ИНЖЕНЕРНОЕ РУКОВОДСТВО FEICHUN CABLE · РЕДАКЦИЯ 28.07.2026

PROTOLON (ST)3E | NTSCGEWOEU | 12/20 (24) кВ | 29 кВ test | до 500 м | 3E concentric PE

Что такое PROTOLON (ST)3E NTSCGEWOEU 12/20 кВ

Гибкий экранированный кабель среднего напряжения для земснарядов, плавучих доков, насосов и тяжелого оборудования в пресной, сточной, соленой и солоноватой воде при высоких механических нагрузках.

Конструкция сочетает луженые гибкие медные жилы класса 5, полупроводящие EPR-слои, изоляцию 3GI3, три индивидуальных концентрических защитных PE-проводника, водостойкую внутреннюю EPR-оболочку и наружную CM/CPE 5GM3. Feichun Cable проектирует на этой основе кабельные системы для дноуглубительной, горной, конвейерной и портовой техники.

U0/U (Um): 12/20 (24) кВ | 90 °C continuous | 250 °C short circuit | −40...+80 °C fixed | −25...+60 °C flexible | ±25°/м | 15 Н/мм²

ATEX | IECEx | VDE | CE | UKCA | EAC | Российский пожарный сертификат

Разрешительные документы подтверждаются по точному исполнению, партии, аксессуарам и рынку назначения. ATEX/IECEx относятся к подтвержденному оборудованию, компоненту или системе во взрывоопасной зоне, а не к общему рекламному заявлению.

Номинальное напряжение	Испытательное напряжение	Водная глубина	Типоразмеры
20 кВ	**29 кВ**	**500 м**	**11**
максимум системы 24 кВ	исходная спецификация	системная qualification	25–240 мм²

Содержание

1. Инженерный вывод
2. Назначение
3. Конструкция
4. SVG-сечение
5. Технологии Feichun
6. Drag-chain, фестон, барабан
7. Сравнение с 18/30 кВ
8. 500 м и давление
9. Заделки
10. Стандарты
11. Полные спецификации
12. Расчеты
13. Барабанная геометрия
14. Арктика
15. Проектный опыт
16. FMEA
17. Приемка и FAQ

1. Инженерный вывод

PROTOLON (ST)3E NTSCGEWOEU 12/20 кВ предназначен для мобильного или подвижного питания оборудования в воде, когда требуются гибкая EPR-изоляция, надежный защитный PE вокруг каждой фазы и стойкая к воде эластомерная оболочка. Он особенно рационален в сетях 20 кВ: по сравнению с версией 18/30 кВ кабель имеет меньший изоляционный габарит и, как правило, меньшую массу.

3E	29 кВ	500 м	11 размеров
индивидуальный PE	испытательное напряжение	около 5 МПа	два PE-варианта 25 и 35 мм²

Граница применения: 12/20 (24) кВ нельзя использовать в системе 30 кВ. Меньший диаметр дает механическое преимущество только при соответствии номинального напряжения сети.

2. Назначение и обозначение

PROTOLON (ST)3E обозначает гибкую эластомерную кабельную архитектуру с тремя индивидуальными концентрическими защитными проводниками. **NTSCGEWOEU** является отраслевым обозначением специального MV-кабеля;

Типовые механизмы

- земснаряд и грунтовый насос;
- плавучий док и понтонная станция;

точная расшифровка материалов и дополнительных жил всегда сверяется по datasheet.

Кабель рассчитан на sewage, salt water и brackish water, а также на высокие механические нагрузки при подключении dredgers, floating docks и pumps. Конструкция указана как применимая к дноуглубительному оборудованию согласно VDE 0168.

- портовый shiploader и stacker-reclaimer;
- карьерный конвейер и дробилка;
- кабельный барабан после динамического расчета.

3. Функция каждого конструктивного слоя

Проводник

Луженая тонкопроволочная медь, класс 5. Гибкость обеспечивается числом и диаметром проволок, но ресурс зависит от растяжения и изгиба.

Inner semicon

Полупроводящий EPR сглаживает электрическое поле на поверхности многопроволочной жилы.

Изоляция

Специальная EPR-смесь 3GI3 обеспечивает эластичную изоляционную систему 12/20 кВ.

Outer semicon

Создает контролируемый интерфейс изоляции и концентрического защитного проводника.

3E PE

Отдельный концентрический PE распределен вокруг каждой из трех главных жил.

Inner sheath

Водостойкая специальная EPR-оболочка стабилизирует сердечник и ограничивает миграцию влаги.

Outer sheath

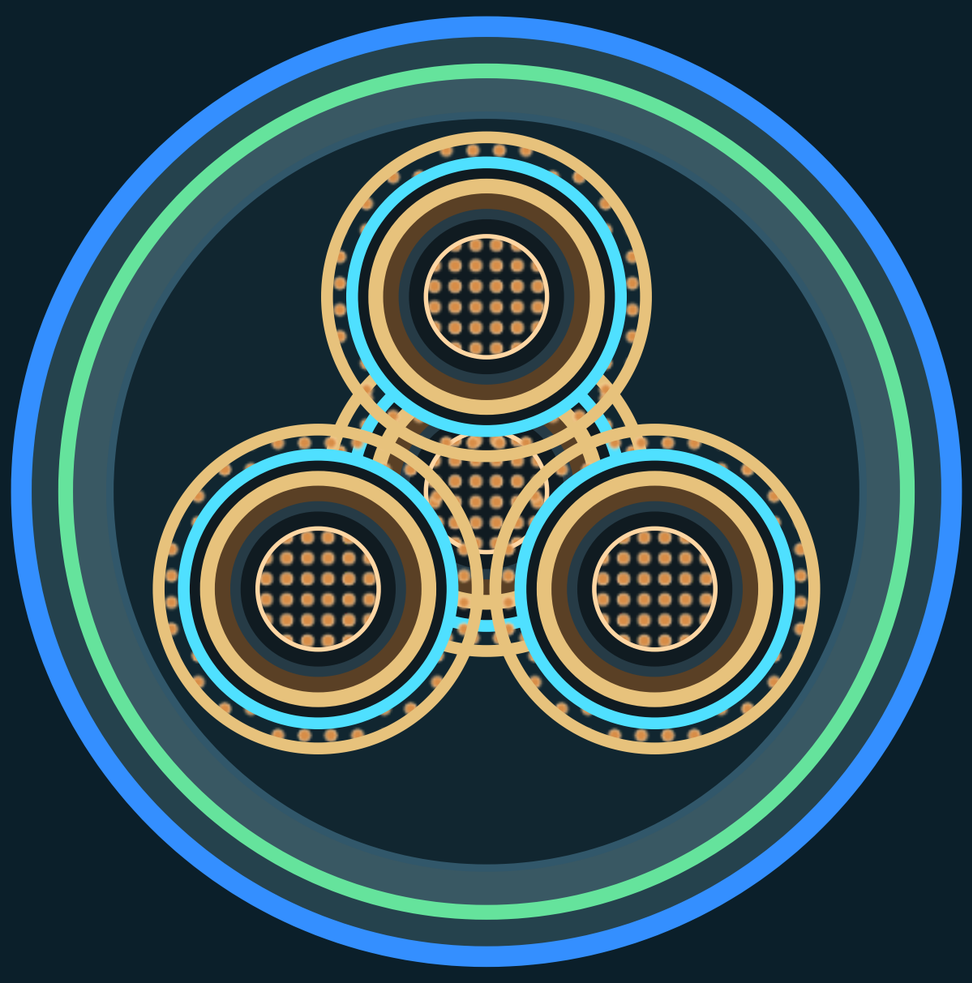
Хлорированный полиэтилен CM/CPE, смесь 5GM3 waterproof, стойкая к маслу, озону, UV и морской воде.

3×2,5ST

Указаны только в 240-мм² конструкции. Функцию и схему подключения подтверждают по чертежу; SAP-код в исходном тексте не предоставлен.

4. Профессиональное SVG-сечение

12/20 (24) кВ · индивидуальный concentric PE на каждой фазе



Слои и инженерная функция

1. Tinned copper conductor, class 5
2. Inner semiconductive EPR
3. EPR insulation, special 3GI3
4. Outer semiconductive EPR
5. Individual concentric PE
6. Waterproof special EPR inner sheath
7. Waterproof CM/CPE 5GM3 sheath

Не заявлено без отдельного чертежа

- aramid tensile member
- metallic armour
- функция 3×2,5ST

Схема функциональная. Толщины, шаг скрутки и число проволок подтверждаются чертежом конкретной поставки.

5. Технология и проектирование Feichun Cable

Высокая гибкость, стойкость к растяжению и износу не создаются одной «усиленной оболочкой». Ресурс формируется всей системой: conductor stranding, lay-length, semicon adhesion, изоляцией, заполнением сердечника, оболочкой, зажимами и геометрией машины.

Balanced-flex geometry

Шаг скрутки и распределение заполнителей проектируются так, чтобы фазы не мигрировали внутри сердечника при реверсе и циклическом изгибе.

Управление растяжением

Базовый кабель ограничен правилом 15 Н/мм² по главным медным жилам. Специальный независимый силовой элемент применяется только в отдельном подтвержденном исполнении.

Антиабразивная оболочка

CM/CPE-система подбирается под рудную мелочь, угольную пыль, соленую воду, масло, скольжение по роликам и локальное контактное давление.

Waterproof interfaces

Инженерный контроль охватывает не только наружную оболочку, но и продольные пути воды вокруг проволок, PE и в зонах разделки.

Северный пакет

Для арктических проектов согласуются температура движения, прогрев, барабан, ролики, герметики и режим холодного пуска.

Экспорт России и Европы

Маркировка, EAC, российский пожарный сертификат, CE/UKCA и применимые Ex-документы комплектуются по точной договорной спецификации.

Инженерная особенность Feichun: кабель выбирается совместно с барабаном, фестоном, кабельной цепью, соединительной арматурой и программой технического обслуживания. Это снижает риск купить электрически подходящий, но механически несовместимый кабель.

6. Drag-chain, фестон, кабельный барабан и подводная работа

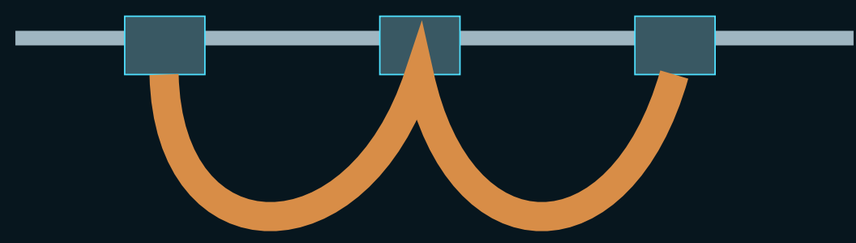
Режим движения определяет механизм повреждения кабеля

A. Drag-chain / кабельная цепь



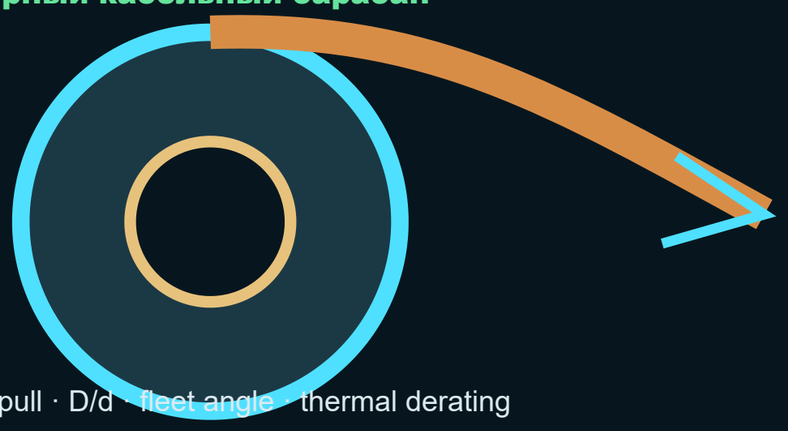
Rmin · acceleration · S-bend · separation · cycles

B. Фестон / cable trolley



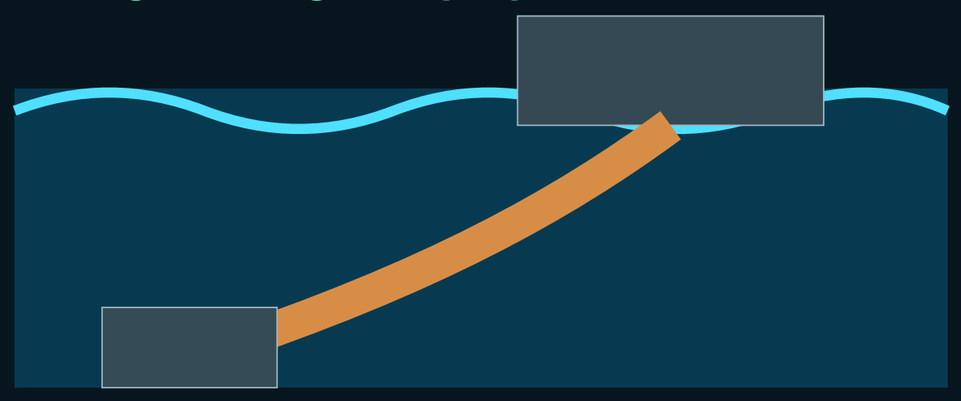
Loop depth · trolley impact · wind · clamps

C. Моторный кабельный барабан



Torque · pull · D/d · fleet angle · thermal derating

D. Dredger / floating dock / pump



Depth · current · buoyancy · abrasion · pressure seal

Одинаковый кабель испытывает принципиально разные нагрузки в цепи, фестоне, на барабане и под водой.

Drag-chain

Диаметр 55–102 мм требует крупной цепи и достаточного внутреннего пространства. Нельзя допускать соприкосновение фазного MV-кабеля с гидравлическими шлангами под давлением.

Фестон

Ресурс зависит от глубины петли, правильной формы saddle, давления зажима и отсутствия резкого перегиба у trolley.

Reeling

Более компактный 12/20-kV вариант уменьшает массу движущейся ветви и требуемый диаметр барабана по сравнению с 18/30 кВ.

Underwater

На глубине учитывают течение, плавучесть, форму catenary, динамическую нагрузку у точки выхода из воды и pressure-rated accessories.

7. PROTOLON ST3E 12/20 кВ против версии 18/30 кВ

При одинаковом сечении проводника электрическое сопротивление и табличная токовая нагрузка в предоставленных данных остаются одинаковыми. Разница возникает главным образом в толщине изоляционной системы, внешнем диаметре, массе, емкости и номинальном напряжении.

Главная жила	Dmax 12/20, мм	Dmax 18/30, мм	Уменьшение Dmax	Масса 12/20, кг/км	Масса 18/30, кг/км	Уменьшение массы
25 мм²	59,3	71,1	16,6%	4 350	6 300	31,0%
35 мм²	60,6	74,3	18,4%	4 940	6 720	26,5%
50 мм²	63,9	79,4	19,5%	5 790	7 900	26,7%
70 мм²	71,1	84	15,4%	7 090	9 200	22,9%
95 мм²	75	91,2	17,8%	8 280	10 950	24,4%
120 мм²	81,8	94,9	13,8%	10 000	12 400	19,4%
150 мм²	87,3	99,9	12,6%	11 400	13 800	17,4%
240 мм²	101,5	111,3	8,8%	15 000	19 480	23,0%
185 мм²	92,9	105,5	11,9%	13 300	15 950	16,6%

Преимущество 12/20 кВ

Меньшие внешний диаметр, масса движущейся ветви, расчетный барабан и усилие привода при корректном напряжении сети.

Преимущество 18/30 кВ

Более высокий уровень изоляции и возможность работы в сетях 30 кВ; его нельзя заменить более компактной 20-кВ версией.

Емкость

У 12/20-кВ исполнения емкость выше: 170–360 nF/km против 140–260 nF/km в предоставленной 18/30-кВ таблице. Для длинной линии это увеличивает charging current.

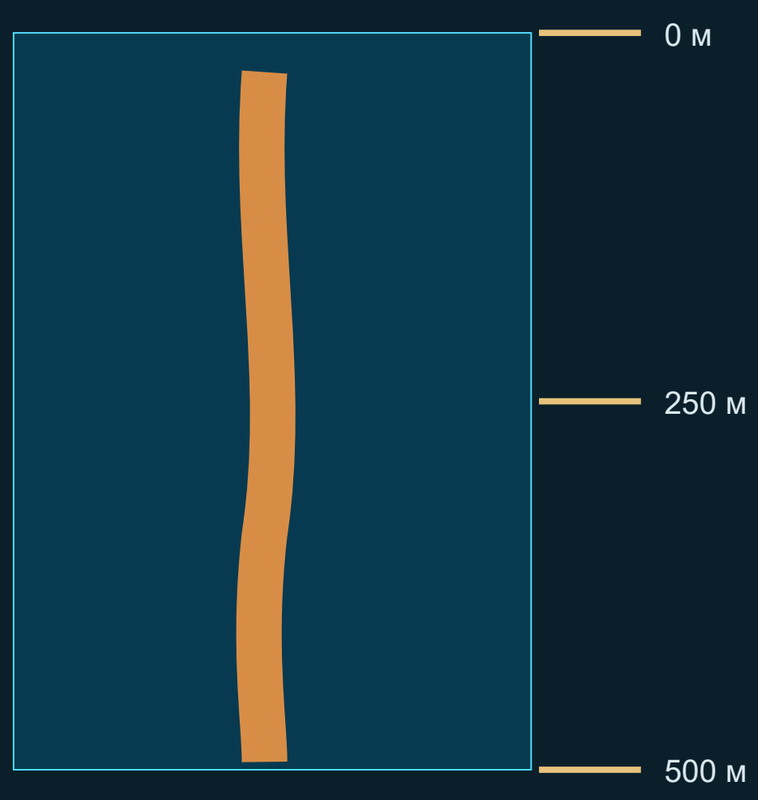
Механический выбор

При сети 20 кВ меньшая конструкция обычно предпочтительнее для reel/festoon, но окончательный ресурс определяется циклом и направляющими.

Необычность исходных данных: 3x25+3x16/3E указан тяжелее версии 3x25+3x25/3E при одинаковом диаметре, а 3x35+3x16/3E на 10 кг/км тяжелее 3x35+3x25/3E. Значения сохранены дословно; перед заказом следует проверить заводской чертеж, плотность заполнения и документы партии.

8. Глубина до 500 м и гидростатическое давление

500 м: около 5 МПа — кабель и арматура работают как система



p = ρgh

Fresh water: ≈ 4,91 МПа gauge

Sea water: ≈ 5,03 МПа gauge

Absolute pressure: ≈ 5,13 МПа

Cable + joint + gland + termination + strain relief должны иметь совместимую pressure qualification.

Глубина кабеля не является автоматическим rating муфты, ввода или концевой заделки.

9. Концевая заделка 12/20 кВ

CM/CPE cutback

Снятие наружной оболочки выполняют без повреждения водостойкой EPR-подложки. Продольный надрез нельзя продолжать в зону изгиба.

Разделение 3E

Три концентрических PE собирают отдельно, маркируют и проверяют до подключения к общей системе заземления.

Semicon edge

Граница наружного полупроводящего слоя должна соответствовать комплекту stress-control 12/20 кВ и не иметь надрезов или загрязнения.

Продольная герметизация

Water-block выполняют вокруг фаз, PE и дополнительных 2,5ST-проводников. Только внешней смолы недостаточно.

Механическая разгрузка

Clamp или cable grip воспринимает тягу до заделки; наконечник и stress cone не должны быть силовыми элементами.

Salt-water compatibility

Материалы gland, корпуса, наконечников и

крепежа проверяются на гальваническую совместимость и герметичность.

10. Стандарты и подтверждение соответствия

Стандарт / документ	Что он подтверждает	Инженерное замечание
DIN VDE 0250-813	Базовые требования к специальной кабельной конструкции.	Сверять фактическую редакцию и заявленные отклонения.
DIN VDE 0298-4	Допустимые токи и способы прокладки.	Исходные токи относятся к поверхности при 30 °C, а не к многослойному барабану.
DIN VDE 0298-3	Контекст минимальных радиусов изгиба.	6D fixed и 10D flexible являются правилами данной спецификации.
DIN VDE 0168:2023-09	Электрические установки в открытых разработках, карьерах и аналогичных тяжелых объектах.	Применимость к dredging/mining системе проверяется комплексно.
IEC 60228:2023	Номинальные сечения и сопротивление проводников.	Запрашивать измеренное R20 каждой партии.
IEC 60811-404:2012	Mineral-oil immersion test для материалов оболочки.	Протокол должен идентифицировать точную смесь.
DIN EN 50525-2-21	Общие требования к гибким эластомерным кабелям в своей области применения.	Не заменяет специальную MV-спецификацию изделия.
IEC 60332-1-2:2025	Вертикальное распространение пламени по одному кабелю при 1 kW flame.	Не является испытанием плотного пучка.
MSHA P-189-4	Сертификационный контекст определенных mining-cable constructions.	Проверять точный номер approval и охваченные размеры.
GOST-R / -K / -B, EAC, Fire Certificate RF	Документы для соответствующих рынков и пожарных требований.	Нужны номер, срок, область, маркировка и привязка к партии.
ATEX / IECEx	Оборудование, компоненты и системы для explosive atmospheres.	Кабельная линия, gland и termination оцениваются в составе подтвержденной Ex-системы.

Актуальные основания: IEC 60332-1-2:2025 описывает испытание одного вертикального кабеля 1-кВт пламенем; IEC 60228:2023 является актуальной редакцией стандарта проводников; DIN VDE 0298-4 доступен в редакции 2023-06 с исправлением 2023-10; DIN VDE 0168 — в редакции 2023-09.

11. Полные исходные технические параметры

Rated voltage U0/U (Um)	12/20 (24) кВ	Test voltage	29 кВ
Nominal voltage U	20 000 В	Max. conductor temperature	90 °C
Short-circuit conductor temperature	250 °C	Fixed installation ambient	−40…+80 °C
Flexible installation ambient	−25…+60 °C	Flame retardant	EN/IEC 60332-1-2
Oil resistance	Да	Ozone resistance	Да
UV resistance	Да	Sea-water resistance	Отличная
Maximum water depth	500 м	Torsional stress	±25°/м
Permanent tensile strength rule	15 Н/мм²	Bending radius	6D fixed; 10D flexible

11.1. Cable properties — все 11 строк сохранены

Basic construction	SAP code	External code	Диаметр проводника, мм	D min, мм	D max, мм	Масса, кг/км
3x25+3x25/3E	ST_3E_20KV_004	5DK5***	6,4	55,3	59,3	4 350

Basic construction	SAP code	External code	Диаметр проводника, мм	D min, мм	D max, мм	Масса, кг/км
3x25+3x16/3E	20004727	5DK5834	6,4	55,3	59,3	4 580
3x35+3x16/3E	20001449	5DK5760	7,6	56,6	60,6	4 940
3x35+3x25/3E	20167511	5DK5833	7,6	57	61	4 930
3x50+3x25/3E	20087015	5DK5764	9	59,9	63,9	5 790
3x70+3x35/3E	20170540	5DK5763	10,9	67,1	71,1	7 090
3x95+3x50/3E	20137463	5DK5***	12,6	71	75	8 280
3x120+3x70/3E	20340430	5DK5***	14,1	77,8	81,8	10 000
3x150+3x70/3E	20320770	5DK5***	16	82,3	87,3	11 400
3x240+3x120/3E+3x2,5ST	не указан	5DK6***	20,4	96,5	101,5	15 000
3x185+3x95/3E	20321371	5DK5***	17,8	87,9	92,9	13 300

11.2. Electric / mechanical properties

Basic construction	SAP code	External code	Max tensile, N	C, nF/km	L, mH/km	R20, Ω/km	Current, A
3x25+3x25/3E	ST_3E_20KV_004	5DK5***	1 125	170	0,41	0,795	139
3x25+3x16/3E	20004727	5DK5834	1 125	170	0,41	0,795	139
3x35+3x16/3E	20001449	5DK5760	1 575	190	0,39	0,565	172
3x35+3x25/3E	20167511	5DK5833	1 575	190	0,39	0,565	172
3x50+3x25/3E	20087015	5DK5764	2 250	210	0,37	0,393	215
3x70+3x35/3E	20170540	5DK5763	3 150	240	0,35	0,277	265
3x95+3x50/3E	20137463	5DK5***	4 275	260	0,33	0,21	319
3x120+3x70/3E	20340430	5DK5***	5 400	280	0,32	0,164	371
3x150+3x70/3E	20320770	5DK5***	6 750	310	0,31	0,132	428
3x240+3x120/3E+3x2,5ST	не указан	5DK6***	10 800	360	0,29	0,0817	574
3x185+3x95/3E	20321371	5DK5***	8 325	340	0,3	0,108	488

> **240 мм²:** в предоставленной строке после construction непосредственно следует 5DK6***. Поэтому SAP code отмечен как «не указан», а external code сохранен как 5DK6***. Значение R20 сохранено без округления: 0,0817 Ω/km.

12. Расчет мощности, падения напряжения и charging current

Расчетные допущения: трехфазная сеть 20 кВ, U0 = 12 кВ, 50 Гц, cosφ = 0,90, длина 100 м для падения напряжения, R20.
Эти значения служат для сравнения типоразмеров, а не заменяют проект сети.

```
S = √3 · Uline · I
P = S · cosϕ
X = 2πfL
ΔU% = √3 · I · (R cosϕ + X sinϕ) · l / Uline · 100
Ic = 2πfC · U0
Qc = 3 · U0 · Ic
```

Конструкция	X, Ω/км	S, МВА	P при cosφ 0,9, МВт	ΔU на 100 м, %	Ic, А/км	Qc, квар/км
3x25+3x25/3E	0,129	4,82	4,33	0,093	0,641	23,1
3x25+3x16/3E	0,129	4,82	4,33	0,093	0,641	23,1
3x35+3x16/3E	0,123	5,96	5,36	0,084	0,716	25,8
3x35+3x25/3E	0,123	5,96	5,36	0,084	0,716	25,8

Конструкция	X, Ω/км	S, МВА	P при cosφ 0,9, МВт	ΔU на 100 м, %	Ic, А/км	Qc, квар/км
3x50+3x25/3E	0,116	7,45	6,70	0,075	0,792	28,5
3x70+3x35/3E	0,110	9,18	8,26	0,068	0,905	32,6
3x95+3x50/3E	0,104	11,05	9,95	0,065	0,980	35,3
3x120+3x70/3E	0,101	12,85	11,57	0,062	1,056	38,0
3x150+3x70/3E	0,097	14,83	13,34	0,060	1,169	42,1
3x240+3x120/3E+3x2,5ST	0,091	19,88	17,90	0,056	1,357	48,9
3x185+3x95/3E	0,094	16,90	15,21	0,058	1,282	46,1

Длинная водная линия: более высокая емкость 12/20-кВ конструкции увеличивает charging current. При километровых соединениях нужно проверять ток холостого хода, реактивную мощность, коммутационные перенапряжения и способ заземления PE.

12.1. Тяговое усилие, самовес и низкотемпературное сопротивление

```
Fmax = 15 Н/мм² × 3 × Sфазы
R–25 ≈ R20 × [1 + 0,00393 × (–25 – 20)]
Lтеор,воздух = Fmax / (m · g)
```

Конструкция	Fmax, N	Масса, кг/м	Вес 100 м, N	Теоретическая свободная длина, м	R20, Ω/км	R−25, Ω/км
3x25+3x25/3E	1 125	4,35	4267	26,4	0,795	0,6544
3x25+3x16/3E	1 125	4,58	4493	25,0	0,795	0,6544
3x35+3x16/3E	1 575	4,94	4846	32,5	0,565	0,4651
3x35+3x25/3E	1 575	4,93	4836	32,6	0,565	0,4651
3x50+3x25/3E	2 250	5,79	5680	39,6	0,393	0,3235
3x70+3x35/3E	3 150	7,09	6955	45,3	0,277	0,2280
3x95+3x50/3E	4 275	8,28	8123	52,6	0,21	0,1729
3x120+3x70/3E	5 400	10,00	9810	55,0	0,164	0,1350
3x150+3x70/3E	6 750	11,40	11183	60,4	0,132	0,1087
3x240+3x120/3E+3x2,5ST	10 800	15,00	14715	73,4	0,0817	0,0673
3x185+3x95/3E	8 325	13,30	13047	63,8	0,108	0,0889

Правило 15 Н/мм² — не рабочее натяжение привода. Проектная тяга должна иметь запас на ускорение, рывок, трение, изгиб, вес accessories и усталость. Вертикальная свободная длина в таблице является только расчетным индикатором.

13. Барабанная геометрия по 6D/10D

Конструкция	Dmax, мм	6D radius, мм	10D radius, мм	Минимальный диаметр по оси 20D, мм	Масса, кг/м
3x25+3x25/3E	59,3	355,8	593,0	1186	4,35
3x25+3x16/3E	59,3	355,8	593,0	1186	4,58
3x35+3x16/3E	60,6	363,6	606,0	1212	4,94
3x35+3x25/3E	61	366,0	610,0	1220	4,93
3x50+3x25/3E	63,9	383,4	639,0	1278	5,79
3x70+3x35/3E	71,1	426,6	711,0	1422	7,09
3x95+3x50/3E	75	450,0	750,0	1500	8,28
3x120+3x70/3E	81,8	490,8	818,0	1636	10,00

Конструкция	Dmax, мм	6D radius, мм	10D radius, мм	Минимальный диаметр по оси 20D, мм	Масса, кг/м
3x150+3x70/3E	87,3	523,8	873,0	1746	11,40
3x240+3x120/3E+3x2,5ST	101,5	609,0	1015,0	2030	15,00
3x185+3x95/3E	92,9	557,4	929,0	1858	13,30

Minimum не значит optimum

Диаметр 20D является геометрическим следствием радиуса 10D. Для высокой цикличности разумно применять больший D/d после ресурсной оценки.

Torque

M ≈ T·r/η. Уменьшение массы 12/20-кВ версии может снизить требуемый момент, но фактический расчет включает ускорение и трение.

Многослойная намотка

Внутренние слои хуже охлаждаются и сильнее сжимаются. Необходим thermal derating и контроль уровня натяжения.

Level-wind

Неправильный fleet angle вызывает боковой износ, перекрестную намотку и накопленное кручение.

14. 高寒、北极与冬季移动工况

温度边界必须分开理解： fixed installation minimum = −40 °C；flexible installation minimum = −25 °C。静止耐寒不等于能够在 −40 °C 下卷绕、拖曳或进行高频弯曲。

Cold-start sequence

测量电缆表面温度，清除冰层，必要时预热，以低速低张力完成首个循环，再逐步提高速度。

Frozen rollers

冻结轴承会把滚动摩擦变成滑动摩擦，快速磨穿 CPE。低温点检应包含每个导向轮的自由旋转。

Ice edge

冰、冻煤和冻矿浆形成锋利边缘。电缆出口应配置圆滑 bellmouth 或大直径 roller guide。

Termination cabinet

温差导致凝露。柜内需加热、排水、透气管理和露点控制，避免水分进入 stress-control 区域。

Low-temperature accessories

Gland、sealant、O-ring、strain relief 和 repair compound 的温度等级不能低于电缆实际工况。

Remote maintenance

北极项目建议储备整段应急电缆、预制附件、专用剥切工具、加热帐篷和完整操作卡。

15. Feichun Cable 的项目经验与应用方向

信息边界：下列“供应经验”来自 Feichun Cable 提供的项目记录；公开来源用于说明工程规模和应用环境，不等同于公开披露商业合同。

Суэцкий канал / Су伊士运河

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

大型持续性疏浚需要 zemlesos、泵组、浮动配电和岸基电源。Suez Canal Authority 的项目资料显示，新运河施工曾动用 45 艘 dredgers，说明

Удокан / Udokan Copper

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

采矿、破碎、选矿、湿法冶金、长距离输送及露天设备形成 20-kV feeder、卷筒电缆和固定/移动混合供电需求。官方项目网站已披露投产后的持续产量爬坡。

Баимская / Baimskaya

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

BFS 规划包括大型露天矿、70 Mtpa 处理能力、约 428 km 公路、港口和独立能源设施。高寒、远程物流和极高停机成本要求电缆具备可维护性和备件策略。

Сухой Лог / Sukhoi Log

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

大型金矿基础设施、选矿厂、供电和重型采矿设备对 MV 电缆和长期维保形成持续需求。

Сырадасайское месторождение

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

北极露天煤矿、选煤厂、封闭式输送走廊和出口码头对低温、煤尘磨蚀和高可靠性提出组合要求。

该类水下移动供电系统具有高强度连续运行特征。

Эльга и Port Elga

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

铁路、港口、stacker-reclaimer、shiploader 和长距离 conveyor 使 reel、festoon 和 fixed feeder 共同存在，不能以单一电缆型号覆盖所有机械工况。

Мыс Наглёйнын / Pevek

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

为 Baimskaya 服务的新港口和能源设施涉及浮动电站、装卸设备和寒区岸电。连接系统需同时考虑低温、盐雾、结冰和维护窗口。

Bukhta Sever

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

油气及散货码头应综合评估 oil resistance、消防分区、危险区域分类、Ex glands 和动态机械负荷。

Утренний терминал

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

Arctic LNG 2 配套港口的低温和 LNG 环境要求区分普通 MV cable、低温电缆和经过确认的 Ex cable entry system。

Восточный порт / Находка

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

高吞吐煤炭码头的翻车机、堆取料机、输送机和装船机造成高循环、高粉尘和高磨损，适合采用基于循环次数的预测性维护。

Зарубино / Пограничный / Port Elga

Опыт поставок Feichun: заявлен компанией.

Gantry crane、RTG/RMG、portal crane 和卸船机分别对应 reel、festoon、vertical hanging 或固定供电，需逐机型选型。

16. 采购前需要提交给电缆工程师的数据

数据组	必须提供的参数	为什么重要
电气	12/20 kV system、最大负荷、启动电流、频率、短路电流和持续时间、接地方式、线路长度	确定截面、绝缘、PE 和保护配合。
运动	Reel/festoon/drag-chain/trailing、行程、速度、加速度、每天循环次数、反转频率	决定疲劳模式和结构设计。
机械	最大拉力、最小弯曲半径、roller diameter、fleet angle、垂直悬挂长度	避免 conductor fatigue、birdcaging 和 jacket wear。
环境	水深、海水/污水、温度、冰、油、UV、臭氧、煤尘和矿石磨粒	确定材料、附件和维护周期。
接口	设备端 termination、gland、connector、PE bonding、控制线 3×2,5ST 的功能	防止购买后无法正确连接。
法规	目的国、EAC/CE/UKCA、消防要求、危险区域和所需文件语言	确保出口和项目验收可执行。

17. 典型失效模式与预防

Water ingress

来源：护套破损、接头或纵向毛细通道。
控制：水压等级附件、端部密封、IR/PD 趋势。

PE wire fatigue

来源：反复弯曲、错误剥切或小半径。
控制：分别测量三组 PE 的电阻。

Conductor breakage

来源：过度拉力、冲击、S-bend 或局部夹紧。
控制：张力记录、热成像和相电阻平衡。

Birdcaging

来源：累计扭转超过 ±25°/m。
控制：正确铺放、旋转管理和外径检查。

Outer-sheath abrasion

来源：卡死滚轮、冰边、煤粉或过大侧压力。
控制：roller inspection 和 wear mapping。

Reel thermal overload

来源：多层满盘时仍使用表面敷设载流量。
控制：derating、温度探头和展开长度管理。

Termination PD

来源：semicon 切口、污染、stress cone 错配。
控制：经过培训的安装和 PD/VLF 验收。

Cold cracking

来源：低于 −25 °C 动态弯曲。
控制：预热、低速启动或专用低温设计。

18. FAT、到货检查和定期维护

Factory Acceptance Test

- 确认 12/20 (24) kV 和 29 kV test documentation；
- 核对 11 个规格中的 SAP/external code；
- 测量主芯 R20 和三组 PE continuity；
- 检查直径、质量、长度和 drum marking；
- 确认 EPR/CPE compound 和油、臭氧、UV、海水性能文件；
- 核对 EAC/CE/UKCA/消防/Ex 文件的准确范围；
- 封闭电缆两端，避免运输吸湿。

Site Acceptance & Maintenance

- 到货后检查撞击、压扁、划伤和错误盘绕；
- 记录初始 IR、相电阻、PE 电阻和必要的 PD 数据；
- 确认 drum D/d、roller diameter、fleet angle 和 tension setting；
- 按循环数检查最频繁弯曲区，而非只按年度；
- 发现局部直径增大、软点或平面磨损时立即停机评估；
- 水下使用后检查 termination corrosion 和 seal；
- 保存每次维修和切短后的剩余长度记录。

19. 工程师常见问题

12/20 kV 能否用于 24 kV 系统?

其 Um 为 24 kV，但必须根据系统最高电压、绝缘配合和当地标准确认，而不能仅看设备铭牌的“20 kV”。

为什么 12/20 kV 比 18/30 kV 电容更高?

较薄绝缘和相应几何通常增加电容。对短距离影响有限，对长水下 feeder 则需计算 charging current。

25 和 35 mm² 为什么有两种 PE?

主芯电气参数相同，PE 截面不同。选择应依据故障电流、保护动作时间、接地方案和合同图纸。

可否在 −40 °C 收放?

标准表中 −40 °C 是固定安装下限，动态下限是 −25 °C。低于此温度需要专门确认。

可否长期悬挂 100 m?

从表中自重与 Fmax 可见，多数规格不适合仅依靠铜导体承受 100 m 空气中垂直自重，需要独立承力设计。

IEC 60332-1-2 是否足够用于港口隧道?

不够。它是单根垂直电缆火焰试验；成束敷设、烟、酸性气体和线路完整性要按项目要求另行评估。

20. 官方技术参考

- IEC 60332-1-2:2025 — single vertical cable flame propagation with a 1 kW flame.
- IEC 60228:2023 — conductors of insulated cables.
- IEC 60811-404:2012 — mineral-oil immersion test.
- DIN VDE 0298-4:2023-06 — current-carrying capacity and installation.
- DIN VDE 0250-813 — special cable construction reference.
- DIN VDE 0168:2023-09 — electrical installations for open-cast and heavy industrial applications.
- Directive 2014/34/EU — ATEX equipment and protective systems.
- IECEx Certified Equipment Scheme — Ex equipment certification framework.
- Udokan Copper — official project information.
- Baimskaya BFS — mine, processing, road, port and power infrastructure.
- NOVATEK Utrenny Terminal — Arctic LNG 2 terminal context.

- Suez Canal Authority — dredging scale and dredger fleet.

> **工程免责声明：**本文用于技术预选和搜索参考，不替代 approved datasheet、批次证书、短路计算、bending/torsion fatigue study、卷筒驱动计算、pressure qualification、Ex classification 或制造商书面确认。

Feichun Cable — PROTOLON (ST)3E NTSCGEWOEU 12/20 кВ

Телефон:
+86 13855123218

Техническая почта:
Tech@feichuncables.com

Feichun Cable не заявляет аффилированность с владельцами обозначений PROTOLON или NTSCGEWOEU. Параметры, маркировка, сертификация и эквивалентность конкретной поставки подтверждаются договорной спецификацией и документами партии.

FEICHUN-PROTOLON-ST3E-20KV-RU · 28/07/2026