АО «ЭЛЕКТРОСЕТЬСТРОЙПРОЕКТ»

ТИПОВАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ МОНТАЖА

АЛЬБОМ ТИПОВЫХ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

СИСТЕМЫ СЕТЧАТЫХ И ТРОСОВЫХ ЗАГРАЖДЕНИЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ ОТ АТАК БПЛА. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОЗВЕДЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ РУБЕЖЕЙ

Разработано в соответствии с требованиями **«СП 542.1325800.2024. Свод правил. Защитные ограждающие конструкции от БПЛА. Правила проектирования»** (утв. и введен в действие Приказом Минстроя России от 25.12.2024 № 910/пр)

Разработано при совместном участии **ООО «Спектрум Групп»**

ДОКУМЕНТ: Альбом типовых решений и технологическая инструкция (ТР-ТИ-БПЛА-ЭССП)

РАЗРАБОТЧИК: Научно-Технический Центр АО «Электросетьстройпроект»

КОНСУЛЬТАНТЫ: Ересько И.А., Жигулин С.В., Егоров П.С.

КОНТАКТЫ: Тел: +7 (495) 727-43-43 | E-mail: ntc@essp.ru | Web: essp.ru

МОСКВА, 2026

ВВЕДЕНИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАГРАЖДЕНИЙ

Настоящий Альбом типовых проектных решений содержит комплект чертежей узлов, детальные спецификации фитингов и описание монтажных технологий систем комбинированных сетчатых заграждений, разработанных АО «Электросетьстройпроект». Основным назначением системы является создание физических рубежей защиты ответственных объектов ТЭК, энергетических подстанций и критической инфраструктуры от кинетических ударов и несанкционированного проникновения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА).

1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НЕСУЩЕГО ТРОСОВОГО КАРКАСА

Основой заграждения является высокопрочный пространственный каркас, воспринимающий статические эксплуатационные тяжения, климатические (ветровые, гололедные) воздействия и локализованную динамическую энергию удара БПЛА. Главные несущие ветви каркаса монтируются из стальных канатов диаметром Ø 22,5...22,6 мм с концевой анкеровкой в коушах серии К 160 посредством натяжных зажимов «ТРИАС» с разрушающей нагрузкой не менее 180 кН.

Контурный периметр и боковая растяжка к фундаментам формируются из распределительных стальных канатов диаметром Ø 11,0...11,1 мм на коушах К 70. Сетка промежуточных связей, служащая базой подвески защитного сетчатого полотна, выполняется из тросов Ø 8,0 мм с креплением перекрестными фиксаторами «ТРИАС» с антисдвиговой «П»-защитой.

2. СИЛОВОЕ ЗАЩИТНОЕ ПОКРЫТИЕ ИЗ СТАЛЬНОЙ СЕТКИ

В качестве сплошного физического барьера применяется высокопрочная стальная силовая сетка двойного кручения с размером ячейки 100×80 мм. Технология двойного кручения предотвращает распускание полотна при локальных обрывах отдельных проволок в момент перехвата ударных элементов дрона, сохраняя целостность защитного периметра.

Монтаж полотен сетки на канаты каркаса производится специальными фиксаторами сетки марки 100x80-01-1500(БП)-ТРИАС с нормативным шагом не более 1500 мм. Стыковка смежных полотен выполняется с обязательным перехлестом не менее 500 мм (по 250 мм в обе стороны от осевого каната), обеспечивая равнопрочность соединения без провисаний.

3. СИСТЕМЫ РЕГУЛЯРНОГО ТРОСОВОГО УСИЛЕНИЯ ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ

Для объектов высшей категории надежности предусмотрено наложение поверх основного сетчатого полотна регулярных тросовых сеток. При умеренных уровнях расчетной кинетической угрозы монтируется ортогональная сетка из тросов Ø 8,0 мм либо Ø 11,0...11,1 мм с ячейкой 500×500 мм, фиксируемая узловыми зажимами «ТРИАС».

Для гарантированного перехвата тяжелых ударных БПЛА применяется усиленная комбинированная решетка с шагом 700×700 мм, образованная вертикальными силовыми канатами Ø 22,5...22,6 мм и горизонтальными распределительными тросами Ø 11,0...11,1 мм, связанными перекрестными силовыми фиксаторами ТРИАС.

СОДЕРЖАНИЕ АЛЬБОМА ТИПОВЫХ РЕШЕНИЙ И ИНСТРУКЦИИ

НАИМЕНОВАНИЕ РАЗДЕЛА / ЧЕРТЕЖА	НОМЕР ЛИСТА
Введение и техническое описание системы заграждений	Лист 2
Содержание альбома типовых решений и инструкции	Лист 3
ЧАСТЬ I. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭТАПАМ МОНТАЖА СИСТЕМЫ	
Инструкция: Общие положения, комплектация и подготовительный этап	Лист 4
Этап № 1: Монтаж опорных и анкерных конструкций системы защиты	Лист 5
Этап № 2: Монтаж магистральной системы силовых несущих тросов	Лист 6
Этап № 3: Монтаж распределительных и вспомогательных тросов	Лист 7
Этап № 4: Монтаж стальной силовой сетки двойного кручения (Манье)	Лист 8
ЧАСТЬ II. КОМПЛЕКТ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ ТИПОВЫХ УЗЛОВ И СОЕДИНЕНИЙ	
1. Крепление силовых тросов Ø 22,5...22,6 мм и сетки тросов Ø 8 мм (верхняя часть)	Лист 9
2. Крепление силовых тросов Ø 22,5...22,6 мм и сетки тросов Ø 8 мм (боковая часть)	Лист 10
3. Схема крепления силовой сетки на каркас из тросов Ø 8 мм (верхняя часть)	Лист 11
4. Схема крепления силовой сетки на каркас из тросов (боковая часть)	Лист 12
5. Схема соединения двух полотен стальной силовой сетки внахлест 500 мм (верхняя часть)	Лист 13
6. Схема соединения двух полотен стальной силовой сетки внахлест 500 мм (боковая часть)	Лист 14
7. Схема соединения тросов Ø 8 мм для регулярного усиления стальной сетки	Лист 15
8. Схема соединения тросов Ø 11,0...11,1 мм для регулярного усиления силовой сетки	Лист 16
9. Схема соединения тросов Ø 11,0...11,1 мм и Ø 22,5...22,6 мм для комбинированного усиления	Лист 17
ЧАСТЬ III. СПРАВОЧНЫЕ ТАБЛИЦЫ КОМПЛЕКТУЮЩИХ И РЕГЛАМЕНТ ЭКСПЛУАТАЦИИ	
10. Справочные параметры комплектующих: коуши «К», талрепы «Т», лента, опоры «ОДН», сваи «СВС»	Лист 18
11. Технологические указания по монтажу, контролю качества и регламенту ТО	Лист 19
ЧАСТЬ IV. ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКТИВНЫМ РЕШЕНИЯМ И БЕЗОПАСНОСТИ	
12. Пояснительная записка: задачи, ограничения действующего объекта и технические решения ЗОК	Лист 20
13. Пояснительная записка: типовой пример реализации, спецификация элементов, монтаж и результат	Лист 21

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, КОМПЛЕКТАЦИЯ И ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

Назначение инструкции: Настоящий регламент определяет технологическую последовательность выполнения строительно-монтажных работ по созданию пространственных защитных барьеров на объектах электросетевого комплекса, ТЭК и промышленных предприятий. Конструкция системы адаптируется под специфику защищаемого оборудования (трансформаторы, емкостные парки, распределительные подстанции).

Система обеспечивает надежное физическое укрытие от кинетических ударных дронов, выступая финальным рубежом защиты в случае несрабатывания систем РЭБ, зенитно-ракетных или стрелковых комплексов.

1. БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНОГО ПЕРИМЕТРА

Защитный рубеж представляет собой многоуровневую пространственную конструкцию, состоящую из жестких вертикальных стоек (опор), системы винтовых или монолитных фундаментных анкеров, несущей пространственной паутины стальных канатов различного диаметра и высокопрочной силовой сетки двойного кручения (сетки Манье) с ячейкой 100×80 мм. Количество опор, диаметры тросов, высотные отметки и пространственная конфигурация рубежа рассчитываются проектной организацией индивидуально под габариты охраняемого объекта.

ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ АРМАТУРЫ И ТРОСОВ

Перед началом работ проверяется комплектность спиральных зажимов «ТРИАС», опорных коушей серии К, натяжных талрепов серии Т. Дополнительно осуществляется строгая сверка маркировки всей поступающей арматуры с проектной документацией.

АНКЕРОВКА В ТЕЛЕ ФУНДАМЕНТОВ

Усилия натяжения оттяжек и несущих канатов передаются на фундаментные винтовые сваи серии СВС-ТРИАС либо на закладные узлы железобетонных плит с коэффициентом запаса прочности не менее 1,5 к расчетным пиковым нагрузкам.

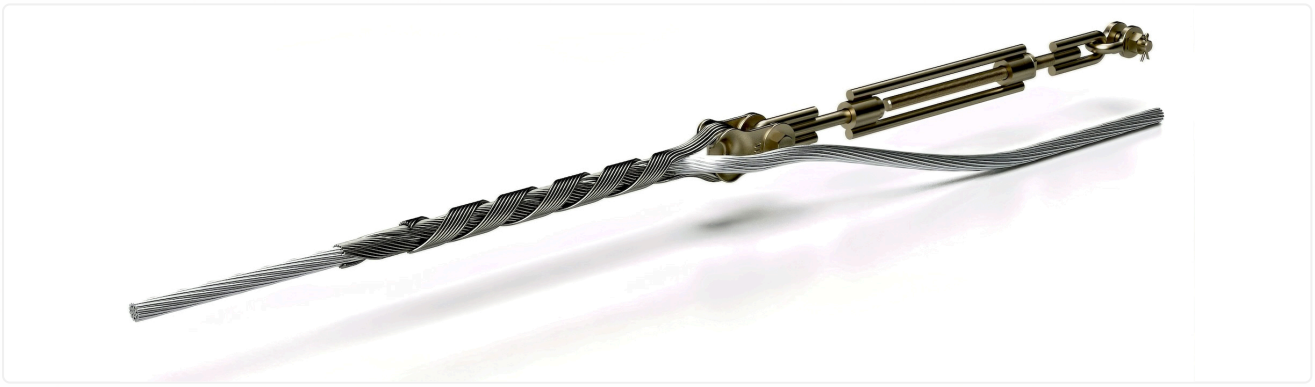

СХЕМА УЗЛА: НАТЯЖНАЯ ПОДВЕСКА ДЛЯ БПЛА — ПРИНЦИП СОЕДИНЕНИЯ СПИРАЛЬНОГО ЗАЖИМА «ТРИАС» С КОУШЕМ СЕРИИ К И НАТЯЖНЫМ ТАЛРЕПОМ СЕРИИ Т

2. СВОДНАЯ ЭТАПНОСТЬ МОНТАЖНОГО ЦИКЛА

ЭТАП РАБОТ	СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИИ	ПРИМЕНЯЕМЫЕ ИЗДЕЛИЯ И ОСНАСТКА	КОНТРОЛИРУЕМЫЙ ПАРАМЕТР
Этап № 1	Разбивка осей, монтаж опорных стоек и анкеров	Опоры ОДН-ТРИАС, сваи винтовые СВС, талрепы Т	Вертикальность стоек, глубина погружения свай
Этап № 2	Монтаж магистральной системы силовых тросов	Трос стальной Ø 22,5 мм, зажимы НС-22,3/22,7-31(180), коуши К 160	Усилие монтажного тяжения по динамометру
Этап № 3	Монтаж распределительных и вспомогательных тросов	Тросы Ø 11,0 и Ø 8,0 мм, зажимы НС-22,5/11,0, НС-11,0/8,0, фиксаторы ФТ	Шаг ячеек (12 м и 500 мм), фиксация от сдвига
Этап № 4	Навеска и фиксация защитной силовой сетки Манье	Сетка двойного кручения 100×80 мм, фиксаторы 100x80-01-1500	Нахлест полотен не менее 500 мм, шаг вязки по проекту

⚠ **Важное требование СП 542.1325800.2024:** Запрещается производить натяжение силовых тросов каркаса до достижения проектной несущей способности фундаментами опор и окончательной затяжки анкерных болтов.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП № 1

МОНТАЖ ОПОРНЫХ И АНКЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ

Описание этапа: По периметру охраняемого объекта (трансформаторной группы, технологического блока) в соответствии со схемой генерального плана производится расстановка и монтаж несущих опорных стоек и грунтовых анкеров. Количество опор, их высота (до 29–39 м) и точки расстановки определяются конфигурацией защищаемого оборудования для сохранения регламентных воздушных изолирующих расстояний от токоведущих частей подстанции.

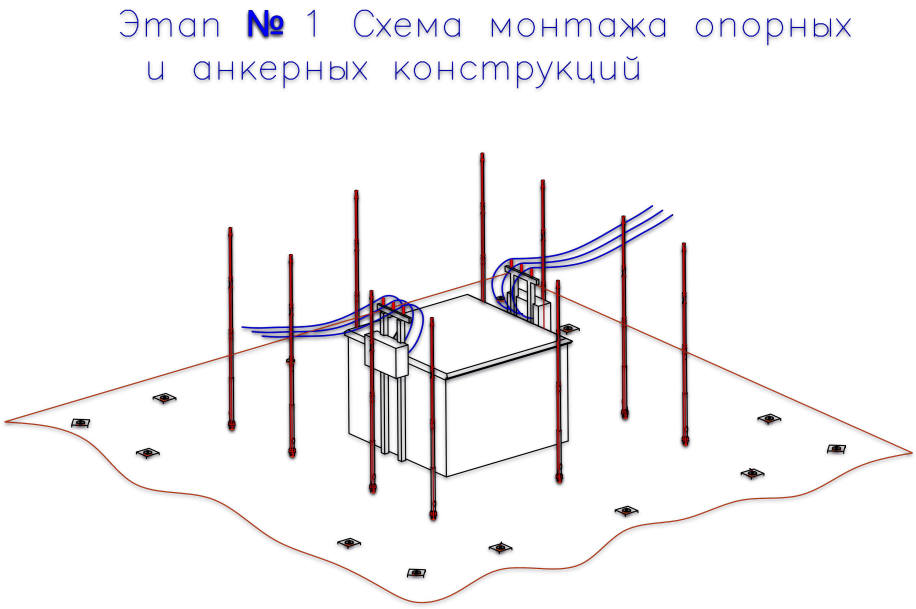

СХЕМА 1 ЭТАП № 1: РАССТАНОВКА НЕСУЩИХ СТОЕК И ОРГАНИЗАЦИЯ АНКЕРНЫХ УЗЛОВ ПО ПЕРИМЕТРУ ОБЪЕКТА

1. ПОГРУЖЕНИЕ ВИНТОВЫХ СВАЙ СЕРИИ СВС-ТРИАС

В проектных точках периметра и в зонах оттяжек производится погружение винтовых свай Ø 108–219 мм гидробуровыми машинами с контролем предельного крутящего момента завинчивания до проектного упора в несущие пласты грунта.

2. МОНТАЖ И ЮСТИРОВКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР ОДН

Многогранные стальные опоры серии ОДН выставляются грузоподъемными кранами на свайные ростверки или монолитные фундаменты с контролем вертикальности теодолитом и последующей затяжкой фланцевых болтов расчетным моментом.

3. РАСКРЕПЛЕНИЕ ВНЕШНИМИ СИЛОВЫМИ ОТТЯЖКАМИ

Для восприятия опрокидывающих моментов от тяжения тросовой сетки крайние и угловые опоры раскрепляются винтовыми оттяжками к грунтовым анкерам. В ветви оттяжек монтируются натяжные талрепы серии Т (Т-70 или Т-100).

4. ПОДГОТОВКА УЗЛОВ ПОДВЕСКИ

На оголовках стоек и в анкерных точках фундаментов устанавливаются шарнирные сцепные скобы и опорные коуши серии К, предназначенные для последующей заделки спиральных зажимов несущего тросового пояса. *(Примечание: монтаж сцепной скобы осуществляется непосредственно в сборе со спиральным зажимом при навеске каната).*

✓ **Контроль этапа:** По завершении этапа № 1 оформляется Акт освидетельствования скрытых работ на свайные основания с подтверждением несущей способности на выдергивание/вдавливание согласно СП 24.13330.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП № 2

МОНТАЖ МАГИСТРАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ СИЛОВЫХ НЕСУЩИХ ТРОСОВ

Описание этапа: К установленным опорам и анкерным узлам фундаментов монтируются главные несущие силовые тросы (стальные канаты Ø 22,5...22,6 мм). Натяжение канатов формирует замкнутый пространственный силовой пояс («магистраль»), воспринимающий основные динамические воздействия при ударе дрона, ветровые и гололедные нагрузки.

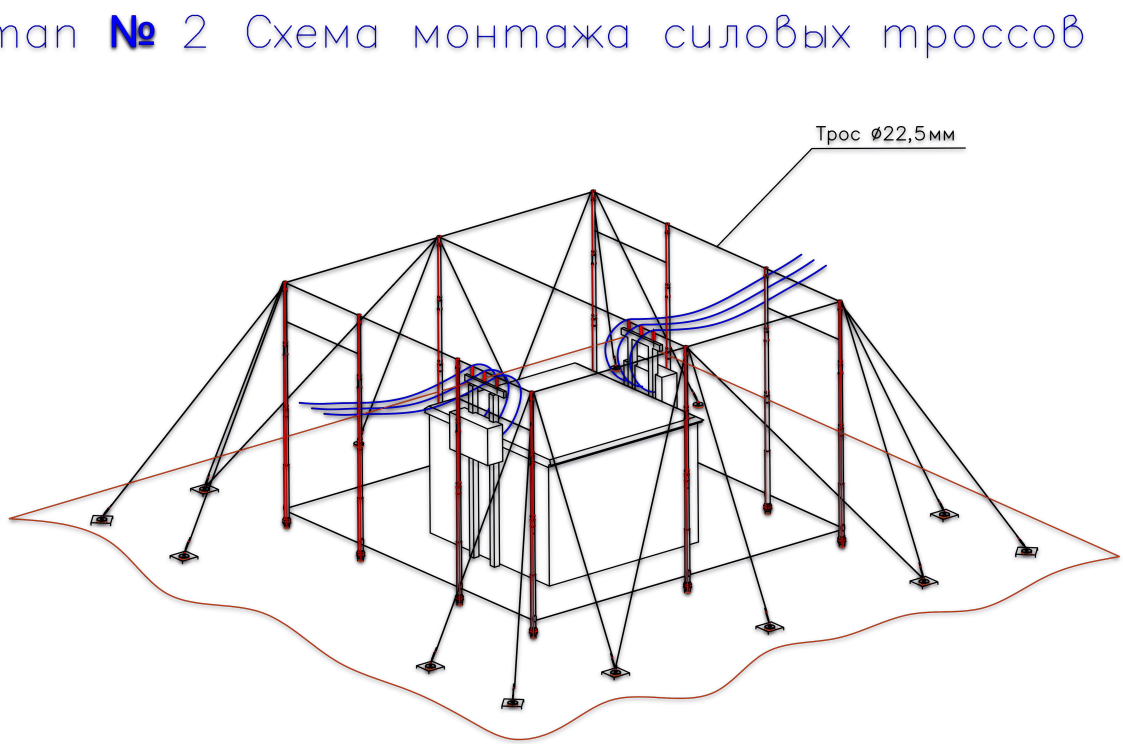

СХЕМА 2 ЭТАП № 2: ФОРМИРОВАНИЕ МАГИСТРАЛЬНОГО СИЛОВОГО ТРОСОВОГО ПОЯСА И НАТЯЖКА КАНАТОВ Ø 22,5 ММ

УЗЕЛ СОЕДИНЕНИЯ	ПРИМЕНЯЕМАЯ МАРКА ИЗДЕЛИЯ	КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ	ТЕХНИЧЕСКАЯ РОЛЬ УЗЛА
Регулировка тяжения	Талреп Т	Резьбовой натяжной талреп с разрушающей нагрузкой более 100 кН	Выборка стрелы провеса и компенсация температурных деформаций
Шарнирный анкерный узел	Коуш К 160 (разрушающая 160 кН)	Коуш стальной	Шарнирное закрепление к фасонным проушинам верхушек опор
Концевая анкеровка каната	НС-22,3/22,7-31(180) (БП)-ТРИАС	Спиральный натяжной зажим с прочностью заделки не менее 180 кН	Обеспечивает надежную фиксацию магистрального троса Ø 22,5 мм со вспомогательными Ø 11,0 и Ø 8,0 мм

⚠ **Контроль натяжения:** Натяжка магистральных канатов производится с использованием гидродомкрата и поверенного динамометра. Величина натяжения сверяется с таблицей монтажных тяжений проекта.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП № 3

МОНТАЖ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ТРОСОВ

Описание этапа: Между магистральными тросами Ø 22,5 мм монтируется распределительная сетка из тросов Ø 11,0...11,1 мм с образованием крупных квадратов с шагом около 12 метров. Затем во внутреннее пространство ячеек монтируются поддерживающие тросы Ø 8,0 мм с шагом 500 мм, формирующие мелкую ортогональную базовую сетку для подвески основного защитного полотна.

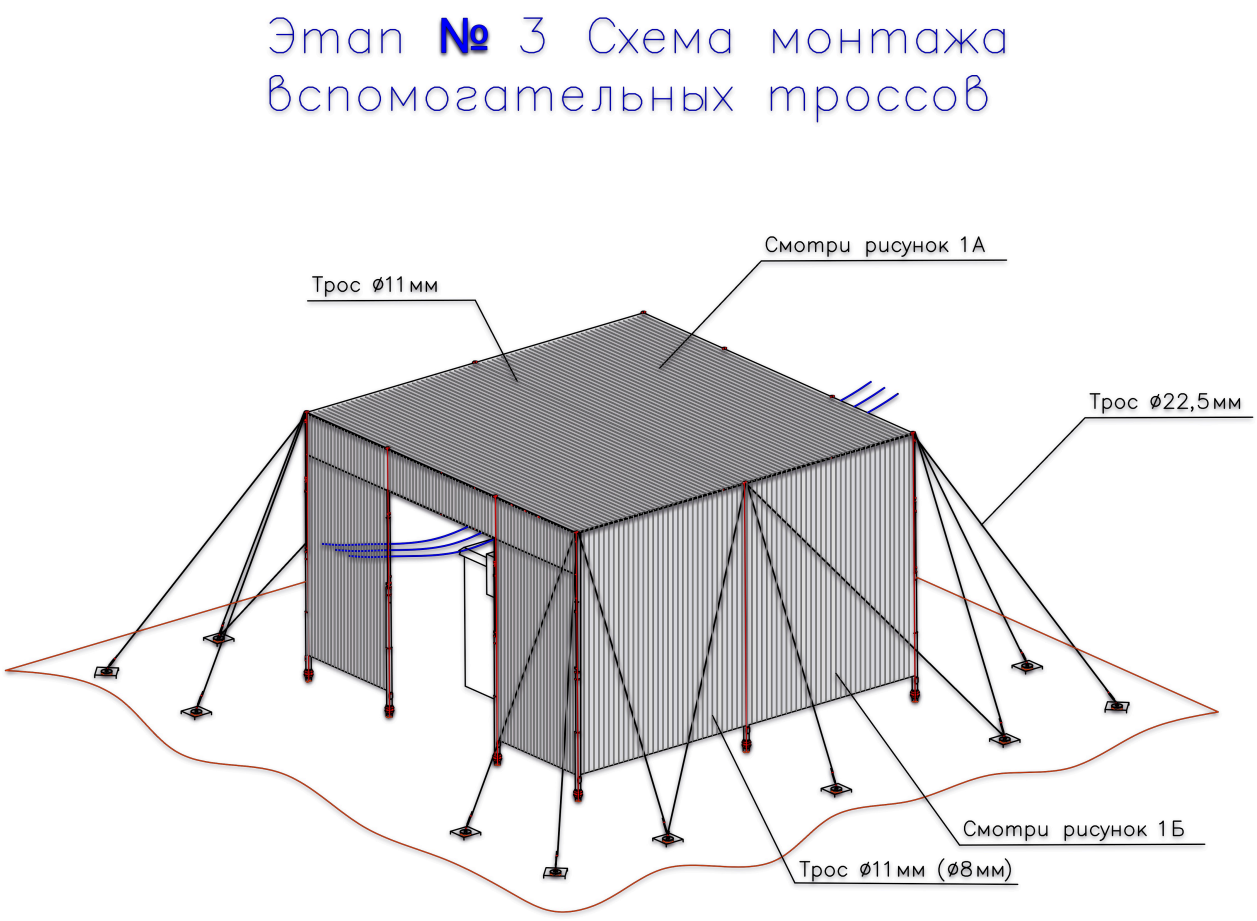

СХЕМА 3 ЭТАП № 3: РАСКЛАДКА ПРОМЕЖУТОЧНЫХ ТРОСОВ Ø 11,0 ММ (ШАГ ~12 М) И СВЯЗЕЙ Ø 8,0 ММ (ШАГ 500 ММ)

УЗЕЛ ПЕРЕСЕЧЕНИЯ	МАРКА ФИКСАТОРА	НАЗНАЧЕНИЕ СОЕДИНЕНИЯ
Магистраль Ø 22,5 / Распределит. Ø 11,0	НС-22,5/11,0-01(70) П-ТРИАС, НС-11,8/8,0-01(70) П-ТРИАС	Крепление распределительного троса к магистральному канату
Перекрестия Ø 8×8 / Ø 11×11 мм	ФТ-8,0/8,0-01 / ФТ-11,0/11,0	Стабилизация геометрии ячеек 500×500 мм под нагрузкой. Предотвращает взаимное смещение тросов разного диаметра.
Комбинированные узлы Ø 22,5×11,0 мм	ФТ-22,5/11,0-01-700-ТРИАС	Усиленный перекрестный фиксатор. Предназначен для жесткого позиционирования пересечений тросов различных диаметров.

✓ **Фиксация зажимов от продольного перемещения:** В зажимах предусмотрены специальные стопорные фиксаторы, которые блокируют петлю зажима и исключают сползание узлов вдоль магистрали при нагрузках.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП № 4

МОНТАЖ СТАЛЬНОЙ СИЛОВОЙ СЕТКИ ДВОЙНОГО КРУЧЕНИЯ (МАНЬЕ)

Описание этапа: Поверх смонтированной сетки из тросов Ø 8 или 11 мм накладывается сплошное полотно высокопрочной стальной сетки двойного кручения (сетка типа Манье с ячейкой 100×80 мм). Полотна прикрепляются к канатам каркаса специальными спиральными фиксаторами путем вкручивания спирали, монолитно объединяя тросовый скелет и защитное полотно в единый энергопоглощающий купол.

Этап № 4 Схема монтажа стальной сетки двойного кручения с двуосным усилением интегрированными силовыми тросами

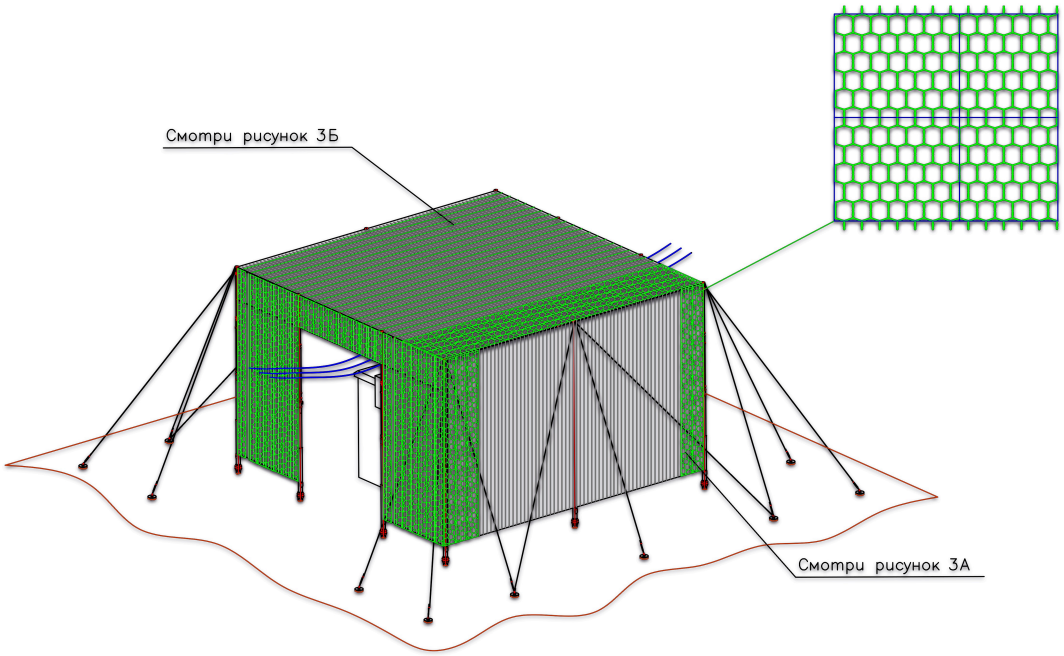

СХЕМА 4 ЭТАП № 4: СПЛОШНАЯ УКЛАДКА СЕТКИ МАНЬЕ 100×80 ММ С ДВУОСНЫМ ТРОСОВЫМ УСИЛЕНИЕМ И ФИКСАЦИЕЙ

1. РАСКАТКА И ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ

Рулоны сетки раскатываются по направляющим тросам с равномерным расправлением ячеек. Натяжение полотна выполняется ручным способом без образования складок и волн, обеспечивая плотное прилегание к несущим тросам.

2. ПЕРЕХЛЕСТ СТЫКОВ ПОЛОТЕН

Стыковка двух смежных рулонов сетки выполняется с обязательным нахлестом не менее 500 мм с совмещением шестиугольных ячеек двойного кручения.

3. ВКРУЧИВАНИЕ ФИКСАТОРОВ

Крепление сетки к тросу каркаса осуществляется спиральными фиксаторами марки 100x80-01-1500. Монтажник производит вкручивание спирали, охватывая одновременно несущий трос и проволоки ячеек.

4. ШАГ КРЕПЛЕНИЯ И СДАЧА ОБЪЕКТА

Нормативный шаг установки фиксаторов вдоль тросов жестко регламентируется проектной документацией. После завершения монтажа проводится 100% визуальный контроль узлов.

★ **Гарантия надежности:** Применение сетки двойного кручения (Манье) исключает распадение защитного барьера при локальном разрыве проволок дроном — повреждение локализуется в пределах одной ячейки.

1. КРЕПЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ТРОСОВ И ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙ СЕТКИ ТРОСОВ (ВЕРХНЯЯ ЧАСТЬ)

Спецификация фитингов и материалов на узел соединения:

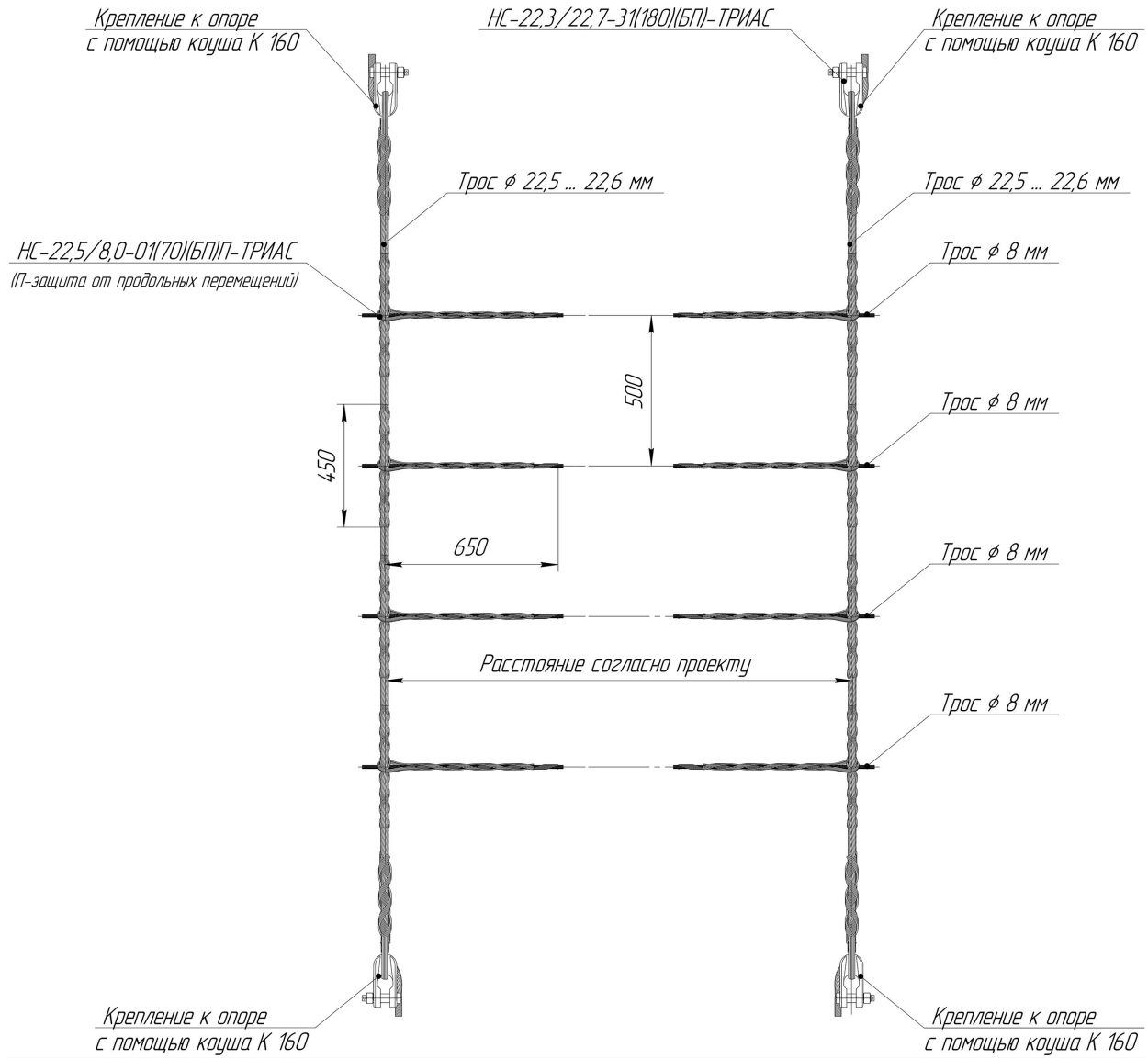

РИС. 1А КРЕПЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ТРОСОВ Ø 22,5...22,6 ММ И СЕТКИ ТРОСОВ Ø 8 ММ (ВЕРХНЯЯ ЧАСТЬ ЗАЩИТЫ)

ТИП / МАРКА ИЗДЕЛИЯ	ЭЛЕМЕНТ ЗАГРАЖДЕНИЯ	ПАРАМЕТРЫ СОЕДИНЕНИЯ	НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА
Трос стальной Ø 22,5...22,6 мм	Силовой несущий канат	Концевое крепление через коуш К 160	Восприятие статических и ветровых нагрузок
Трос стальной Ø 8,0 мм	Промежуточные связи	Шаг установки 500 мм / 450 мм	Подвеска и фиксация силовой сетки
НС-22,3/22,7-31(180) (БП)-ТРИАС	Зажим силовой натяжной	Натяжное соединение	Концевая анкеровка силового троса каркаса
НС-22,5/8,0-01(70) (БП)П-ТРИАС	Зажим перекрестный	П-защита от продольных перемещений	Соединение несущего и поддерживающего тросов
Коуш К 160	Коуш опорный	Разрушающая нагрузка 160 кН	Шарнирное крепление каркаса заграждения к опорам

2. КРЕПЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ТРОСОВ И ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙ СЕТКИ ТРОСОВ (БОКОВАЯ ЧАСТЬ)

Спецификация фитингов и материалов на узел соединения:

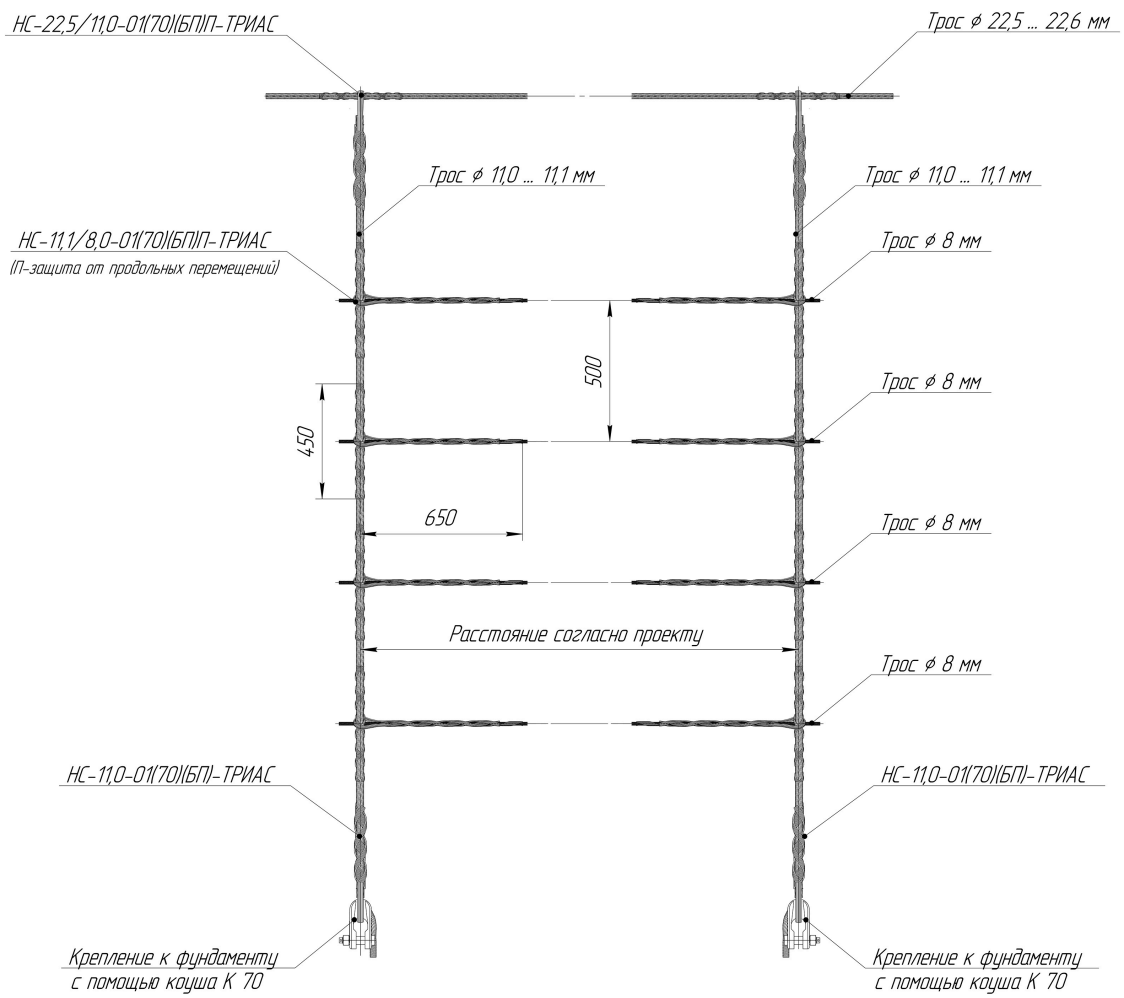

РИС. 1Б КРЕПЛЕНИЕ СИЛОВЫХ ТРОСОВ Ø 22,5...22,6 ММ И СЕТКИ ТРОСОВ Ø 8 ММ (БОКОВАЯ ЧАСТЬ ЗАЩИТЫ)

ТИП / МАРКА ИЗДЕЛИЯ	ЭЛЕМЕНТ ЗАГРАЖДЕНИЯ	ПАРАМЕТРЫ СОЕДИНЕНИЯ	НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА
Трос стальной Ø 22,5...22,6 мм	Верхний горизонтальный силовой трос	Опорный контур	Восприятие тяжения от боковых вертикальных ветвей
Трос стальной Ø 11,0...11,1 мм	Вертикальный распределительный трос	Крепление к коушу К 70	Формирование контура боковой защиты к фундаментам
Трос стальной Ø 8,0 мм	Поддерживающий трос	Шаг 500 мм / 450 мм	Подвеска и фиксация полотна сетки
НС-22,5/11,0-01(70)(БП)П-ТРИАС	Зажим перекрестный	Соединение Ø 22,5 и Ø 11,0 мм	Крепление вертикального троса к верхнему силовому тросу
НС-11,1/8,0-01(70)(БП)П-ТРИАС	Зажим перекрестный	П-защита от продольных перемещений	Соединение распределительного и поддерживающего тросов
НС-11,0-01(70)(БП)-ТРИАС	Зажим концевой натяжной	Крепление к коушу К 70	Нижняя анкеровка вертикальных тросов к фундаментам
Коуш К 70	Коуш опорный	Разрушающая нагрузка 70 кН	Шарнирное крепление к фундаментам заграждения

3. СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ СИЛОВОЙ СЕТКИ НА КАРКАС ИЗ ТРОСОВ (ВЕРХНЯЯ ЧАСТЬ)

Спецификация фитингов и материалов на узел соединения:

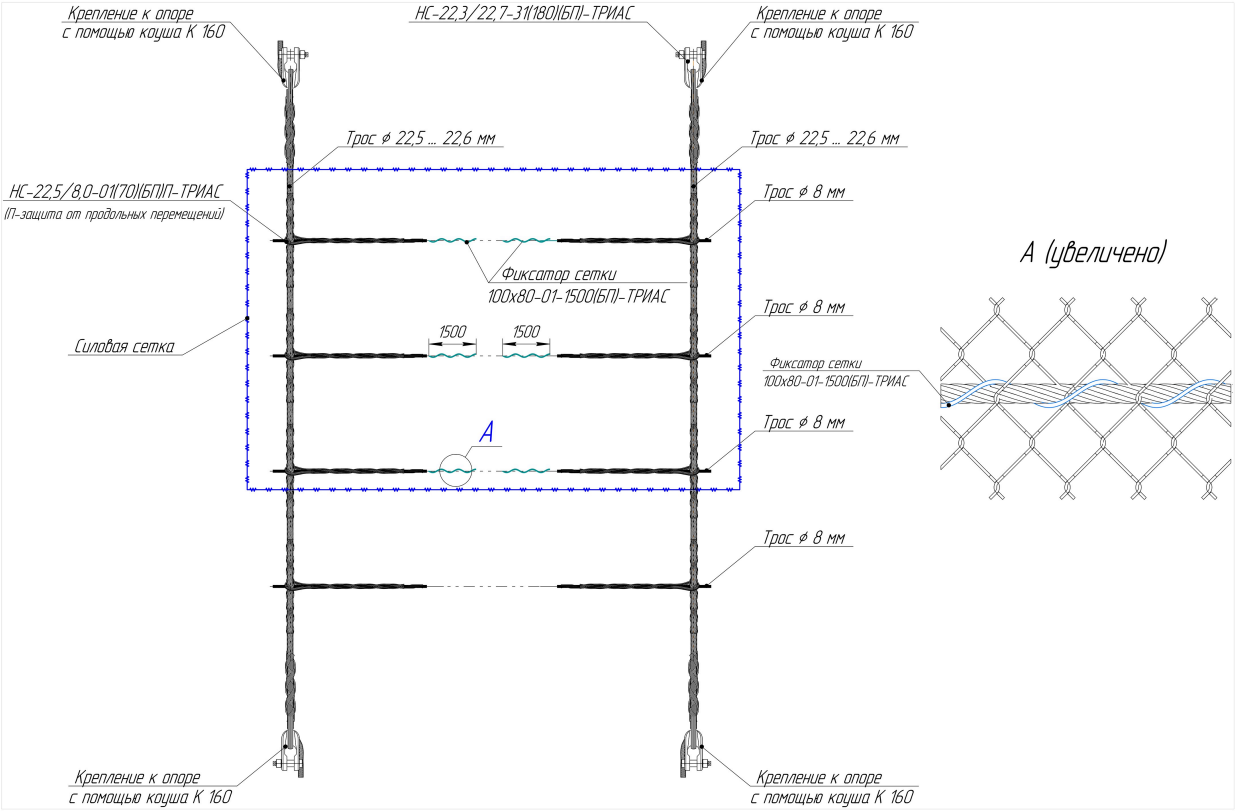

РИС. 2А КРЕПЛЕНИЕ СИЛОВОЙ СЕТКИ 100×80 ММ НА НЕСУЩИЙ КАРКАС ТРОСОВ (ВЕРХНЯЯ ЧАСТЬ ЗАЩИТЫ)

ТИП / МАРКА ИЗДЕЛИЯ	ЭЛЕМЕНТ ЗАГРАЖДЕНИЯ	ПАРАМЕТРЫ СОЕДИНЕНИЯ	НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА
Стальная сетка двойного кручения	Силовое полотно заграждения	Размер ячейки 100×80 мм	Основной физический рубеж удержания и перехвата БПЛА
Фиксатор сетки 100х80-01-1500(БП)-ТРИАС	Фиксатор сетки к тросу каркаса (Узел А)	Шаг установки 1500 мм	Жесткая фиксация проволок сетки на поддерживающих тросах Ø 8 мм
Трос стальной Ø 22,5...22,6 мм	Силовой несущий канат	Концевое крепление через коуш К 160	Восприятие растягивающих усилий и динамических ударов
Трос стальной Ø 8,0 мм	Поддерживающий трос	Горизонтальные связи каркаса	Создание опорного контура для монтажа полотна сетки
НС-22,3/22,7-31(180)(БП)-ТРИАС	Зажим силовой натяжной	Натяжное анкерное крепление	Концевая заделка несущих тросов к коушам опор
НС-22,5/8,0-01(70)(БП)П-ТРИАС	Зажим перекрестный	П-защита от продольных перемещений	Фиксация пересечений несущих канатов и тросов Ø 8 мм

4. СХЕМА КРЕПЛЕНИЯ СИЛОВОЙ СЕТКИ НА КАРКАС ИЗ ТРОСОВ (БОКОВАЯ ЧАСТЬ)

Спецификация фитингов и материалов на узел соединения:

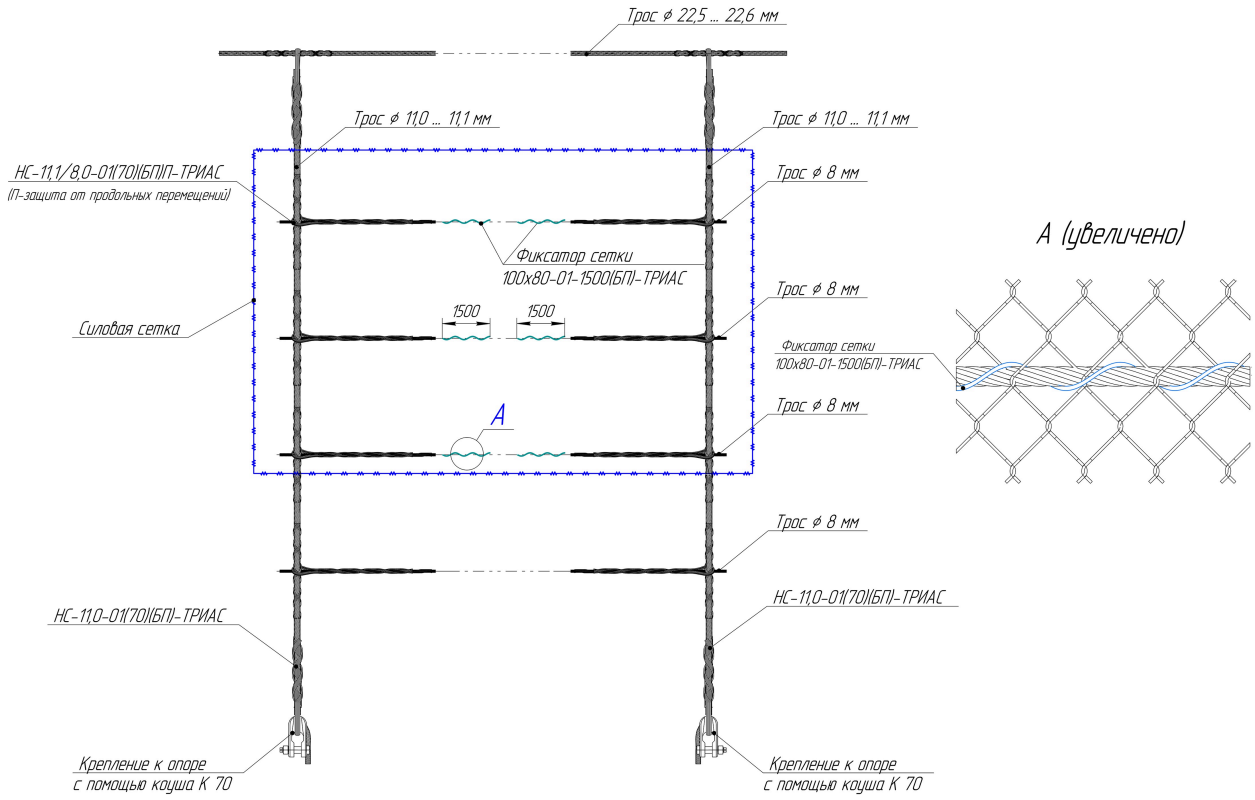

РИС. 2Б КРЕПЛЕНИЕ СИЛОВОЙ СЕТКИ 100×80 ММ НА НЕСУЩИЙ КАРКАС ТРОСОВ (БОКОВАЯ ЧАСТЬ ЗАЩИТЫ)

ТИП / МАРКА ИЗДЕЛИЯ	ЭЛЕМЕНТ ЗАГРАЖДЕНИЯ	ПАРАМЕТРЫ СОЕДИНЕНИЯ	НАЗНАЧЕНИЕ ЭЛЕМЕНТА
Стальная сетка двойного кручения	Силовое полотно заграждения	Размер ячейки 100×80 мм	Физическая защита бокового периметра от пролета БПЛА
Фиксатор сетки 100х80-01-1500(БП)-ТРИАС	Фиксатор сетки к каркасу (Узел А)	Шаг установки 1500 мм	Крепление полотна сетки к поддерживающим тросам Ø 8 мм
Трос стальной Ø 11,0...11,1 мм	Вертикальный распределительный трос	Крепление к коушу К 70	Формирование вертикального бокового каркаса защиты
Трос стальной Ø 22,5...22,6 мм	Верхний опорный трос	Горизонтальный силовой контур	Восприятие натяжения вертикальных ветвей заграждения
НС-11,1/8,0-01(70)(БП)П-ТРИАС	Зажим перекрестный	П-защита от продольных перемещений	Соединение вертикальных тросов Ø 11,0 мм и поддерживающих Ø 8,0 мм
НС-11,0-01(70)(БП)-ТРИАС	Зажим концевой натяжной	Крепление к опорному коушу К 70	Нижняя анкеровка вертикальных тросов бокового контура к опорам

5. СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ДВУХ ПОЛОТЕН СЕТКИ ВНАХЛЕСТ 500 ММ (ВЕРХНЯЯ ЧАСТЬ)

Спецификация фитингов и материалов на узел соединения:

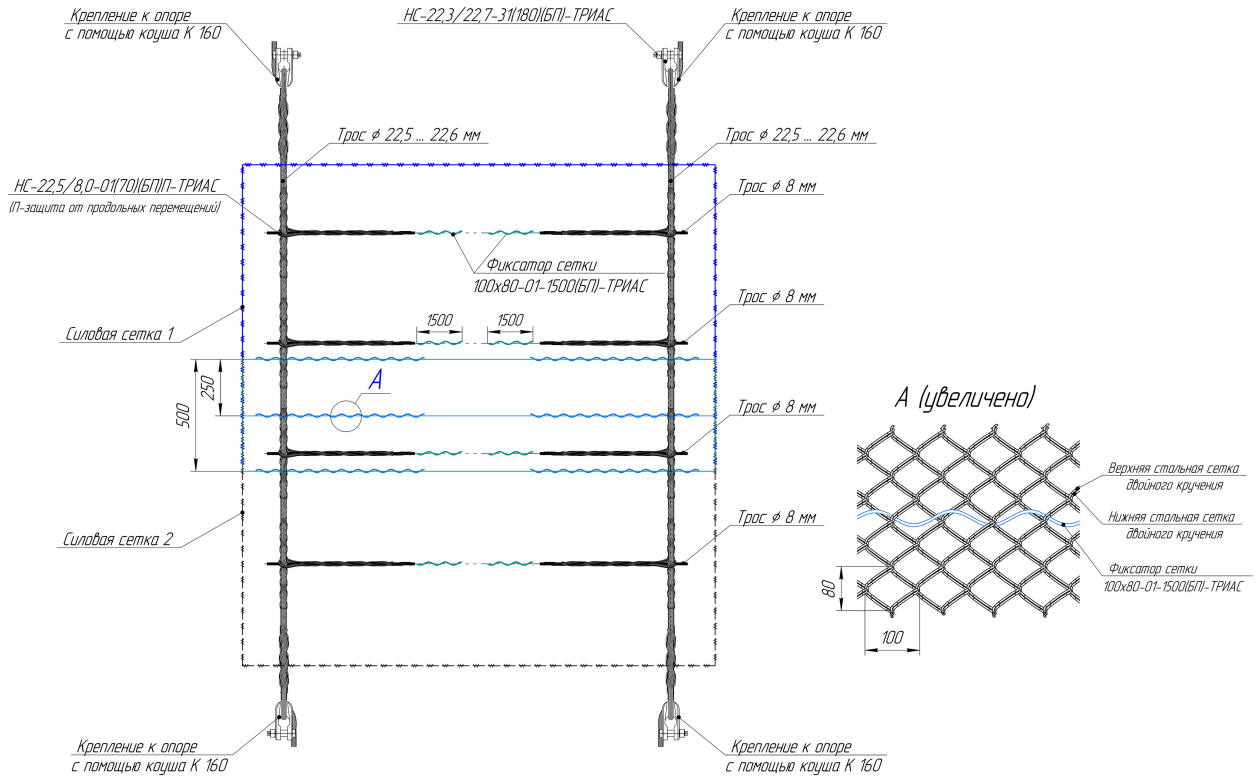

РИС. 3Б СОЕДИНЕНИЕ ДВУХ ПОЛОТЕН СЕТКИ ВНАХЛЕСТ 500 ММ (ВЕРХНЯЯ ЧАСТЬ ЗАГРАЖДЕНИЯ)

ТИП / МАРКА ИЗДЕЛИЯ	ПАРАМЕТР СТЫКА	ПАРАМЕТРЫ СОЕДИНЕНИЯ	НАЗНАЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЯ
Нахлест полотен сетки	Величина зоны перекрытия	Не менее 500 мм (250 мм от оси)	Обеспечение несущей способности стыка при ударе БПЛА
Стальная сетка двойного кручения	Соединяемые полотна 1 и 2	Совмещение ячеек 100×80 мм (узел А)	Формирование непрерывного монолитного защитного щита
Фиксатор сетки 100х80-01-1500(БП)-ТРИАС	Крепление сетки к тросу каркаса	Шаг установки 1500 мм	Механическая фиксация обоих слоев сетки к тросам каркаса
Трос стальной Ø 22,5...22,6 мм	Несущий канат каркаса	Крепление к опоре коушем К 160	Восприятие растягивающих нагрузок системы заграждения
НС-22,3/22,7-31(180)(БП)-ТРИАС	Зажим силовой натяжной	Анкерное крепление троса	Концевая заделка несущих канатов Ø 22,5...22,6 мм

6. СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ДВУХ ПОЛОТЕН СЕТКИ ВНАХЛЕСТ 500 ММ (БОКОВАЯ ЧАСТЬ)

Спецификация фитингов и материалов на узел соединения:

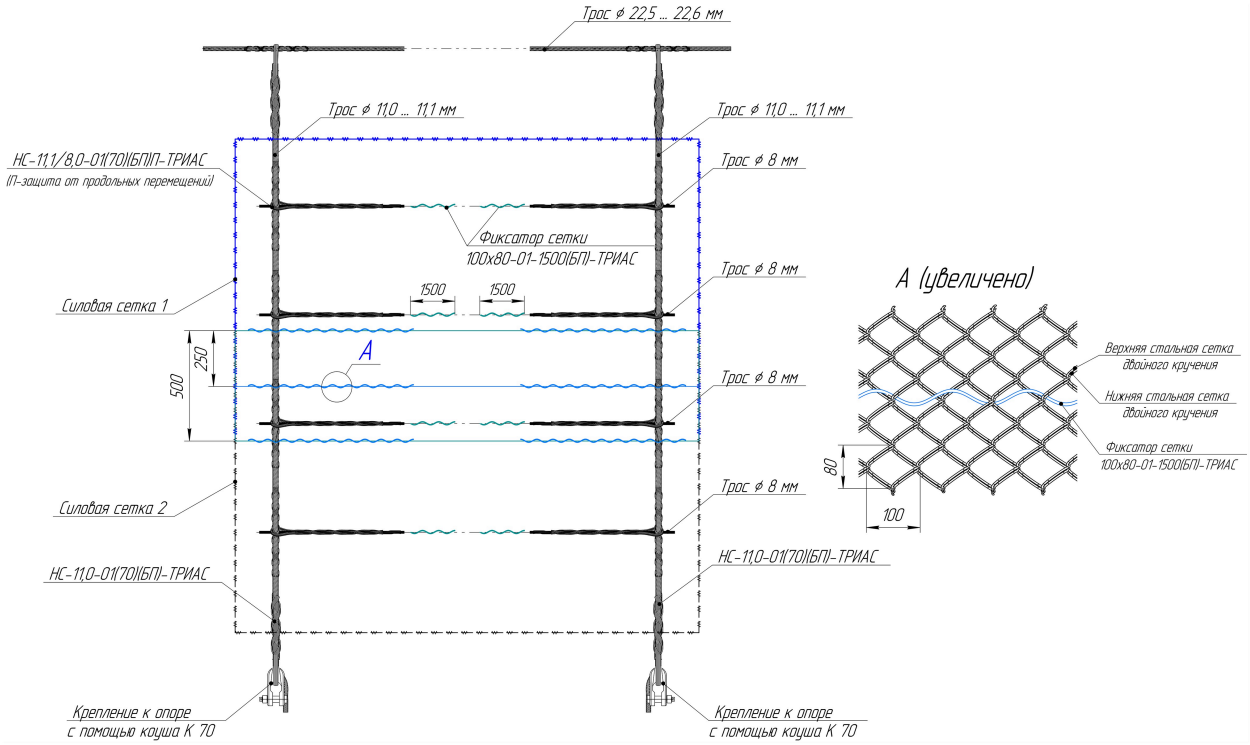

РИС. 3А СОЕДИНЕНИЕ ДВУХ ПОЛОТЕН СЕТКИ ВНАХЛЕСТ 500 ММ (БОКОВАЯ ЧАСТЬ ЗАГРАЖДЕНИЯ)

ТИП / МАРКА ИЗДЕЛИЯ	ПАРАМЕТР СТЫКА	ПАРАМЕТРЫ СОЕДИНЕНИЯ	НАЗНАЧЕНИЕ ТРЕБОВАНИЯ
Нахлест полотен сетки	Ширина зоны перекрытия	Не менее 500 мм (250 мм от оси)	Исключение образования просветов в боковом защитном контуре
Стальная сетка двойного кручения	Соединяемые полотна 1 и 2	Совмещение ячеек 100×80 мм (узел А)	Объединение секций заграждения в монолитный барьер
Фиксатор сетки 100х80-01-1500(БП)-ТРИАС	Крепление полотен к каркасу	Установка с шагом 1500 мм	Фиксация нахлеста полотен на поддерживающих тросах Ø 8 мм
НС-11,0-01(70)(БП)-ТРИАС	Зажим концевой натяжной	Нижняя заделка к коушу К 70	Крепление вертикальных тросов Ø 11 мм к фундаментам
Коуш К 70	Коуш опорный	Разрушающая нагрузка 70 кН	Крепление нижних концевых узлов к фундаментам опор

7. СОЕДИНЕНИЕ ТРОСОВ Ø 8 ММ ДЛЯ РЕГУЛЯРНОГО УСИЛЕНИЯ СЕТКИ

Спецификация фитингов и материалов на узел соединения:

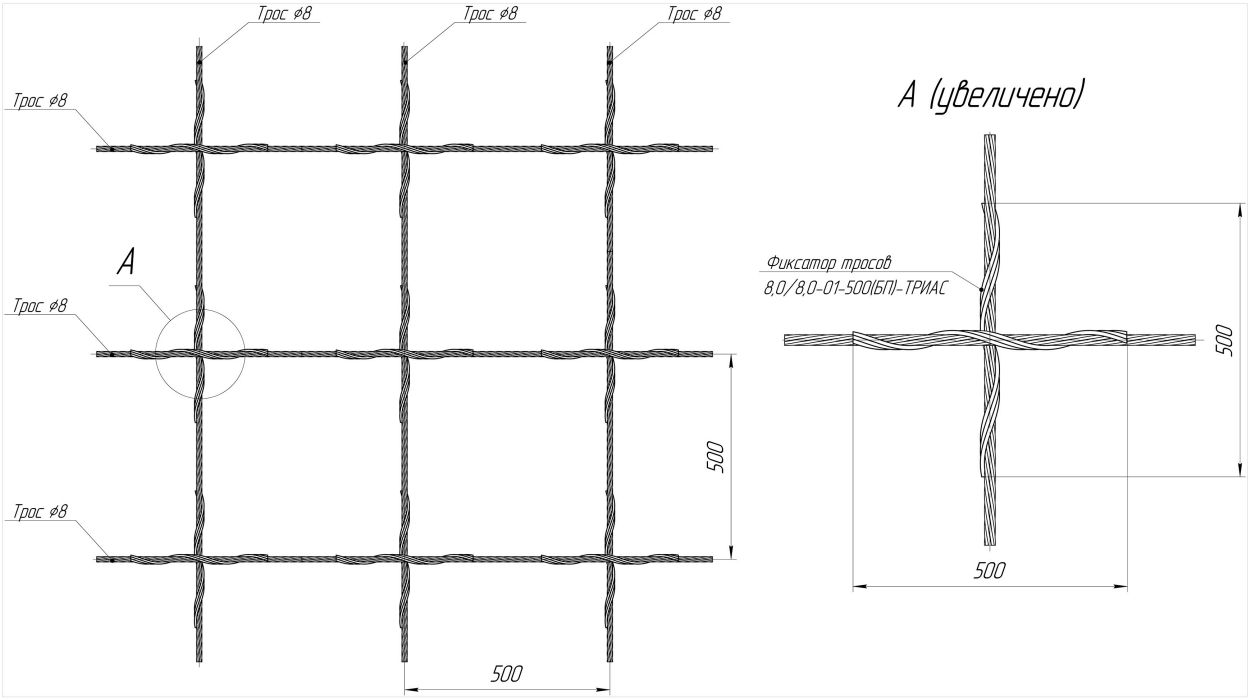

РИС. 4А СЕТКА РЕГУЛЯРНОГО УСИЛЕНИЯ ИЗ ТРОСОВ Ø 8 ММ С ШАГОМ ЯЧЕЙКИ 500 ММ

ТИП / МАРКА ИЗДЕЛИЯ	ПАРАМЕТР ЗАГРАЖДЕНИЯ	ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ	ТЕХНИЧЕСКАЯ РОЛЬ
Трос стальной Ø 8,0 мм	Материал сетки усиления	Ортогональная сетка 500×500 мм	Создание дополнительного силового каркаса поверх сетки
Фиксатор тросов 8,0/8,0-01-500(БП)-ТРИАС	Зажим в узлах пересечения (Узел А)	Спиральный фиксатор ТРИАС	Предотвращение изменения шага ячейки и проскальзывания тросов
Стальная сетка двойного кручения	Основное полотно заграждения	Совместная укладка с тросами	Удержание мелких БПЛА и предотвращение проникновения фрагментов
Ячейка усиления 500×500 мм	Размер ячейки тросовой сетки	Перпендикулярный монтаж связей	Равномерное распределение динамической ударной энергии

8. СОЕДИНЕНИЕ ТРОСОВ Ø 11,0...11,1 ММ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СЕТКИ

Спецификация фитингов и материалов на узел соединения:

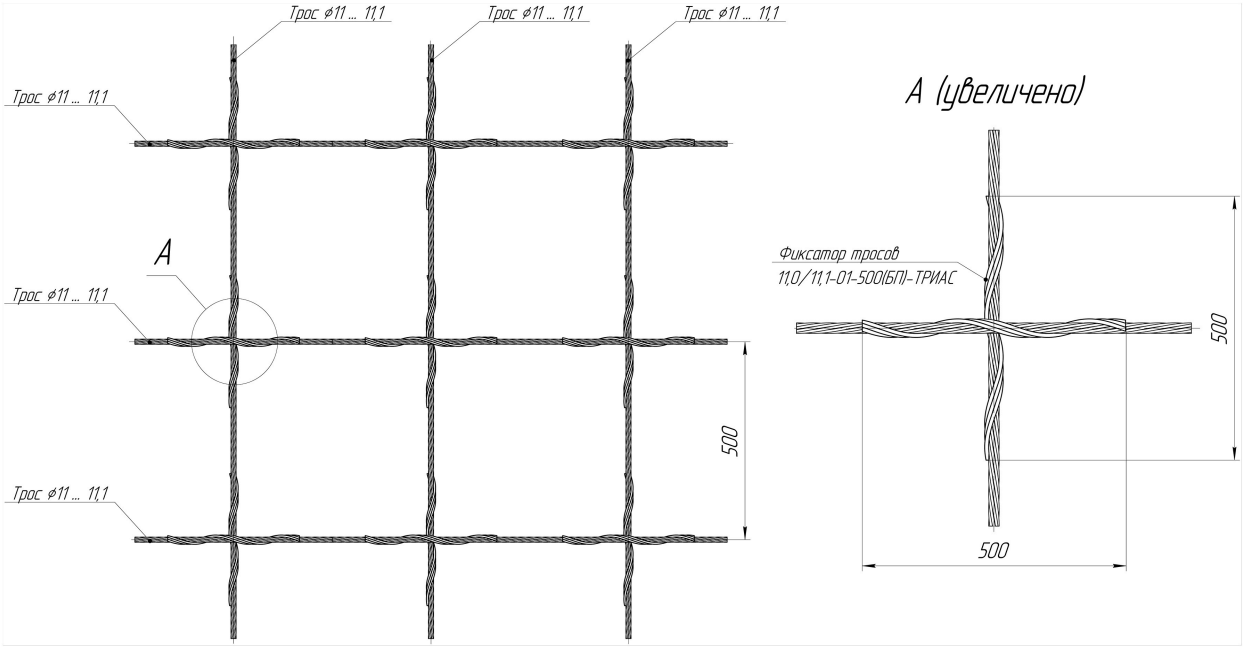

РИС. 4Б СЕТКА РЕГУЛЯРНОГО УСИЛЕНИЯ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ ИЗ ТРОСОВ Ø 11,0...11,1 ММ (ШАГ 500 ММ)

ТИП / МАРКА ИЗДЕЛИЯ	ПАРАМЕТР ЗАГРАЖДЕНИЯ	ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ	ТЕХНИЧЕСКАЯ РОЛЬ
Трос стальной Ø 11,0...11,1 мм	Материал сетки усиления	Высокопрочные стальные канаты	Повышение несущей способности и стойкости к тяжелым БПЛА
Фиксатор тросов 11,0/11,0-01-500(БП)-ТРИАС	Зажим в узлах пересечения (Узел А)	Спиральный фиксатор ТРИАС	Надежное зажатие пересечений тросов без повреждения их структуры
Стальная сетка двойного кручения	Область применения заграждения	Заграждения особо ответственных зон	Локализация зоны поражения при кинетическом воздействии
Ячейка усиления 500×500 мм	Шаг сетки регулярного усиления	Ортогональный монтаж по осям	Создание жесткой пространственной решетки перехвата

9. СОЕДИНЕНИЕ ТРОСОВ Ø 11 ММ И Ø 22,5 ММ ДЛЯ КОМБИНИРОВАННОГО УСИЛЕНИЯ

Спецификация фитингов и материалов на узел соединения:

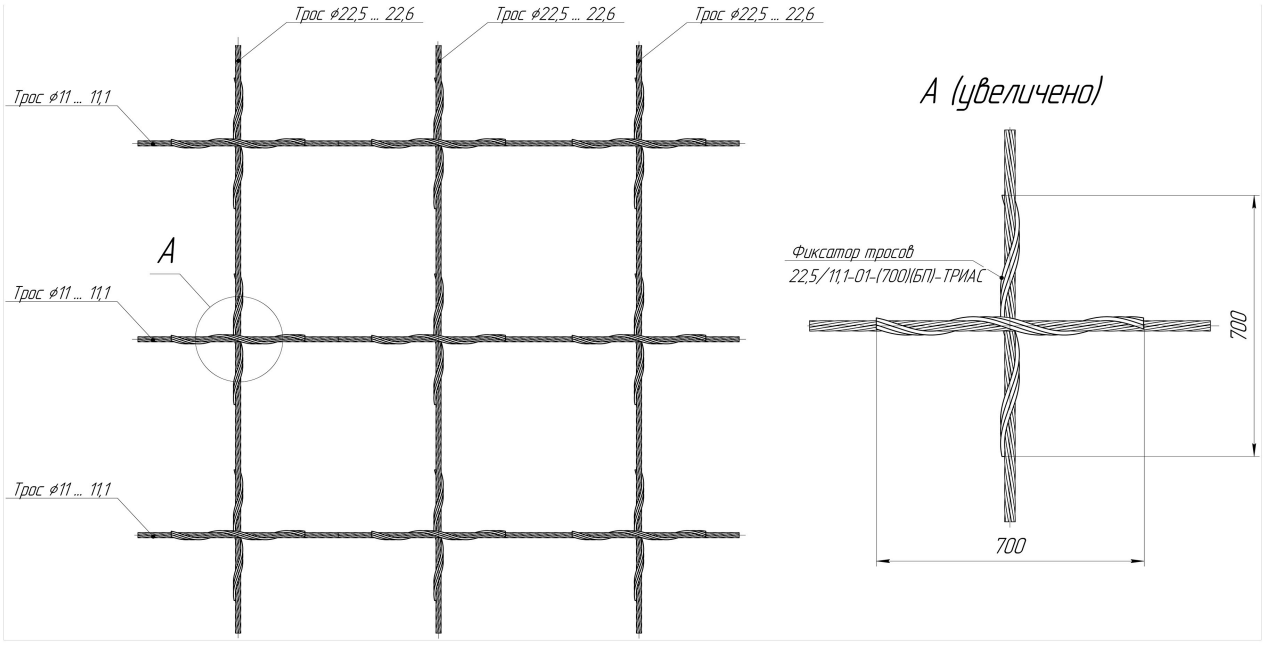

РИС. 4В КОМБИНИРОВАННАЯ СЕТКА РЕГУЛЯРНОГО УСИЛЕНИЯ ИЗ ТРОСОВ Ø 11,0...11,1 ММ И Ø 22,5...22,6 ММ (ШАГ 700 ММ)

ТИП / МАРКА ИЗДЕЛИЯ	ПАРАМЕТР ЗАГРАЖДЕНИЯ	ПАРАМЕТРЫ УСТАНОВКИ	ТЕХНИЧЕСКАЯ РОЛЬ
Трос стальной Ø 22,5...22,6 мм	Вертикальные силовые тросы	Несущие основные канаты	Восприятие экстремальных динамических и ветровых воздействий
Трос стальной Ø 11,0...11,1 мм	Горизонтальные тросы	Распределительные элементы	Формирование горизонтального контура пространственной жесткости
Фиксатор тросов 22,5/11,1-01-(700)(БП)-ТРИАС	Зажим в узлах пересечения (Узел А)	Специальный спиральный зажим ТРИАС	Жесткое соединение тросов различных диаметров в узлах пересечений
Ячейка усиления 700×700 мм	Шаг комбинированной решетки	Сетка регулярного шага	Оптимальное соотношение металлоемкости и предельной прочности

СПРАВОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОМПЛЕКТУЮЩИХ И ИЗДЕЛИЙ «ТРИАС»

Сводные технические характеристики стандартизированных изделий производства АО «ЭССП» для систем защиты от БПЛА:

ТАБЛИЦА 1. СПРАВОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ КОУШЕЙ СЕРИИ «К»

НАИМЕНОВАНИЕ	РАЗРУШ. НАГР., КН	ГАБАРИТЫ L×B×H, ММ	A, ММ	D, ММ	D, ММ	C, ММ	ГАЙКА	МАССА, КГ
Коуш К 70	70	115×88×65	58	16	17	26	М 16	0,8
Коуш К 120	120	135×98×70	62	20	21	26	М 18	1,5
Коуш К 160	160	152×108×75	68	25	26	27	М 20	2,3
Коуш К 210	210	175×120×85	75	30	32	30	М 24	3,4

ТАБЛИЦА 2. СПРАВОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАТЯЖНЫХ ТАЛРЕПОВ СЕРИИ «Т»

НАИМЕНОВАНИЕ	РАЗРУШ. НАГР., КН	ХОД РЕГУЛИР., ММ	LMIN / LMAX, ММ	D, ММ	D, ММ	МАССА, КГ
Т-30-01	30	190	400 / 590	17	8	1,03
Т-50-01	50	200	450 / 650	17	12	2,0
Т-70-01	70	250	580 / 830	17	14	2,9
Т-100-01	100	250	580 / 830	23	17	4,2

ТАБЛИЦА 3. ПАРАМЕТРЫ СТАЛЬНОЙ МОНТАЖНОЙ ЛЕНТЫ

НАИМЕНОВАНИЕ	ШИРИНА, ММ	ТОЛЩИНА, ММ	МАРКА СТАЛИ	УСИЛИЕ РАЗРЫВА, КН	МАССА БУНТА, КГ
Лента 15,0×0,7-430	15,0	0,7	AISI 430	4,5	3,3
Лента 20,0×0,7-430	20,0	0,7	AISI 430	6,0	4,4
Лента 20,0×0,7-201	20,0	0,7	AISI 201	7,0	4,4
Лента 20,0×0,7-304	20,0	0,7	AISI 304	8,0	4,4
Лента 20,0×0,8-321	20,0	0,8	AISI 321	9,0	5,0

ТАБЛИЦА 4. ПАРАМЕТРЫ ОПОР «ОДН-ТРИАС»

НАИМЕНОВАНИЕ	ВЫСОТА, М	Ø ОСНОВАНИЯ / ВЕРШИНЫ, ММ	ИЗГИБАЮЩИЙ МОМЕНТ, КНМ	МАССА, КГ
Опора ОДН-29-ТРИАС*	29	730 / 377*	600*	5500*
Опора ОДН-39-ТРИАС*	39	920 / 426*	1200*	8700*

ТАБЛИЦА 5. ВИНТОВЫЕ СВАИ СЕРИИ «СВС-ТРИАС»

НАИМЕНОВАНИЕ	Ø СТВОЛА / ЛОПАСТИ, ММ	ДЛИНА, М	НЕСУЩАЯ СПОСОБНОСТЬ, КН	МАССА, КГ
Свая СВС-108-ТРИАС	108 / 300	3,0	60 (выдергивание / вдавливание)	48
Свая СВС-159-ТРИАС	159 / 450	4,5	120 (выдергивание / вдавливание)	112
Свая СВС-219-ТРИАС	219 / 550	6,0	200 (выдергивание / вдавливание)	245

**Параметры ОДН и СВС определяются конкретными геологическими условиями и ветровым районом площадки строительства по рабочей документации.*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

Общие требования к производству работ: Монтаж систем физической защиты от БПЛА должен выполняться специализированными монтажными организациями в строгом соответствии с проектом производства работ (ППР), требованиями СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции», Правилами охраны труда при работе на высоте и заводскими технологическими картами АО «Электросетьстройпроект». Все ответственные узлы подлежат обязательному освидетельствованию с составлением актов скрытых работ.

1 АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА И ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

Все элементы несущего каркаса, узловые зажимы «ТРИАС», винтовые сваи СВС и натяжные талрепы поставляются с заводским термодиффузионным или горячим цинковым покрытием по ГОСТ 9.307 со сроком службы не менее 30 лет. До начала монтажа проводится 100% входной визуальный контроль защитного слоя и геометрии фитингов.

2 АНКЕРОВКА И КОНТРОЛИРУЕМОЕ НАТЯЖЕНИЕ

Натяжение главных несущих канатов Ø 22,5...22,6 мм производится механизированным способом с обязательным контролем монтажного тяжения поверенным динамометром. Концевая заделка в коушах К 160 выполняется спиральными натяжными зажимами марки НС-22,3/22,7-31(180) с гарантированной прочностью заделки не менее 180 кН.

3 УСТАНОВКА УЗЛОВЫХ ФИКСАТОРОВ «ТРИАС»

Монтаж спиральных и перекрестных зажимов в точках пересечения несущих, распределительных и поддерживающих тросов выполняется с контролем шага ячеек и соблюдением момента затяжки динамометрическим инструментом. Применение зажимов с антисдвиговой «П»-защитой гарантирует сохранение геометрии сетки при динамических ударах.

4 НАВЕСКА И СТЫКОВКА ПОЛОТЕН СИЛОВОЙ СЕТКИ

Стыковка смежных рулонов сетки 100×80 мм выполняется с обязательным перехлестом не менее 500 мм (по 250 мм от осевого каната). Соединение полотен между собой и крепление к поддерживающим тросам каркаса производится штатными фиксаторами марки 100x80-01-1500(БП)-ТРИАС с нормативным шагом не более 1500 мм.

5 ПОГРУЖЕНИЕ СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ СВС

Винтовые сваи серии СВС-ТРИАС погружаются гидравлическими установками до проектного упора в несущие грунты с непрерывным контролем крутящего момента завинчивания. Нижняя анкеровка вертикальных распределительных канатов к оголовкам свай осуществляется через опорные коуши К 70 концевыми зажимами НС-11,0-01.

6 ТЕХНИЧЕСКИЙ НАДЗОР И РЕГЛАМЕНТ ТО

Инструментальное освидетельствование величин стрел провеса канатов, состояния антикоррозионных покрытий, целостности узлов анкеровки и контрольная протяжка болтовых соединений должны производиться эксплуатирующей службой объекта не реже одного раза в год, а также во внеочередном порядке после штормовых ветровых нагрузок.

⚠ **Особые условия и авторский надзор:** Внесение любых конструктивных изменений в проектную геометрию ячеек каркаса и тросового усиления (500×500 мм, 700×700 мм), изменение марок канатов или замена штатных фитингов «ТРИАС» допускается производить исключительно по согласованию с генеральным разработчиком системы — Научно-Техническим Центром АО «Электросетьстройпроект».

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К ТРЕБОВАНИЯМ ПО РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНУЮ ЗАЩИТУ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ОТ АТАК БПЛА.

Мероприятия по антитеррористической защите объектов инфраструктуры представляют собой комплекс мер, направленных на предотвращение террористических актов и минимизацию их последствий.

ЗАДАЧИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ:

1. Обеспечить физическую защиту ключевой технологической зоны от падения и детонации БПЛА.
2. Сохранить непрерывность работы объекта на время монтажа и/или ремонта защит.
3. Учёт проектной документации по объекту геологии грунтов, климатических характеристик района, инженерных коммуникаций как для монтажа, так и для эксплуатации объекта.

ОГРАНИЧЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ОБЪЕКТА:

1. Объект в круглосуточной работе, остановка технологического процесса не допускается.
2. Плотная застройка, ограниченное пространство для техники и складирования.
3. Сохранение доступа к инженерным сетям и проездам для спецтранспорта.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ (ЗОК):

1 УСТАНОВКА ОПОРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И УЛАВЛИВАЮЩЕГО НАВЕСА

Установка опорных конструкций с целью закрепления к ним улавливающего сетчатого навеса на расстоянии 5-15м до поверхности защищаемого оборудования (исключающий касаний). Опорные конструкции выполнены из труб стального проката установленные на свайном фундаменте с обязательным использованием оттяжек из стального оцинкованного троса Ø22,5мм для обеспечения пространственной устойчивости всей конструкции. Все тросы крепятся к опорам с помощью натяжных спиральных зажимов. Допускаемый вариант замены - пространственные металлические фермы на решетчатых опорах. Опорные конструкции устанавливаются по периметру защищаемого объекта согласно расчётным значениям расстояний в пролётах.

2 РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ПОДБОР СИСТЕМЫ

Согласно значениям прочностных расчётов конструкций защит обеспечивающих конструктивную прочность эксплуатации защит подтверждающий их несущую способность, а также в соответствии с функционально-эксплуатационными требованиями и энергопоглощающими характеристиками защитного навеса производится подбор силовой тросовой системы, натяжных устройств и опорных конструкций.

2.1. Подбор конструкций сетчатого навеса производится исходя из расчётных значений усилий в соответствии требований конструкционной надёжности от воздействия внешних факторов;

2.2. Расчёт конструкции тросовой системы с учётом статической и динамической нагрузок от сетчатого навеса с обязательным соблюдением габаритного расстояния до поверхности защищаемого объекта. С учётом п.2.1 и 2.2 определить необходимость корректировок на расстановку опорных конструкций в части их геометрических размеров и их взаимного расположения.

2.3. Подбор комплектующих тросовой системы с учётом значения стрелы прогиба защитной сетки с целью соблюдения допустимого расстояние до поверхности защищаемого объекта.

***В качестве примера:**

СОСТАВ ИЗГОТОВЛЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ:

- Опорные стойки высотой 20м в количестве 10-ти штук;
- Свайные фундаменты в количестве 24 штук;
- Комплект тросовых систем и натяжных устройств, состоящий из силовых тросов Ø22,5 мм формирующие силовой периметр на расчётной высотной отметке, а также для формирования пространственной силовой системы.
- Комплекты вспомогательных тросов Ø8,0-11,0мм зафиксированные на силовой тросовой системе с шагом 0,5-1,0м;
- Защитная стальная сетка двойного кручения с размером ячейки 80х100 мм, с двуосным усилением интегрированными силовыми тросами закрепляется к вспомогательным тросам с помощью спиральных прядей (либо специальных скоб).

ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА:

- Поэтапный монтаж по зонам, без остановки технологического процесса на объекте.
- Использование компактной подъёмной и буровой техники и ручного такелажа в стеснённых условиях.
- Работы согласованы с службой безопасности объекта.
- Контроль натяжения сети и приёмка по чек-листу (с фотофиксацией).

РЕЗУЛЬТАТ:

Объект получил дополнительный уровень физической защиты от БПЛА (соответствует n-ому уровню защиты согласно СП 542.1325800.2024 «Защитные ограждающие конструкции от беспилотных летательных аппаратов»).

Решение реализовано в кратчайшие сроки без остановки работы предприятия.