ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ

ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ
имени Ф.Б. ЯКУБОВСКОГО

ПОСОБИЕ ПО ВЫБОРУ СЕЧЕНИЙ N, PE, PEN ПРОВОДНИКОВ

В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ЗДАНИЙ

М788-1095

Технический директор Г. А. Толасов

Начальник технического
отдела А. А. Шалыгин

Ответственный исполнитель В. П. Хейн

Москва, 2002г.

gost.e-ecolog.ru

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ВСЕРОССИЙСКИЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСКИЙ ИНСТИТУТ

ТЯЖПРОМЭЛЕКТРОПРОЕКТ
имени Ф.Б. ЯКУБОВСКОГО

ПОСОБИЕ ПО ВЫБОРУ СЕЧЕНИЙ N, PE, PEN ПРОВОДНИКОВ

В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ЗДАНИЙ

М788-1095

Москва, 2002 г.

1 Введение

1.1 В работе «Пособие по выбору N, PE и PEN проводников в электрических сетях зданий» собраны и обобщены требования по выбору нулевого рабочего N и нулевых защитных PE и PEN проводников, содержащиеся в различных главах ПУЭ и в стандартах:

- глава 1.7 ПУЭ;
- раздел 6 ПУЭ;
- глава 7.1 ПУЭ;
- ГОСТ Р 50571.3-94 «Электроустановки зданий. Часть 4. Требования по обеспечению безопасности. Защита от поражений электрическим током»;
- ГОСТ Р 50571.10-96 «Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 54. Заземляющие устройства и защитные проводники»;
- ГОСТ Р 50571.15-97 «Электроустановки зданий. Часть 5. Выбор и монтаж электрооборудования. Глава 52. Электропроводки»;
- ГОСТ Р 51321.1-2000 «Устройства комплектные низковольтные распределения и управления. Часть 1. Устройства, испытанные полностью или частично. Общие технические требования и методы испытаний».

2 Выбор защитных проводников

2.1 Сечения защитных проводников определяются одним из двух способов:

а) сечение защитного проводника, мм^2, рассчитывается по формуле

$$S = \frac{I\sqrt{t}}{K}, \qquad (1)$$

где I – действующее значение тока короткого замыкания, протекающего через устройство защиты при пренебрежимо малом значении переходного сопротивления, А;

t – выдержка времени отключающего устройства;

K – коэффициент, значение которого зависит от материала защитного проводника, его изоляции, начальной и конечной температур. Значение K для защитных проводников в различных условиях указаны в таблицах 2.1…2.4.

Таблица 2.1. Значения коэффициента *К* для изолированных защитных проводников, не входящих в кабель, и для неизолированных проводников, касающихся оболочки кабелей

Параметр	Тип изоляции защитных проводников или кабелей		
	поливинилхлорид (ПВХ)	шитый полиэтилен, этиленпропиленовая резина	бутиловая резина
Конечная температура, °С	160	250	220
Коэффициент К для проводника:			
- медного	143	176	166
- алюминиевого	95	116	110
- стального	52	64	60

Примечание. Начальная температура проводника принята равной 30°С.

Таблица 2.2. Значения коэффициента *К* для защитного проводника, входящего в многожильный кабель

Параметр	Материал изоляции		
	поливинилхлорид (ПВХ)	шитый полиэтилен, этиленпропиленовая резина	бутиловая резина
Начальная температура, °С	70	**90**	**85**
Конечная температура, °С	160	250	220
Коэффициент К для проводника:			
- медного	115	143	134
- алюминиевого	76	**94**	**89**

Таблица 2.3. Значения коэффициента *К* при использовании в качестве защитного проводника оболочки или брони кабеля

Параметр	Материал изоляции		
	поливинилхлорид (ПВХ)	шитый полиэтилен, этиленпропиленовая резина	бутиловая резина
Начальная температура, °С	60	80	75
Конечная температура, °С	160	250	220
Коэффициент К* для проводника:		—	
- алюминиевого	81	98	93
- свинцового	22	27	26
- стального	44	54	51

* Значение коэффициента К для проводников, изготовленных из алюминия, свинца или стали, которые в МЭК 364-5-54-80 не указаны.

Таблица 2.4. Значения коэффициента *К* для неизолированных проводников для условий, когда указанные температуры не создают опасности повреждения близлежащих материалов

Материал проводника	Условия	Проводники		
		проложенные открыто и в специально отведенных местах	эксплуатируемые в среде	
			нормальной	пожароопасной
Медь	Максимальная температура,°С	500*	200	150
	К	228	159	138
Алюминий	Максимальная температура,°С	300*	200	150
	К	125	105	91

Продолжение табл. 2.4

Материал проводника	Условия	Проводники		
		проложенные открыто и в специально отведенных местах	эксплуатируемые в среде	
			нормальной	пожароопасной
Сталь	Максимальная температура,°С	500*	200	150
	К	82	58	50

* Указанные температуры допускаются только при условии, что они не ухудшают качество соединений.

Примечание. Начальная температура проводника принята равной 30°С.

Сечения защитных проводников также могут определяться при испытаниях. При этом конечная температура проводников не должна превышать данные таблиц 2.1...2.4;

б) сечения защитных проводников выбираются по таблицам 2.5, 2.6:

Таблица 2.5. Наименьшие сечения защитных проводников, входящих и не входящих в состав кабеля

№ п/п	Сечение фазных проводников, мм^2	Наименьшее сечение защитных проводников, мм^2
1	$S \leq 16$	S
2	$16 < S \leq 35$	16
3	$S > 35$	S/2

Таблица 2.6. Минимальные сечения защитных проводников в низковольтных комплектных устройствах (НКУ)

№ п/п	Сечение фазных проводников, мм^2	Минимальное сечение соответствующего защитного проводника, мм^2
1	До 16 включительно	S
2	От 16 до 35 «	16
3	От 35 до 400 «	S/2
4	От 400 до 800 «	200
5	Св. 800	S/4

В таблицах 2.5 и 2.6 общими являются пп. 1 и 2, а различия начинаются с п. 3.

Расчеты по формуле (1) с учетом данных таблиц 2.1...2.4 дают в общем случае несколько завышенные значения сечений защитных проводников. Такие расчеты могут, например, использоваться для выбора защитных проводников в НКУ индивидуального изготовления, при расчете сечения защитных проводников питающих линий и распределительных сетей зданий, выполняемых по индивидуальным проектам, и в других случаях индивидуального (разового) проектирования. При разработке серийных НКУ и для типовых проектов зданий и сооружений рекомендуется определять сечение защитных проводников путем испытаний.

При выборе сечений защитных проводников по таблицам 2.5 и 2.6 получается еще более завышенное сечение. Этот способ можно использовать, когда отсутствуют исходные данные для проведения расчетов.

Полученные значения сечений округляются до ближайшего большего стандартного сечения.

2.2 Во всех случаях сопротивление поврежденной цепи, включая сопротивление защитного проводника, должно обеспечивать ток, необходимый для срабатывания защитного аппарата, а время срабатывания защитного аппарата должно быть выбрано таким образом, чтобы превышение температуры защитного проводника не было больше допустимой температуры при протекании аварийного тока.

Допустимая температура и соответствующие ей значения сечений защитных проводников могут отличаться от значений, полученных по приведенным методикам, например, для взрывоопасных установок.

Примечание. Следует обратить внимание, что при наличии уравнивающих связей между открытыми проводящими частями различного оборудования может наблюдаться явление перераспределения токов короткого замыкания.

3 PE проводник

3.1 Нулевой защитный проводник (PE) – защитный проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для присоединения открытых проводящих частей к глухозаземленной нейтрали источника питания.

3.2 После определения сечения PE проводника одним из вышеуказанных способов следует провести проверку на ограничения по минимальному сечению PE проводника в зависимости от способа прокладки.

Во всех случаях значение сечения медных PE проводников, не входящих в состав кабеля, должно быть не менее:

- 2,5 мм^2 – при наличии механической защиты;
- 4,0 мм^2 – при отсутствии механической защиты.

Значение сечения алюминиевого PE проводника, не входящего в состав кабеля, должно быть не менее 16 мм^2 независимо от наличие или отсутствия механической защиты.

Графики минимальных значений сечений PE проводника – рис. 1.

4 N проводник

4.1 Нулевой рабочий (нейтральный) проводник (N) – проводник в электроустановках до 1 кВ, предназначенный для питания электроприемников и соединенный с глухозаземленной нейтралью генератора или трансформатора в сетях трехфазного тока, с глухозаземленным выводом источника однофазного тока, с глухозаземленной точкой источника постоянного тока.

4.2 **Защита нулевого рабочего проводника (N)**

Когда сечение нулевого рабочего проводника равно сечению фазных проводников, не требуется выполнять его защиту от токов короткого замыкания.

Если сечение нулевого рабочего проводника меньше сечения фазных проводников, то должна обеспечиваться защита его от токов короткого замыкания.

При срабатывании защиты должны отключаться все фазные и нулевой рабочий проводники.

Защита от токов короткого замыкания в нулевом рабочем проводнике может не предусматриваться при симметричной нагрузке (степень асимметрии при номинальной нагрузке не более 15%), т. е. рабочий ток нулевого рабочего проводника существенно меньше его допустимого значения и защита фазных проводников одновременно обеспечивает защиту нулевого рабочего проводника.

4.3 При питании специфических однофазных нагрузок трехфазной сети, дающих третью гармонику рабочего тока, действующее значение тока по нагреву в нулевом рабочем проводнике может превысить в 1,5÷1,7 раза значение тока в фазных проводниках. В этом случае нулевой рабочий проводник должен выбираться с учетом вышеуказанного фактора.

Источником третьей гармонической составляющей тока являются однофазные источники питания устройств связи. оргтехники и т. п., выполненные по бестрансформаторной схеме.

4.4 Сечение нулевого рабочего проводника должно быть тем же самым, что и фазных проводников:

- в однофазных цепях – независимо от сечения;
- в многофазных цепях – при сечении фазных проводников менее или равном 16 мм^2 для медных и 25 мм^2 для алюминиевых проводников.

В многофазных цепях, в которых сечение фазных проводников превышает 16 мм^2 для медного и 25 мм^2 для алюминиевого проводников, нулевой рабочий проводник может иметь меньшее по сравнению с фазными проводниками сечение, но не менее 50% сечения фазных проводников при одновременном выполнении следующих условий:

- ожидаемый максимальный ток, включая гармоники, если они есть, в нулевом рабочем проводнике не превышает значения допустимой нагрузки по току для уменьшенного сечения нулевого рабочего проводника;
- нулевой рабочий проводник защищен от сверхтоков;
- сечение нулевого рабочего проводника равно, по крайней мере. 16 мм^2 для медных и 25 мм^2 для алюминиевых проводников.

График минимальных значений сечения N проводника – рис. 2...4.

5 PEN проводник

5.1 Совмещенный нулевой рабочий и нулевой защитный проводник (PEN)

Совмещенный нулевой защитный и нулевой рабочий проводник (PEN) – проводник в электроустановках напряжением до 1 кВ, совмещающий функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников. В зависимости от применения он должен одновременно удовлетворять требованиям, предъявляемым к нулевым рабочим и нулевым защитным проводникам.

5.2 Для стационарно проложенных кабелей совместить функции нулевого защитного и нулевого рабочего проводников в одном проводнике (PEN) можно при условии, что его сечение будет не менее 10 мм2 для медных или 16 мм^2 для алюминиевых проводников и рассматриваемая электроустановка (часть установки) не защищена устрой-

ством защитного отключения, реагирующим на дифференциальный ток. данное ограничение по сечению связано с использование PEN проводника как защитного.

График минимальных значений сечений PEN проводника – рис. 5 и 6.

Примечание. Ограничения по сечению PEN проводника с точки зрения его использования как N проводника могут давать и большие значения сечений, чем это требуется по условиям защиты (см. п. 4.2).

6. Система уравнивания потенциалов

6.1 Существуют различные виды системы уравнивания потенциалов:

- основная (главная) система уравнивания потенциалов;
- дополнительная система уравнивания потенциалов;
- система местного уравнивания потенциалов.

6.2 Проводники основной системы уравнивания потенциалов – это проводники, которые связывают главную заземляющую шину или PE шину вводного устройства с открытыми и (или) сторонними проводящими частями, подлежащими включению в систему. Подключение главных проводников системы уравнивания потенциалов должно выполняться по радиальной схеме.

Примечание. Сторонние проводящие части, принадлежащие одной системе, например прямая и обратная трубы системы отопления, рассматриваются как единое целое. В этом случае радиальная линия подключается к одной трубе, а между собой трубы соединяются перемычкой.

6.3 проводники дополнительной системы уравнивания потенциалов допускается подключать как по радиальной, так и по магистральной схеме. При магистральной схеме должна быть обеспечена непрерывность защитного проводника, в том числе при ремонте и демонтаже оборудования.

6.4 При выборе сечения проводников системы уравнивания потенциалов в первую очередь исходят из соображений обеспечения защиты от косвенного прикосновения. Смысл действия системы уравнивания потенциалов заключается в уменьшении напряжения прикосновения при неисправностях (повреждение изоляции) в электроустановках до безопасного уровня.

Эффективная работа системы уравнивания потенциалов обеспечивается при выполнении следующего условия:

$$R \le \frac{U}{I_a}, \qquad (2)$$

где U – заданный уровень безопасного напряжения для установки:

- для обычных помещений U = ~50 В;
- для животноводческих помещений и стройплощадок U = ~25 В;
- для особо опасных помещений U = ~12 В;

I_a – уставка защитного аппарата рассматриваемой установки (части установки)

6.5 Проводники системы уравнивания потенциалов должны удовлетворять требованиям ограничения превышения температуры при коротких замыканиях – формула (1) раздела 2 «Выбор защитных проводников».

Наименьшая площадь поперечного сечения проводников основной системы уравнивания потенциалов должна быть не менее половины площади сечения PE проводника питающей линии, но не менее:

- 6 мм^2 по меди;
- 16 мм^2 по алюминию;
- 50 мм^2 по стали.

При использовании системы TN-C-S (питающая линия с PEN проводником) сечения проводников основной системы уравнивания потенциалов выбираются не по фактическому значению сечения PEN проводников, а по расчетному значению PEN проводника в соответствии с разделом 2 «Выбор защитных проводников» и может оказаться меньше половины сечения PEN проводника.

При наличии нескольких вводов проводники системы уравнивания потенциалов выбираются по большему из них.

При установке главной заземляющей шины отдельно сечение проводников, соединяющих указанную шину с PE шиной (шинами) вводного устройства (вводных устройств), должно быть равно расчетному сечению PE проводника соответствующей питающей линии.

6.6 Следует иметь в виду, что при значительной разнице сечений проводников разных вводов и наличии основной системы уравнивания потенциалов могут возникнуть недопустимые перегрузки в нулевых проводниках (PE, PEN) питающих линий со стороны меньшего ввода из-за перетекания токов короткого замыкания потребителей основного (большего) ввода через главную заземляющую шину.

6.7 При устройстве дополнительной системы уравнивания потенциалов, когда электроприемники, охваченные этой системой, могут иметь значительный разброс по величине мощностей, при повреждении изоляции и возникновении короткого замыкания у электроприемника большей мощности может быть поврежден защитный провод-

ник у электроприемника меньшей мощности как в случае питания здания (установки) от двух вводов.

6.8 Практикой применения системы уравнивания потенциалов в жилых и общественных зданиях показано, что сечение проводников основной системы уравнивания потенциалов больше 25 мм^2 по меди или эквивалентное ему, если проводник изготовлен из другого металла, как правило, не требуется. Это связано с тем, что в зданиях кроме специально предназначенных для этих целей проводников уравнивания потенциалов имеется значительное количество электрически связанных сторонних и открытых проводящих частей. В то же время для зданий, имеющих мощные вводы (более 250 А) и небольшое количество коммуникаций, выполненных из проводящих материалов, указанное сечение может оказаться недостаточным. В этом случае значение сечения проводника системы уравнивания потенциалов определяется по формуле (2).

График минимальных значений сечений проводников основной системы уравнивания потенциалов – рис. 7.

7 Дополнительная система уравнивания потенциалов

7.1 Минимальное сечение проводников дополнительной системы уравнивания потенциалов составляет:

- 2,5 мм^2 – по меди при наличии механической защиты;
- 4 мм^2 – по меди при отсутствии механической защиты;
- 16 мм^2 – по алюминию при наличии или отсутствии механической защиты.

7.2 Сечение PE проводника, входящего в дополнительную систему уравнивания потенциалов (например, PE проводник, соединяющий PE шину квартирного щитка с дополнительной системой уравнивания потенциалов ванной комнаты) выбирается в соответствии с требованиями, предъявляемыми к проводникам основной системы уравнивания потенциалов. При этом его сечение не требуется брать больше максимального из сечений защитных проводников оборудования. находящегося в зоне действия дополнительной системы уравнивания потенциалов. Если таковое оборудование отсутствует, то сечение проводников выбирается в соответствии с разделом 3.

7.3 Сечение проводников дополнительной системы уравнивания потенциалов должно быть не менее:

- при соединении двух открытых проводящих частей – сечения меньшего из защитных проводников, подключенных к этим частям;

- при соединении открытой проводящей и сторонней проводящей части половины сечения защитного проводника, подключенного к открытой проводящей части;
- при соединении двух сторонних проводящих частей – сечения большего из проводников, соединяющего эти сторонние проводящие части со щитком.

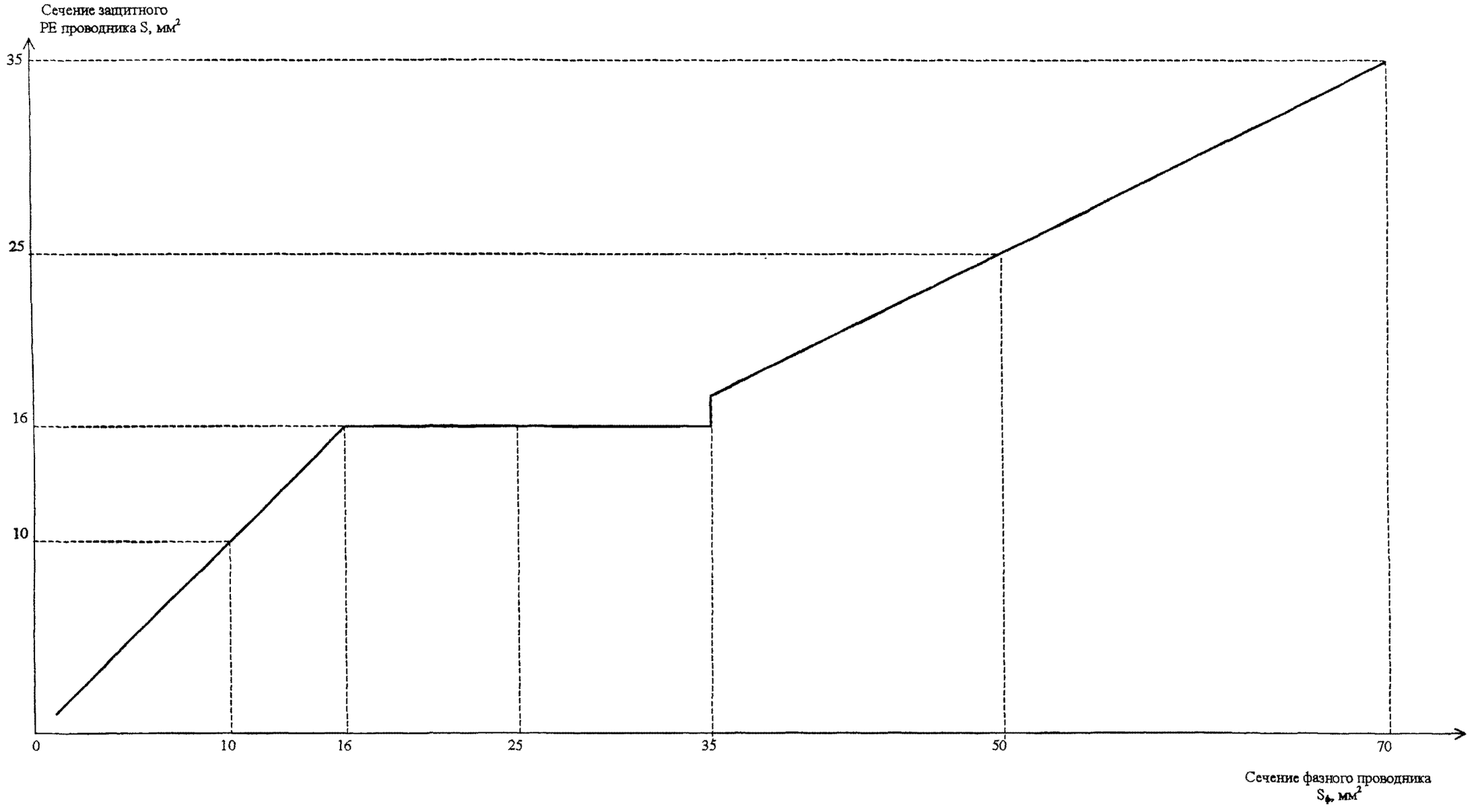


Рис. 1. Минимальные значения сечений PE проводника, входящего **в состав кабеля**, S, мм², при $S_ф \le 16$, $16 < S_ф \le 35$, $S_ф > 35$

Примечание. Сечение PE проводника, не входящего в состав кабеля, должно быть не менее:

2,5 мм² по меди – при наличии механической защиты;

4 мм² по меди – при отсутствии механической защиты;

16 мм² по алюминию – во всех случаях.

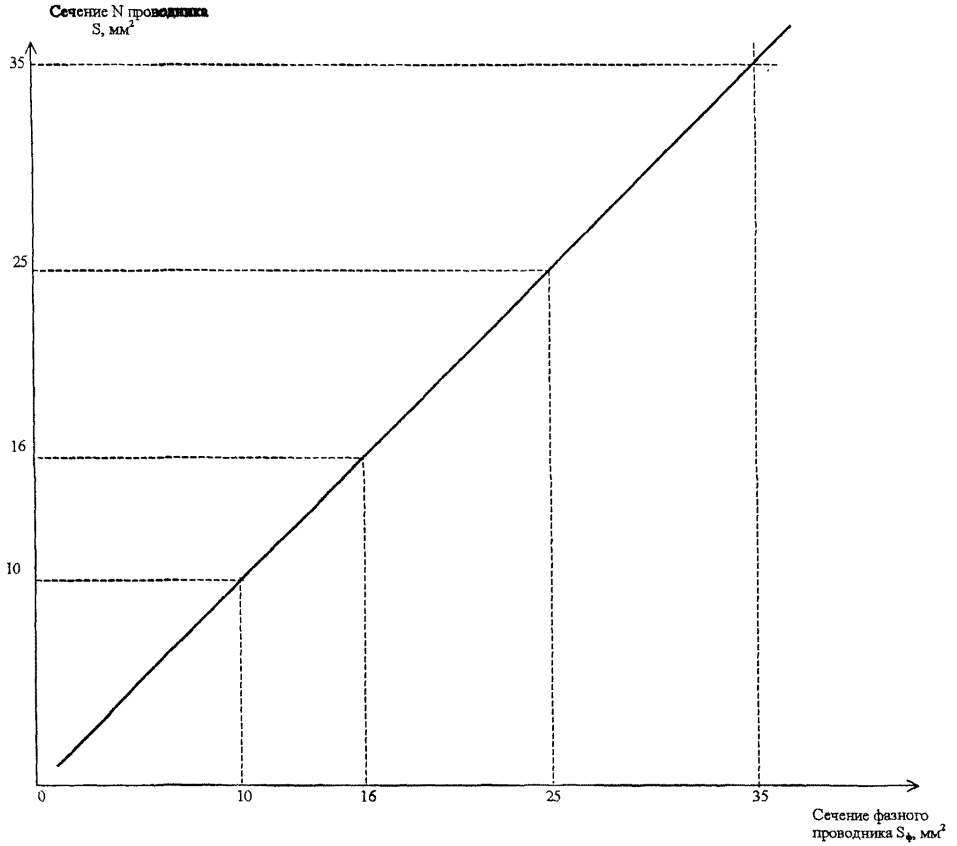


Рис. 2. Значения сечений N проводника S, мм², в однофазных цепях , S = $S_ф$

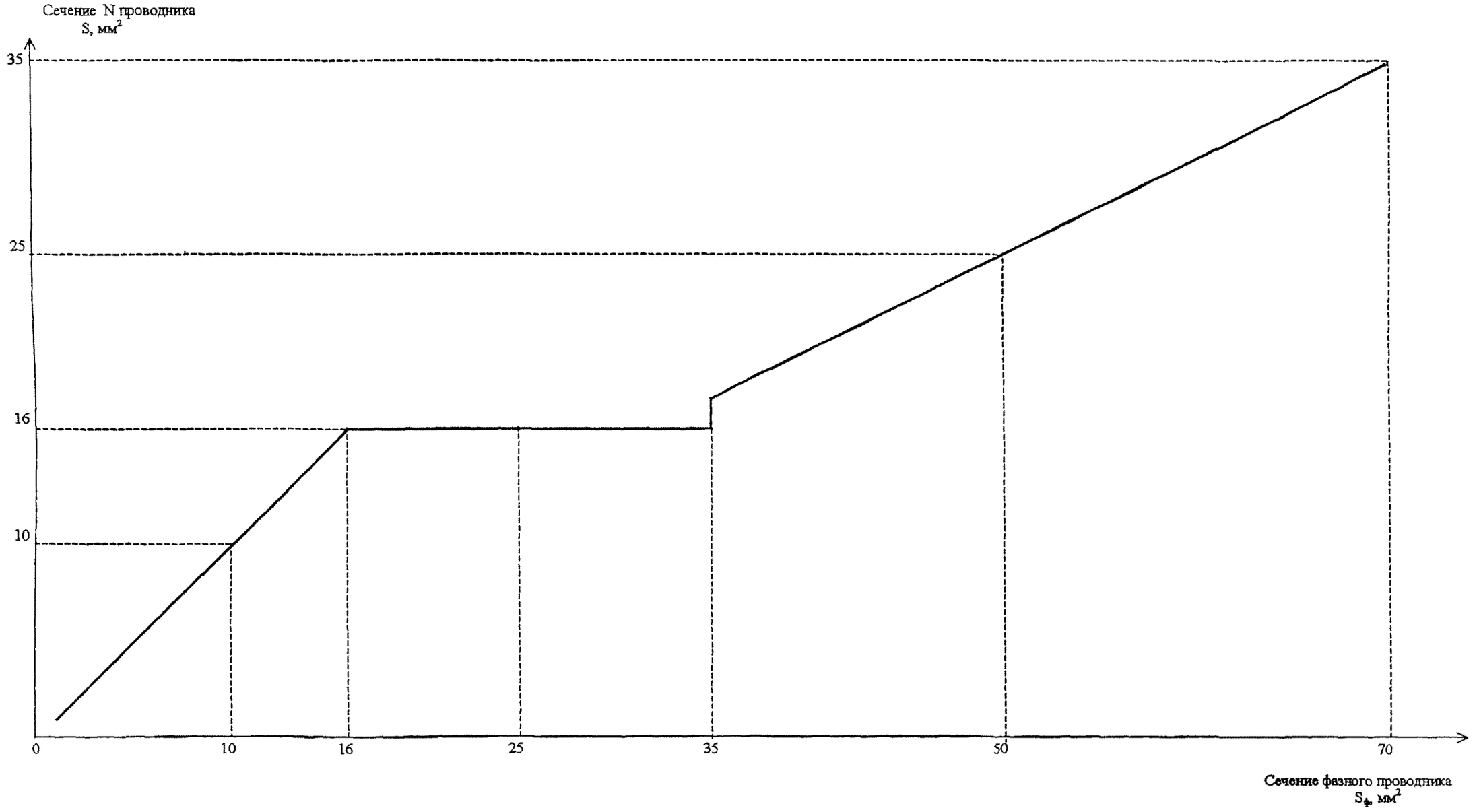


Рис. 3 Минимальные значения сечений медного N проводника S, мм², в многофазных цепях при $S_ф \le 16$, $16 < S_ф \le 35$, $S_ф > 35$

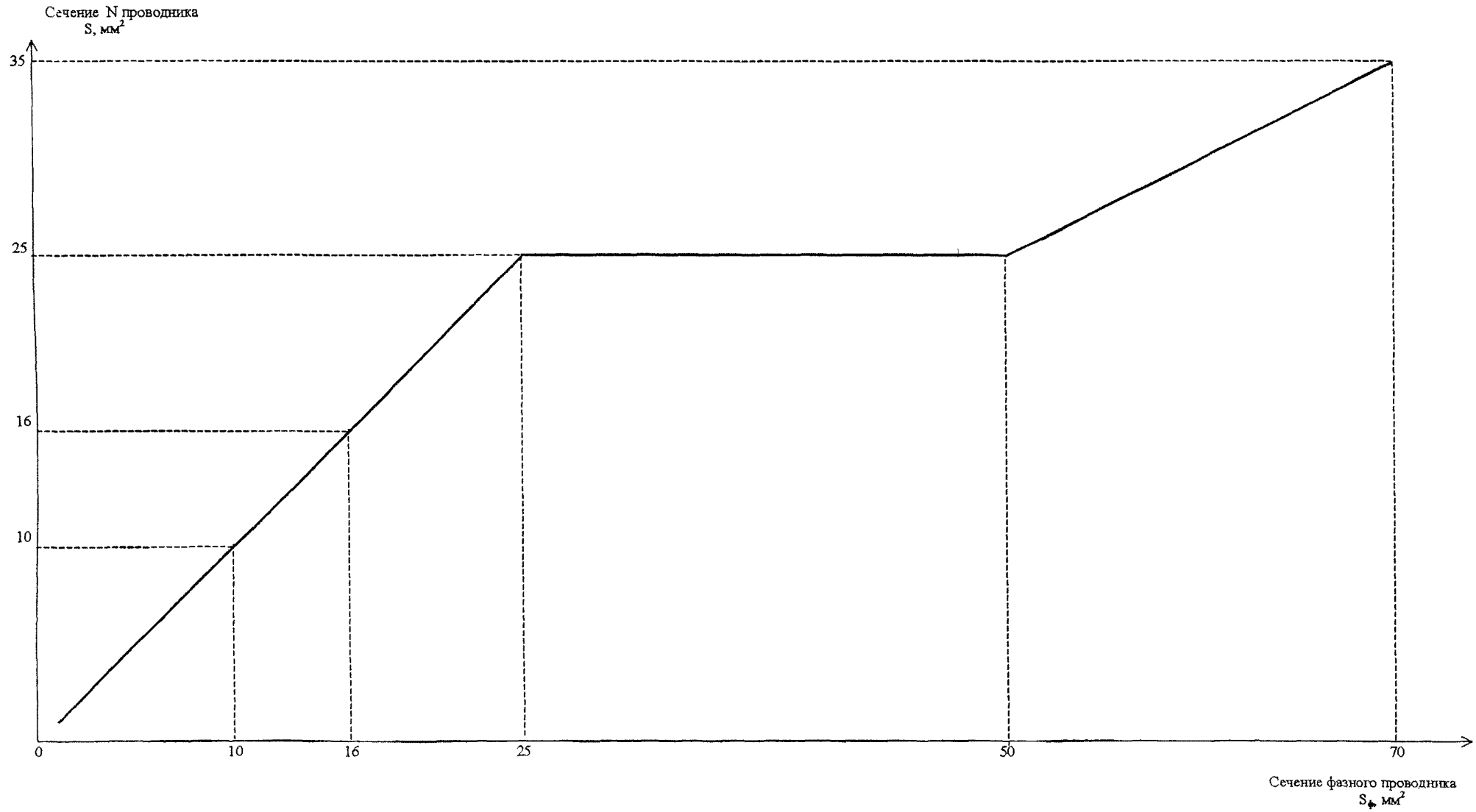


Рис. 4. Минимальные значения сечений **алюминиевого N проводника S, мм², в многофазных** цепях при $S_ф \le 25$, $25 < S_ф \le 50$, $S_ф > 50$

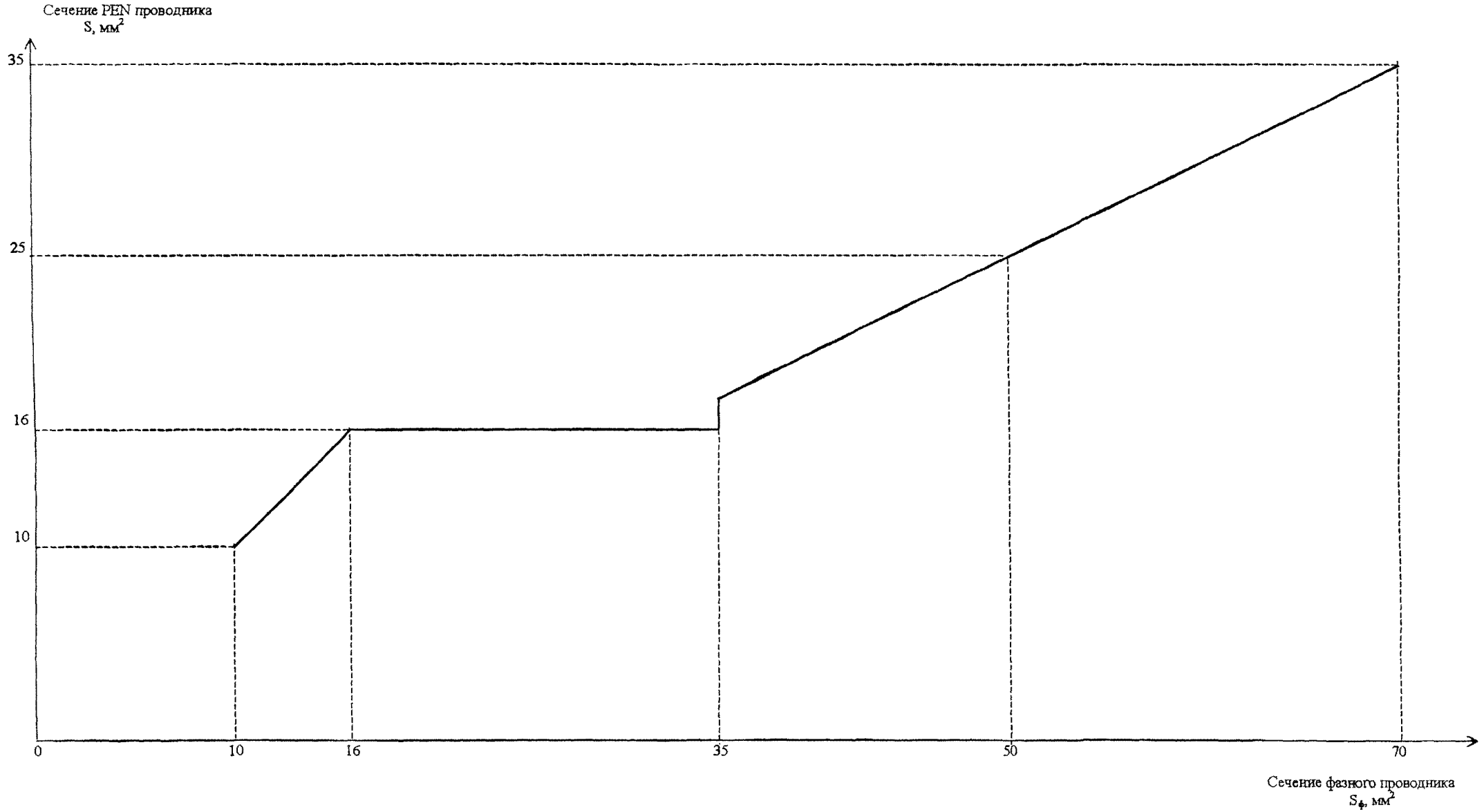


Рис. 5. Минимальные значения сечений медного PEN проводника S, мм^2, при $S_ф \le 16$, $16 < S_ф \le 35$, $S_ф > 35$

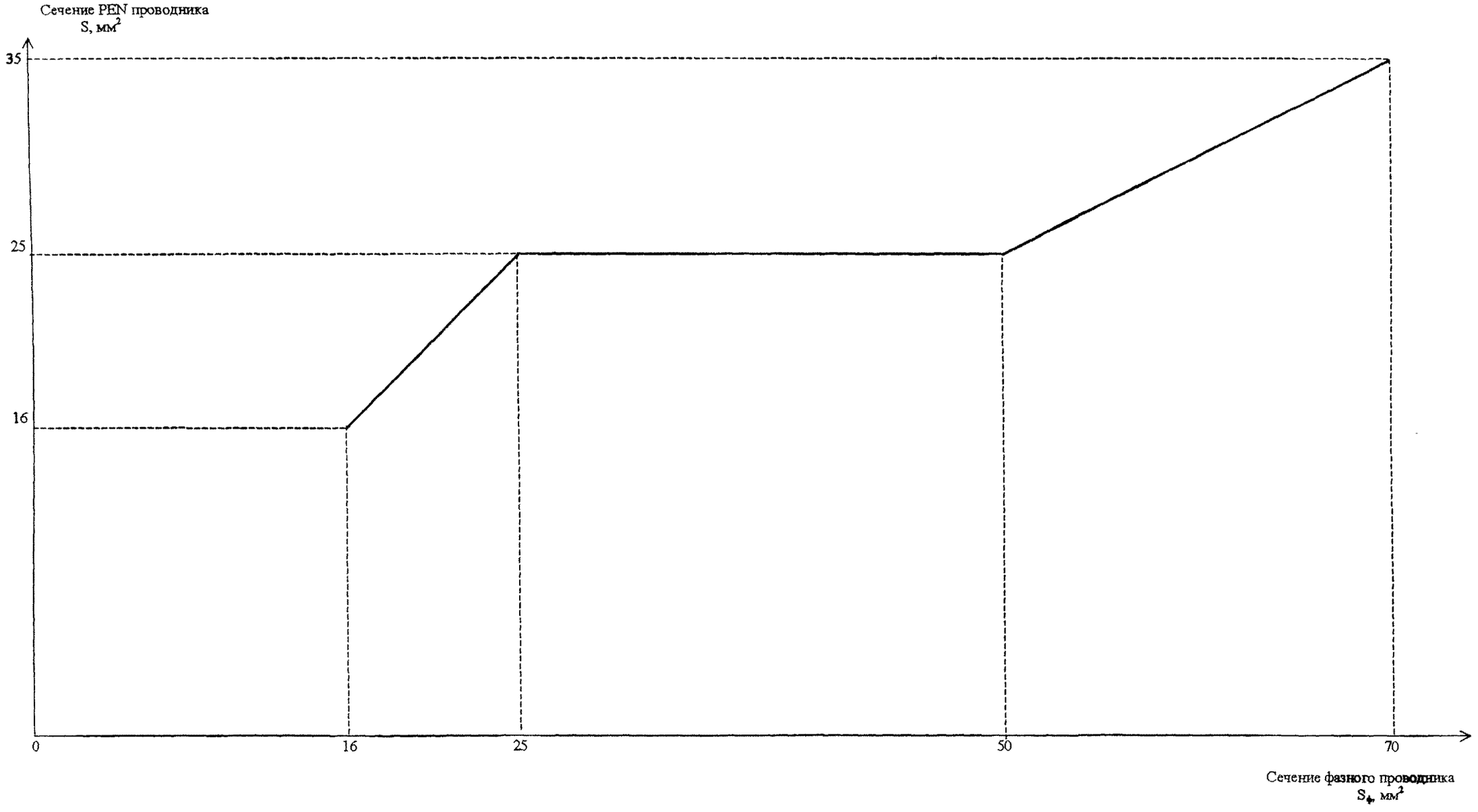


Рис. 6. Минимальные значения сечений алюминиевого PEN проводника S, мм², при $S_ф \le 25$, $25 < S_ф \le 50$, $S_ф > 50$

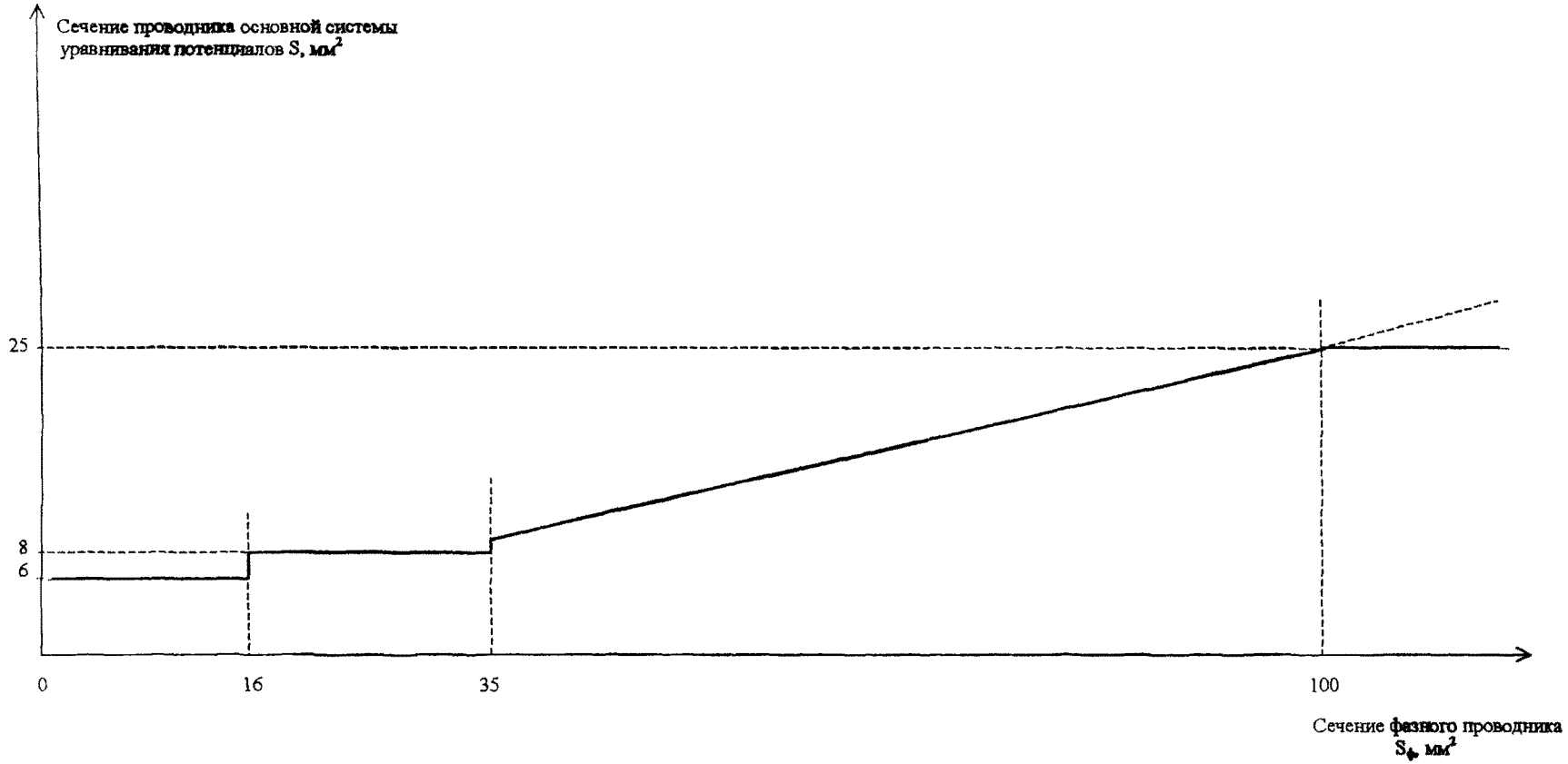


Рис. 7. Минимальные значения сечений проводников основной системы уравнивания потенциалов при $S_ф < 16$, $16 \le S_ф \le 35$, $S_ф > 35$

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение 1
2 Выбор защитных проводников 1
3 PE проводник 5
4 N проводник 6
5 PEN проводник 7
6 Система уравнивания потенциалов 8
7 Дополнительная система уравнивания потенциалов 10
Рис. 1 – График минимальных значений сечений PE проводника ... 12
Рис. 2, 3, 4 – Графики минимальных значений сечений N проводника .... 13 – 15
Рис. 5, 6 – Графики минимальных значений сечений PEN проводника .... 16 – 17
Рис. 7 – График минимальных значений сечений проводников основной системы уравнивания потенциалов 18

gost.e-ecolog.ru