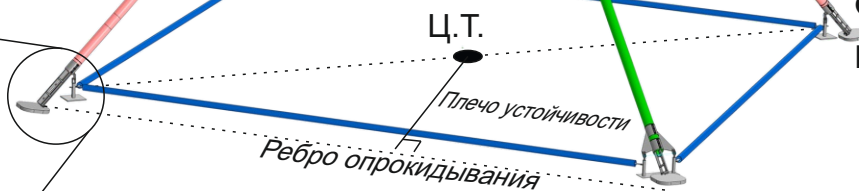
Жесткая подвеска боковых проводов

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



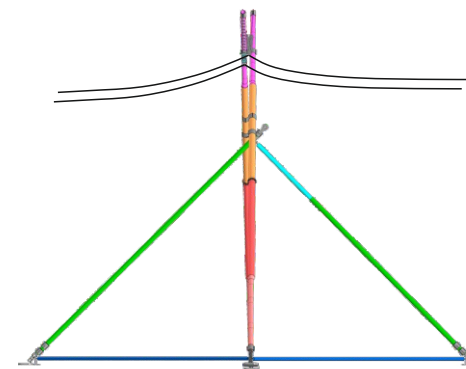
Аутригер

- повышает устойчивость
- адаптирует к рельефу местности



Гибкая регулируемая подвеска центрального провода

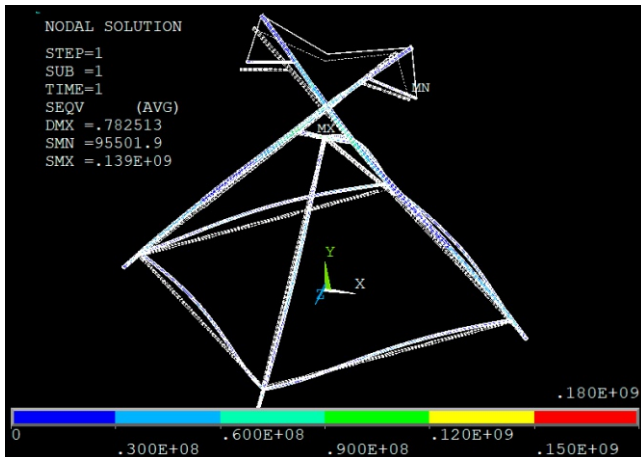
- позволяет разгрузить стойки от изгибающих сил, вызванных весом проводов



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

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ - ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ



Ожидаемые нагрузки:

Нагрузки от проводов:

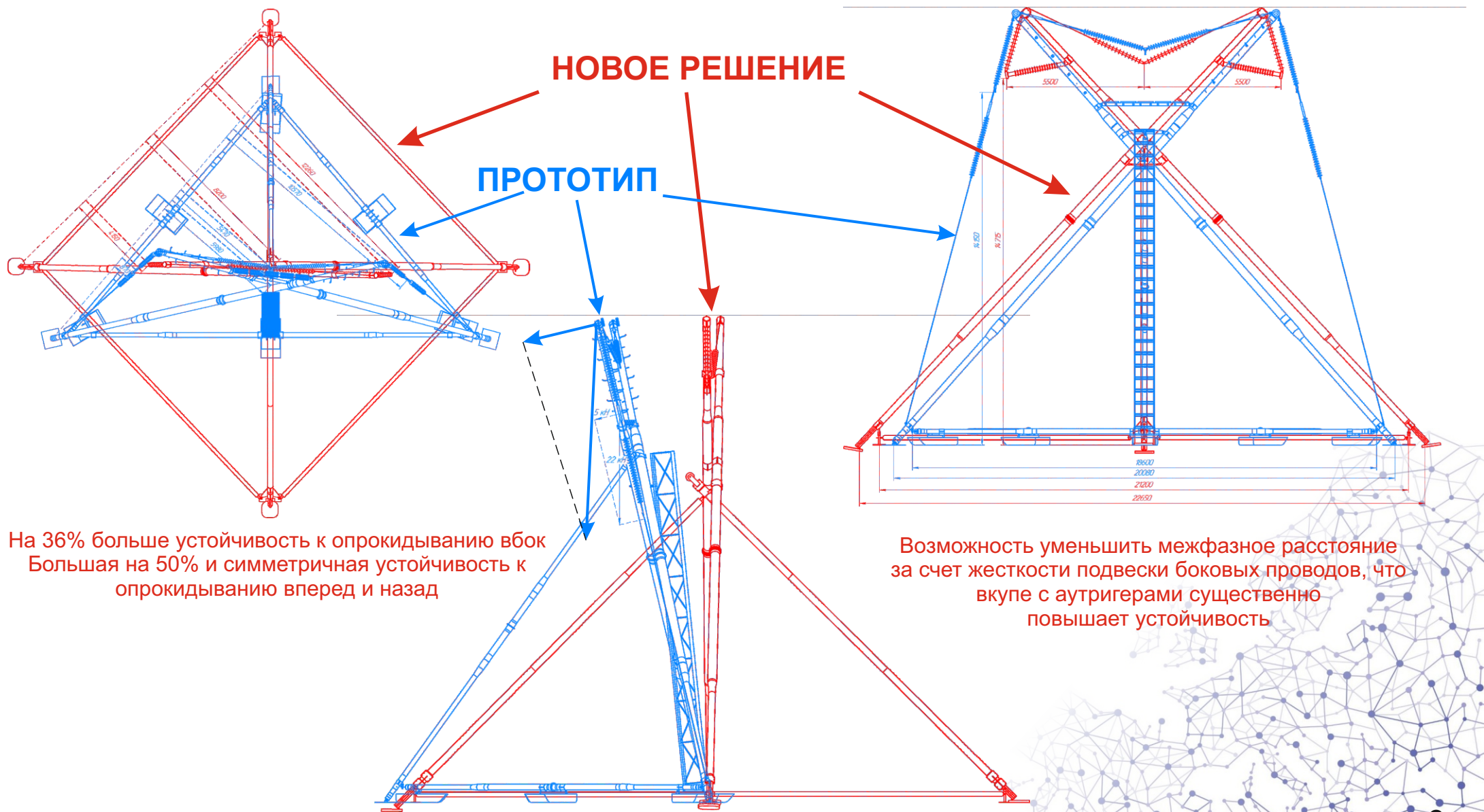
- Габаритный пролет - 200 м
- Тип провода - АС400/51
- Весовой и ветровой пролеты - 240 м
- Весовая нагрузка без гололеда - 3,5 кН (350 кгс)
- Расчетная весовая нагрузка без гололеда - 4,5 кН (I гр. п.с.)
- Расчетная весовая нагрузка с гололедом - 22 кН (I гр. п.с.)
- Расчетная ветровая нагрузка без 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:

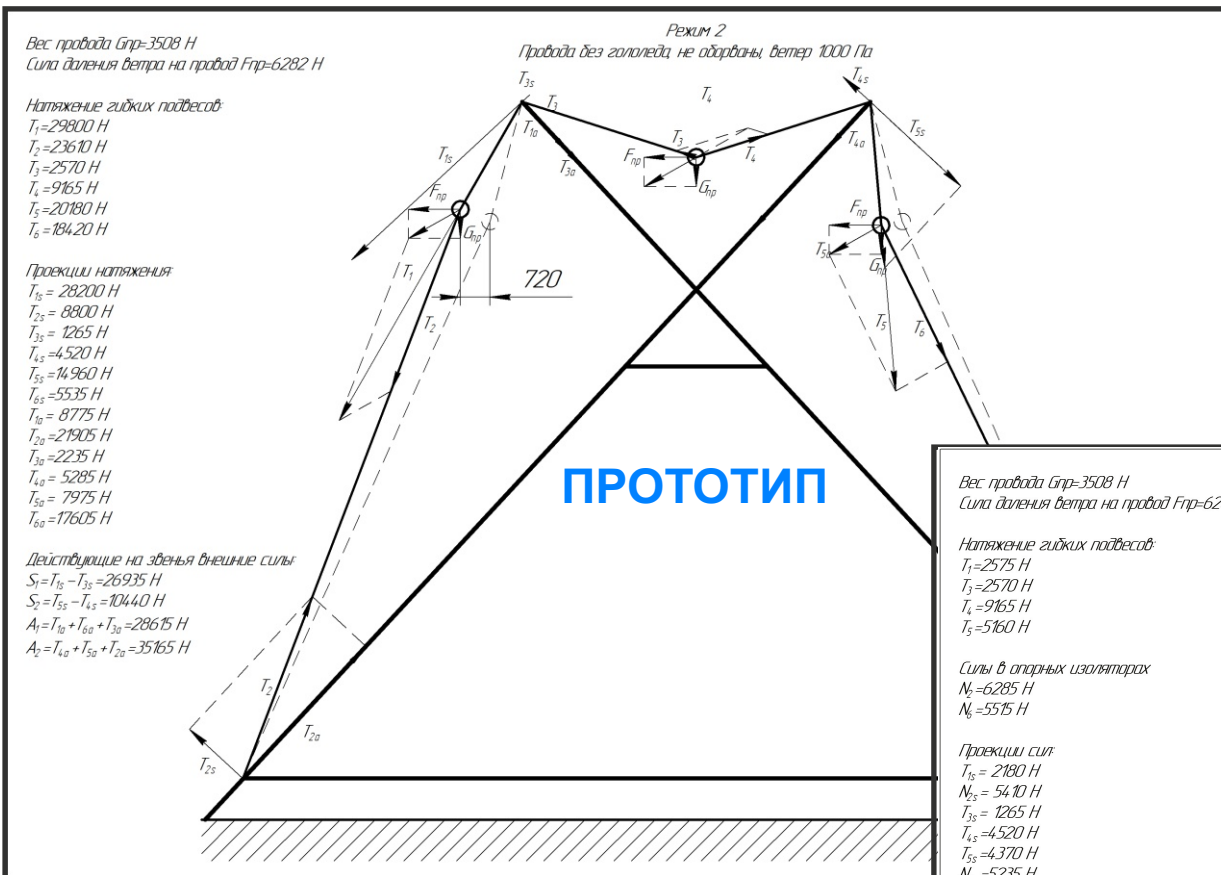
- Сила давления ветра - 4,0 кН
- Вес надземных конструкций - не менее 24 кН (2,4 т)

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 (RStandart)	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 (RStandart)	Выбор соответствующих размеров элементов	Не менее 2,2 при наличии пояса жестких связей
		Отсутствие жесткой связи между выносными стойками (RStandart)	Применение жестких связей на высоте 5-7 м над уровнем грунта	

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ - ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ



НОВЫЕ РЕШЕНИЯ - ПРОЧНОСТЬ И УСТОЙЧИВОСТЬ



НЕДОСТАТКИ ПРОТОТИПА:

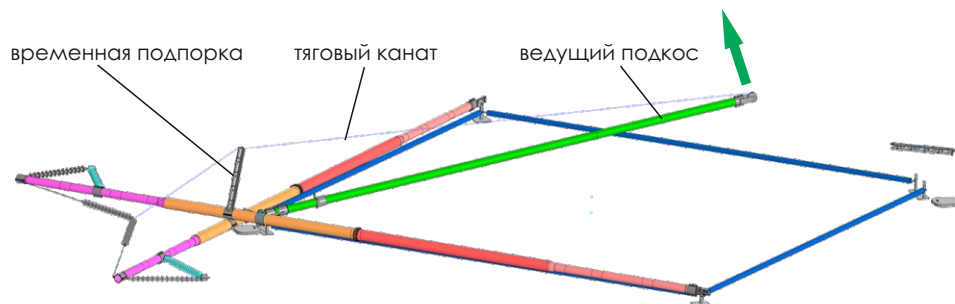
1. Смещение бокового провода и, как следствие, приведенного центра тяжести
2. Возникновение паразитных сил реакции, в 3-5 раз повышающих нагрузки на стойки



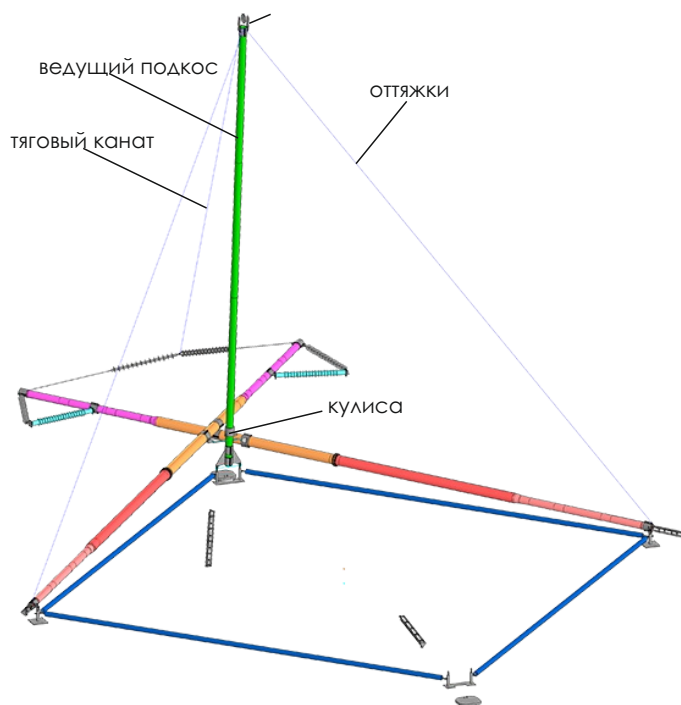
ПРЕИМУЩЕСТВО НОВОГО РЕШЕНИЯ:

1. Неизменное положение центра тяжести
2. Отсутствие паразитных сил реакции

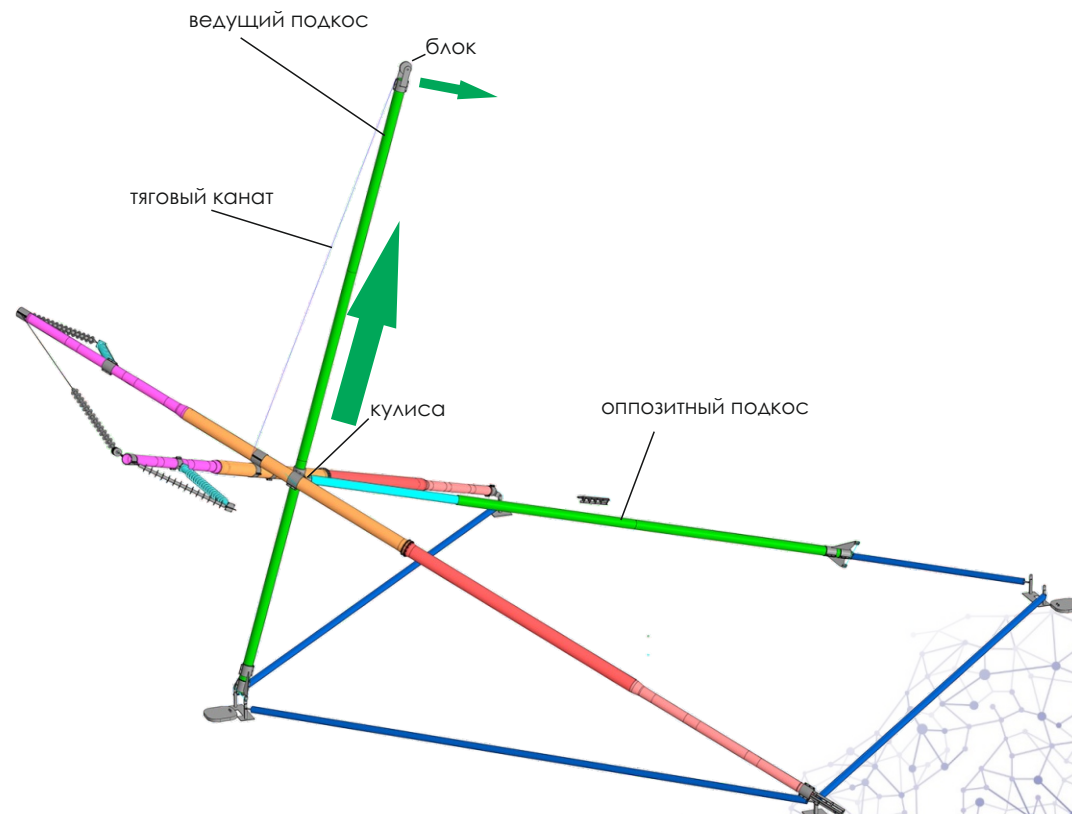
НОВЫЕ РЕШЕНИЯ - САМОПОДЪЕМ



Этап 1 - подъем ведущего подкоса с грунта



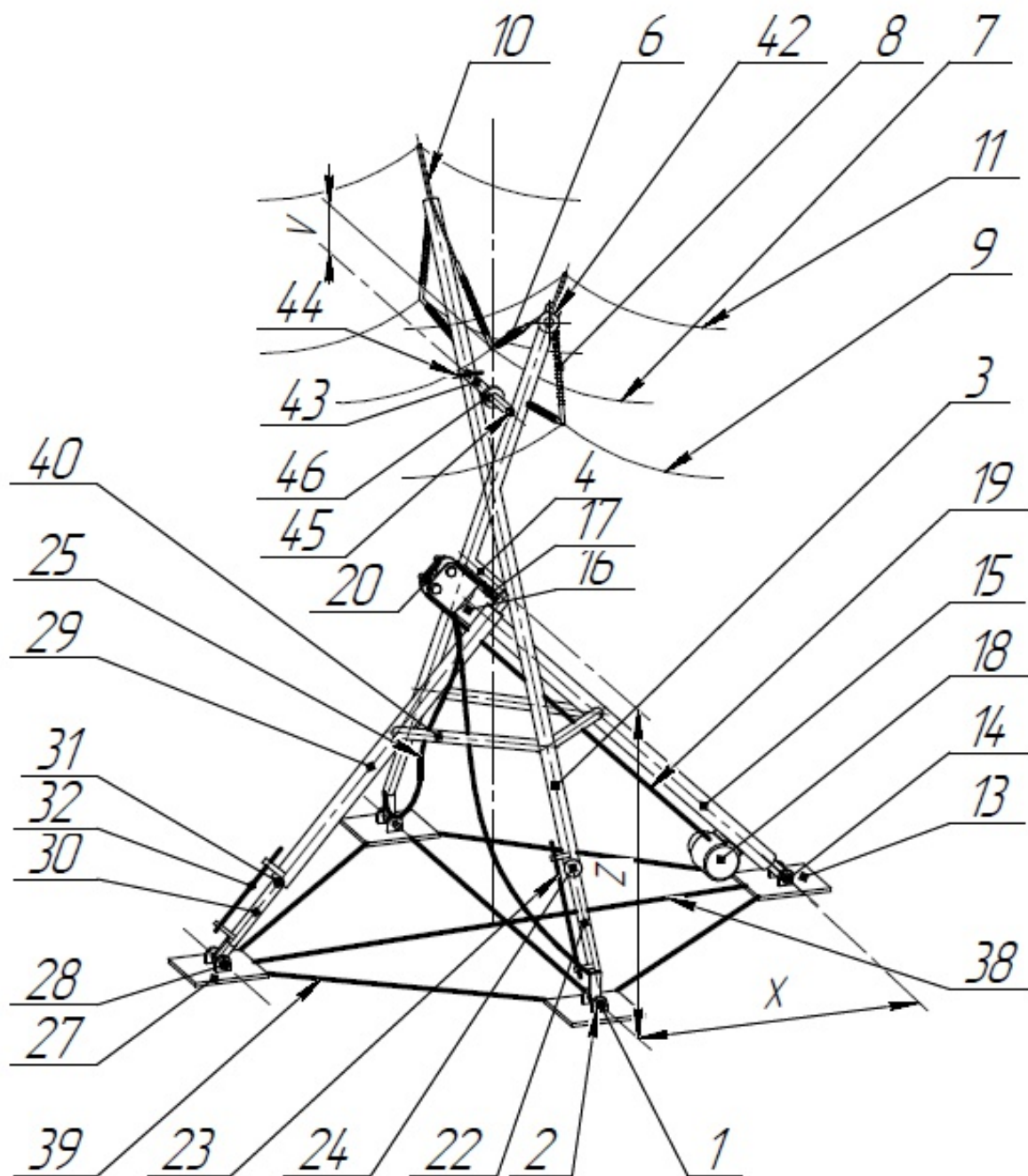
Этап 2 - приподъем стоек с грунта, установка кулисы



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

Система самоподъема позволяет установить опору в рабочее положение без кранов, тягачей, вертолетов используя только одну лебедку, установленную на элементах опоры

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - ОБЩАЯ СХЕМА ОПОРЫ



Система стоек и подвеса:

- 1 - Опорные плиты стоек
- 2 - Шарниры стоек
- 3 - Стойки
- 4 - Балка
- 6 - Подвеска центрального провода
- 7 - Центральный провод
- 8 - Подвеска бокового провода
- 9 - Боковой провод
- 10 - Стойка грозозащитного троса (опционально)
- 11 - Грозозащитный трос (опционально)

- 13 - Опорная плита ведущего подкоса
- 14 - Шарнир ведущего подкоса

Ведущий подкос и система самоподъема:

- 15 - Ведущий подкос
- 16 - Кулиса
- 17 - Сборно-разборный шарнир «кулиса-балка»
- 18 - Лебедка
- 19 - Тяговый канат
- 20 - Обводные блоки

Система выравнивания:

- 22 - Аутригер
- 23 - Винтовой домкрат
- 24 - Стопор аутригера

Оппозитный подкос:

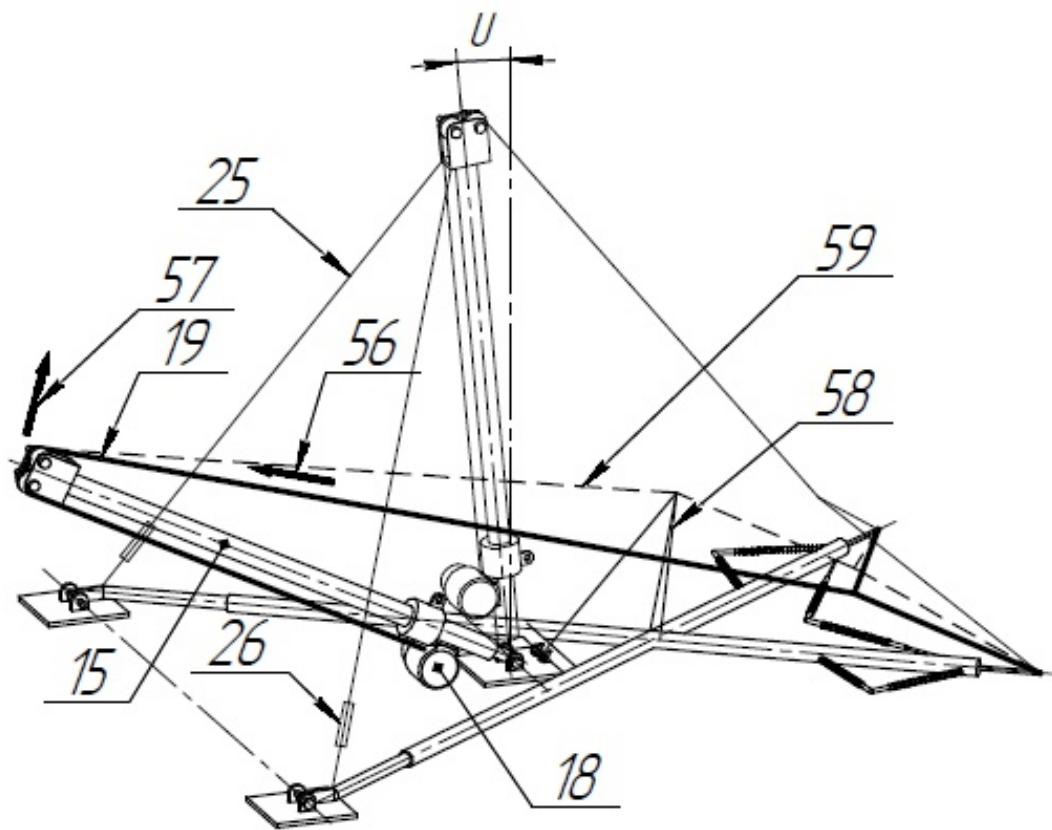
- 27 - Опорная плита оппозитного подкоса
- 28 - Шарнир
- 29 - Оппозитный подкос
- 30 - Длинноходовый аутригер
- 31 - Длинноходовый домкрат
- 32 - Стопор с промежуточными ограничителями

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - СБОРКА ИЗ УКРУПНЕННЫХ ЧАСТЕЙ



Опора состоит из укрупненных частей (модулей), собираемых вручную на болтовых соединениях. Для приподъема частей применяется мобильный треножник с цепной талью, грузоподъемностью 500 кг и ручные тележки или санки. Кран и другая техника не требуются

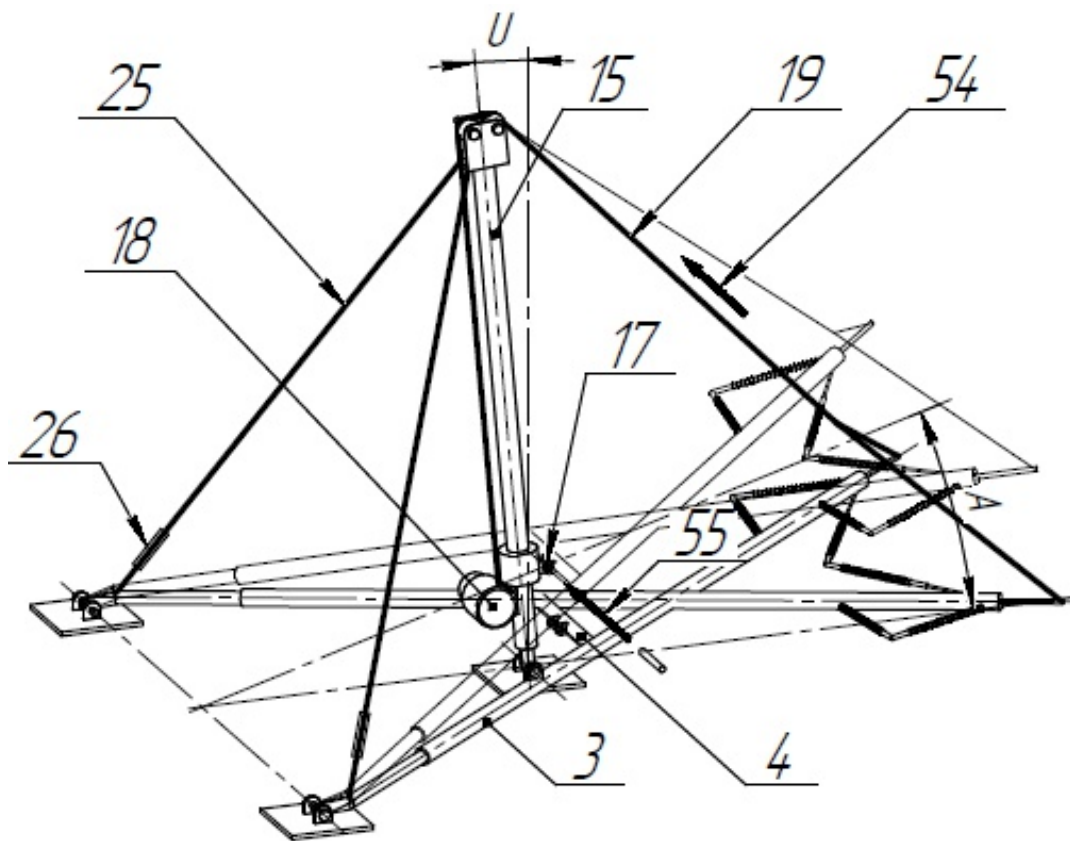
ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - ПОДЪЕМ ВЕДУЩЕГО ПОДКОСА



15 - ведущий подкос, 18 - лебедка, 19 - тяговый канат, 25 - оттяжки, 26 - талрепы, 56 - направление тяги, 57 - направление подъема, 58 - вспомогательная подпорка, U - угол безопасного стояния

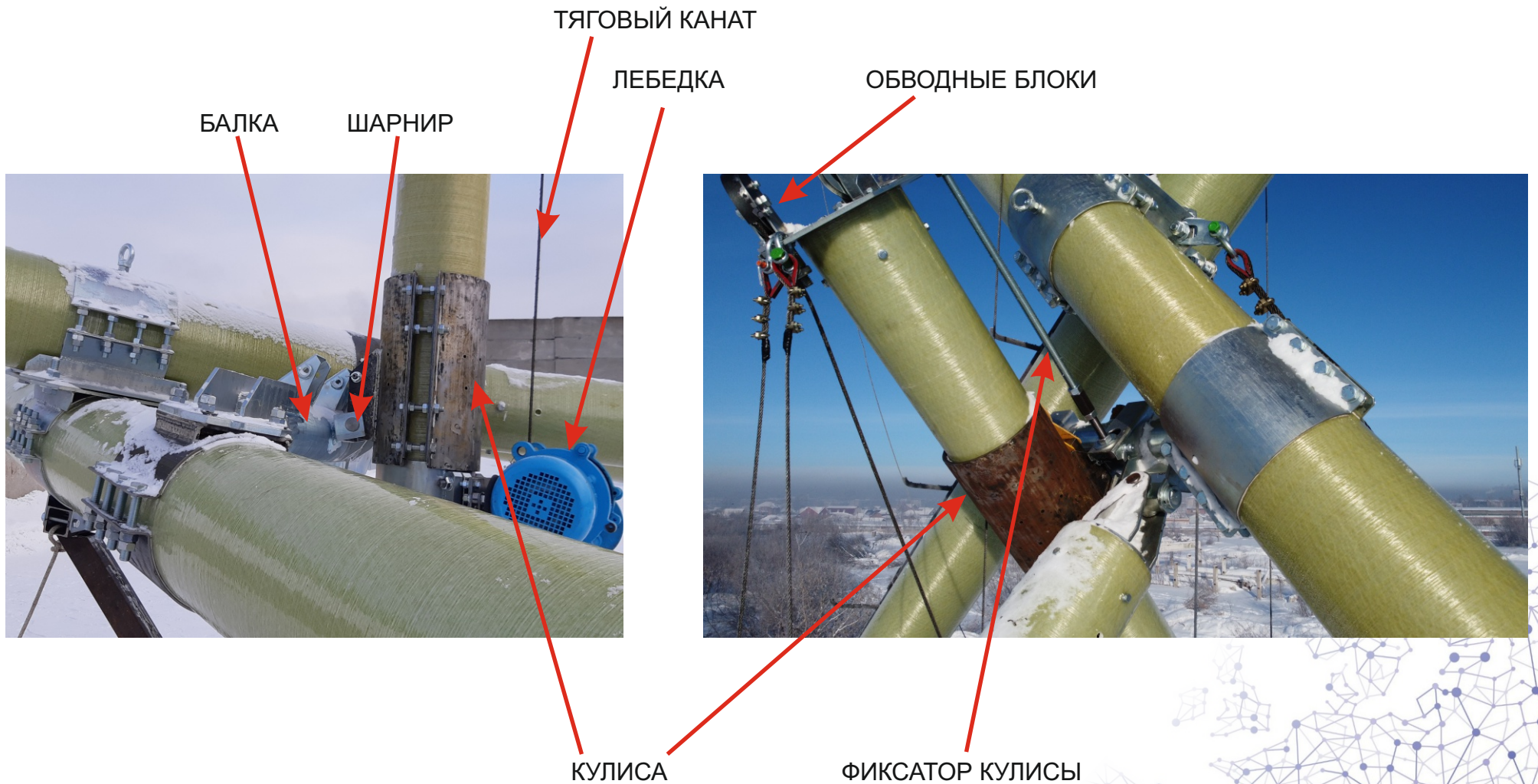


ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - ПРИПОДЪЕМ СТОЕК

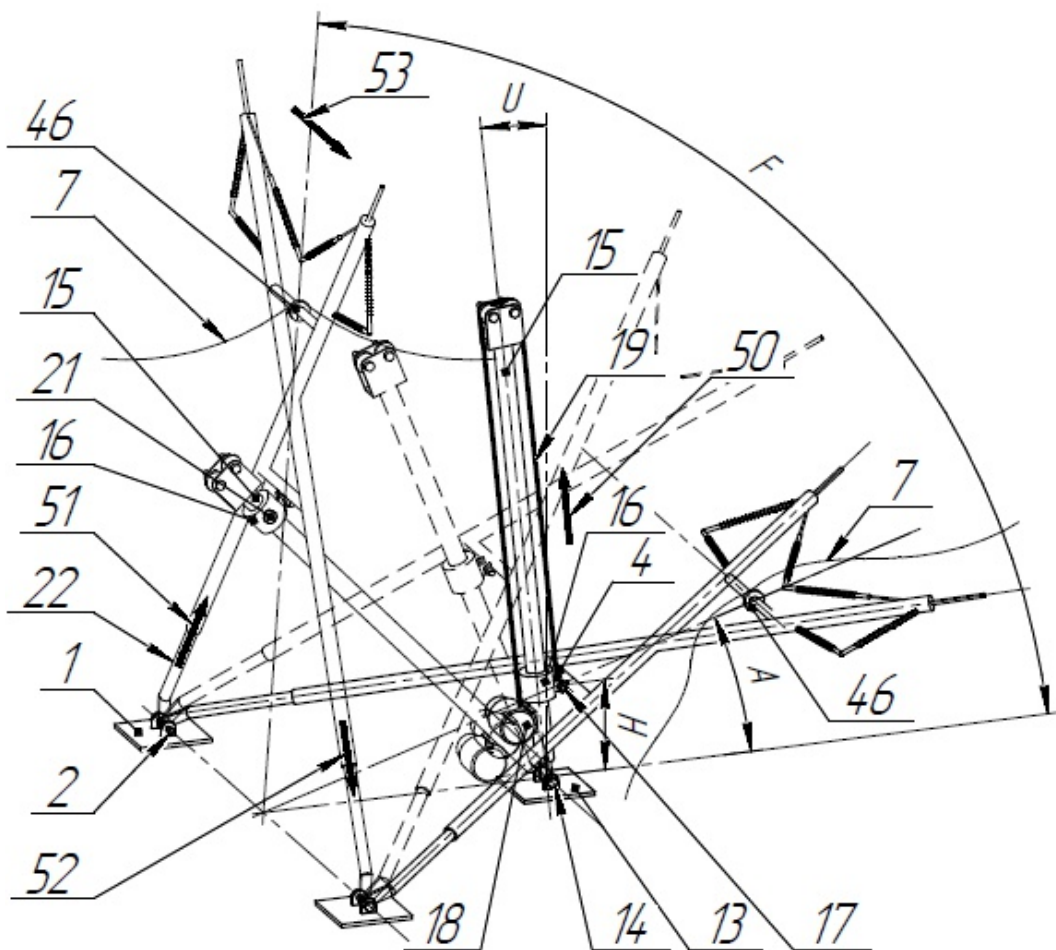


3 - стойки, 4 - балка, 15 - ведущий подкос, 18 - лебедка, 19 - тяговый канат, 25 - оттяжки, 26 - талрепы, 54 - направление тяги, 55 - сборка шарнира, А - угол приподъема

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - СИСТЕМА САМОПОДЪЕМА



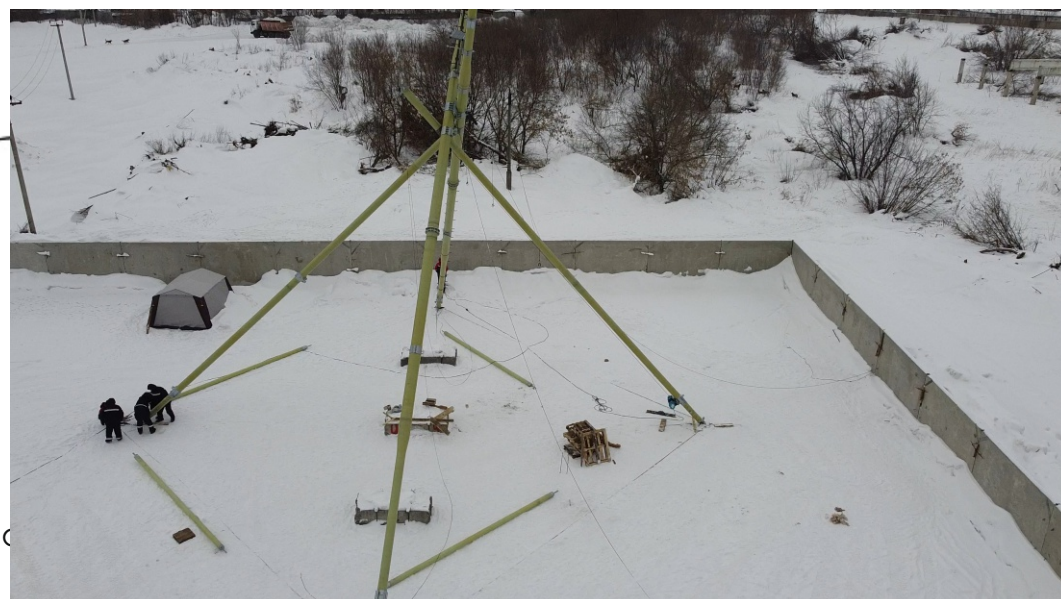
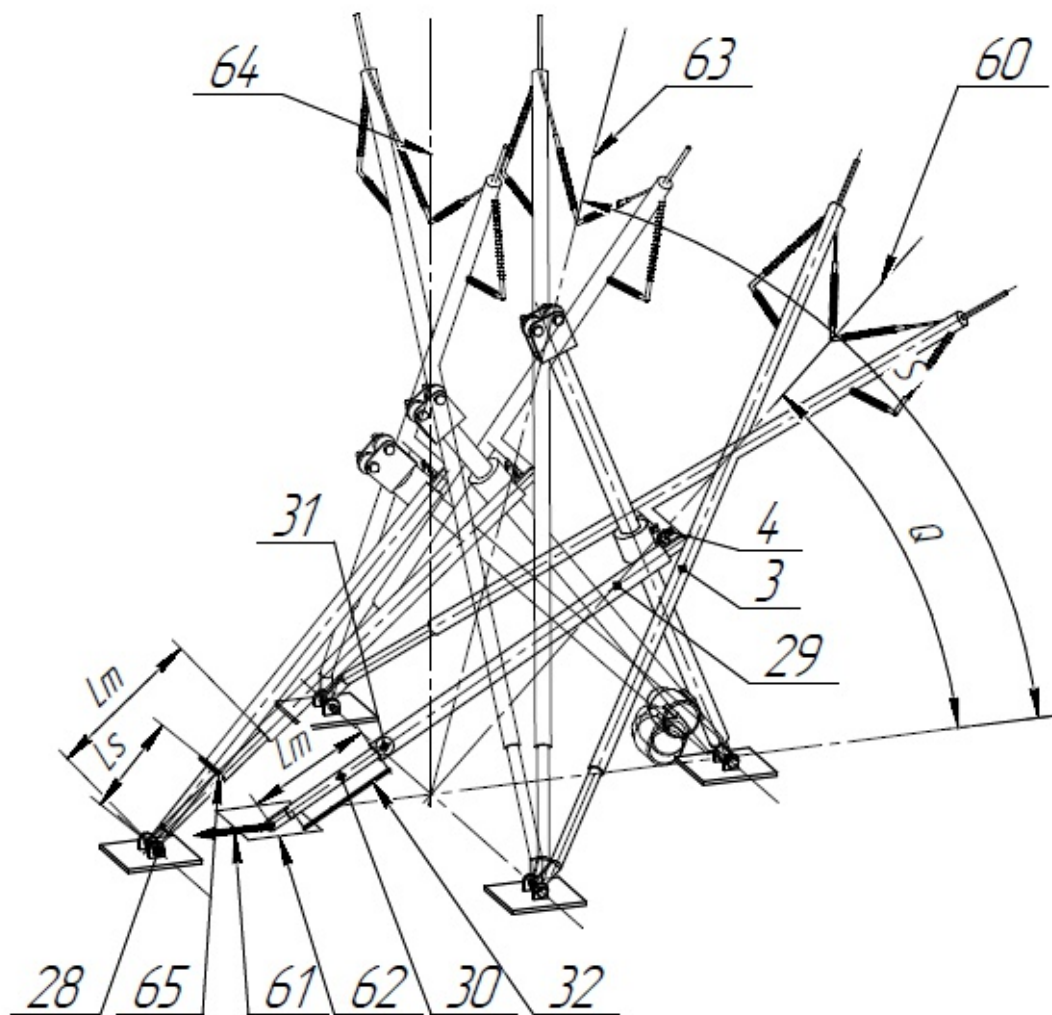
ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ПОДЪЕМ



46, раскаточный ролик среднего провода, 50 - направление тяги, 51, 52 - регулирование аутригеров для предварительной коррекции бокового положения, 53 - направление коррекции бокового положения. F - угол безопасного промежуточного положения

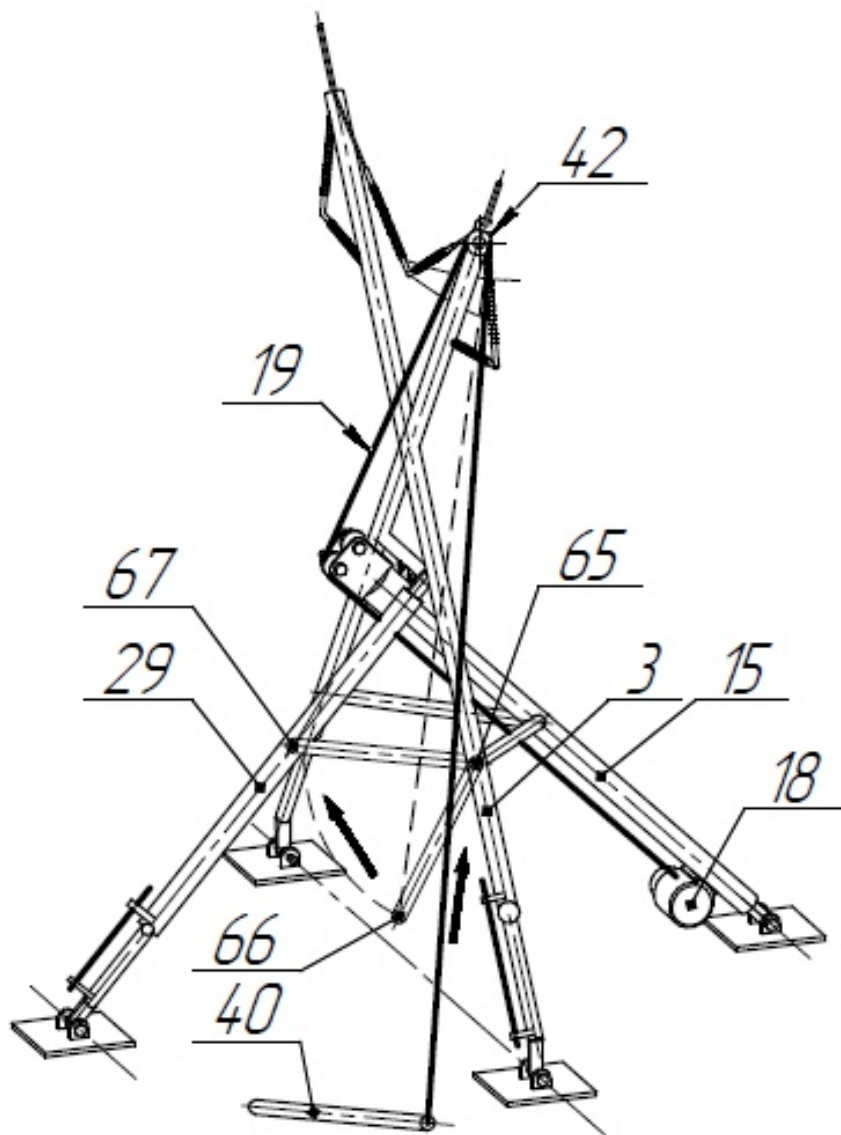


ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - ДОВЕДЕНИЕ ДО ВЕРТИКАЛИ



60 - положение начала работы с оппозитным подкосом,
 61 - приближение оппозитного подкоса к опорной плите 28, 62 - с
 или тележка, 63 - безопасное промежуточное положение, 64 -
 вертикальное положение, L_m - начальная длина длинноходового
 аутригера, L_s - его целевая длина.

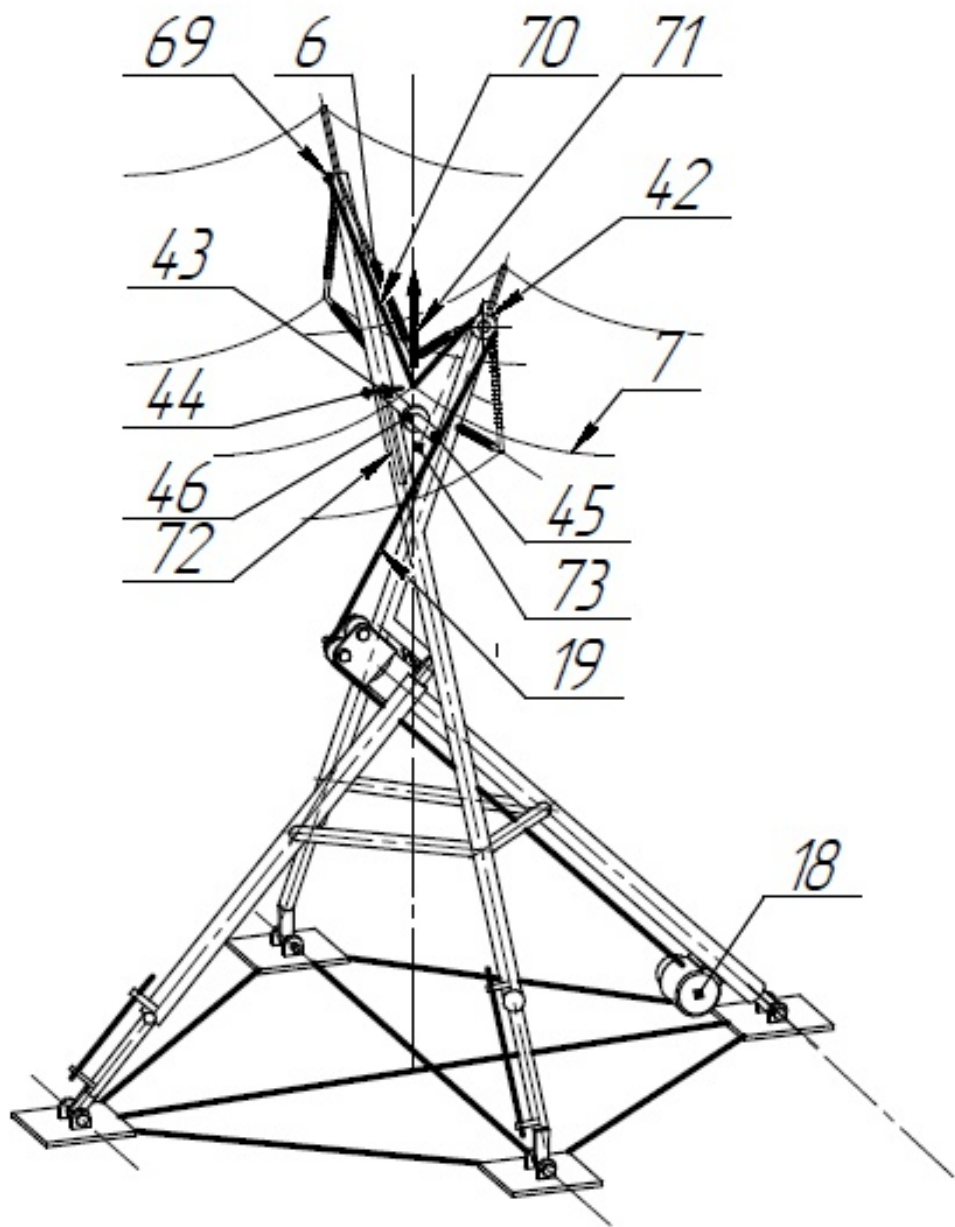
ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - МОНТАЖ ЖЕСТКИХ СВЯЗЕЙ



15 - ведущий подкос, 18 - лебедка, 19 - тяговый канат, 40 - жесткая связь, 42 - вершинный обводной блок, 65 - закрепление к первой точке, 66 - подъем ко второй точки закрепления



ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - МОНТАЖ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРОВОДА



ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - РАСКЛАДНЫЕ ПЛОЩАДКИ



Раскладка левой площадки



Крепление центральной площадки

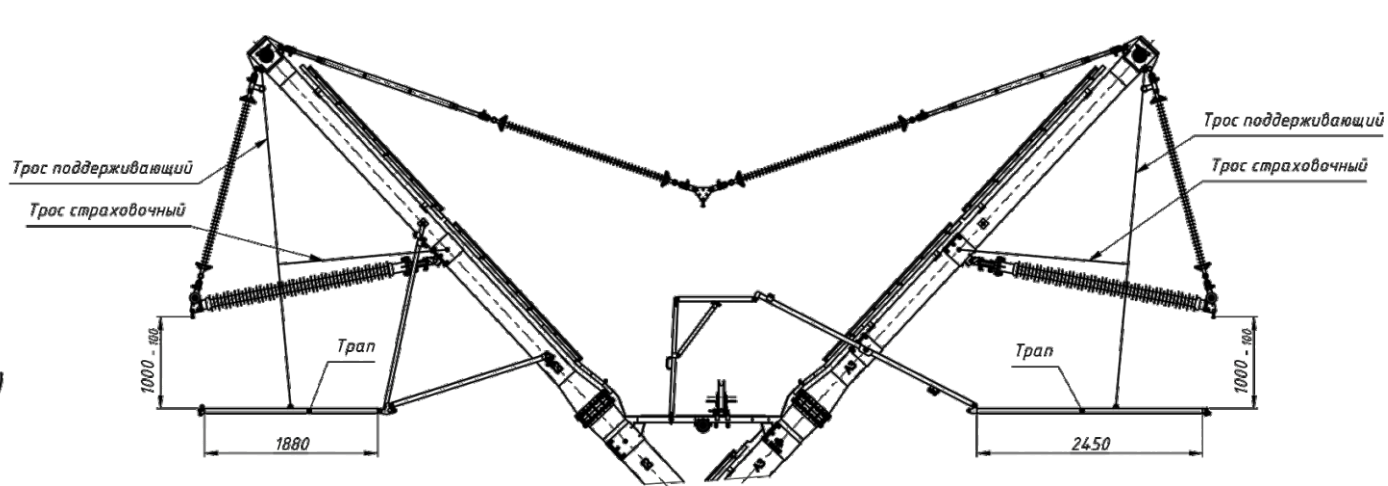
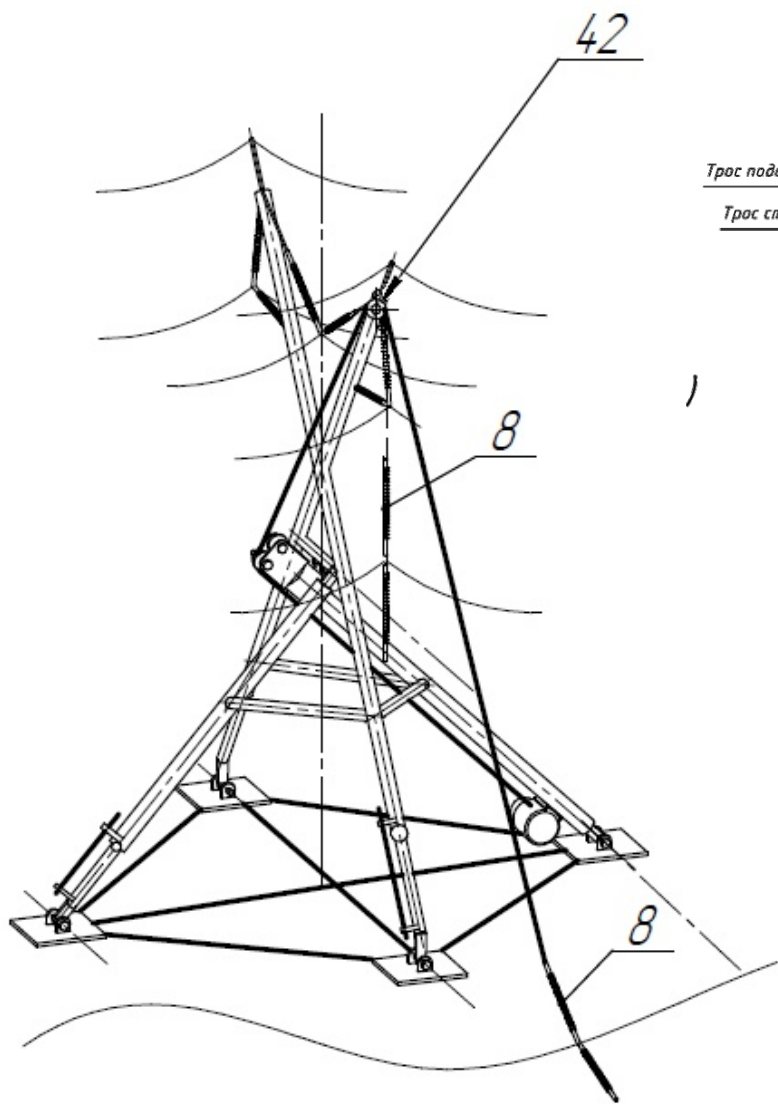


Начало раскладки центральной и правой площадок

Раскладка правой площадки

Раскладные площадки обеспечивают доступ монтажников к точкам закрепления проводов, а в сложенном положении обеспечивают гарантированный изоляционный воздушный промежуток 2,1 м, что необходимо для ВЛ 220 кВ

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - МОНТАЖ БОКОВЫХ ПОДВЕСОК



ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ - УСЛОВИЯ ДЛЯ МОНТАЖНИКОВ



Удобный подъем по лестнице



Удобная рабочая высота, широкие нескользкие площадки



Возможность отдыха



Доступ во все места

ИСПЫТАНИЯ - ВЕТЕР И ВЕС ПРОВОДОВ БЕЗ ГОЛОЛЕДА

I гр. пред. сост.
левая подвеска
 $\Delta x = +0,13$ м
 $\Delta y = +0,39$ м
 $\Delta = 0,41$ м

II гр. пред. сост.
левая подвеска
 $\Delta x = +0,08$ м
 $\Delta y = +0,26$ м
 $\Delta = 0,27$ м

I гр. пред. сост.
центральная подвеска
 $\Delta x = +0,13$ м
 $\Delta y = +0,06$ м
 $\Delta = 0,24$ м

II гр. пред. сост.
центральная подвеска
 $\Delta x = +0,09$ м
 $\Delta y = +0,05$ м
 $\Delta = 0,11$ м

I гр. пред. сост.
правая подвеска
 $\Delta x = +0,14$ м
 $\Delta y = -0,28$ м
 $\Delta = 0,31$ м

II гр. пред. сост.
правая подвеска
 $\Delta x = +0,10$ м
 $\Delta y = -0,14$ м
 $\Delta = 0,17$ м

Действующие нагрузки:

I группа предельных состояний:
 $F_1 = F_2 = F_3 = F = 7,5$ кН
 $F_x = 6,9$ кН
 $F_y = 2,8$ кН

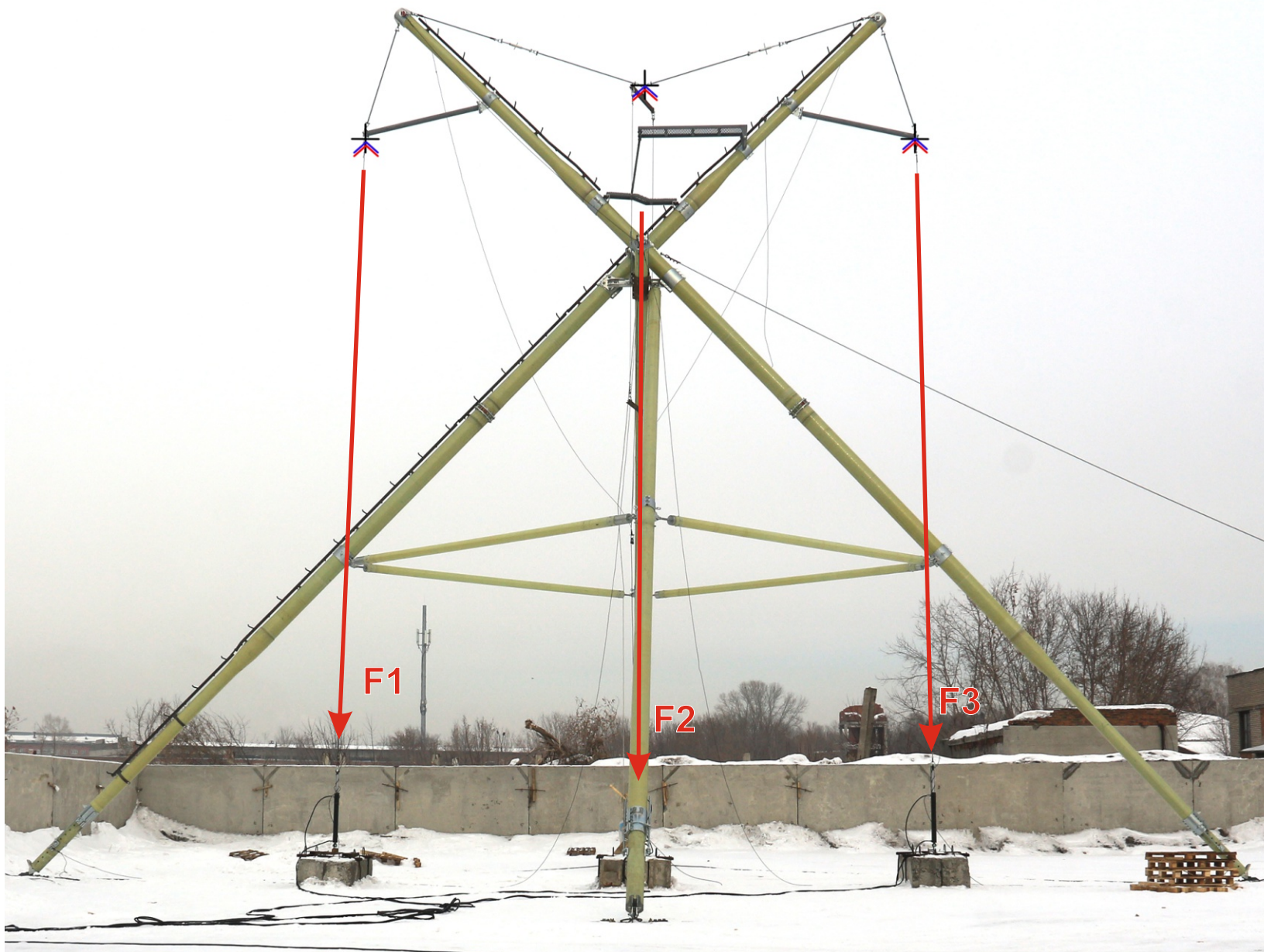
II группа предельных состояний
 $F_1 = F_2 = F_3 = 5,3$ кН
 $F_x = 4,5$ кН
 $F_y = 2,8$ кН

Максимальные отклонения:

I группа предельных состояний:
 $\Delta x = +0,14$ - правый провод
 $\Delta y = +0,39$ - левый провод (вверх)
 $\Delta y = -0,28$ - правый провод (вниз)
 $\Delta = 0,41$ м - левый провод

II группа предельных состояний
 $\Delta x = +0,10$ - правый провод
 $\Delta y = +0,26$ - левый провод (вверх)
 $\Delta y = -0,14$ - правый провод (вниз)
 $\Delta = 0,27$ м - левый провод

ИСПЫТАНИЯ - ВЕС ПРОВОДОВ С ГОЛОЛЕДОМ



Действующие нагрузки:

I группа предельных состояний:
 $F_1=F_2=F_3=22$ кН

II группа предельных состояний
 $F_1=F_2=F_3=17$ кН

Максимальные отклонения:

I группа предельных состояний:
 $\Delta=0,12$ м

II группа предельных состояний
 $\Delta=-0,07$ м

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ - УСЛОВИЯ РАБОТЫ

Электротехнические габариты:

- Класс напряжения, кВ.....220
- Межфазное расстояние, м, не менее.....5,5
- Изоляционный промежуток (по воздуху), м, не менее.....2,1
- Высота подвески бокового провода, м, не менее.....14,0
- Высота подвески центрального провода, м, не менее..... 14,5

Расчетные нагрузки и воздействия:

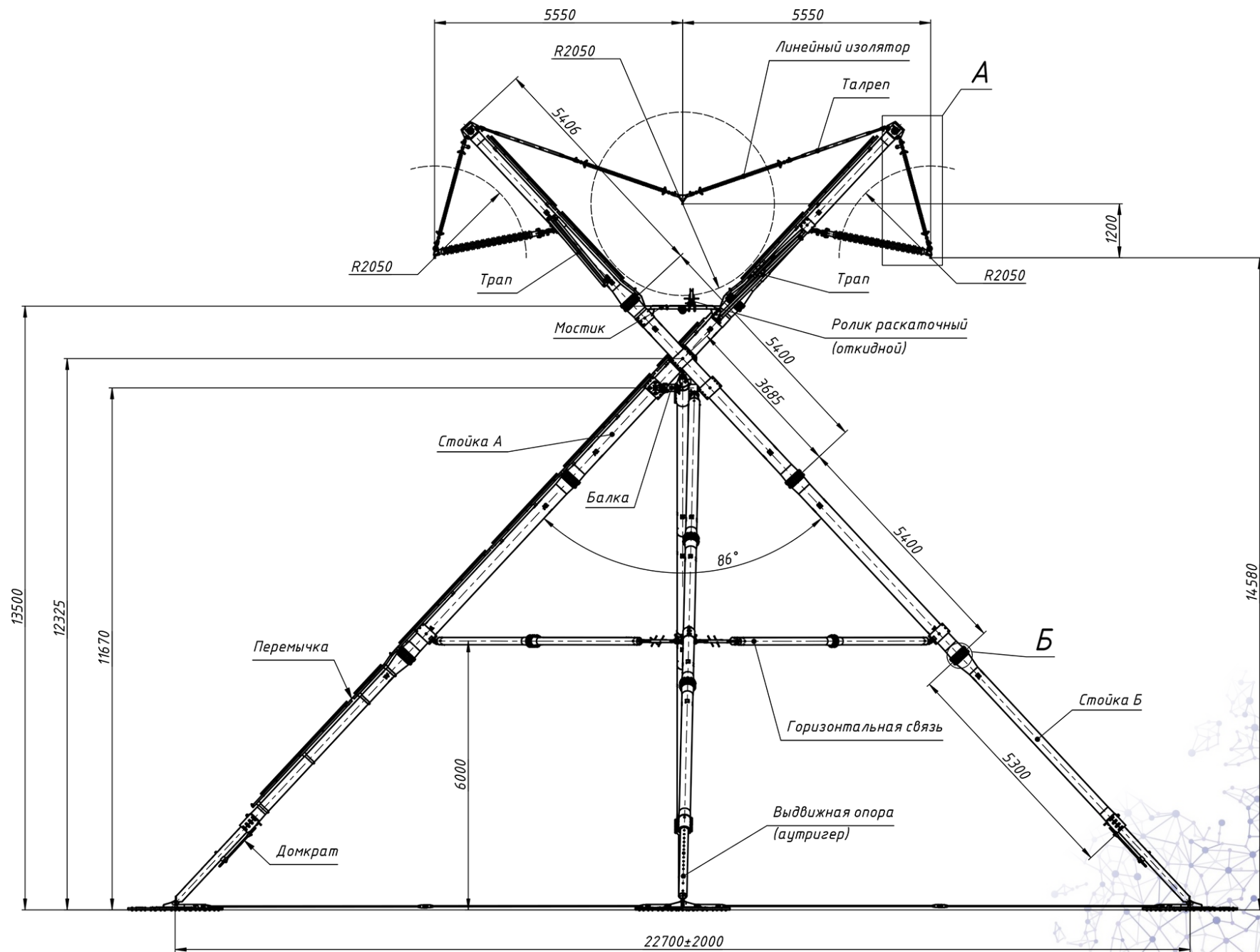
- Климатическое исполненияУХЛ1
- Минимальная температура эксплуатацииминус 60°C
- Максимальная температура эксплуатации по45°C
- Минимальная температура проведения работ по сборке и возведению опоры,минус 40°C
- Нормативное давление ветра, Па (район).....1000 (пятый)
- Нормативная толщина стенки гололеда, мм (район).....30 (пятый)
- Базовый тип провода.....АС 400/51
- Базовый расчетный пролет, м.....250

Предельно допустимые нагрузки в точках крепления проводов по условиям прочности опоры:

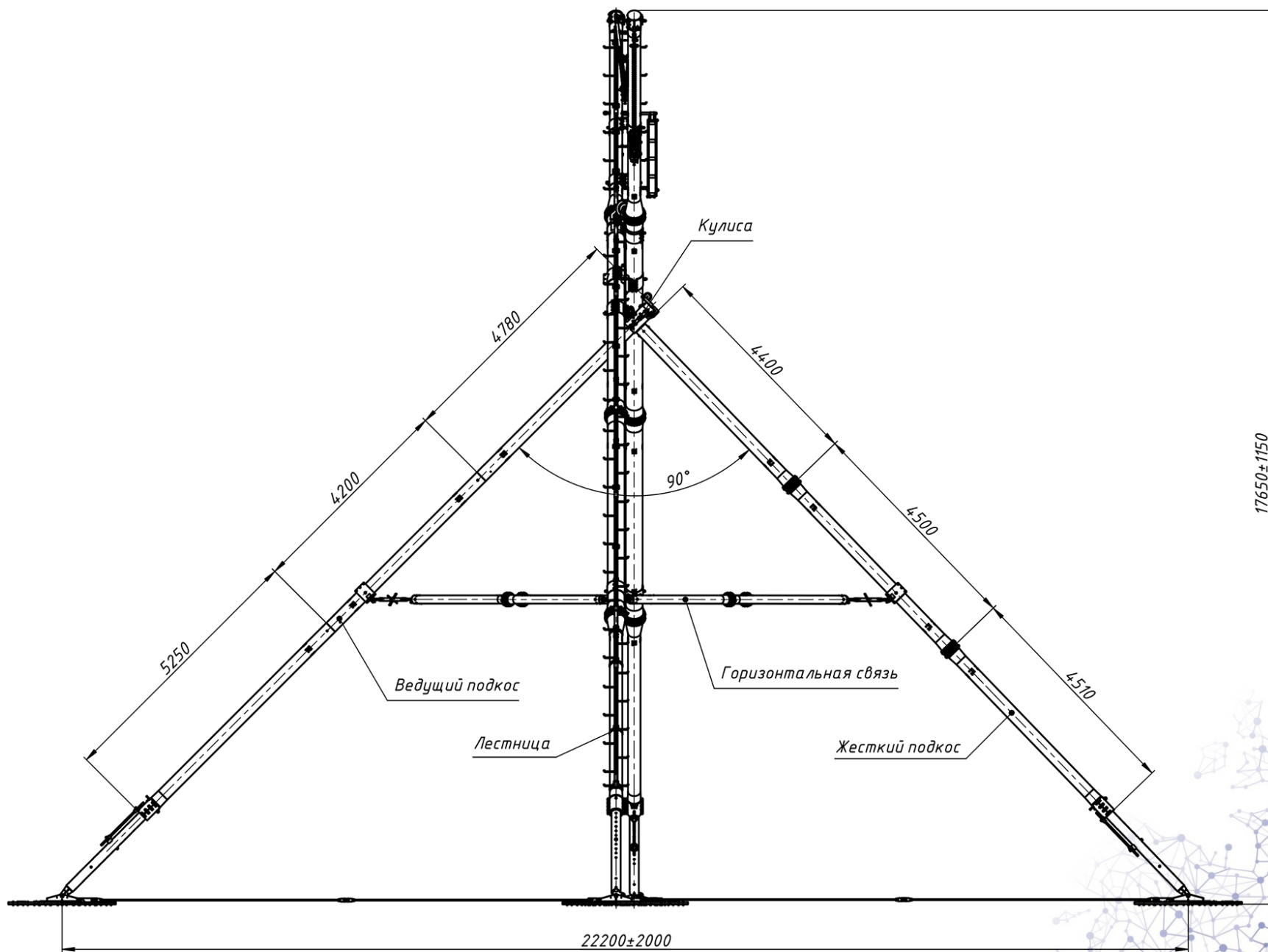
- Вертикальная на точку подвески бокового провода, кН.....16,0
- Горизонтальная поперек линии на точку подвески бокового провода, кН.....9,0
- Горизонтальная вдоль линии на точку подвески бокового провода, кН.....3,5
- Вертикальная на точку подвески центрального провода, кН.....18,0
- Горизонтальная поперек линии на точку подвески центрального провода, кН8,5
- Горизонтальная вдоль линии на точку подвески центрального провода, кН.....4,5
- Предельно допустимые общие нагрузки по условиям прочности опоры
- Суммарная вертикальная нагрузка от веса проводов, в том числе с гололедом, кН (кгс).....
- Суммарная горизонтальная нагрузка от давления ветра на провода, кН (кгс).....
- Предельно допустимые общие нагрузки по условиям устойчивости опоры на грунте
- Суммарный опрокидывающий момент всех сил, действующих на опору, кН*м:.....
- поперек линии при проводах, свободных от гололеда.....270
- поперек линии при проводах с толщиной стенки гололеда более 10 мм.....400
- вдоль линии.....180



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ - ГЕОМЕТРИЯ И МАССА



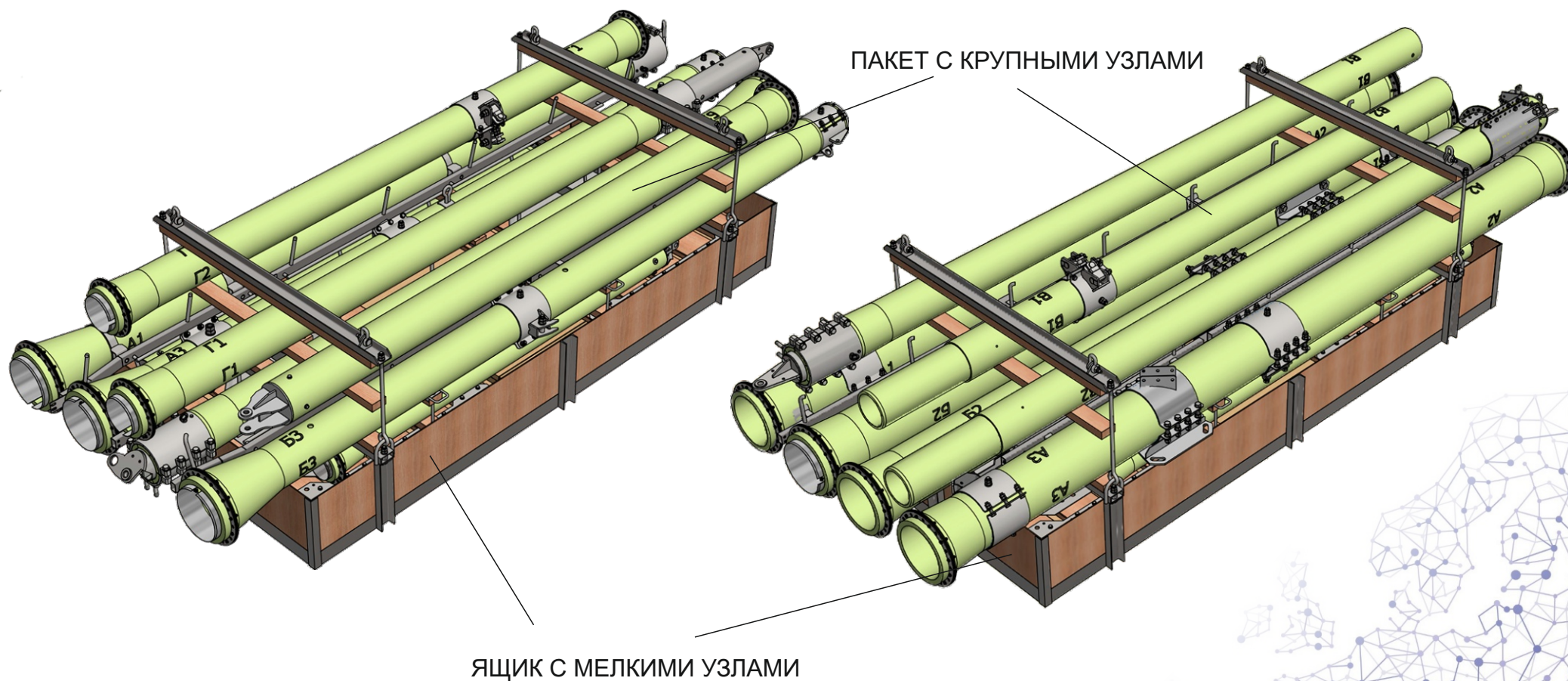
ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ - ГЕОМЕТРИЯ И МАССА



УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ХРАНЕНИЕ

ОПОРА ПЕРЕВОЗИТСЯ И ХРАНИТСЯ В ДВУХ УПАКОВКАХ

КРУПНЫЕ УЗЛЫ НАХОДЯТСЯ В ПАКЕТИРОВАННОМ СОСТОЯНИИ, МЕЛКИЕ - В ЯЩИКАХ

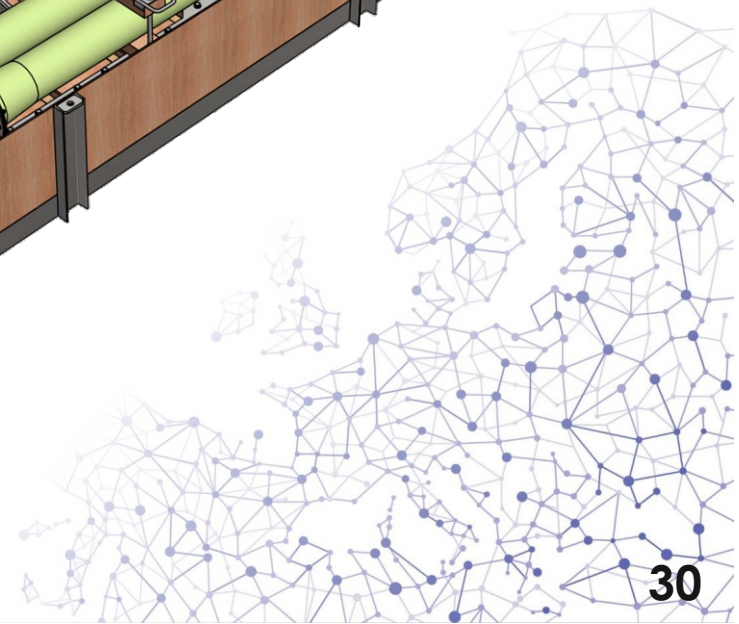
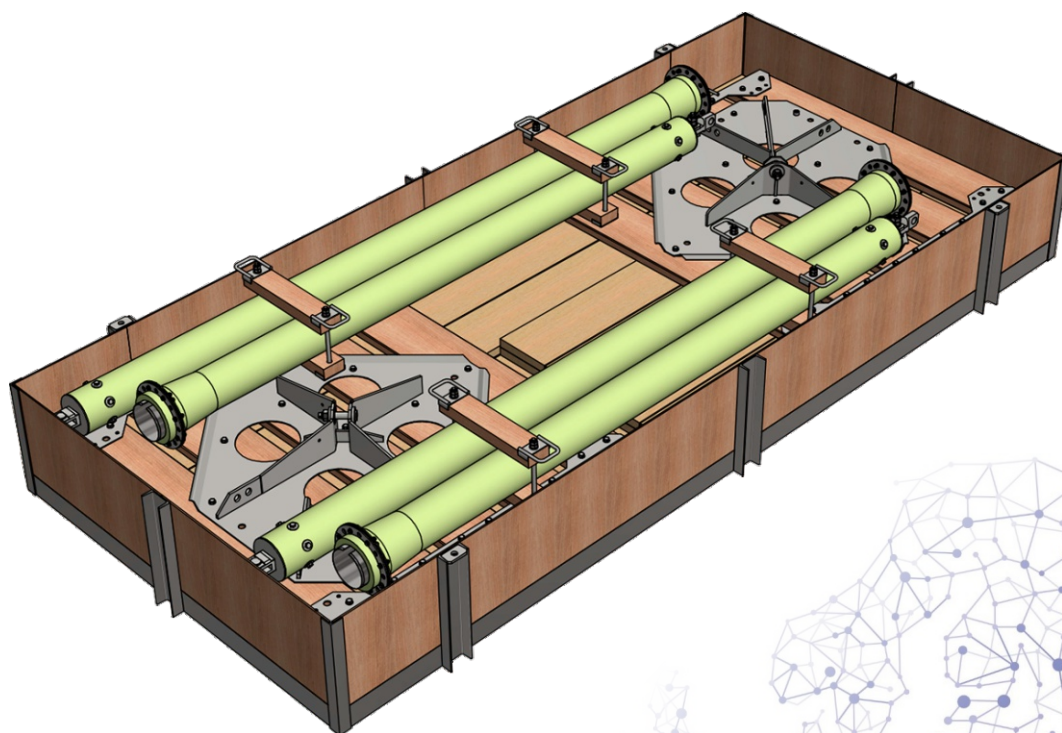
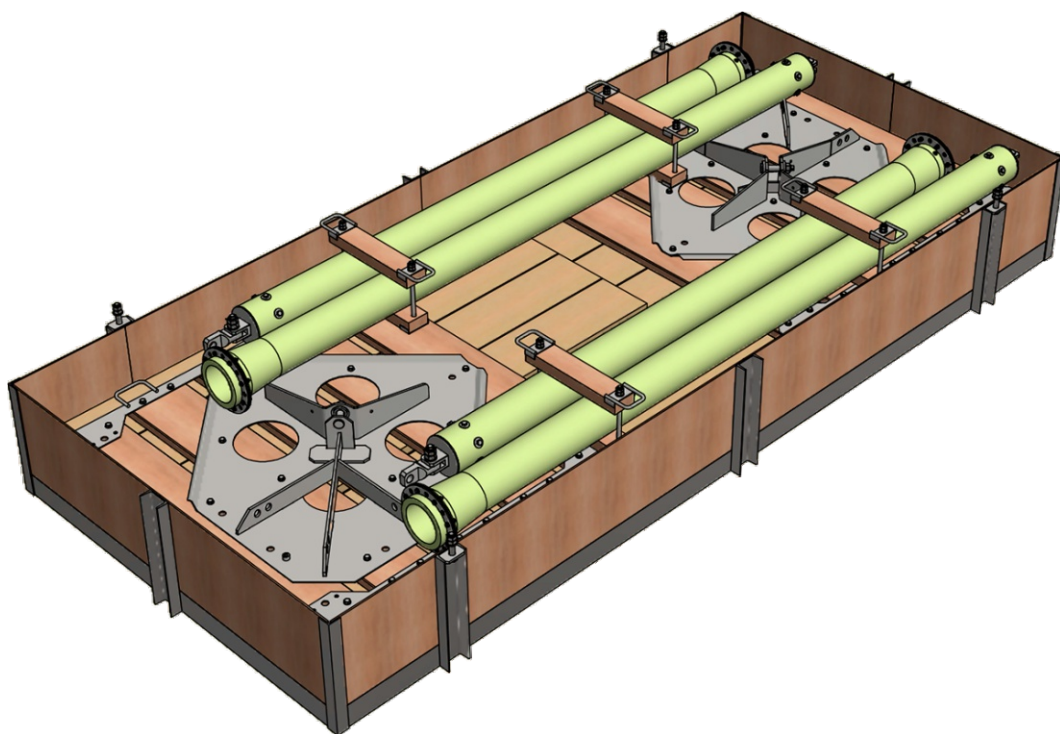


Габаритные размеры (5630x2000x1330) и масса (2300-2400 кг) каждой упаковки позволяют перевозить ее вертолетами типа Ми-8Т, Ми-8МТ как в грузовой кабине, так и на внешней подвеске, а также перевозить вездеходами типа ЧЕТРА-140.

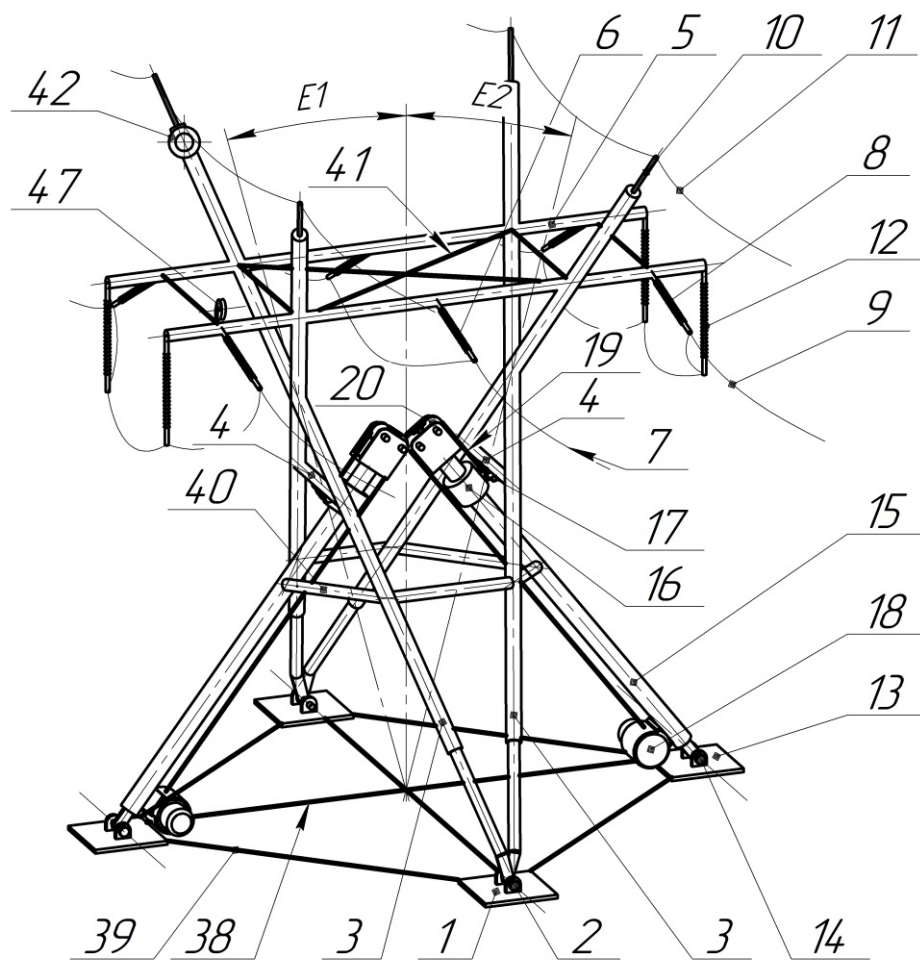
УПАКОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ХРАНЕНИЕ

СОДЕРЖИМОЕ ЯЩИКОВ

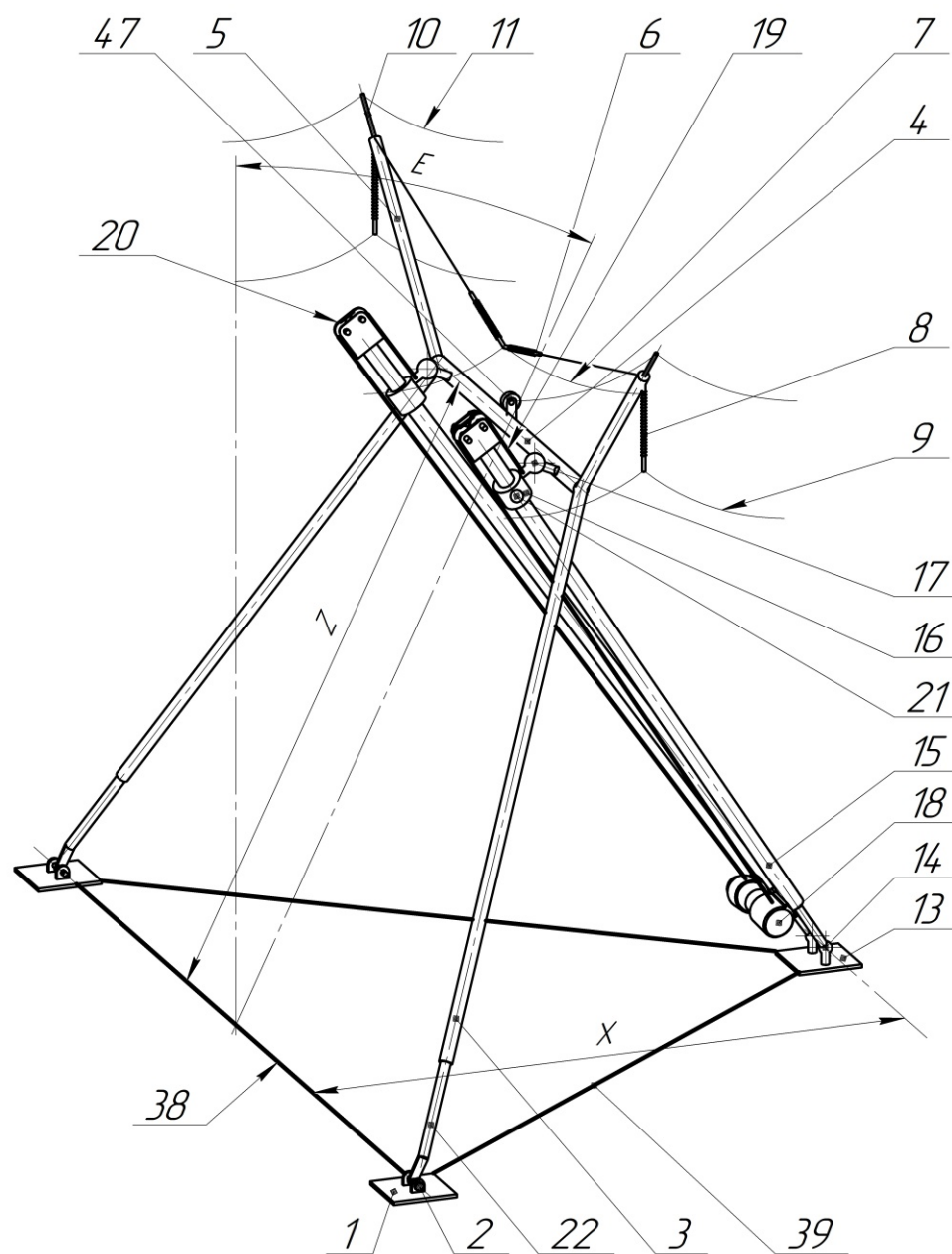
В ЯЩИКИ УКЛАДЫВАЮТСЯ СЕКЦИИ ЖЕСТКИХ СВЯЗЕЙ, ОПОРНЫЕ ПЛИТЫ, КАНАТЫ, КРЕПЕЖ, ИНСТРУМЕНТ



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ



АНКЕРНАЯ ОПОРА



ШИРОКОБАЗНАЯ ПРОМЕЖУТОЧНАЯ ОПОРА



АЛТИК



Научно-производственное
предприятие

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

+7 (3854)448-222

+7 (3854)448-229

market@altik.su

www.altik.su