

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Учебно-методическое пособие
для выполнения расчетно-графической работы
обучающимися очной и заочной форм обучения
по направлению подготовки
08.03.01 «Строительство»,
профиль «Промышленное и гражданское строительство»

Севастополь
СевГУ
2022

УДК 696.6(076.5)
ББК 31.282я73
И74

Рецензенты:

В.Я. Копп - д-р. техн. наук, профессор кафедры «Приборные системы и автоматизация технологических процессов»,
заслуженный деятель науки и техники
А.Ф. Рожков - канд. техн. наук, доцент кафедры «Строительство и землеустройство»
ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»

Составители: В.М. Карелина, В.М. Липка, С.В. Першин, Ю.Л. Рапацкий,
Д.В. Ревенко

И74 Информационное моделирование систем электроснабжения :
учебно-методическое пособие для выполнения расчетно-графической
работы обучающимися очной и заочной формы обучения по
направление подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль
«Промышленное и гражданское строительство» / Севастопольский
государственный университет ; сост.: Карелина В. М. [и др.]. –
Севастополь : СевГУ, 2022. – 30 с. – Текст : электронный.

Предназначено для учебно-методического обеспечения дисциплины
«Информационное моделирование систем электроснабжения».

Целью методического пособия является качественное выполнение расчетно-
графической работы, в том числе приобретения навыков решения практических
задач в области.

УДК 696.6(076.5)
ББК 31.282я73

Учебно-методическое пособие рассмотрено и утверждено на заседании
кафедры «Строительство и землеустройство», протокол № 10 от 26 мая
2022 г.

Рекомендовано в качестве учебно-методического пособия для студентов
очной и заочной формы обучения по направлению подготовки 08.03.01
«Строительство».

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Светотехнический расчет	5
2. Светильники и их виды	11
3. Проектирование сети электроснабжения многоквартирного жилого здания	18
4. Задание на расчетно-графическую работу «Проектирование сетей электроснабжения»	27
5. Рекомендуемая литература	30

ВВЕДЕНИЕ

Современное общество трудно представить без использования электрической энергии. Она применяется во всех отраслях хозяйственной деятельности: в промышленности, городском, сельском и коммунальном хозяйстве; в быту и на транспорте.

На различных иерархических уровнях электроэнергетики и в различных ситуациях ведущими являются те или иные критерии. Однако во всех случаях повышение надёжности как обязательное условие повышения эффективности производства связано с увеличением затрат, вкладываемых в создание и эксплуатацию энергетических систем, их частей и элементов. Одной из важнейших задач электроснабжения, при обеспечении его надёжности в любой отрасли хозяйственной деятельности, является наиболее целесообразное сетевое строительство. Оно заключается не только в принятии профессиональных решений относительно схем электроснабжения на стадии проектирования, но и в использовании наиболее современного сетевого оборудования. Качество электрической энергии, как неотъемлемый атрибут любого товара, является наиболее всеобъемлющей характеристикой как товаропроизводителя (энергоснабжающей организации), так и непосредственно потребителя, являющегося источником вносимых искажений в работу энергосистемы в целом. Целью настоящего пособия является оказание помощи студентам в самостоятельном освоении основ электроснабжения, путём выработки у него навыков творческого подхода к решению общеинженерных задач, оказание помощи в развитии способности к аналитическому мышлению.

Целью настоящего пособия является оказание помощи студентам в самостоятельном освоении основ электроснабжения, путём выработки у него навыков творческого подхода к решению общеинженерных задач, оказание помощи в развитии способности к аналитическому мышлению.

1. СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

Светотехнические расчеты производятся для определения количества светильников и их мощности для обеспечения освещенности согласно Строительным нормам и правилам.



Рисунок 1 – Классификация методов светотехнического расчета

На рисунке 1 представлена классификация методов светотехнического расчета.

1. Метод удельной мощности является методом приближенного расчета. Он применяется для предварительного определения мощности осветительной установки и числа светильников, необходимых для создания требуемого уровня освещенности. Данный метод нельзя использовать для расчета локализованного освещения, освещения наклонных и вертикальных поверхностей и помещений с площадью менее 10 м.

Применяемый при расчете освещения метод удельной мощности является самым простым. По этому методу определяют необходимую (установленную) мощность ламп для освещения заданной площади освещаемого помещения по формуле

$$P_{уст} = P_{уд} * F.$$

Удельная мощность зависит от характеристики освещаемого помещения, типа и мощности ламп, типа светильников, высоты подвеса и размещения светильников. Поэтому значения удельной мощности приводятся в справочных материалах, размещенных в таблицах.

Оптимальные уровни освещённости для жилых и офисных помещений определены государственными органами расчётным путём и закреплены специальными нормативными актами.

СП 52.13330.2016 рекомендуют при организации систем освещения руководствоваться следующими стандартами:

- в помещениях, где выполняются чертежи и работы с мелкими деталями – 500 Лк;
- в библиотеках, кабинетах и офисах, оснащённых персональными компьютерами – 300 Лк;
- в детских комнатах – 200 Лк;
- в прочих жилых комнатах (на кухне, в гостиной и спальне) – 150 Лк;
- в гардеробных – 75 Лк;
- в коридорах, прихожих, санузлах и иных подсобных помещениях – 50 Лк.

Указанные нормативные значения рассчитаны на 1 кв. метр площади помещения и являются усреднёнными. Это значит, что в разных зонах комнат оптимальный уровень освещённости может быть выше или ниже стандартного.

Нормативы можно использовать без каких-либо поправок для расчётов по помещениям со стандартными потолками (высотой в 2,7 метра).

Если же комнаты имеют большую, чем стандартная, высоту потолков, потребуется применить поправочный коэффициент:

- до 3 метров – 1,2;
- в пределах 3-3,5 метров – 1,5;
- от 3,5 до 4,5 метров – 2.

Данный коэффициент обязательно нужно учитывать при расчетах, поскольку, чем дальше располагаются источники света от предметов, находящихся в помещении, тем хуже они освещают объекты и поверхности.

2. Метод коэффициента использования (метод коэффициента использования светового потока) является более точным по сравнению с методом удельной мощности. Он применяется для расчета равномерного общего освещения помещения при освещенности только в горизонтальной плоскости.

Таблица 1 – Значение коэффициента использования светового потока в зависимости от индекса помещения.

Индекс помещения i	Коэффициент использования светового потока, %
0,5	26
0,6	30
0,7	34
0,8	38
0,9	40
1	43
1,1	46
1,25	48
1,5	54
1,75	57
2	60
2,25	62
2,5	64
3	68
3,5	70
4	72
5	75

коэффициент использования

коэфф. использования

индекс помещения i

По умолчанию расчет освещенности делается в программе Dialux. Но результат хотя бы приблизительно нужно знать заранее, чтобы сверить данные с предварительной оценкой.

Средняя освещенность поверхности – это отношение падающего на нее светового потока к площади. Но в реальном помещении часть светового потока светильника рабочих плоскостей не достигает, пропадая на стенах. Освещенность в помещении – это отношение общего светового потока светильников к площади помещения с поправочным коэффициентом «η».

$$E = \eta \frac{F}{S}.$$

Например, в комнате площадью 20 м² светильник со световым потоком 700 Лм (эквивалент лампы накаливания 60 Вт) создаст освещенность $E = 0,5 \times 700 \text{ Лм} / 20 \text{ м}^2 = 18 \text{ Лк}$. А это значит, что для достижения норматива в 150 Лк, нужно $F = 700 \text{ Лм} \times (150 \text{ Лк} / 18 \text{ Лк}) = 5800 \text{ Лм}$, или эквивалент 8-ми лампочек накаливания по 60 Вт.

В таблице 1 представлен коэффициенты использования светового потока для потолочных светильников с косинусной диаграммой в комнате с коэффициентами отражения потолка, стен и пола – 70 %, 50 % и 30 % соответственно. Значения коэффициентов отражения потолка, стен и пола обозначается – «ρ».

По графику можно предварительно оценить значения ρ :

- белая поверхность – 80 %;
- светлая – 50 %;
- серая – 30 %;
- темно-серая – 20 %;
- темная – 10 %;
- черная – 5 %;

А можно взять общепринятые значения:

- светлое помещение: 70 %, 50 %, 30 %;
- стандартное помещение: 50 %, 30 %, 10 %;
- темное помещение: 30 %, 10 %, 10 %.

В левой колонке таблицы указан индекс помещения, который считается по формуле

$$I = \frac{S}{A+B} h,$$

где S – площадь помещения в м^2 ;

A и B – длина и ширина помещения;

h – расстояние между светильником и горизонтальной поверхностью, на которой рассчитываем освещенность.

Если нас интересует средняя освещенность рабочих поверхностей (стола) в комнате площадью 20 м^2 со стенами 4 м и 5 м , и высоте подвеса светильника над столами 2 м , индекс помещения будет равен $i = 20 \text{ м}^2 / ((4 \text{ м} + 5 \text{ м}) \times 2,0 \text{ м}) = 1,1$. Удостоверившись, что помещение и лампы соответствуют указанным в подписи к таблице 1, получаем коэффициент использования светового потока – 46 %. Множитель $\eta = 0,46$ очень близок к предположенному навскидку $\eta = 0,5$. Средняя освещенность рабочих поверхностей при общем световом потоке 700 Лм составит 16 Лк , а для достижения целевых 150 Лк , потребуется $F = 700 \text{ Лм} \times (150 \text{ Лк} / 16 \text{ Лк}) = 6500 \text{ Лм}$.

Но если бы потолки в комнате были выше на полметра, а комната была не «светлым», а «стандартным» помещением с коэффициентами отражения потолка, стен и пола 50 %, 30 % и 10 %, коэффициент использования светового потока η составил бы (см. расширенную версию таблицы) $\eta = 0,23$, и освещенность была бы ровно вдвое меньше!

3. Точечный метод применяется для расчета локализованного, местного и комбинированного освещения, освещения наклонных вертикальных поверхностей, а также для проверки освещенности в точках помещения. Данный метод расчета сложнее, чем метод светового потока, но при этом более точен и применим при любом расположении светильника и поверхности. Обычно его применяют для определения освещенности в какой-либо точке при конкретном размещении светильников (отраженный свет от стен, потолка и пола является ничтожным).

2. СВЕТИЛЬНИКИ И ИХ ВИДЫ

Светильник – это функционально законченное устройство, состоящее из источника света, электроустановочной арматуры, крепежных элементов. В зависимости от назначения светильники могут комплектоваться электрическим шнуром с выключателем, например, бра.

Кроме того, в зависимости от типа используемых источников света различают:

- лампы накаливания;
- светодиодные;
- люминесцентные;
- галогеновые.

Для конечного потребителя наибольший интерес представляет такой параметр как мощность источника света. Причем, в первую очередь эта характеристика представляется определяющей уровень освещенности. Безусловно, прямая зависимость между электрической мощностью и яркостью свечения присутствует. Но эта величина опосредованная.

Более корректно говорить про световую отдачу, которая определяет полноту преобразования электрической энергии в световую, то есть является коэффициентом полезного действия (КПД). У источников света разных типов она различна и составляет:

- для ламп накаливания 10 - 15 Лм/Вт;
- люминесцентных до 75 Лм/Вт;
- светодиодных – порядка 100 Лм/Вт и более.

Давайте посмотрим, какую практическую пользу мы можем извлечь из этого. Лампа накаливания мощностью 100 Вт имеет отдачу около 1200 - 1300 Лм/Вт. Составляя несложные пропорции можно представить, какой уровень освещения будут обеспечивать в сравнении с этим хорошо знакомым и легко представляемым источником светильники другого типа.

Конечно, погрешность всегда будет иметь место, поскольку, например, для светодиодных ламп потери могут быть при прохождении света через матовую колбу, различные типы матриц имеют определенный разброс характеристики, но примерную оценку сделать можно.

Для 100 ваттной лампы накаливания берем светотдачу 1200, делим ее на 100 Лм/Вт для светодиодов, получаем эквивалентную мощность светодиодной лампы 12 Вт.

Следующая характеристика – это цветовая температура. Она определяет цвет свечения от желтого до ярко-белого (применительно к светильникам). Для ориентира градация такова:

- теплый – 3000 - 3300 0K;
- нейтральный – 3300 - 5000 0K;
- холодный – более 5000 0K.

Цветовая температура 6000 0K близка к верхнему пределу, за которым начинается дискомфорт.

Но мощность влияет не только на уровень освещенности, но и на нагрев самого светильника. Очевидно, что лампы накаливания в этом плане самые нежелательные устройства. Несколько лучше обстоят дела с галогеновыми источниками, светодиодные в этом плане наиболее предпочтительны.

Сказанное может быть достаточно критичным для светильников, устанавливаемых в небольшом замкнутом пространстве, окруженных, к тому же, чувствительными к нагреву материалами. Пример тому – светильники для натяжных потолков.



Характеристики:		XLD-CL20	XLD-CL25	XLD-CL30
Световой поток не менее, лм	WHC	2 600	3 900	5 100
	WHS	2 600	3 900	5 100
	WHW	2 500	3 700	4 800
Потребляемая мощность, Вт		20	30	39
Напряжение питания, В		220 В AC $\pm$ 20%		
Степень защиты		IP40		
Климатическое исполнение, по ГОСТ 15150		УХЛ 3.1		
Температурный диапазон, °C		-10...+45		
Коэффициент мощности (cos ϕ)		>0,95		
Коэффициент пульсации, не более, %		3		
Потребляемая мощность, исполнение «ЕВ», Вт, не более		23	33	42
Световой поток аварийного режима для WHS, не менее		260	390	510
Время работы в режиме АП, ч		3,5	2,5	1,5

Рисунок 2 - Светодиодный светильник для внутреннего освещения

XLD-CL-218



Характеристики:	XLD-EL7
Световой поток не менее, лм	1 300
Цветовая температура, К	4 000
Потребляемая мощность, Вт	11
Напряжение питания, В	185..265
Степень защиты	IP54
Температурный диапазон, °С	-25...+40
Коэффициент мощности (cos φ)	0,95
Пульсации светового потока	2%
Вес нетто, кг	0,5
Вес брутто, кг	0,6
Габариты упаковки, мм	175*175*80

Рисунок 3 – Светодиодный светильник для общего освещения XLD-EL7

Наиболее распространенным типом ламп в домах по-прежнему остаются лампы накаливания. Они по сей день выпускаются на различные мощности, бывают самых разных размеров и форм, подходят для установки практически в любой осветительный прибор, будь то светильник, ночник или люстра. Лампа накаливания – простейший электрический источник света. Она состоит из герметичной прозрачной вакуумированной колбы, металлического цоколя, а внутри колбы установлена спираль – вольфрамовая нить накала. Достоинства невысокая стоимость; мгновенное зажигание при включении; небольшие габаритные размеры; широкий диапазон мощностей.

Недостатки большая яркость (негативно воздействует на зрение); небольшой срок службы – до 1000 часов; низкий КПД.

Усовершенствованный тип лампы накаливания – галогенная лампа. Здесь источником света так же служит раскаленная током вольфрамовая нить, однако помещенная в колбу с парами галогенов. Светоотдача повышается благодаря галогенам, и эффективность немного возрастает в связи с этим. Увеличивается и срок службы лампы – если обычная лампочка служит примерно 1000 часов, то галогенная - в 2-3 раза дольше. Галогенные лампы меньше по размерам при той же мощности, но при большей светоотдаче, чем у обычных лампочек с нитью накала. Поэтому галогенные лампы широко используются во встраиваемых домашних светильниках небольшого размера и в автомобильной оптике. Достоинства выпускаются в богатом ассортименте; позволяют лучше управлять световым пучком и направлять его с большей точностью; компактны. Недостатки сильный нагрев; нельзя дотрагиваться к поверхности стекла лампы пальцами.

Энергосберегающие люминесцентные лампы – следующая ступень на пути эволюции осветительных приборов. Именно компактные люминесцентные лампы (КЛЛ) называют сегодня энергосберегающими. Их потребление значительно ниже, чем у ламп накаливания и галогенных ламп с аналогичной величиной светового потока. Достоинства хорошая светоотдача и более высокий КПД (в сравнении с лампами накаливания); разнообразие оттенков света; рассеянный свет; длительный срок службы при соблюдении определенных условий. Недостатки химическая опасность (люминесцентные лампы содержат ртуть в количестве от 10 мг до 1 г); мерцание лампы с удвоенной частотой питающей сети; наличие дополнительного приспособления для пуска лампы – пускорегулирующего аппарата (громоздкий дроссель с ненадёжным стартером).

В светодиодных лампах или светильниках в качестве источника света используются светодиоды, данный вид светильников применяются для промышленного, бытового и уличного освещения. Светодиодные лампы в

процессе работы очень слабо нагреваются и поэтому имеют пластиковый легкий корпус. Благодаря этому они могут применяться там, где другие устанавливать нельзя, например, в натяжных потолках. Достоинства: самый большой срок службы среди всех ламп (от 10 000 до 100 000 часов); низкое энергопотребление; устойчивость к вибрации и механическим ударам; нет необходимости установки дополнительных балластных резисторов; обладает "чистым цветом", что важно в световом дизайне. Самый главный недостаток - высокая цена; ограничена сфера применения, в некоторых случаях лампы накаливания нельзя заменить светодиодными.

Основные характеристики лампы накаливания – 160 Вт. Индекс цветопередачи – $R_a > 80$. Материал – стекло, пластик, металл. Мощность – 20 кВт. Напряжение 170 - 265 В. Световой поток 1600 Лм. Срок службы или срок годности 30 000 часов. Цветовая температура – 2700 К. Цоколь E27.

Индекс цветопередачи, коэффициент цветопередачи R_a – количественная мера способности источника света верно отображать цвета освещаемых объектов в сравнении с идеальным или естественным. Величина, определяющая уровень воспроизведения цветов различных материалов при их освещении лампой при сравнении с эталонным источником света, одна из основных цветовых характеристик качества разрядных ламп.

Индекс (коэффициент) цветопередачи светодиодных светильников напрямую зависит от используемых светодиодов. Светодиод – это полупроводник, покрытый люминофором, от количества и качества которого и зависит этот показатель. При увеличении показателя индекса цветопередачи светодиода, используется сложносоставной люминофор, который частично поглощает свет, что приводит к уменьшению энергоэффективности.

У качественного света для жилых помещений, R_a должен быть не менее 70-80. Наивысшее значение, $R_a=100$, соответствует идеальной естественной цветопередаче при солнечном свете.

Виды кривой силы света:

- концентрированная (К), что означает раскрытие светового потока на 30 градусов.
- глубокая (Г) – это раскрытие на 60 градусов.
- косинусная (Д) на 120 градусов.
- полуширокая (Л) на 140 градусов.
- широкая (Ш) на 160 градусов.
- равномерная (М) раскрытие на 180 градусов.
- синусная (С) 90 градусов.

Рекомендации по применению:

1. На промышленном производстве - светильники с кривой К, Г, Д (по наименованию).
2. В офисном освещении применяются приборы с рассеянным либо прямым свечением глубокой Г и косинусной Д кривой силы света.
3. В подсветке специальных зон по типу внутренних и внешних архитектурных решений, деталей интерьера актуальны световые приборы с кривой типа К.
4. Приглушенный неяркий свет, который традиционно применяется в холлах, детских учреждениях и ресторанах обеспечивают приборы отраженного света с синусной кривой С.
5. Протяженные закрытые зоны без естественных источников освещения (автомагистрали, подземные переходы, парковки) часто используют светильники с полуширокой Л и широкой Ш КСС.
6. В различных подсобных помещениях, подъездах и бытовках рекомендуется использовать приборы с коэффициентом кривой света равномерного типа (М), которая называется по другому симметричная (позволяет получить равномерный поток света на любой высоте - 3 и 7 м).

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОДНОКВАРТИРНОГО ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Проектные документы системы электроснабжения включают текстовую и графическую части, как и проект любой другой инженерной системы дома. В первой части обязательно содержатся следующие разделы:

- параметры источников электричества;
- обоснование выбора данной схемы обеспечения электричеством;
- информация о числе и мощности преобразователей электрической энергии;
- информация об основном и аварийном режимах функционирования системы электроснабжения;
- мощность сети и трансформаторов;
- описание источников электропитания, в том числе дополнительных (для питания электрических приборов, которые используются крайне редко) и резервных (для обеспечения бесперебойной работы оборудования в случае проблем с электроснабжением);
- расчет затрат на покупку оборудования, расходных материалов и электромонтажных работ.

В графический раздел входит:

- план питания электроприемников от источников электричества (основного, дополнительного и резервного);
- схема освещения как внутри, так и снаружи здания (в том числе, аварийного);
- план заземления;
- план расстановки электрического оборудования.

В конечном итоге готовый проект сети электроснабжения многоквартирного жилого здания включает:

- пояснительная записка;
- электрическая однолинейная схема (распределительных щитков);

- планы с указанием мест расстановки оборудования, схема розеток и светильников;
- схема установки автономных источников питания, выводы за пределы дома для подключения внешних приборов и хозяйственных построек;
- расчёт заземления;
- план молниезащиты;
- спецификация на оборудование;
- кабельный журнал.

Основные требования, которым должен соответствовать ввод силовых кабелей в жилое здание:

1. Ввод силовых кабелей в здание осуществляется подземным или воздушным способом. В большинстве ТУ для своего удобства поставщик электроэнергии прописывает воздушный ввод.
2. При воздушном вводе применяются провода марки СИП с расчетной площадью сечения жил (в зависимости от вида питающей сети, обычно не более 16 мм^2).

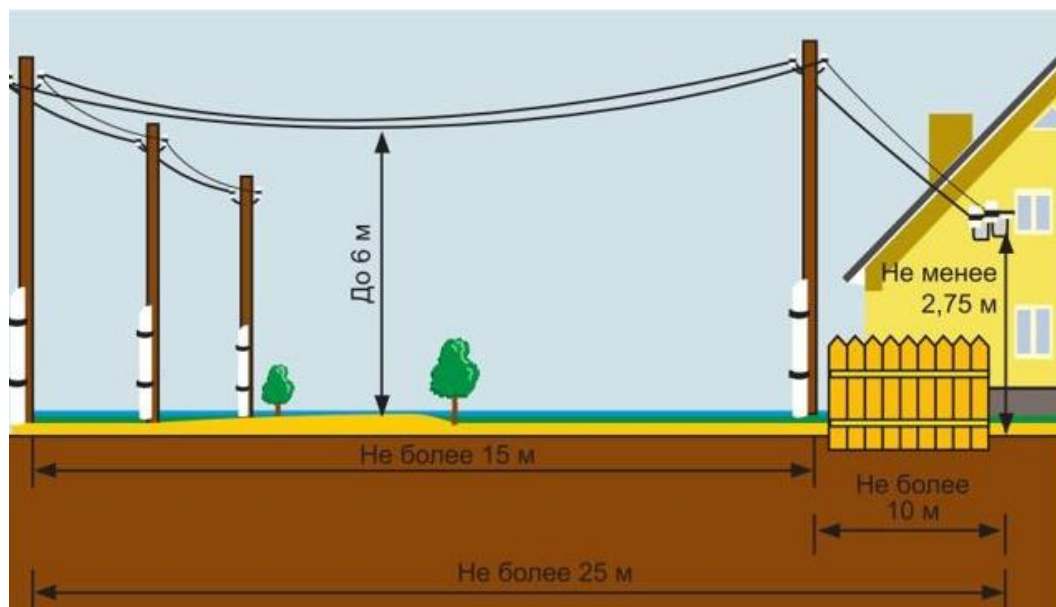


Рисунок 4 – Схема подвода кабелей к зданию

Если расстояние от дома до существующей опоры внешней электросети превышает 25 м, необходимо запроектировать установку дополнительного, промежуточного столба

Предусмотренная проектом по электроснабжению высота крепления вводных проводов должна превышать 2,75 м. Ввод располагается ниже козырька крыши более чем на 20 см

Параллельная прокладка вводных кабелей должна вестись на удалении 1 м от окна или балкона, а так же с отступом более 20 см от стены фасада.

Монтаж электросчетчика на фасаде дома позволит выполнить ввод более удобным способом. Перед тем как провести электропроводку в частном доме следует решить вопрос установки счетчика. В последнее время все активнее практикуется его установка на фасаде дома. Это позволяет от счетчика до распределительного щита подключение выполнить более удобным кабелем.

Если же счетчик располагается в распределительном щите, то до самого щита энергоснабжающая организация, скорее всего, обяжет прокладывать провод СИП. Этот провод достаточно неудобен для его прокладки сквозь стену и для заводки в распределительный щиток, но по-другому энергоснабжающая организация может не выполнить подключение.

Запрещено проектирование внешних вводных автоматов на фасадах коттеджей. Бывают способы установки вводного автомата на фасаде дома к вводу, которого подключают провод СИП, а к выводу более удобный кабель. Но нормы ПУЭ запрещают установку таких автоматов. Вводное отверстие в стене должно быть защищено металлической трубой и загерметизировано от влаги.

Требования к проектированию распределительных щитов:

1. Питающий кабель ввода электроэнергии приходит на распределительный щиток. Здесь у нас установлен вводной автомат, в некоторых случаях счетчик, групповые автоматы, средства защиты и контроля качества электроэнергии и средства автоматизации.

2. В нем размещают входящие и групповые автоматические выключатели, устройства защиты и автоматики, иногда, счетчик потребления электроэнергии. ГРЩ – основное оборудование в системе электроснабжения дома.

3. Щит с установленным счетчиком оборудуют стеклом для снятия показаний приборов и замком.

4. Согласно п. 7.1.28 ПУЭ распределительные щиты следует устанавливать в сухих помещениях, в местах удобных для обслуживания. Если данное помещение подвержено затоплению, то высота установки щита должна быть выше уровня затопления. Пункт 7.1.29 ПУЭ запрещает установку распределительных щитов под санузлами, кухнями, банями и тому подобными помещениями. Иначе, необходимо проектировать дополнительную гидроизоляцию

5. Щит должен быть удален от других труб и внутренних коммуникаций на расстояние 1 м и более

6. Трубопроводы в помещении установки не должны разветвляться и содержать запорные устройства (вентили, задвижки, фильтры и т.д.)

7. Для наружного освещения и электроснабжения хозяйственных построек допускается установка дополнительных распределительных щитов

Проект сети электроснабжения коттеджа включает в себя спецификацию с указанием типа распределительного щита, его комплектации электрооборудованием и схему подключения внутренней и внешней проводки.

Для помещений, стены которых выполнены из горючих материалов, лучше применять навесные щиты. При этом сами щиты должны быть обязательно выполнены из негорючих материалов.

Для помещений, стены которых выполнены из негорючих материалов можно применять щиты, изготовленные из сгораемых материалов. В этом случае можно применять как щиты навесного, так и встроенного типа.

При монтаже внутренней электросети необходимо выполнить разводку проводов от распределительного щита к потребителям и электроприборам – розеткам, выключателям, осветительным устройствам. Проектные решения должны обеспечить не только оптимальную схему электропроводки, но и исключить риск коротких замыканий, возгораний и пожаров. Поэтому проект электроснабжения дома должен соответствовать следующим действующим нормам.



Рисунок 5 – Схема подключения к электрощитку

Требования к проводкам:

1. В деревянных домах выполняют проводку открытым способом с защитой проводников коробами, гофрированными или простыми трубами. Если предполагается скрытая проводка, то кабель прокладывается в металлической трубе или гофре.
2. Для коттеджей, выполненных из огнеупорных материалов допустима скрытая проводка с защитой проводов несгораемой оболочкой.

Согласно ПУЭ в подвалах и на чердаках необходимо применять открытую защищенную проводку

На кухне при открытой прокладке необходимо проектировать исключительно кабельную проводку

Душевые кабины, ванные комнаты, бани, сауны и другие помещения с повышенной влажностью требуют применения только скрытого метода прокладки проводников.

Когда электроприборов было мало, а для освещения хватало нескольких лампочек на 40 - 60 Вт, для устройства системы электроснабжения составлялась примитивная схема, включающая несколько выключателей и розеток. Сейчас, с появлением большого количества энергозависимых бытовых приборов, схема обязательно дифференцируется на групповые линии, защищаемые автоматическими выключателями и другими устройствами. Только в одной кухне может подключаться до десятка устройств, 2-3 из которых – мощные агрегаты, требующие выделенных электролиний с кабелем увеличенного сечения и отдельных розеток. Если продумать все нюансы расположения электропроводки в частном доме, с учетом использования медного провода, она прослужит не менее 20 лет. Обычно схему составляют вместе с проектированием нового дома или перед капитальным ремонтом.

Начать следует с указания мест установки таких элементов, как: розетки; выключатели; распределительные коробки; осветительные устройства; мощные бытовые приборы; электрощиток.

На этом же этапе следует определиться со способом прокладки кабелей – открытым или закрытым. В домах с оштукатуренными стенами обычно используют закрытый способ, с деревянными – открытый.

Какую бы схему вы не использовали, существует ряд правил, от которых отступать нельзя. Они прописаны в нормативной документации, а их эффективность доказана десятилетиями.

Электрические провода, кабели прокладываются горизонтально и вертикально. Данная норма отражает десятилетия опыта эксплуатации схем. При прокладке провода нельзя его поворачивать под острым или тупым углом, любой поворот линии должен равняться 90° .

От распределительных коробок и щитов провода также отходят под прямым углом, диагональное расположение для сокращения расстояния и экономии материала запрещено. Нельзя располагать провода в непосредственной близости к оконным и дверным проемам, нишам и порталам.

Минимальное расстояние от штроб и кабелей, проложенных открытым способом, – 15 см. Соответственно, розетки и выключатели должны находиться также на расстоянии не менее 15-20 см. Оптимальное расстояние от розеточного блока до «чистого пола» – 30-40 см.

Исключение составляют силовые розетки, установленные в рабочей зоне на кухне, а также в ванной комнате, для фена или бритвы. Их монтируют над столом или раковиной – для удобства пользования. Установку розеток для компьютерной техники и телевизоров нужно продумать заранее, определив их место расположения. Для экономии места рекомендуем использовать современные модульные блоки с сетевыми, телевизионными разъемами и розеточными группами.

Для мощных бытовых устройств – электроплит, кондиционеров, стиральных машин, других – предусматривают отдельные линии, защищаемые автоматическими выключателями, другими устройствами.

Распределительный электрощиток с устройствами защиты устанавливают на высоте, удобной для обслуживания – примерно на расстоянии 150 - 170 см от пола. Такая высота служит дополнительной страховкой от проникновения в щит маленьких детей.

Оборудуя разводку на кухне, обязательно следует учитывать расположение газовой трубы, которая обычно проходит вдоль наружной

стены. По правилам безопасности и монтажа электроустановок, минимальное расстояние от электролинии или розетки до трубы газа – 20 см.

Провода расположены параллельно или перпендикулярно полу/потолку. Угол поворота проводов строго прямой. Расстояние от электролинии до дверей и окон. Удаленность блока розеток от пола.

Розеточные блоки для оргтехники и видеоаппаратуры. Индивидуальное электроснабжение мощных бытовых потребителей. Высота установки распределительного щита. Расположение электролиний относительно газовой трубы.

Кроме правил, следует учитывать и личный комфорт. Например, у двуспальной кровати обычно монтируют две розетки – по одной с каждой стороны.

Рекомендации по выбору проводов:

1. В домах из кирпича, газобетонных блоков, шлакоблоков необходима внутренняя отделка стен, а значит, для прокладки проводов используют скрытый способ.

2. Чтобы обеспечить дополнительную защиту, а в случае ремонта быстро заменить кабель, его помещают в гофрированный рукав негорючего полимера.

3. В домах из бруса или оцилиндрованного бревна для сохранения ретро стиля используют открытый способ прокладки проводов, приобретая декоративную продукцию – скрученную проводку, ролики, стилизованные выключатели и розетки.

Чтобы правильно подобрать сечение провода, специалисты производят расчеты, связанные с определением нагрузки. Однако, опираясь на типовые схемы и многолетний опыт, квалифицированные электромонтажники придерживаются следующих параметров:

- осветительные контуры – $3 \times 1,5 \text{ мм}^2$ или $3 \times 2 \text{ мм}^2$;
- розеточные группы – $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$;
- электроплита/духовка – $3 \times 4 \text{ мм}^2$;

- кондиционер – $3 \times 2,5 \text{ мм}^2$, для приборов приборы мощнее 5 кВт – $3 \times 4 \text{ мм}^2$;
- отопительные котлы – $3 \times 4 \text{ мм}^2$ и более (по рекомендациям производителя).

Оптимальный тип кабеля – медный трехжильный: ВВГнг, ШВВПнг. Использовать провода с сечением меньше указанного нельзя, так как они не будут соответствовать нагрузке и начнут плавиться, создавая опасную ситуацию.

4. ЗАДАНИЕ НА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ «ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТЕЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ»

Объект проектирования – многоквартирный жилой дом.

Расставить оборудование по предполагаемым местам установки в программном комплексе «Renga».

Задание на проектирование:

1. Предусмотренное электрооборудование.

- светильники в помещениях;
- розетки (розеточные группы в помещениях);
- стиральная машина в прачечной (санузле 1-го этажа);
- устройства вентиляции и кондиционирования;
- электропитание к щиткам пожарной и охранной сигнализации, контроля доступа, интернет;
- наружное освещение – принимаем 4 светильника на опорах освещения на придомовой территории, светильник наружного исполнения под козырьком на входе в здание.

2. Щитовое оборудование.

- ГРЩ – в подвале здания или на входе в холл первого этажа;
- щиток этажный – на каждом этаже недалеко от выхода лестницы на этаж.

3. Техническое задание.

- ввод в здание производится по воздуху кабелем СИП 4-х жильный в соответствии с требованиями ПУЭ. Принимаем сечение 16 мм². Напряжение входное – 380 В;
- на группы освещения и слаботочные щитки принимаем кабель 2х1,5;
- на остальных потребителей принимаем кабель 3х2,5;

- отдельные кабельные линии принимаем на устройства вентиляции и кондиционирования, на слаботочные щитки АПС и СОУЭ (Приказ МЧС России от 06_04_2021 N 200), стиральная машина, водонагревательный котел (если есть), наружное освещение здания;

- защитный заземляющий провод входит в здание от контура заземления возле дома и вводится в ГРЩ и этажный щиток;

- оборудовать щиты и щитки набором необходимых автоматических выключателей, устройствами защиты от дифференциального тока и прочим необходимым оборудованием;

- предусмотреть средства молниезащиты;

- предусмотреть средства автоматического включения/выключения сети наружного освещения при наступлении темноты или временного промежутка;

- предусмотреть светильники аварийного освещения (по одному на этаж);

- электрооборудование для мокрых помещений принимать в соответствии с требованиями.

4. Ведомость документов и расчетов.

- схемы электропроводок поэтажные;

- чертеж узла ввода в здание;

- схемы ГРЩ и этажного щитка однолинейные;

- схема заземления;

- схема молниезащиты;

- расчет необходимой мощности потребителей второго этажа;

- расчеты для подбора автоматов и узо для щитка второго этажа;

- светотехнический расчет для освещения гостиной;

- спецификация (ГОСТ 21.110-2013. Межгосударственный стандарт.

Система проектной документации для строительства. Спецификация оборудования, изделий и материалов);

- кабельный журнал (форма таблицы 5.4.24, ГОСТ 2.702-2011. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения электрических схем).

Выполнение расчетно-графической работы проводят в следующем порядке:

1. Подбор оборудования предварительный (конкретные марки, параметры, производители).
2. Определиться с местоположением.
3. Предварительное заполнение спецификации.
4. Уточнить группы электропотребления и произвести расчеты.
5. Подобрать наполнение щитов. Уточнить количество светильников.
6. Отрисовка эскиза (уточнение способов прокладки и трасс).
7. Рисовать.
8. Кабельный журнал.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Электрические станции и подстанции : методические указания / составители Н. В. Ситников, С. А. Горемыкин. – Воронеж : ВГТУ, 2022. – 41 с.
2. Гриднева, Т. С. Электроснабжение : методические указания / Т. С. Гриднева. – Самара : СамГАУ, 2020. – 67 с.
3. Малафеев, С. И. Надежность электроснабжения : учебное пособие для вузов / С. И. Малафеев. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 368 с.
4. Основы электроснабжения : учебник для спо / Г. И. Кольниченко, Я. В. Тарлаков, А. В. Сиротов, М. С. Усачев ; под редакцией Г. И. Кольниченко. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 252 с.

Учебное издание

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

*Учебно-методическое пособие
для выполнения расчетно-графической работы*

Составители: Карелина **Виктория Михайловна**,
Липка **Виктория Михайловна**, Першин **Сергей Владимирович**,
Рапацкий **Юрий Леонидович**, Ревенко **Дмитрий Викторович**

В авторской редакции

Изд. № 159/2022. Объем 2 п. л. Усл. печ. л. 1,86. Уч.-изд. л. 1,96.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»