

Расчёт электрических нагрузок и выбор параметров электропроводки жилого здания

Болтовский Лев Александрович

Приамурский государственный университет им. Шолом-Алейхема

Студент

Приходько Себастьян Николаевич

Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема

Студент

Аннотация

Целью исследования является, описание методики расчета и непосредственный расчет электрических нагрузок, а также выбор параметров электропроводки для жилого здания. В ходе данной работы использованы поисковые, аналитические и вычислительные методы исследования, позволившие выполнить расчет нагрузок. В результате была описана методика расчетов, получены значения, необходимые для проведения электропроводки.

Ключевые слова: электропроводка, электрическая нагрузка, жилое здание.

Calculation of electrical loads and selection of electrical wiring parameters for a residential building

Boltovskiy Lev Alexandrovich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Prihodko Sebastian Nikolayevich

Sholom-Aleichem Priamursky State University

Student

Abstract

The purpose of this study is to describe the calculation methodology and directly calculate electrical loads, as well as select electrical wiring parameters for a residential building. This work utilized exploratory, analytical, and computational research methods to calculate the loads. As a result, the calculation methodology was described and the values required for electrical wiring were obtained.

Keywords: electrical wiring, electrical load, residential building.

1 Введение

1.1 Актуальность исследования

Недостаточно точный расчёт электрических нагрузок может привести к перегрузке кабельных линий, нагреву проводников, частому срабатыванию

защитных аппаратов и повышению риска аварийных ситуаций. Особенно важным становится правильный выбор сечения кабелей, автоматических выключателей и устройств защитного отключения, поскольку от этого зависит не только работоспособность электросети, но и пожарная и электрическая безопасность здания.

1.2 Обзор исследований

В статье Р. Р. Хусаниова [1] рассматриваются современные принципы устройства электропроводок, их конструктивные особенности и требования, предъявляемые к материалам и монтажу по действующим нормативам 2020-2025 годов. Анализируются типы проводников, методы прокладки, защитные устройства и инновационные технологии, повышающие безопасность и надежность электросетей в жилых и общественных зданиях. Выделены проблемные вопросы широкого внедрения тепловизионной диагностики и газоаналитического метода оценки контактных соединений. Предложено применение multifunctional устройств защиты для обеспечения пожарной безопасности жилых зданий в исследовании И. М. Ламкова [2]. В работе А. С. Харламенкова [3] рассмотрены основные требования нормативных документов по проектированию и монтажу кабельных изделий с токопроводящими жилами из алюминиевых сплавов серии 8000. Обобщены данные по безопасным вариантам контактных соединений проводников между собой и с контактами электроустановочных изделий. Установлены характерные диагностические признаки, позволяющие методом растровой микроскопии идентифицировать причину повреждения при пожаре (высокотемпературное воздействие, короткое замыкание, токовая перегрузка) алюминиевого проводника. Установлено, что выявленные признаки являются устойчивыми и не подвержены изменениям в естественных условиях хранения образцов электропроводки, изъятых с места пожара в статье А. И. Недобиткова [4]. В статье рассматриваются пути притока и оттока энергии в жилые дома. Рассматриваются способы сбережения различных видов энергии по каждому пункту поступления и потерь энергии в исследовании Х. Х. Азимова [5].

1.3 Цель исследования

Целью исследования является описание методики расчета и непосредственный расчет электрических нагрузок, а также выбор параметров электропроводки для жилого здания.

2 Материалы и методы

В качестве объекта исследования рассматривается система внутренней электропроводки условного жилого здания площадью 120 м². Здание принято одноэтажным, с однофазной системой электроснабжения напряжением 230 В. Электропроводка проектируется с использованием медных кабелей типа ВВГнг-LS, прокладываемых скрытым способом.

В работе применялся расчётно-аналитический метод, основанный на определении электрических нагрузок, расчёте токов, выборе сечений кабелей и проверке линий по потере напряжения.

3 Результаты и обсуждение

В качестве нормативной основы можно указать СП 256.1325800.2016 [6], который применяется при проектировании и монтаже электроустановок жилых и общественных зданий, а также ПУЭ, где приведены требования к электрооборудованию жилых зданий. Для выбора и монтажа электропроводок также используется ГОСТ Р 50571.5.52 [7], устанавливающий общие принципы устройства электропроводок.

Расчёт выполнен для условного одноэтажного жилого здания площадью 120 м², подробные данные в таблице (табл. 1). Электроснабжение принимается однофазным, напряжением 230 В. Внутренняя электропроводка выполняется медным кабелем типа ВВГнг-LS с прокладкой скрытым способом.

Таблица 1 – Исходные данные

Показатель	Значение
Площадь здания	120 м ²
Напряжение сети	230 В
Тип сети	однофазная
Материал проводников	медь
Способ прокладки	скрытая электропроводка
Коэффициент мощности	0,95
Удельная мощность освещения	10 Вт/м ²

Расчёт мощности освещения

Мощность освещения определим по формуле

$$P_{\text{осв}} = p \cdot S$$

где

$p = 10 \text{ Вт/м}^2$ – удельная мощность освещения.

$S = 120 \text{ м}^2$ – площадь здания.

$$P_{\text{осв}} = 10 \cdot 120 = 1200 \text{ Вт} = 1,2 \text{ кВт}$$

Таким образом, расчётная мощность освещения составляет

$$P_{\text{осв}} = 1,2 \text{ кВт}$$

Для удобства эксплуатации освещение делится на две группы по 0,6 кВт каждая.

Расчёт установленной мощности электроприёмников

Для жилого здания принимается следующий перечень основных потребителей (табл. 2).

Таблица 2 – Перечень потребителей

Электроприёмник	Мощность, кВт
Освещение	1,2
Розетки жилых комнат	3,0
Розетки кухни	3,5
Стиральная машина	2,2
Электрический духовой шкаф	3,5
Водонагреватель	2,0
Кондиционер	1,5
Итого установленная мощность	16,9

Однако все электроприёмники редко работают одновременно, поэтому вводится коэффициент спроса. Для жилого здания примем

$$K_c = 0,65$$

Тогда расчётная мощность

$$P_{\text{расч}} = P_{\text{уст}} \cdot K_c$$

$$P_{\text{расч}} = 16,9 \cdot 0,65 = 10,99 \text{ кВт}$$

$$P_{\text{расч}} \approx 11,0 \text{ кВт}$$

Расчёт тока вводной линии

Расчётный ток определяется по формуле

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi}$$

где

$P = 11000 \text{ Вт}$ – расчётная мощность.

$U = 230 \text{ В}$ – напряжение сети.

$\cos \varphi = 0,95$.

$$I = \frac{11000}{230 \cdot 0,95}$$

$$I = \frac{11000}{218,5} = 50,3 \text{ А}$$

$$I \approx 50 \text{ А}$$

Для вводной линии можно принять автоматический выключатель номиналом 50 А и медный кабель сечением $3 \times 10 \text{ мм}^2$.

Разделение электропроводки на группы

Для повышения надёжности и удобства эксплуатации электропроводку жилого здания целесообразно разделить на отдельные группы (табл. 3).

Таблица 3 – Разделение электропроводки на группы

Группа	Мощность, кВт	Ток, А	Кабель, мм ²	Автомат, А
Освещение 1	0,6	2,7	3×1,5	10
Освещение 2	0,6	2,7	3×1,5	10
Розетки жилых комнат	3,0	13,7	3×2,5	16
Розетки кухни	3,5	16,0	3×2,5	16
Стиральная машина	2,2	10,1	3×2,5	16
Духовой шкаф	3,5	16,0	3×2,5	16
Водонагреватель	2,0	9,2	3×2,5	16
Кондиционер	1,5	6,9	3×2,5	16
Вводная линия	11,0	50,3	3×10	50

Для расчёта тока каждой группы использовалась формула

$$I = \frac{P}{U}$$

Так как расчётный ток меньше номинала автомата 16 А, для данной группы можно принять кабель 3×2,5 мм² и автоматический выключатель 16 А.

Проверка линии по потере напряжения

Проверим группу розеток жилых комнат, исходные данные (табл.4).

Таблица 4 – Исходные данные для проверки напряжения

Показатель	Значение
Длина линии	28 м
Ток нагрузки	13 А
Сечение кабеля	2,5 мм ²
Удельное сопротивление меди	0,018 Ом·мм ² /м
Напряжение сети	230 В

Падение напряжения определяется по формуле

$$\Delta U = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \rho}{S}$$

где

I – ток линии.

L – длина линии.

Р – удельное сопротивление меди.

S – сечение проводника.

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 13 \cdot 28 \cdot 0,018}{2,5}$$

$$\Delta U = \frac{13,104}{2,5} = 5,24 \text{ В}$$

Относительная потеря напряжения

$$\Delta U\% = \frac{5,24}{230} \cdot 100 = 2,28\%$$

Полученное значение находится в допустимых пределах для внутренней электропроводки жилого здания. Следовательно, выбранное сечение 2,5 мм² для розеточной группы является приемлемым.

Проверка линии освещения

Для линии освещения принимаем (табл. 5).

Таблица 5 – Значения линии оосвящения

Показатель	Значение
Мощность линии	0,6 кВт
Ток линии	2,6 А
Длина линии	35 м
Сечение кабеля	1,5 мм ²

Расчёт тока

$$I = \frac{600}{230} = 2,6 \text{ А}$$

Потеря напряжения

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 2,6 \cdot 35 \cdot 0,018}{1,5}$$

$$\Delta U = 2,18 \text{ В}$$

$$\Delta U\% = \frac{2,18}{230} \cdot 100 = 0,95\%$$

Потеря напряжения менее 1 %, поэтому кабель 3×1,5 мм² подходит для линии освещения.

Выбор защитных устройств

Для защиты электропроводки принимаются автоматические выключатели и устройства защитного отключения (табл. 6).

Таблица 6 – Рекомендуемая структура щита

Линия	Автомат	УЗО / дифзащита
Ввод	50 А	противопожарное УЗО 100 мА
Освещение	10 А	допускается общее УЗО
Розетки комнат	16 А	УЗО 30 мА
Розетки кухни	16 А	УЗО 30 мА
Стиральная машина	16 А	УЗО 30 мА
Водонагреватель	16 А	УЗО 30 мА
Кондиционер	16 А	УЗО 30 мА

Для влажных помещений и розеточных групп желательно использовать защиту с током утечки 30 мА, так как такие линии имеют повышенные требования к электробезопасности.

В результате расчёта для жилого здания площадью 120 м² была определена установленная мощность электроприёмников – 16,9 кВт. С учётом коэффициента спроса расчётная мощность составила примерно 11 кВт, а расчётный ток вводной линии – около 50 А.

Для вводной линии принят кабель 3×10 мм² с автоматическим выключателем 50 А. Для розеточных групп выбран кабель 3×2,5 мм² с автоматами 16 А, а для линий освещения – кабель 3×1,5 мм² с автоматами 10 А. Проверка по потере напряжения показала, что выбранные сечения проводников обеспечивают нормальную работу электроприёмников и соответствуют требованиям надёжности и электробезопасности.

4 Выводы

В ходе исследования выполнен расчёт электропроводки для жилого здания площадью 120 м². На основании исходных данных определена установленная мощность основных электроприёмников, включающих освещение, розеточные группы, кухонное оборудование, стиральную машину, водонагреватель и кондиционер. Общая установленная мощность составила 16,9 кВт.

Практическая значимость исследования заключается в том, что представленный расчёт может быть использован как основа для предварительного проектирования внутренней электропроводки жилого здания. В работе показана последовательность определения электрических нагрузок, расчёта токов, выбора сечений кабелей, автоматических выключателей и защитных устройств.

Библиографический список

1. Хусаинова Р. Р. Устройство электропроводок // Тенденции развития науки и образования. 2025. №. 127-2. С. 125-128. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=88813309> (Дата обращения 25.04.26).
2. Ламков И. М. Головина Л. А. Особенности обеспечения пожарной безопасности электрических сетей на территории индивидуальной жилой застройки // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. 2020. Т. 2. С. 36-40. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=44108083> (Дата обращения 25.04.26).
3. Харламенков А. С. Электропроводка из алюминиевых сплавов в жилых и общественных зданиях // Пожаровзрывобезопасность. 2019. Т. 28, №. 2. С. 90-92. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37417437> (Дата обращения 25.04.26).
4. Недобитков А. И. Признаки токовой перегрузки алюминиевого проводника // Вестник Казахского гуманитарно-юридического инновационного

- университета. 2018. №. 3(39). С. 253-257. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36433290> (Дата обращения 25.04.26).
5. Азимов Х. Х. Иванов С. Н. Выравнивание электрических нагрузок жилых зданий // Производственные технологии будущего: от создания к внедрению: Материалы VI Международной научно-практической конференции молодых ученых. В 2-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 05–11 декабря 2022 года / Редколлегия: С.И. Сухоруков (отв. ред.) [и др.]. Том Часть 1. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2023. С. 250-253. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50492897> (Дата обращения 25.04.26).
6. СП 256.1325800.2016. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа: свод правил. М.: Минстрой России, 2016. URL: https://www.minstroyrf.gov.ru/docs/12544/?utm_source (Дата обращения 25.04.2026).
7. Правила устройства электроустановок. ПУЭ. Издание 7-е. М.: Минэнерго России. URL: https://www.elec.ru/library/direction/pue_7.pdf?utm_source (Дата обращения 25.04.2026).