



РОССИЙСКИЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕНДОР



ВЫБОР ШИНОПРОВОДА. РАСЧЕТ ДОПУСТИМОЙ НАГРУЗКИ



8 800 500 62 88



www.pitonelectric.ru



info@pitonelectric.ru

ВЫБОР НОМИНАЛА ШИНОПРОВОДА С УЧЕТОМ КОЭФФИЦИЕНТА Понижения Номинала

Согласно ГОСТ Р 50571.5.52-2011 «Выбор и монтаж электрооборудования», проводники следует подбирать с учётом условий их прокладки и воздействия внешних факторов. В пункте 521.4 данного стандарта указано, что шинопроводы и токопроводы должны быть выбраны и установлены в строгом соответствии с рекомендациями производителя, с учётом таких внешних условий, как температура окружающей среды и наличие источников тепла (пункт 522 ГОСТ Р 50571.5.52-2011).



Пропускная способность тока и влияние температуры

Шинопроводы серий CR1/E3 предназначены для передачи токов от 400 до 7500 А. Однако повышение температуры окружающей среды приводит к увеличению электрического сопротивления проводников, что снижает их пропускную способность. Материал проводника играет ключевую роль в этом процессе:

Медные проводники лучше справляются с повышением температуры, так как имеют низкое сопротивление и меньше нагреваются. Они хорошо отводят тепло и не расширяются сильно, что делает соединения надёжными.

Алюминий, как материал для токопроводящих шин, обладает рядом ограничений: более высоким удельным сопротивлением и повышенной чувствительностью к нагреву.

Что происходит с проводниками при повышении температуры?

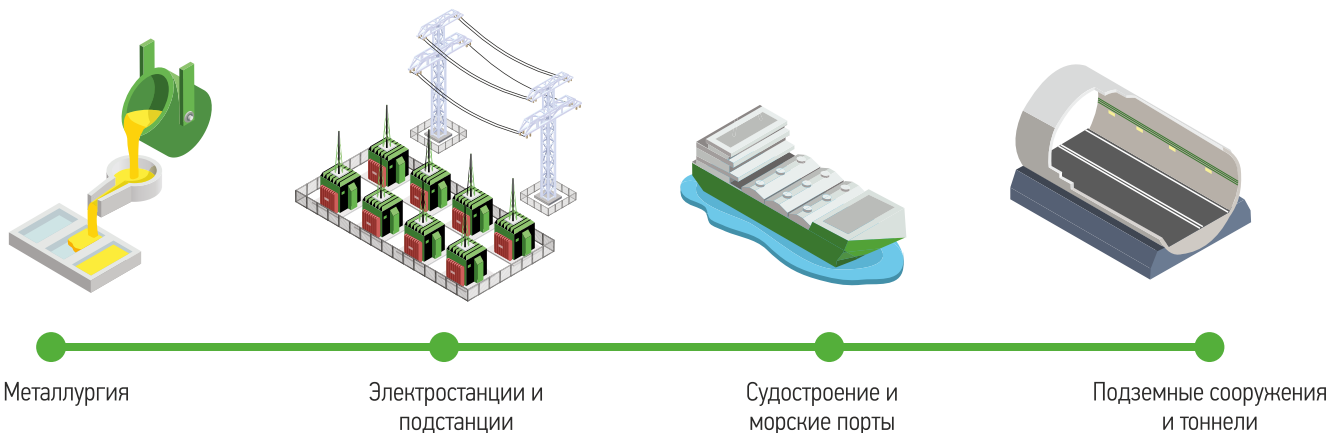
- Дополнительный нагрев проводников из-за увеличенного сопротивления, что может привести к перегреву и сокращению срока службы оборудования.
- Ухудшение свойств изоляции, что повышает риск пробоя и возникновения аварийных ситуаций.
- Риск термического разгона, при котором постоянное повышение температуры вызывает критический перегрев шинопровода.

Области применения шинопроводов серий E3 и CR1 в условиях высоких температур

Высокие температуры окружающей среды могут возникать в различных отраслях и условиях эксплуатации:

- **Металлургические предприятия:** цеха по выплавке металлов, где температура воздуха может превышать +60°C.
- **Электростанции:** котельные и турбинные отделения, где выделяется значительное количество тепла.
- **Судостроение:** машинные отделения кораблей.
- **Подземные сооружения:** шахты и туннели с недостаточной вентиляцией.





Коэффициент понижения номинала на основе температуры

Для корректного расчёта допустимой нагрузки шинопроводов серии CR1 необходимо применять коэффициенты коррекции, учитывающие влияние температуры окружающей среды и материала проводника. Эти коэффициенты позволяют скорректировать номинальный ток в соответствии с реальными условиями эксплуатации.

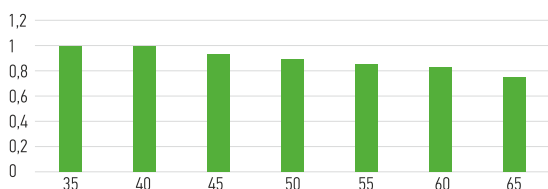
КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕКЦИИ ДЛЯ ШИНОПРОВОДОВ СЕРИИ CR1

CU

Таблица 1.

Таблица коэффициентов коррекции для медных проводников	
Температура окружающей среды (°C)	Коэффициент коррекции
35	1,00
40	1,00
45	0,94
50	0,90
55	0,84
60	0,82
65	0,76

График коэффициентов коррекции для шинопроводов CR1



Пример расчетов 1:

Пример 1: Медный проводник

- Номинальный ток шинопровода: 1600 А
- Материал проводника: Медь
- Температура окружающей среды: +50 °C
- Коэффициент коррекции: 0,90

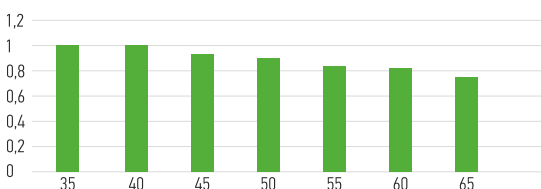
Допустимый ток: $1600 \text{ А} \times 0,90 = 1440 \text{ А}$

AL

Таблица 2.

Таблица коэффициентов коррекции для алюминиевых проводников	
Температура окружающей среды (°C)	Коэффициент коррекции
35	1,00
40	1,00
45	0,93
50	0,88
55	0,83
60	0,78
65	0,73

График коэффициентов коррекции для шинопроводов CR1



Пример расчетов 2:

Пример 2: Алюминиевый проводник

- Номинальный ток шинопровода: 1600 А
- Материал проводника: Алюминий
- Температура окружающей среды: +60 °C
- Коэффициент коррекции: 0,78

Допустимый ток: $1600 \text{ А} \times 0,78 = 1248 \text{ А}$



КОЭФФИЦИЕНТЫ КОРРЕКЦИИ ДЛЯ ШИНОПРОВОДОВ СЕРИИ ЕЗ

Медные проводники обладают низким удельным сопротивлением и меньшим температурным коэффициентом сопротивления, что делает их менее подверженными увеличению сопротивления при повышении температуры окружающей среды. Высокая теплопроводность меди, в сочетании с компаундной изоляцией и алюминиевым РЕ корпусом шинопроводов серии ЕЗ, обеспечивает эффективное рассеивание тепла. Это минимизирует необходимость значительных корректировок допустимой токовой нагрузки при изменении температурных условий, обеспечивая стабильную и надёжную работу оборудования даже в условиях повышенных температур.

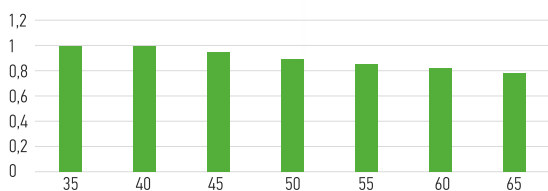
Алюминиевые проводники обладают иными электротехническими характеристиками по сравнению с медными: они имеют повышенное удельное сопротивление и температурный коэффициент, что влияет на расчёт тепловых режимов при эксплуатации. В конструкции шинопроводов ЕЗ предусмотрены инженерные меры, компенсирующие эти особенности: компаундная изоляция и оптимизированный теплоотвод способствуют снижению тепловых и механических нагрузок в соединениях (ГОСТ Р 51321.1-2007). Благодаря высокой теплопроводности алюминия и продуманной архитектуре шинопровода ЕЗ обеспечивается стабильная работа при номинальных токах. Применение корректирующих коэффициентов позволяет точно учитывать влияние температуры окружающей среды и обеспечивает надёжную и безопасную эксплуатацию шинопроводов в широком диапазоне условий.

CU

Таблица 3.

Таблица коэффициентов коррекции для медных проводников	
Температура окружающей среды (°C)	Коэффициент коррекции
35	1,00
40	1,00
45	0,96
50	0,92
55	0,86
60	0,82
65	0,78

График коэффициентов коррекции для шинопроводов ЕЗ



Пример расчетов 1:

Пример 1: Медный проводник

- Номинальный ток шинопровода: 1600 А
- Материал проводника: Медь
- Температура окружающей среды: +60 °C
- Коэффициент коррекции: 0,82

Допустимый ток: $1600 \text{ А} \times 0,82 = 1312 \text{ А}$

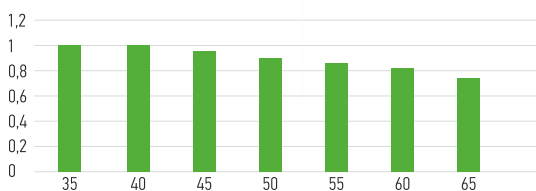
Из примеров видно, что с повышением температуры окружающей среды пропускная способность шинопроводов снижается, особенно у алюминиевых проводников. Поэтому для надёжности системы рекомендуется выбирать шинопроводы с номиналом выше расчётного.

AL

Таблица 4

Таблица коэффициентов коррекции для алюминиевых проводников	
Температура окружающей среды (°C)	Коэффициент коррекции
35	1,00
40	1,00
45	0,95
50	0,90
55	0,85
60	0,80
65	0,75

График коэффициентов коррекции для шинопроводов ЕЗ



Пример расчетов 2:

Пример 2: Алюминиевый проводник

- Номинальный ток шинопровода: 1600 А
- Материал проводника: Алюминий
- Температура окружающей среды: +50 °C
- Коэффициент коррекции: 0,90

Допустимый ток: $1600 \text{ А} \times 0,90 = 1440 \text{ А}$



Алюминий, как материал для токопроводящих шин, обладает рядом ограничений: более высоким удельным сопротивлением и повышенной чувствительностью к нагреву. Однако в конструкциях шинопроводов CR1 и E3 от PitON Electric эти особенности учтены и компенсированы инженерными мерами. За счёт увеличенного сечения, полной герметизации, использования компаундной изоляции и контроля теплового режима, алюминий сохраняет стабильные электрические свойства даже в условиях высокой нагрузки и температуры окружающей среды. Благодаря этому, разница между коэффициентами коррекции для алюминия и меди в реальной эксплуатации оказывается не столь значительной, как это может показаться по табличным данным.

В шинопроводах CR1 применяется алюминий высокой чистоты с увеличенным сечением до 4800 мм². Шины полностью герметизированы изоляцией на основе термостойкого компаунда, исключая контакт с воздухом и влагой. Конструкция компенсирует температурные расширения, а точная геометрия и выверенный импеданс обеспечивают равномерность токораспределения.

В шинопроводах E3 реализована система активного отвода тепла: корпус с увеличенной площадью поверхности снижает тепловую нагрузку, а компаундная изоляция блокирует окисление алюминия. Это позволяет компенсировать эффект повышения сопротивления при нагреве и обеспечивает стабильную работу даже при высоких температурах.

Пример расчета:

Например, для медного проводника нужно обеспечить ток 3200А, а для алюминиевого 1600А. Температура окружающей среды: +60°C:

1. Определяем коэффициент коррекции:

- Для медного проводника при +60°C коэффициент коррекции составляет $K=0,80$
- Для алюминиевого проводника при +60°C коэффициент коррекции $K=0,82$

2. Расчет требуемого номинального тока:

- Для медного проводника:

$$I_{\text{номинальный}} = \frac{I_{\text{требуемый}}}{K} = \frac{3200 \text{ А}}{0,82} \approx 3902 \text{ А}$$

Следовательно, следует выбрать шинопровод номиналом не менее 3902 А.

- Для алюминиевого проводника:

$$I_{\text{номинальный}} = \frac{I_{\text{требуемый}}}{K} = \frac{1600 \text{ А}}{0,8} \approx 2000 \text{ А}$$

Следовательно, необходимо выбрать шинопровод номиналом не менее 2000 А.

Лавинный пробой в проводниках

В электрических системах высокого напряжения и тока при неблагоприятных условиях может возникнуть явление лавинного пробоя — резкое нарастание тока в проводнике или изоляции из-за локального электрического пробоя. Этот эффект представляет собой цепную ионизацию вещества под действием электрического поля, приводящую к тепловому и электрическому разрушению материала. Риск лавинного пробоя существенно снижается при грамотном проектировании и выполнении всех требований нормативной документации, включая ГОСТ Р 50571.5.52-2011 и ГОСТ Р 51321.1-2007.

Механизм возникновения лавинного пробоя

1. **Высокое электрическое поле:** при приложении высокого напряжения к проводнику возникает сильное электрическое поле.
2. **Ускорение носителей заряда:** электроны начинают ускоряться под действием поля.
3. **Ионизация атомов:** ускоренные электроны сталкиваются с атомами материала проводника, выбивая дополнительные электроны и создавая положительные ионы.
4. **Цепная реакция:** освобожденные электроны под действием поля ускоряются и ионизируют новые атомы, что приводит к лавинообразному росту количества носителей заряда.
5. **Пробой проводника:** резкое увеличение тока может привести к локальному перегреву, повреждению материала проводника и разрушению изоляции.



Причины возникновения лавинного пробоя в шинопроводах

- **Перенапряжение:** превышение допустимого напряжения, установленного нормативными документами (ГОСТ Р 50571.5.52-2011), может создать условия для лавинного пробоя.
- **Недостаточная изоляция:** повреждение или ухудшение свойств изоляционных материалов повышает риск пробоя.
- **Перегрев проводников:** высокие температуры окружающей среды или избыточный ток могут ослабить проводник, способствуя пробую.
- **Механические повреждения:** трещины, деформации или другие физические повреждения проводников и изоляции могут стать местами концентрации напряжений, способствуя пробую.

Последствия лавинного пробоя

1. **Короткое замыкание:** Пробой проводника может привести к мгновенному короткому замыканию, вызывая сбой в электроснабжении.
2. **Повреждение оборудования:** высокие токи при пробое могут повредить подключённые устройства и электрооборудование.
3. **Пожары и аварийные ситуации:** перегрев проводников может привести к возгоранию изоляционных материалов и возникновению пожара.
4. **Снижение надёжности системы:** частые пробои снижают общую надёжность и долговечность электросистемы.

Профилактика лавинного пробоя

1. **Соблюдение нормативов:** следование стандартам ГОСТ Р 50571.5.52-2011 и ГОСТ Р 51321.1-2007 при выборе и монтаже шинопроводов.
2. **Правильный выбор материалов:** использование проводников с низким удельным сопротивлением и подходящей изоляцией для предотвращения перегрева и пробоя.
3. **Контроль температуры:** применение коэффициентов коррекции для учета влияния температуры окружающей среды на проводники, что помогает предотвратить перегрев.
4. **Качественная изоляция:** обеспечение целостности и высокого качества изоляционных материалов для предотвращения пробоя.
5. **Регулярное техническое обслуживание:** проведение периодических проверок состояния шинопроводов и изоляции, выявление и устранение повреждений.
6. **Установка защитных устройств:** использование предохранителей, автоматических выключателей и других защитных элементов для предотвращения распространения аварийных ситуаций.

Проектирование шинопроводов CR1 и E3 учитывает все ключевые факторы, способные вызвать лавинный пробой. Система защиты реализуется через комплекс конструктивных и эксплуатационных решений.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОПОРАМ И ПРОКЛАДКЕ ШИНОПРОВОДОВ: РАСЧЕТ НАГРУЗКИ, ДОПУСКИ, КРЕПЛЕНИЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ.

Трассу шинопровода следует проектировать с учетом расчетных нагрузок и допусков производителя, а все опорные элементы (консоли, подвесы, закладные) должны быть соединены с несущими конструкциями неподвижным соединением и оставаться неизменными на весь период эксплуатации. Любые подвижки или прогибы в узлах крепления недопустимы, поскольку они нарушают геометрию трассы (соосность, плоскостность стыков), повышают переходные сопротивления контактных соединений и снижают надежность системы. Жесткость и стабильность опор обязаны обеспечивать сохранение проектного положения шинопровода под воздействием собственного веса, динамических и температурных факторов в пределах оговоренных допусков.



Основные требования

При проектировании трассы учитывать нагрузки, температуру и условия среды.

- Опоры (консоли, подвесы, закладные) жестко закреплять на несущих конструкциях; в эксплуатации опоры должны оставаться неподвижными.
- Шаг опор — строго по монтажной инструкции серии;
- Геометрические допуски: прямолинейность/прогиб несущих элементов $\leq L/500$; смещение осей на стыке $\leq 1,0$ мм; перепад плоскостей секций $\leq 0,5-1,0$ мм; отклонение трассы ≤ 2 мм/м и ≤ 5 мм/10 м; перекося секции $\leq 1^\circ$.
- Несущая способность опор — с запасом $\geq 1,5$ к расчетной нагрузке; без остаточных деформаций.
- Крепеж: сертифицированные анкера; болты \geq класс 8.8; моменты затяжки — по таблицам производителя, контроль динамометрическим ключом.
- Коррозионная защита опор и крепежа по категории среды (ISO 12944 C2–C4);
- Вибрации: вибропрокладки/раскосы без потери геометрии; собственная частота узла $\geq 1,5 \times$ частоты возбуждения.

Запрещается

- Навешивать на шинопровод сторонние нагрузки (кабельные лотки, трубы и т. п.)
- Превышать нормативный шаг опор и монтировать фасонные элементы без опор в зоне 200–300 мм от стыков.
- Оставлять не загерметизированные проходки, не обеспечивать требуемую огнестойкость узлов.
- Прокладывать скрытую электропроводку внутри панелей/опор без металлических оболочек и огнестойких манжет.

Общие практические рекомендации

Для надёжной и безопасной эксплуатации шинопроводов CR1/E3 в условиях повышенных температур важно учитывать следующие аспекты:

- 1** **Учет материала проводника.** Выбор материала должен основываться на условиях эксплуатации, бюджетных ограничениях и требуемых характеристиках. Медные проводники лучше справляются с тепловыми изменениями, а алюминиевые требуют более высокого запаса по номиналу. Для корректировки расчётов используйте соответствующие Коэффициент понижения номинала для выбранного материала.
- 2** **Оценка условий эксплуатации.** Анализируйте температурный диапазон и условия установки, учитывая внешние воздействующие факторы, как предписано в пункте 522 ГОСТ Р 50571.5.52-2011
- 3** **Применение коэффициентов коррекции.** Используйте таблицы коэффициентов коррекции для расчёта номинального тока, учитывая, что при повышенных температурах пропускная способность может снижаться более чем на 30%. Регулярно пересматривайте расчёты при изменении условий эксплуатации.
- 4** **Выбор шинопровода с запасом по номиналу.** Если эксплуатационные условия приводят к значительному снижению допустимой нагрузки, следует выбирать шинопровод с повышенным номиналом. Это предотвратит перегрев и обеспечит надёжную работу системы. Отдавайте предпочтение материалам с низким температурным коэффициентом сопротивления.
- 5** **Обеспечение охлаждения.** Важно обеспечить достаточную вентиляцию в местах установки шинопровода и использовать материалы и конструкции, способствующие эффективному отводу тепла.
- 6** **Консультация со специалистами.** Рекомендуется обращаться за технической поддержкой к специалистам Группы компаний PitON для получения профессиональных рекомендаций и обучать обслуживающий персонал особенностям эксплуатации оборудования в условиях повышенных температур.

Несмотря на особенности алюминия как материала — более высокое удельное сопротивление и температурный коэффициент по сравнению с медью — шинопроводы CR1 и E3 от PitON Electric демонстрируют надёжность и стабильность при эксплуатации за счёт комплекса конструктивных решений, компенсирующих эти характеристики.

Эффективный теплоотвод: в серии ЕЗ используется корпус с увеличенной площадью поверхности, выполняющий функцию радиатора; в серии CR1 тепло эффективно рассеивается за счёт увеличенного сечения шин и продуманной геометрии.

Изоляция компаундного типа: герметично охватывает проводник, исключает контакт с воздухом и влагой, предотвращая окисление алюминия и сохраняя стабильность его свойств на протяжении всего срока службы.

Снижение риска лавинного пробоя: конструкции CR1 и ЕЗ соответствуют требованиям ГОСТ Р 50571.5.52-2011 и ГОСТ Р 51321.1-2007, что обеспечивает устойчивость к перегрузкам, равномерность токораспределения и надёжную защиту от локальных перегревов и пробоев.

Примечание: учёт температуры окружающей среды и правильный выбор сечения проводников критически важны для надёжной и безопасной работы шинопроводов серий CR1 и ЕЗ. Использование коэффициентов коррекции позволяет точно рассчитать допустимую нагрузку и принять обоснованное техническое решение при выборе оборудования.

Источники

1. PitON – Техническая документация по шинопроводам серии ЕЗ.
2. PitON – Техническая документация по шинопроводам серии CR1.
3. ГОСТ Р 51321.1-2007 – Устройства комплектные низковольтные распределения и управления.
4. МЭК 61439-6 – Низковольтные комплектные устройства. Часть 6: Шинопроводные системы.
5. Справочник по электротехнике: Под редакцией Н. Н. Андреева, М.: Энергия, 1980.
6. Электротехнические материалы: Учебное пособие для вузов, В. Г. Колесников и др., М.: Высшая школа, 2001.
7. ГОСТ 8.417-2002: «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин».
8. ГОСТ 7229-76: «Провода неизолированные из меди и медных сплавов. Технические условия».
9. ГОСТ Р 50571.5.52-2011: «Электроустановки низковольтные. Часть 5-52. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки».



ДЛЯ ЗАМЕТОК



**Центральный офис**

г. Екатеринбург,
ул. Московская, 214 А, 3 этаж
тел. +7 (343) 287 46 35
e-mail: info@pitonelectric.ru

**Представительство
по Московскому региону**

г. Москва, ул. Куликовская 12, оф.542
тел. +7 (985) 144 18 14
e-mail: galia@pitonelectric.ru

**Представительство
по Московскому региону**

г. Москва, БП «Лейпциг»,
ул. Академика Варги, д.8, корп.1, оф.304
тел. +7 (916) 114 46 83
e-mail: svg@pitonelectric.ru

**Представительство
по Северо-Западному региону**

г. Санкт-Петербург,
ул. Мебельная 12, стр.1, лит.А
тел. 8 (800) 500 56 23
e-mail: spb@pitonelectric.ru

**Предствительство
по Сибирскому федеральному округу**

г. Новосибирск,
ул. Кропоткина, 271, оф.612
тел. +7 (923) 466 000 6
e-mail: tka@pitonelectric.ru

**Предствительство
по Приволжскому федеральному округу**

г. Нижний Новгород, ул. Гаражная
д.9, оф. 220
тел. 8 800 500 62 88
e-mail: svg@pitonelectric.ru

**Предствительство
по Приволжскому федеральному округу**

г. Самара, ул. Ленинская, д.168, оф. 25
тел. +7 (927) 902 91 35
e-mail: caa@pitonelectric.ru

**Предствительство
в Удмуртской Республике**

г. Ижевск, ул. Пушкинская 270, оф.412Б
тел. +7 (922) 502 00 02
e-mail: psa@pitonelectric.ru

**Предствительство по Дальневосточному
федеральному округу**

г. Хабаровск, ул. Пионерская, д.1
тел. +7 (4212) 20 05 84
тел. +7 (914) 315 37 25
e-mail: dv@pitonelectric.ru

**Предствительство
по Южному федеральному округу**

г. Ростов-на-Дону,
ул. пр-т Королева 7/19, оф.317
тел. +7 (863) 307 95 96, доб. 701, 702, 703, 704
e-mail: mvu@pitonelectric.ru

**Представительство
в Республике Татарстан**

г. Казань, ул. Тунакова 50, пом.1065, оф.11
тел. +7 (909) 006 21 68
e-mail: kama@pitonelectric.ru

**Представительство
в Республике Татарстан**

г. Нижнекамск, ул. Индустриальная, 8А
тел.: +7 (855) 524 50 54
e-mail: pitonkama@pitonelectric.ru

**Представительство
в Республике Казахстан**

г. Алматы, пр-кт Суюнбая, 89А
тел. +7 (727) 339 35 40
e-mail: info@pitonelectric.kz

**Представительство
в Республике Узбекистан**

г. Ташкент, Шайхантахурский район,
ул. Навои, 16А
тел. +998 90 332 03 27
e-mail: aa@piton-electric.uz

**Представительство
в Республике Армения**

г. Ереван, ул. Давида Анахта, 19
тел. +374 94 958 000
тел. +374 91 958 000
e-mail: info@pitonelectric.am



PITONELECTRIC.RU



RUTUBE



TELEGRAM



ЯНДЕКС.ДЗЕН