

Руководство

1 Общие сведения

Петлевые детекторы часто используются для обнаружения всех видов транспортных средств. Система состоит из детектора (переключающего устройства) и индукционной петли.

Типичные области применения:

- открытие и закрытие ворот;
- управление шлагбаумами;
- мониторинг отдельных парковочных мест;
- защита оградительных столбиков.

2 Принцип работы

Индукционная петля и конденсатор, встроенный в петлевой детектор, образуют LC-генератор. Емкость конденсатора и индуктивность петли определяют частоту резонанса резонансного контура. Емкость конденсатора и, таким образом, резонансную частоту можно изменять путем установки параметров петлевого детектора. Это предотвращает взаимные помехи, например, двух соседних индукционных петель или детекторов.

Чем ниже индуктивность петли, тем выше частота генератора, которая находится в диапазоне от 20 до 150 кГц.

Ток, проходящий через незанятую (= неактивированную) петлю, создает вокруг нее магнитное поле. Линии магнитного поля замыкаются по кратчайшему пути с образованием петель. Генератор резонирует на основной частоте F_0 .

Транспортное средство, пересекающее петлю, входит в магнитное поле. Линии магнитного поля отклоняются и больше не могут замыкаться по кратчайшему пути с образованием петель. Это уменьшает индуктивность, и частота генератора увеличивается.

Петля активируется. Петлевой детектор обнаруживает это изменение. Если отклонение частоты превышает установленную чувствительность, выход переключается. Петлевой детектор обнаружил объект.

Соблюдайте подробные указания в инструкции по эксплуатации петлевого детектора.

3 Указания по технике безопасности

- ⚠ При использовании петли(ель) и петлевого детектора оператор отвечает за правильную и безопасную эксплуатацию своей системы.
- Для правильного и безопасного функционирования системы необходимо учитывать тип обнаруживаемых транспортных средств при прохождении ими петли.
- Необходимо учитывать, что обнаружение лиц и объектов с низкой долей металлических частей может быть невозможно.
- Правильная укладка петли в дорожное покрытие входит в обязанности укладчика петли.
- При создании канавки для петли необходимо учитывать все указания по технике безопасности для используемого инструмента, которые приведены в руководстве по эксплуатации от поставщика инструмента.
- Во всех случаях необходимо избегать повреждения изоляции провода петли или линии питания, иначе не гарантируется правильное функционирование системы.

4 Индукционная петля

4.1 Размер петли и количество витков

В большинстве случаев петля укладывается в форме квадрата или прямоугольника. В зависимости от периметра петли (на что влияют местные условия) в канавку для петли необходимо укладывать разное количество витков. Поэтому применяется следующее правило: чем меньше периметр P петли, тем больше витков для нее требуется.

Рекомендации:

- Минимальная ширина петли должна быть не менее 0,8 м. См. таблицу рядом.
- Отношение длина/ширина: от 1:1 до макс. 4:1.

Периметр петли P	Количество витков
3–6 м	5 витков
6–10 м	4 витка
10–20 м	3 витка
20–25 м	2 витка



4.2 Индуктивность петли

Индуктивность петли можно измерить с помощью петлевого детектора со встроенной функцией измерения (например, ProLoop) или с помощью соответствующего измерительного устройства. Перед заделкой канавки рекомендуется измерить индуктивность временно уложенной в нее петли. Примерно определить индуктивность также можно заранее по следующей формуле:

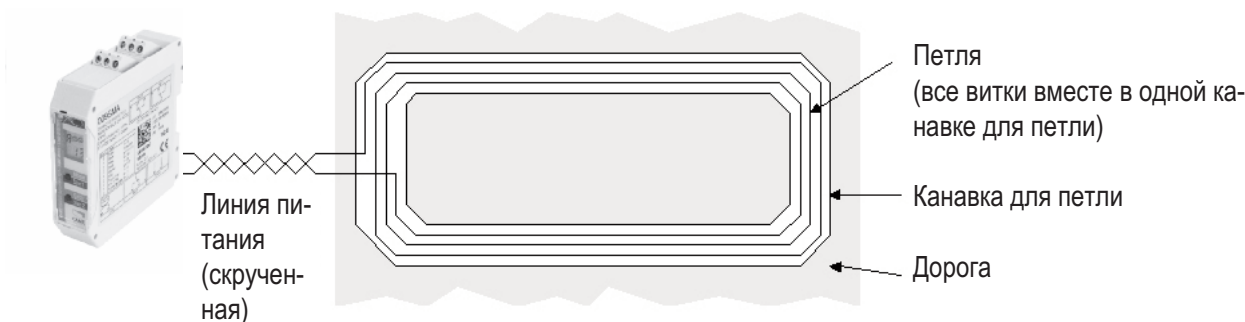
P = периметр петли в м

$$L \text{ (в мкГн)} \approx P * (N * N + N)$$

N = количество витков в петле

К рассчитанному значению индуктивности необходимо добавить примерно 1–1,5 мкГн на метр линии питания. Оптимальные значения индуктивности петли находятся в диапазоне 80–300 мкГн.

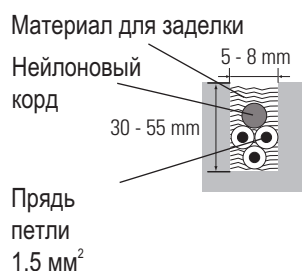
5 Укладка петли



5.1 Влияние местных условий, определение размеров канавки для петли и рекомендации по канавке для петли

Местные условия	Рекомендации
Арматура железобетона	Расстояние не менее 5 см (как можно больше)
Другие электрические линии	Экранированная линия питания петли
Подвижные металлические объекты	Соблюдать расстояние не менее 1 м
Неподвижные металлические объекты	Соблюдать расстояние не менее 0,5 м
Высоковольтные линии и линии электропитания	Экранированная электрическая линия питания петли в отдельном кабельном канале
Большие расстояния до петлевого детектора	Экранированная электрическая линия питания петли

Определение размеров канавки для петли и рекомендации по укладке петли:



Материал для заделки:

Прядь петли:

Нейлоновый корд:

В качестве материала для заделки можно использовать битум холодного и горячего типа, а также синтетическую смолу.

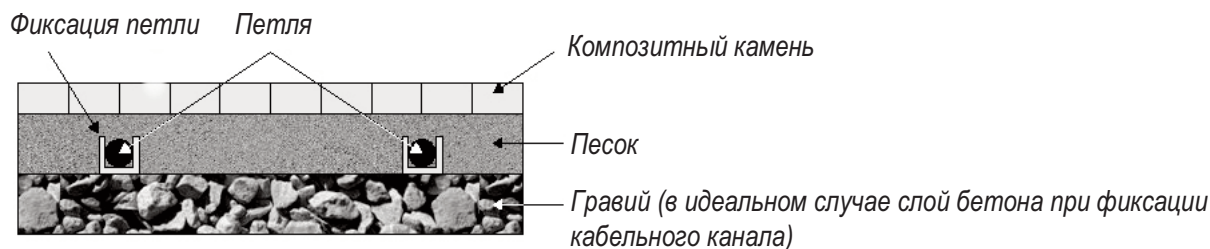
При использовании битума горячего типа необходимо учитывать термостойкость изоляции пряди петли (термостойкость в соответствии со спецификацией производителя пряди петли).

Нейлоновый корд требуется, только если в качестве материала для заделки используется битум горячего типа. Корд обеспечивает температурную развязку провода петли.

5.2 Укладка петель под плиткой из композитного камня

Петли укладываются в песчаный слой между нижним слоем гравия и плиткой из композитного камня.

Для этой системы укладки необходимо использовать изготовленные заранее петли. Они должны укладываться в кабельный канал (15 x 15 мм).



- Вставить и закрепить петлю.
- Измерить электрическое сопротивление и сопротивление изоляции.
- Измерить индуктивность, протестировать с помощью петлевого детектора.
- Заполнить постоянно сохраняющим эластичность герметиком.
- Заполнить и уплотнить песчаную подушку.
- Уложить плитку из композитного камня и утрамбовать для фиксации.
- Проверить функционирование.

Устройство канала из булыжных камней не рекомендуется. Булыжники могут перемещаться под весом транспортных средств, что может приводить к воздействию тянущей или сдвигающей силы и повреждению проводов петли → появлению неисправностей.

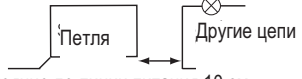
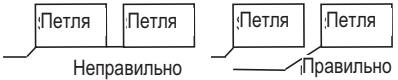
Важно

Петля должна укладываться так, чтобы отдельные витки не могли смещаться и касаться друг друга.
→ Смещение может приводить к изменению индуктивности → появлению неисправностей.

Петля должна укладываться так, чтобы общие геометрические параметры петли не могли измениться.
→ Изменение геометрических параметров может привести к изменению индуктивности → появлению неисправностей.

5.3 Линия питания

- Рекомендуется, чтобы линия питания петли была выполнена в виде экранированной линии. Экран всегда должен заземляться с одной стороны. Однако, сама петля не должна экранироваться!

Скручивание проводов линии питания	Линия питания должна быть скручена не менее 20 раз на метр и уложена в скрученном состоянии до места подсоединения петлевого детектора в распределительной коробке.	 Мин. 20 раз на метр
Укладка линии питания параллельно другим цепям	Укладка линии питания в одном и том же кабельном канале с другими цепями не разрешается.	 Мин. расстояние до линии питания 10 см
Линия питания петли других петлевых детекторов	При использовании двух 1-петлевых детекторов соблюдать соответствующие расстояния при укладке линий питания. Использовать экранированные линии питания.	 ↑ ↓ Расстояние до линии питания
Предотвращение механического повреждения линии питания	Линии питания должны быть хорошо защищены от механического повреждения.	
Укладка линии питания петлевого детектора	Не укладывать линию питания через канавку для другой петли. Использовать экранированные линии питания.	 Неправильно Правильно
Длина линии питания	Поддерживать длину линии питания максимально короткой (рекомендуется длина не более 50 м)	Максимально короткая линия питания 

5.4 Порядок создания канавки для петли

1. Канавка вырезается в дорожном покрытии в соответствии с предполагаемым размером петли.
2. В каждом углу канавки необходимо сделать срез под углом 45° или просверлить отверстие.
3. Затем необходимо очистить канавку (избегать влажности).
4. Вставить провод петли.
5. Проверить индуктивность/протестировать с помощью петлевого детектора.
6. Затем канавку необходимо аккуратно закрыть материалом для заделки холодного или горячего типа. (При использовании материала для заделки горячего типа необходимо учитывать термостойкость оболочки кабеля, использовать соответствующий термостойкий кабель.) При укладке необходимо учитывать следующие аспекты:



- в дороге не должно быть трещин, дорожное покрытие должно быть полностью сплошным;
- избегать повреждения изоляции провода петли при укладке петли;
- проявлять особое внимание при укладке петли через края;
- провод петли нигде не должен выступать из канавки;
- перед заделкой поместить нейлоновый корд на комплект проводов, после чего выполнить заделку. Заделка должна быть водонепроницаемой – попадание влаги в канавку для петли не допускается;
- после заделки и до завершения отверждения материала для заделки провод петли нельзя перемещать;
- после отверждения измерить сопротивление изоляции относительно земли (>10 МОм при испытательном напряжении 250 В).

5.5 Геометрические параметры петель

! В качестве основного критерия при определении размеров петли необходимо учитывать надежное функционирование системы в целом. Поэтому петля всегда должна выполняться с расчетом на самое большое обнаруживаемое транспортное средство. Петлевые системы реагируют только на металл.

i Геометрические параметры (размеры) петель должны соответствовать индивидуальным требованиям. При этом геометрические параметры петель для обнаружения легковых автомобилей, грузовых автомобилей, двухколесных транспортных средств, для смешанного применения (для легковых автомобилей и грузопассажирских автомобилей) и для определения направления движения должны отличаться. В результате размер петель зависит от обнаруживаемых транспортных средств и местных условий.

Таблица наиболее часто используемых геометрических параметров петель:

VW = ширина транспортного средства, LW = ширина петли. В этом контексте « $LW < \approx VW$ » означает, что ширина петли меньше или равна ширине транспортного средства VW, LD = расстояние между петлями.

Геометрические параметры петли для обнаружения легковых автомобилей		Для оптимального обнаружения ширина петли должна быть равна или меньше ширины самого широкого легкового автомобиля, который должен пересечь петлю. Для этой цели ширина петли должна быть следующей: $LW < \approx VW$.
Геометрические параметры петли для обнаружения грузовых автомобилей		Для оптимального обнаружения ширина петли должна быть равна или меньше ширины самого широкого грузового автомобиля, который должен пересечь петлю.
Геометрические параметры петли для обнаружения двухколесных транспортных средств		Для обеспечения оптимального обнаружения двухколесных транспортных средств петля должна быть уложена в форме трапеции или параллелограмма. Она не должна быть уложена слишком низко.
Геометрические параметры петли для обнаружения легковых автомобилей и грузопассажирских/грузовых автомобилей		Для этой цели ширина петли должна быть выполнена такой, чтобы можно было надежно и правильно обнаруживать также грузовые автомобили. Поэтому петля должна быть уложена так, чтобы захватывался самый широкий обнаруживаемый грузовик ($LW < \approx VW$).
Геометрические параметры петли для обнаружения направления движения от петли 1 к петле 2 или от петли 2 к петле 1.		С помощью 2-канального петлевого детектора можно активировать функцию обнаружения направления. Обе петли должны быть выполнены в соответствии с правилом $LW < \approx VW$. Кроме того, необходимо соблюдать расстояние LD: LD = макс. $0,5 \cdot \text{длина транспортного средства}$.
Геометрические параметры петли для условий ограниченного пространства		В условиях ограниченного пространства (вблизи металлического объекта, например, ворот) рекомендуется укладывать петлю в форме восьмерки. $LW \approx 1$ м

6 Проблемные вопросы при укладке петли

6.1 Затухание

Для правильного функционирования петлевой системы затухание петли, вызываемое обнаруживаемым транспортным средством, является решающим фактором. Затухание, вызываемое другими источниками, такими как металлические объекты, соседние петлевые системы и т. д., может влиять на функцию обнаружения. Поэтому такое неблагоприятное влияние необходимо учитывать уже на этапе планирования и сводить к минимуму.

Нежелательное затухание:	Действие по устранению нежелательного затухания/улучшению состояния:
Железная арматура в бетонном дорожном покрытии	Соблюдать достаточное расстояние до петли (см. пункт 5.1 данного руководства).
Колебания температуры	Никакого влияния при применении детектора ProLoop.
Электрические линии поблизости	Соблюдать достаточное расстояние до петли (см. пункт 5.1 данного руководства).
Электрические системы	Соблюдать достаточное расстояние до петли (см. пункт 5.1 данного руководства).
Другие петлевые системы	Применять различные частоты генерации для отдельных петлевых детекторов (см. пункт 6.2 «Перекрестные помехи»), соблюдать достаточное расстояние до других петель (см. пункт 5.1 настоящего руководства), использовать 2-канальный петлевой детектор для 2 различных петлевых систем.
Металлические ворота, шлагбаумы, столбы	Соблюдать достаточное расстояние до петли (см. пункт 5.1 данного руководства).

6.2 Перекрестные помехи (взаимное влияние отдельных петлевых систем)

Часто бывает так, что несколько петлевых систем установлено рядом с другом. Это приводит к проблеме перекрестных помех, создаваемых одной петлевой системой для другой. Однако, эту проблему можно предотвратить путем выбора различных частот генерации отдельных петлевых систем. Этого можно достичь путем установки различных частот генерации с помощью соответствующего петлевого детектора или путем укладки петель с различным количеством витков.

(Обозначения: $\longleftrightarrow$ = влияние $\nleftrightarrow$ = отсутствие влияния)

Петлевой детектор	Петля	Расположение петель	Проблема	Действие по устранению влияния/улучшению состояния	Эффект
1-канальный петлевой детектор	1		Установлена одинаковая частота генерации для обоих петлевых детекторов. Влияние возможно.	– Оставить частоту петлевого детектора 1 и изменить частоту петлевого детектора 2. – Уложить две петли с различным количеством витков.	Применение различных частот генерации для двух 1-канальных петлевых детекторов предотвращает перекрестные помехи.
1-канальный петлевой детектор	2				
2-канальный петлевой детектор	1 2		–		Применение соответствующего 2-канального петлевого детектора предотвращает перекрестные помехи.
2-канальный петлевой детектор	1 и 2		Установлена одинаковая частота генерации для обоих 2-канальных петлевых детекторов. Перекрестные помехи возможны.	– Оставить частоту 2-канального петлевого детектора 1 и изменить частоту 2-канального петлевого детектора 2. – Уложить две петли с различным количеством витков.	Применение различных частот генерации для двух 2-канальных петлевых детекторов предотвращает перекрестные помехи.
2-канальный петлевой детектор	3 и 4				
1-канальный петлевой детектор	1		Установлена одинаковая частота генерации для 2-канального петлевого детектора и 1-канального петлевого детектора. Перекрестные помехи возможны.	– Оставить частоту 1-канального петлевого детектора 1 и изменить частоту 2-канального петлевого детектора 2. – Уложить две петли с различным количеством витков.	Применение различных частот генерации для 1-канального петлевого детектора и 2-канального петлевого детектора предотвращает перекрестные помехи.
2-канальный петлевой детектор	2 и 3				

7 Обнаружение и устранение функциональных нарушений и неисправностей

Дефект/неисправность	Возможная причина	Действие по устранению неисправности/недостатка
1: Некоторые транспортные средства не обнаруживаются (например, легковые автомобили – да; грузовые автомобили – нет).	– Установлена слишком низкая чувствительность петлевого детектора. – Выбраны неправильные геометрические параметры петли (например, слишком мало витков петли). – Существующие перекрестные помехи от другой петлевой системы. – Линия питания петли была свернута, а не укорочена до соответствующей длины. – Другие металлические объекты приводят к постоянному затуханию.	– Увеличить реактивную чувствительность петлевого детектора. – Проверить расположение петли. – Укоротить линию питания петли до соответствующей длины и проверить правильность скручивания. – Установить различные частоты для соседних петлевых систем.
2: Прицеп с дышлом не обнаруживается.	– Не включено автоматическое увеличение чувствительности обнаружения на соответствующем петлевом детекторе.	– Включить автоматическую чувствительность обнаружения на соответствующем петлевом детекторе.
3: Обнаружение не происходит, хотя на петлевой детектор подается напряжение питания.	– Размер петли слишком большой. – Размер петли слишком маленький. – На петлевой детектор не подается достаточно электроэнергии. – Петля имеет короткое замыкание. – Петля имеет прерывание.	– Измерить индуктивность с помощью соответствующего петлевого детектора и определить нужное количество витков петли в соответствии со значением (в идеальном случае 80–300 мкГн), указанным для петлевого детектора. – Проверить потребляемую петлевым детектором электроэнергию и установить требуемое значение. – Измерить сопротивление петли с помощью омметра и в случае короткого замыкания заново уложить петлю. – В случае прерывания проверить соединение линии питания, повторно уложить петлю.
4: Система реагирует на транспортные средства, которые не предназначены для обнаружения.	– Установлена слишком высокая чувствительность обнаружения петлевой системы.	– Протестировать функционирование системы с помощью различных транспортных средств. При этом также использовать транспортные средства, которые не предназначены для обнаружения. После этого установить чувствительность обнаружения так, чтобы транспортные средства, предназначенные для обнаружения, фактически обнаруживались, а другие транспортные средства – нет.
5: Петлевой детектор подает сигнал обнаружения, хотя никакое транспортное средство не прошло петлю/не стоит на петле.	– Имеются перекрестные помехи от другой петлевой системы. – Петля не уложена правильно (линия питания не скручена, используемая линия питания не экранирована, другие металлические объекты расположены слишком близко, провод петли может смещаться в канавке для петли, поблизости имеются другие электрические источники помех). – Изоляция петли повреждена, или сопротивление петли слишком высокое. См. пункт 7.	– Все петлевые системы поблизости должны быть установлены на различные частоты генерации. – Проверить расположение провода петли и предотвратить любое смещение с помощью соответствующих мер (например, путем заполнения песком). – Проверить скручивание линии питания. – Уложить петлю на соответствующем (большом) расстоянии от других металлических объектов. – Также соблюдать соответствующее (большое) расстояние до электрических источников помех, например, входных систем с использованием радиосигналов. – Использовать экранированные линии питания.
6: Петлевой детектор постоянно обнаруживает, что петля занята, но на ней нет никаких транспортных средств.	– Петля или ее линия питания повреждена (короткое замыкание или прерывание).	– См. пункт 3.
7: В дождливую погоду иногда возникают неисправности.	– Изоляция провода петли повреждена. – Соединение петли и линии питания не является водонепроницаемым.	– Измерить сопротивление изоляции: если оно не больше 1 МОм, изоляция повреждена, необходимо заменить провод петли или линию питания. – Уложить петлю и ее линию питания и обеспечить водонепроницаемость соединения.
8: Обнаружение направления движения не функционирует.	– Расстояние между двумя петлями слишком большое. – На петлевом детекторе установлена неправильная функция.	– Расстояние между двумя петлями необходимо выбрать так, чтобы обе петли были заняты в течение короткого времени, поэтому – установить правильную функцию на петлевом детекторе.
9: Петлевую систему невозможно отрегулировать.	– Петля имеет неправильную индуктивность (значение не находится в допустимом рабочем диапазоне петлевого детектора). – Петля имеет повреждение. – Петлевой детектор неисправен.	– Изменить количество витков петли в соответствии с геометрическими параметрами петли (см. пункт 4.1). – Проверить петлю на предмет повреждений. – Заменить петлевой детектор.