

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК

Шеметов А.Н., Ильина Е.А., Кондрашова Ю.Н.

Аннотация: Непрерывный рост электропотребления в городах связан с увеличением количества и качества жизни жителей, развитием промышленности, а также с применением электрической энергии во все новых сферах жизнедеятельности человека. Обработка информации в системе автоматизированного проектирования электроснабжения жилых микрорайонов позволяет определить оптимальную мощность и местоположение источников питания, выбрать наилучшую конфигурацию электрической сети и характеристики ее элементов. В статье рассмотрен первый элемент комплексной системы автоматизированного проектирования жилого микрорайона – модуль расчета электрических нагрузок. Цель разработки – уменьшение времени и стоимости проектирования систем городского электроснабжения, исключение ошибок при выборе и обработке необходимых справочных данных. Проведенный анализ исходных данных позволил выполнить описание типов объектов жилого микрорайона, выделить категории и подкатегории потребителей электроэнергии. По разработанному алгоритму расчета электрических нагрузок, основанному на нормативных документах, спроектировано оригинальное программное обеспечение «ElectroPowerCalc-City», сокращающее трудозатраты и возможные ошибки специалистов, работающих в области проектирования и эксплуатации систем электроснабжения.

Ключевые слова: электроснабжение, электрическая нагрузка, микрорайон, электроприемник, мощность, картограмма, источник питания.

Введение

Современный город является крупным потребителем электрической энергии, так как в нем расположено большое количество энергоемких объектов: коммунальных и промышленных предприятий, жилых домов и общественных зданий. Для всех городов характерен рост непрерывный электропотребления, который связан не только с увеличением количества жителей и развитием промышленности, но также с непрерывным проникновением электрической энергии во все новые сферы жизнедеятельности человека. Грамотное построение системы электроснабжения в процессе проектирования новых или реконструкции существующих городских электрических сетей невозможно без современных систем автоматизированного проектирования (САПР), которые позволяли бы выполнять расчет электрических нагрузок, определять оптимальную мощность и местоположение источников питания, выбирать конфигурацию электрической сети и параметры ее элементов.

Современные системы электроснабжения отличаются большой размерностью и разнообразием элементов. Количество электроприемников, даже небольшого городского микрорайона, измеряется сотнями тысяч единиц, а их режимы работы могут существенно различаться в зависимости от местных условий. Мощность центров питания не может определяться простым суммированием нагрузок отдельных потребителей, поскольку они включаются в разные моменты времени и работают с неодинаковым коэффициентом загрузки. Поэтому потребляемая мощность каждого проектируемого объекта зависит от большого количества факторов, а ее определение сопряжено с большими вычислительными трудностями.

Таким образом, для автоматизации расчетов необходимо разработать специализированное программное обеспечение, которое в диалоговом режиме позволяло бы формировать ведомость электрических нагрузок, выбирать необходимые справочные данные и получать корректные достоверные результаты, при этом снижая риск ошибки и трудозатраты проектировщика.

Для достижения поставленных целей, необходимо решить следующие задачи: классифицировать потребители электроэнергии городского микрорайона; разработать проектные решения для автоматизации расчёта электрических нагрузок; выбрать оптимальный вариант программной реализации заданного алгоритма расчета; выполнить опытную эксплуатацию программного обеспечения для расчета электрических нагрузок.

Классификация потребителей электроэнергии городского микрорайона

Для формирования ведомости электрических нагрузок нужно учесть и классифицировать все потребители электроэнергии. Современные жилые дома и общественные здания

насыщены электроприемниками различного назначения, мощности и режимов работы, которые подразделяются на две группы:

- а) технологические электроприемники квартир и общественных зданий;
- б) электроприемники общедомового и коммунального назначения.

К первой группе относятся осветительные и бытовые электроприборы, а также оборудование, необходимое для выполнения основных технологических операций в том или ином общественном здании; ко второй — светильники лестничных клеток, технических подполий, чердаков, вестибюлей, холлов, служебных и других помещений, лифтовые установки, насосы водоснабжения, вентиляционные системы, а также различные противопожарные устройства, домофоны и т.п.

К дополнительным критериям, определяющим уровень электрических нагрузок жилых зданий, относятся: вид энергоносителя для кухонных; наличие стационарных кондиционеров воздуха; использование систем электрического отопления и горячего водоснабжения.

В целом, электрическая нагрузка жилого дома определяется суммой потребляемой мощности электроприемников отдельных квартир и общедомовых нужд (ОДН).

Объекты общественно-коммунального сектора при расчете электрических нагрузок подразделяются на следующие подгруппы: предприятия общественного питания (столовые, кафе и пр.); предприятия торговли (магазины продуктов и промышленных товаров); учреждения здравоохранения (больницы, поликлиники, аптеки); детские дошкольные учреждения (ясли, детсады); общеобразовательные школы; учебные заведения (высшие, средние, специальные); учреждения культуры и искусства (театры, музеи, библиотеки и др.); предприятия бытового обслуживания (химчистки, парикмахерские и др.); учреждения коммунального хозяйства; спортивные сооружения (стадионы, бассейны и пр.).

Перечень электроприемников на этих объектах весьма разнообразен. На предприятиях общественного питания основными потребителями электроэнергии являются установки термической обработки продуктов (электроплиты, духовые шкафы) и установки нагрева воды для мытья посуды и приготовления пищи. На эти цели расходуется до 60-75% потребляемой энергии. Остальные 25-40% затрачиваются на освещение (10%), на работу механического оборудования для обработки продуктов (5%), компрессоры холодильных установок (5%), вентиляционные установки (5%) и прочее.

В продовольственных магазинах основные потребители — это холодильные установки различного типа (холодильные камеры, охлаждаемые прилавки и витрины), а также установки электрического освещения и кондиционеры. Именно они и формируют базовую электрическую нагрузку. Установленная мощность прочего вспомогательного оборудования (лифтовых и эскалаторных установок, систем пожаротушения, звукового оповещения и т.п.) незначительна, а коэффициент использования этих механизмов очень низок — не более 0,1.

Энергоемкое технологическое оборудование образовательных и детских дошкольных учреждений, в основном также предназначено для приготовления пищи, отопления помещений и подогрева воды. По мощности установленного оборудования на первом месте стоят плиты и духовые шкафы пищеблоков, т.к. по требованиям пожарной безопасности и санитарно-техническим нормам применение газового оборудования в таких учреждениях запрещается.

В больницах и поликлиниках наиболее энергоемкими являются электротермические установки: автоклавы, стерилизаторы, дистилляторы и сушильные шкафы, — а также рентгенографические приборы (флюорографы, томографы и т.п.). Прочее оборудование имеет незначительную единичную мощность и кратковременный режим работы, что позволяет не учитывать его в расчетах отдельно.

Следует отметить, что перечень и установленная мощность электроприемников жестко привязаны к технологической производительности или пропускной способности общественных зданий, поэтому в расчете электрических нагрузок широко используются удельные величины электропотребления. Примеры нормативных значений удельных электрических нагрузок приведены в табл. 1 и 2.

Удельные электрические нагрузки квартир жилых зданий

Потребители электроэнергии	Удельная мощность нагрузки (кВт/квартиру) при количестве квартир, равном...													
	1-5	6	9	12	15	18	24	40	60	100	200	400	600	1000
Квартиры с плитами														
– на природном газе	4,5	2,8	2,3	2	1,8	1,65	1,4	1,2	1,05	0,85	0,77	0,71	0,69	0,67
– на сжиженном газе и твердом топливе	6	3,4	2,9	2,5	2,2	2	1,8	1,4	1,3	1,08	1	0,92	0,84	0,76
– электрическими, мощностью 8,5 кВт	10	5,1	3,8	3,2	2,8	2,6	2,2	1,95	1,7	1,5	1,36	1,27	1,23	1,19

Таблица 2

Удельные электрические нагрузки общественных зданий

Здание		Единица измерения	Удельная нагрузка
<i>I. Предприятия общественного питания</i>			
Полностью электрифицированные:			
1	до 400 посадочных мест	кВт/место	1,04
2	от 400 до 1000 посадочных мест	кВт/место	0,86
3	свыше 1000 посадочных мест	кВт/место	0,75
С плитами на газообразном топливе:			
4	до 400 посадочных мест	кВт/место	0,81
5	от 400 до 1000 посадочных мест	кВт/место	0,69
6	свыше 1000 посадочных мест	кВт/место	0,56
<i>II. Продовольственные магазины</i>			
7	Без кондиционирования воздуха	кВт/м ² торгового зала	0,23
8	С кондиционированием воздуха		0,25
<i>III. Промтоварные магазины</i>			
9	Без кондиционирования воздуха	кВт/место	0,14
10	С кондиционированием воздуха	кВт/место	0,16
<i>IV. Общеобразовательные школы</i>			
11	С электрифицированными столовыми и спортзалами	кВт/учащегося	0,25
12	Без электрифицированных столовых, со спортзалами	кВт/место	0,17
13	С буфетами, без спортзалов	кВт/место	0,17
14	Без буфетов и спортзалов	кВт/место	0,15
15	Профессионально-технические училища	кВт/место	0,46
16	Детские ясли-сады	кВт/место	0,46
<i>V. Кинотеатры и киноконцертные залы</i>			
17	С кондиционированием воздуха	кВт/место	0,14
18	Без кондиционирования воздуха	кВт/место	0,12
19	Клубы	кВт/место	0,46
<i>VI. Административные здания</i>			
20	С кондиционированием воздуха	кВт/м ² общей площади	0,054
21	Без кондиционирования воздуха		0,043
<i>VII. Предприятия коммунально-бытового обслуживания</i>			
22	Фабрики химчистки и прачечные	кВт/кг вещей	0,075
23	Парикмахерские	кВт/рабочее место	1,5
<i>VIII. Гостиницы</i>			
24	С кондиционированием воздуха	кВт/место	0,46
25	Без кондиционирования воздуха	кВт/место	0,34
26	Дома отдыха и пансионаты без кондиционирования воздуха	кВт/место	0,36
27	Детские лагеря отдыха	кВт/м ² жил. помещений	0,023
<i>IX. Медицинские учреждения</i>			
28	Больница-стационар с пищеблоком	кВт/койко-место	2,5
29	Хирургический корпус		0,7
30	Поликлиники	кВт/посещ. в смену	0,15

Алгоритм расчета электрических нагрузок в городском микрорайоне

Методика определения расчетных электрических нагрузок приводится в соответствии с требованиями СП 31-110-2003 [1]. Расчет нагрузок жилых домов и общежитий производится, как правило, по удельной мощности нагрузок на одну квартиру. Общая расчетная нагрузка жилого дома (квартир и силовых электроприемников) определяется по формуле:

$$S_{\text{жил.д.}} = \frac{P_{\text{кв.}}}{\cos \varphi_{\text{кв.}}} + 0,9 \frac{P_{\text{с.}}}{\cos \varphi_{\text{с.}}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{с.}}$ и $\cos \varphi_{\text{с.}}$ – расчетная активная нагрузка (кВт) и коэффициент мощности силовых электроприемников ОДН – определяется по их паспортным данным; $P_{\text{кв.}}$ и $\cos \varphi_{\text{кв.}}$ – то же для электроприемников квартир – определяется по формуле:

$$P_{\text{кв.}} = p_{\text{кв.уд.}} \cdot n, \quad (2)$$

где $p_{\text{кв.уд.}}$ – удельная нагрузка (кВт/квартиру), принимаемая по табл. 1, в зависимости от числа квартир n .

Расчетная электрическая нагрузка городского микрорайона определяется путем частичного суммирования максимальных нагрузок расположенных в нем объектов (жилых и общественных зданий) с учетом коэффициента несовпадения максимумов:

$$P_{\text{расч.}} = P_{\text{зд.макс.}} + k_1 P_{\text{зд.1.}} + k_2 P_{\text{зд.2.}} + \dots + k_n P_{\text{зд.n-1.}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{зд.макс.}}$ – наибольшая из нагрузок зданий, питаемых данной линией или трансформаторной подстанцией, кВт; $P_{\text{зд.1.}} - P_{\text{зд.n-1.}}$ – расчетные нагрузки остальных зданий, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт; k_1, k_2, k_n – коэффициенты, учитывающие долю электрических нагрузок соответствующих общественных зданий и жилых домов (квартир и силовых электроприемников).

Центр электрических нагрузок (ЦЭН) на плане района рассчитывается по формуле:

$$X_{\text{ЦЭН}} = \frac{\sum P_i \cdot x_i}{\sum P_i}, \quad (4)$$

$$Y_{\text{ЦЭН}} = \frac{\sum P_i \cdot y_i}{\sum P_i}, \quad (5)$$

где P_i – расчетная нагрузка каждого i -го объекта, кВт; x_i, y_i – координата местоположения каждого объекта, м.

Принципы функционирования программного продукта

Как отмечено выше, в настоящее время расчеты электрических нагрузок жилых и общественных зданий, производятся на основании Инструкции [2] и ПУЭ [3], которые содержат большое количество справочных табличных данных. Необходимым условием удобства и корректности расчета является грамотная проработка человеко-машинного интерфейса САПР. Обзор литературы и экспертные оценки [3-7] показали, что прогнозные и расчетные значения в практике проектирования и эксплуатации систем электроснабжения принято оформлять в виде электронных таблиц. Поэтому для удобства пользователей разрабатываемое программное обеспечение должно быть совместимо с табличным редактором *Microsoft Excel*, а непосредственно для автоматизации расчета данных и работы с ними используется *Visual Basic for Applications*, встроенный в линейку продуктов *Microsoft Office*.

Исходя из этих соображений авторами разработано специальное программное приложение *ElectroPowerCalc-City* [8], реализующее описанный выше алгоритм.

Работа программы представлена на рис. 1-6.

Программное обеспечение

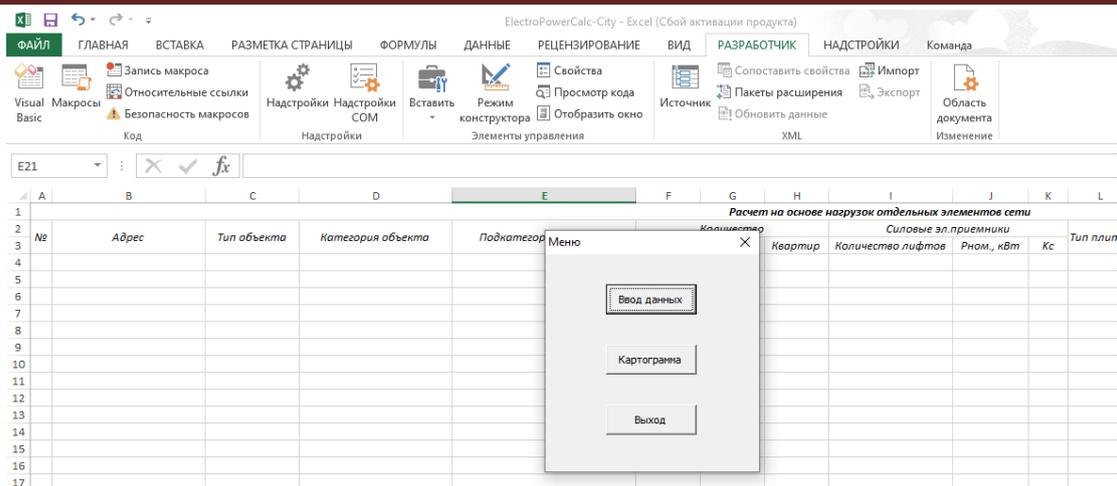


Рис. 1. Вид программы при запуске

После запуска формы, необходимо нажать кнопку «Ввод данных» и заполнить входные данные. На рис. 2 представлен вид формы «Расчет электрических нагрузок жилого микрорайона» для ввода информации.

Рис. 2. Начальный вид формы «Расчет электрических нагрузок жилого микрорайона»

После запуска формы «Расчет электрических нагрузок жилого микрорайона» пользователю необходимо заполнить требуемые поля для ввода. У каждого типа объекта поля для ввода данных отличаются, так как каждый объект уникален. Все необходимые данные хранятся в листе «Объекты». После выбора типа необходимо выбрать категорию и подкатегорию объекта. На рис. 3-4 представлены формы заполнения данных для различных объектов.

Программное обеспечение

Расчет электрических нагрузок жилого микрорайона

№ 50
Адрес Ул.Кусимова,11
Координаты X 415,8 Y 284,0732
Тип объекта Жилые здания
Категория объекта Квартиры с плитами на природном газе

Характеристика жилых зданий

Характеристика объекта
Количество
Нагнетателей 1
Турбовоздуховодов
Компрессоров

Frame8
Марка
Нагнетателей
Турбовоздуховодов
Компрессоров

Характеристика объекта
Количество
Подъездов Этажей Квартир
3 5 60
Количество лифтов
Мощность лифта
Удельная мощность

В таблицу Очистить форму Очистить лист Выход

Рис. 3. Вид формы для заполнения для объектов жилого здания

Расчет электрических нагрузок жилого микрорайона

№ 50
Адрес Ул.Булякова,15
Координаты X 415,8 Y 284,0732
Тип объекта Общие здания
Категория объекта Продовольственные магазины
Подкатегория объекта С кондиционированием воздуха

Характеристика общественных зданий
Площадь продовольственного магазина 58

Характеристика объекта
Количество
Подъездов Этажей Квартир
3 9 115
Количество лифтов 3
Мощность лифта 9
Удельная мощность 13.34

В таблицу Очистить форму Очистить лист Выход

Рис. 4. Вид формы для заполнения для объектов общественного здания

После успешно заполнения данных необходимо нажать на кнопку «В таблицу», которая находится слева на первой позиции снизу. После нажатия на кнопку входные данные отображаются на листе «Данные».

Программное обеспечение

№	Адрес	Тип объекта	Категория объекта	Подкатегория объекта	Расчет на основе нагрузок отдельных элементов сети										Расчетная нагрузка		Координаты	
					Подъезды	Этажи	Квартир	Количество лифтов	Рном, кВт	Кс	Тип плиты	Удельная мощность	Технологическая характеристика	Ррасч.	Срасч.	X	Y	
1	Чайковского,9	Общественные здания	Медицинские учреждения	Политехнический институт	0	2	0	0					15	30	15	15	159,40	710,18
2	Чайковского,15	Общественные здания	Медицинские учреждения	Политехнический институт	0	4	0	0					30	200	30	30	304,15	717,41
3	Чайковского,26	Общественные здания	Медицинские учреждения	Политехнический институт	7	5	90	0					22,5	150	22,5	22,5	115,50	611,48
4	Чайковского,26	Жилые здания	Квартиры с плитками на природном газе		7	5	116	0					98,6	0	98,6	102	204,05	587,41
5	Чайковского,28/1	Общественные здания	Медицинские учреждения	Политехнический институт	1	1	0	0					12	80	12	12	165,55	621,11
6	Чайковского,30	Общественные здания	Кинотеатры и концертные залы		1	3	0	0					41,4	90	41,4	41,4	257,95	577,78
7	Чайковского,32	Жилые здания	Квартиры с плитками на природном газе		7	5	77	0					80,85	0	80,85	84	315,70	628,33
8	Чайковского,32/1	Жилые здания	Квартиры с плитками на природном газе		4	5	60	0					63	0	63	65	314,93	558,52
9	Саратовской,2	Жилые здания	Квартиры с плитками на природном газе		4	5	55	0					66	0	66	68	65,45	235,89
10	Саратовской,4	Жилые здания	Квартиры с плитками на природном газе		5	5	54	0					64,8	0	64,8	67	73,15	322,59
11	Саратовской,4/1	Жилые здания	Квартиры с плитками на природном газе		3	5	36	0					50,4	0	50,4	52	96,25	361,11
12	Саратовской,6	Общественные здания	Производственные здания	Без кондиционирования воздуха	4	5	55	0					22,5	90	22,5	22,5	50,05	433,33
13	Саратовской,6/1	Общественные здания	Производственные магазины	Без кондиционирования воздуха	3	5	42	0					22,5	80	22,5	22,5	80,85	399,65
14	Саратовской,6/2	Жилые здания	Квартиры с плитками на природном газе		3	5	35	0					49	0	49	51	123,20	414,07
15	Саратовской,8	Жилые здания	Квартиры с плитками на природном газе		5	5	56	0					67,2	0	67,2	70	37,75	517,59
16	Саратовской,8/1	Жилые здания	Квартиры с плитками на природном газе		3	5	35	0					49	0	49	51	80,85	558,52
17	Саратовской,8/К	Общественные здания	Производственные магазины	Без кондиционирования воздуха	0	1	0	0					22,5	60	22,5	22,5	86,63	447,78

Рис. 5. Входные данные объектов жилого микрорайона

После заполнения данных нужно открыть окно «Меню» и нажать на кнопку «Картограмма». Программа автоматически произведет расчет и на основе этих данных выдаст результат, в которой отображаются объекты жилого микрорайона и местоположение источника питания. После чего эксперт на основе полученных результатов выбирает тип и номинальную мощность трансформатора с помощью *Visual ElectroPowerCalc-City* [9].

Таким образом, на экран выводятся объекты жилого микрорайона, и красным цветом отображается местоположение источника питания, что представлено на рис. 6.

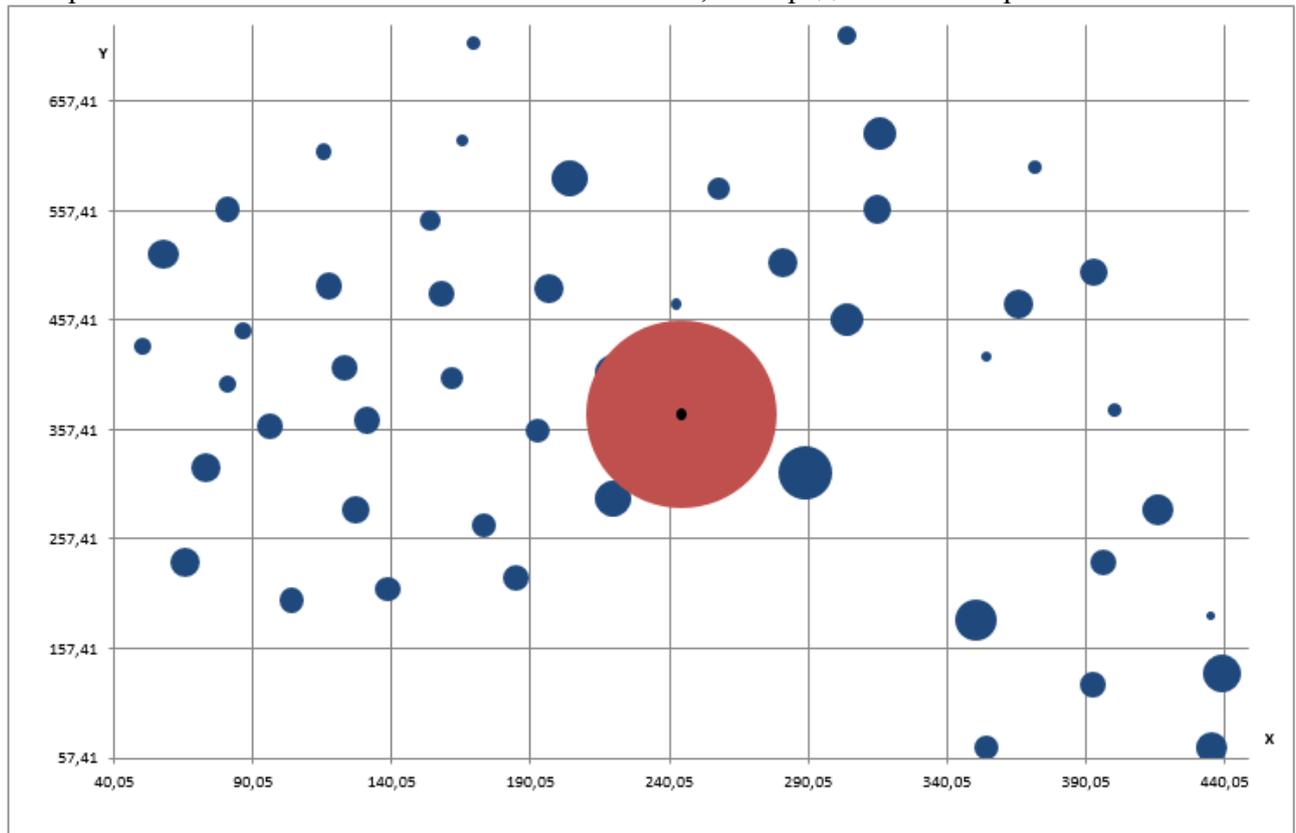


Рис. 6. Картограмма жилого микрорайона

Заключение

В данной работе создан первый элемент САПР проектирования электроснабжения жилого микрорайона:

1. Проведен анализ исходных данных. Описаны типы объектов жилого микрорайона. выделены категории и подкатегории объектов.

2. Разработан алгоритм расчета электрических нагрузок, основанный на нормативных документах и адаптированный под работу с электронными таблицами.
3. Разработано и отлажено оригинальное программное обеспечение, сокращающее трудозатраты и возможные ошибки специалистов, работающих в области проектирования и эксплуатации систем электроснабжения.
4. Произведена оценка качества программных средств. Выполнены тестовые расчеты на известных ранее данных. Результат проверки показал, что программное обеспечение «ElectroPowerCalc-City» работает исправно.

Список использованных источников

1. Проектирование и монтаж электроустановок жилых и общественных зданий [Электронный ресурс] : СП 31-110-2003 – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294815/4294815197.pdf>. Режим доступа – свободный (дата обращения 01.10.2021).
2. Инструкция по проектированию городских электрических сетей [Электронный ресурс] : РД 34.20.185-94 : утв. Министерством топлива и энергетики РФ 07.07.1994. : ввод в действие с 01.01.1995. – URL: <http://base.garant.ru/199459/>. Режим доступа – свободный (дата обращения 01.10.2021).
3. Правила устройства электроустановок. Изд-е седьмое. [Электронный ресурс] / утв. Приказом Минэнерго России от 08.07.2002 № 204. – URL: <https://base.garant.ru/3923497/>. Режим доступа — свободный (дата обращения 01.10.2021).
4. Белых, Г.Б. Электроснабжение отраслей / Г.Б. Белых, А.Н. Шеметов. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 255 с.
5. Шведов, Г.В. Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети [Текст]. – М.: Издательский дом «МЭИ», 2012. – 268 с.
6. Современные проблемы и перспективы формирования модели управления энергохозяйством на предприятиях горно-металлургического комплекса [Текст] / А.Н. Шеметов [и др.] // Электротехнические системы и комплексы. – 2016. – № 4 (33). – С. 41-48.
7. Федорова, С.В. Развитие диспетчеризации электрохозяйства промышленного предприятия как шаг к его цифровой трансформации [Текст] / С.В. Федорова, А.Н. Шеметов // Электротехнические системы и комплексы. – 2019. – № 3 (44). – С. 27-33.
8. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2021661833 от 16.07.2021 г. ElectroPowerCalc-City [Текст] / А.Н. Шеметов [и др.] : Заявка № 2021661010 от 14.07.2021.
9. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2021666129 от 8.10.2021 г. Visual ElectroPowerCalc-City [Текст] / А.Н. Шеметов [и др.] : Заявка № 2021665469 от 5.10.2021.

Материал поступил в редакцию: 24.10.2021
Материал принят к публикации: 01.11.2021

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

INFORMATION PROCESSING IN THE AUTOMATED POWER SUPPLY SYSTEM OF A RESIDENTIAL MICRODISTRICT FOR DETERMINING ELECTRIC LOADS

Shemetov A.N., Ilina E.A., Kondrashova Yu.N.

Abstract. The continuous growth of electricity consumption in cities is associated with an increase in the number and quality of life of residents, the development of industry, as well as with the use of electric energy in ever new spheres of human activity. Information processing in the computer-aided design of power supply for residential areas allows you to determine the optimal power and location of power sources, select the best configuration of the electrical network and the characteristics of its elements. The article considers the first element of an integrated computer-aided design of a residential neighborhood - a module for calculating electrical loads. The purpose of the development is to reduce the time and cost of designing urban power supply systems, to eliminate errors in the selection and processing of the necessary reference data. The analysis of the initial data made it possible to describe the types of objects in a residential microdistrict, to single out categories and subcategories of electricity consumers. According to the developed algorithm for calculating electrical loads based on regulatory documents, the original software "ElectroPowerCalc-City" was designed, which reduces labor costs and possible errors of specialists working in the design and operation of power supply systems.

Keywords: blast furnace, clustering, neural network, regimes, Kohonen self-organizing map.

References

1. *Design and Installation of Electrical Installations of Residential and Public Buildings.* URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294815/4294815197.pdf>.
2. *Instrukciya po proektirovaniyu gorodskih elektricheskikh setej.* — URL: <http://base.garant.ru/199459/>.
3. *Pravila ustrojstva elektroustanovok.* URL: <https://base.garant.ru/3923497/>.

4. Belyh G.B., Shemetov A.N. (2013) *Elektrosnabzhenie otraslej. Izd-vo Magnitogors.gos. tekhn. un-ta im. G.I. Nosova*, Magnitogorsk.
5. Shvedov G.V. *Elektrosnabzhenie gorodov: elektropotreblenie, raschetnye nagruzki, raspredelitel'nye seti*. Izdatel'skij dom «MEI», М.
6. Shemetov A.N. [i dr.] (2016) *Elektrotekhnicheskie sistemy i komplekсы*, 4 (33): 41-48.
7. Fedorova S.V., Shemetov A.N. (2019) *Elektrotekhnicheskie sistemy i komplekсы*, 3 (44): 27-33.
8. Shemetov A.N. [i dr.] (2021) *ElectroPowerCalc-City*.
9. Shemetov A.N. [i dr.] (2021) *Visual ElectroPowerCalc-City*.

ОБ АВТОРАХ:

Шеметов Андрей Николаевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, a.shemetov@magtu.ru.

Ильина Елена Александровна – канд. пед. наук, доцент кафедры вычислительной техники и программирования ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет», г. Магнитогорск. Email: dar_nas@mail.ru.

Кондрашова Юлия Николаевна – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электроснабжения промышленных предприятий, ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, rotjuil720@mail.ru.

ОБРАЗЕЦ ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Шеметов, А.Н. Обработка информации в системе автоматизированного проектирования электроснабжения жилого микрорайона для определения электрических нагрузок / А.Н. Шеметов, Е.А. Ильина, Ю.Н. Кондрашова // Математическое и программное обеспечение систем в промышленной и социальной сферах. – 2021. – Т.9. – № 2. – С. 29-37. DOI: 10.18503/2306-2053-2021-9-2-29-37.

Shemetov A.N., Ilna E.A. and Kondrashova Yu.N. (2021) Information processing in the automated power supply system of a residential microdistress for determining electric loads. Software of systems in the industrial and social fields. 9 (2): 29-37.

DOI: 10.18503/2306-2053-2021-9-2-29-37.
