

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»  
Институт энергетики

**ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
VI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

8-10 декабря 2021 года

*Памяти доктора технических наук, профессора В.Г. Каширских*

*Конференция проводится в рамках проведения Года науки и технологий в Российской Федерации и празднования 300-летия Кузбасса*

**Кемерово 2022**

© КузГТУ, 2022

ISBN 000-0-00000-000-0

*Об издании - 1, 2*

*Далее*

УДК 330:621.0(05)  
ББК У305.4-551

Редакционная коллегия:

Беляевский Роман Владимирович, заместитель директора по научно-инновационной работе института энергетики КузГТУ, к.т.н., доцент, чл.-корр. РЭА.

Лобур Ирина Анатольевна, заместитель директора по учебной институту энергетики КузГТУ, к.т.н., доцент.

Шаулева Надежда Михайловна, заведующая кафедрой электропривода и автоматизации КузГТУ, к.т.н., доцент.

Богомолв Александр Романович, ведущий научный сотрудник ИТ СО РАН (г. Новосибирск), зав. кафедрой теплоэнергетики КузГТУ, д.т.н., доцент.

Захаров Сергей Александрович, заведующий кафедрой электроснабжения горных и промышленных предприятий КузГТУ, к.т.н., доцент.

Маслов Иван Петрович, заведующий кафедрой общей электротехники КузГТУ, к.т.н.

Григашкина Светлана Ивановна, начальник научно-инновационного управления КузГТУ, к.э.н., доцент.

Останин Олег Александрович, заместитель начальника научно-инновационного управления КузГТУ.

Бородин Дмитрий Андреевич, ведущий специалист научно-инновационного управления КузГТУ.

Утюж Татьяна Игоревна, технический секретарь конференции.

Энергетика и энергосбережение: теория и практика. Сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции, 8 – 10 декабря 2021. [Электронный ресурс] / Под ред.: Р.В. Беляевский, И.А. Лобур. – Кемерово : КузГТУ, 2022

В сборнике представлены материалы докладов по направлениям VI Всероссийской научно-практической конференции «Энергетика и энергосбережение: теория и практика»: 1. Теплоэнергетика; 2. Электроэнергетика; 3. Управление электротехническими комплексами и системами; 4. Электротехника и электрооборудование. Конференция посвящена проблемам и перспективам развития энергетической отрасли. Представлены результаты научных исследований в области теплоэнергетики, электроэнергетики, электротехники и управления электротехническими комплексами и системами. Для представителей промышленных предприятий, ученых, преподавателей и студентов вузов.

Материалы публикуются в авторской редакции

### Текстовое (символьное) электронное издание

Минимальные системные требования:

MS Windows XP; ОЗУ 1 Гб для MS Windows XP / 2 Гб для MS Windows Vista / 7 / 8; частота процессора не менее 1,0 ГГц; 3D-видеоадаптер с памятью 128 Мб, совместимый с DirectX® 9.0c; DirectX® 9.0c; Интернет-браузер Microsoft Internet Explorer 10 / Mozilla Firefox 27 / Google Chrome 32 / Opera 18 с включенной поддержкой Javascript; ПО для чтения файлов PDF-формата; CD-ROM дисковод; SVGA-совместимая видеокарта; мышь.

© КузГТУ, 2022

[Назад](#)

[Далее](#)

### СЕКЦИЯ №3. УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ И СИСТЕМАМИ

301. Normuratov B.R Mathematical model of power flow in a three-phase network using facts devices, serial power flow compensator with thyristor control TCSC
302. Normuratov B.R Mathematical model of power flow in a three-phase network using facts devices containing SVC static power flow compensator
303. Аксенова А.А., Захарова А.Г Направления совершенствования систем диагностики для электроэнергетического оборудования
304. Аксенова А.А., Кузнецова А.В Целевая функция, применяемая для решения оптимизационной задачи в энергетике
305. Артюхов И.И., Рожнов И.Ю., Гайнуллин Ш.А., Краснов С.В Система электроснабжения многодвигательного электропривода на основе синхронного генератора с изменяемой скоростью вращения вала
306. Березин Д.С., Захарова А.Г Перспективы применения новых элементов диагностического оборудования в России
307. Березин Д.С., Казунина Г.А Применение метода Хольта-Винтерса для прогнозирования энергопотребления
308. Бузаева А.К., Сарсикеев Е. Ж Анализ применения в растениеводстве принципа обеспечения точности координат на примере станков с чпу
309. Вдовин А.С., Паюсов А.Н., Захарова А.Г Методы поиска отказов в электроустановках
310. Герасимов М.А., Захарова А.Г Основные преимущества кабельных изделий с изоляцией на основе сшитого полиэтилена
311. Дзюин Д.В., Дмитриева В.В Управление электроприводами в системе подачи топлива к котлу на теплоэлектростанции
312. Завьялов В.М., Дубков Е.А., Велиляев А.С., Семькина И.Ю Испытания прототипа системы беспроводного заряда аккумуляторов электротележки
313. Искинеева А.С., Мехтиев А.Д Исследование конвергентных систем охраны специальных объектов на основе волоконно-оптических технологий
314. Каракулова Ю.Ю., Захарова А.Г Современные методы диагностики изоляции электрических машин и аппаратов
315. Козлов Р.Д., Лобур И.А Современная автоматизация "Умного карьера" как шаг в безопасное будущее
316. Кривченко Н.А., Семернин А.Н Моделирование скалярного управления с IR-компенсацией и исследование эффективности её работы
317. Кузнецов Р.Д., Захарова А.Г Прогнозирование технического состояния электроустановок
318. Кузнецов Р.Д., Захарова А.Г Современные технические средства поиска дефектов электроустановок

319. Кузнецова А.Д., Белоусов А.В Анализ применения алгоритмов нечеткой логики в стандартных системах управления крановым электроприводом
320. Лепихин Н.А., Гусев А.С Всережимный анализ коммутационных перенапряжений в линиях высокого напряжения, определение мест установки и условий работы ОПН
321. Максимов О.В., Захарова А.Г Диагностирование в жизненном цикле элементов электроустановок
322. Наумкин А.В., Шестакова В.В Разработка технических решений по типизации и автоматизации настройки дистанционных защит воздушных линий 110-220 кВ
323. Орехов Т.Ю., Захарова А.Г Системы и способы диагностики силовых трансформаторов
324. Пластунова С.Н., Воронина Н.А Моделирование систем управления двигателя-маховика
325. Поваляев П.В., Пак А.Я Разработка и реализация алгоритма для оценки параметров рабочего цикла плазменного дугового реактора
326. Попов С.С., Семёнов С.М Исследование электропривода с фазовой синхронизацией для задач ориентации и стабилизации объектов
327. Попова Ю.В., Федянин А.Л Разработка системы управления холодильной установкой
328. Суртаев Л.Д., Суртаев Д.Ю., Лобур И.А Разработка автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии ПС 110/10 кВ
329. Тактамышева Р.Р., Гимадиева Л.И Создание прикладной программы для расчета системы электроснабжения
330. Яковенко П.Г Микропроцессорное управление шаговым двигателем позиционного электропривода

---

УДК 621.3

Р.Р. ТАКТАМЫШЕВА, к.ф.н., доцент (КГЭУ)  
Л.И. ГИМАДИЕВА, студент гр. ЭОм-1-21 (КГЭУ)  
г. Казань

### СОЗДАНИЕ ПРИКЛАДНОЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЕТА СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

*Одним из ее этапов проектирования систем электроснабжения является расчет силовой нагрузки электроприемников и осветительной сети, сопровождающийся трудоемкими вычислениями. С целью упростить и ускорить процесс вычисления, а также избежать так называемого «человеческого фактора», есть возможность использовать специализированные программы («Электрик», «Cable», «Dialux», «Ulysse» и др.). В частности, программа «Электрик» позволяет произвести расчет не только мощности электроприбора по известному значению одно- или трехфазного тока, но и определить номинальные ток и мощность по заданному сечению проводника с учетом способа прокладки, произвести расчет токов короткого замыкания и вычислить значение потерь напряжения в сети; по заданным параметрам определить требуемое сечение провода, кабеля (специального кабеля), рассчитать заземляющий контур и др. Программа «Cable» также используется для расчета тока и мощности, однако помимо этого позволяет выбрать соответствующие автоматы защиты и УЗО. Программы для светотехнического расчета «Dialux» и «Ulysse» обладают довольно широким функционалом и позволяют учитывать довольно большой спектр факторов, влияющих на результат моделирования освещения (тени, тип светильников с учетом производителя и т.д).*

Целью нашей работы является написание минимальной прикладной программы на языке C++, которая позволит рассчитать активную ( $P_{\text{расч}}$ , кВт) и реактивную ( $Q_{\text{расч}}$ , кВАр) нагрузки, расчетную полную мощность ( $S_{\text{расч}}$ , кВА) и расчетный ток ( $I_{\text{расч}}$ , А) приемника, а также электрическую осветительную сеть.

Для начала работы был создан файл с расширением .cpp. В первой строке указывается директив `#include <iostream>`, который подключает библиотеку потоков ввода-вывода, и делает доступным поток вывода (оператор `std::cout` (позволяет выводить сообщение на экран) и манипулятор `std::endl` (переносит вывод на новую строку и завершает операцию вывода `cout`) [2].

Для того, чтобы успешно вывести строку, необходимо ее взять в кавычки (").

Различные операторы отделяются друг от друга с помощью символов << (cout<< ..... <<endl);.

Указанный во второй строке #include <math.h> заголовочный файл, разработанный для выполнения простых математических операций.

На следующей строке указывается стандартная функция main(Intmain()). Она автоматически запускается вместе с программой.

Весь код, помещается между двумя фигурными скобками { } после intmain().

В следующих строках прописываются выражения (формулы), позволяющие рассчитать интересующие параметры [1].

В частности, активная мощность, определяемая по формуле (1):

$$P_P = k_{исп} \cdot P_{ном}; \quad (1)$$

в программе будет прописана следующим образом:

```
auto P_rasch = K_isp * P_nom;
```

Аналогично будут прописаны и другие параметры:

```
реактивная мощность – autoQ_rasch = P_rasch * (std::sqrt(1 - cos_f *  
cos_f) / cos_f);
```

```
полная мощность – autoS_rasch = std::sqrt(P_rasch * P_rasch + Q_rasch  
* Q_rasch);
```

```
расчетный ток – autoI_rasch = S_rasch / (std::sqrt(3) * U_nom).
```

Готовая программа будет иметь следующий вид:

```
1 #include <iostream>  
2 #include <math.h>  
3  
4 int main() {  
5     auto K_isp = 0.0;  
6     auto P_nom = 0.0;  
7     auto cos_f = 0.0;  
8     const auto U_nom = 0.38;  
9     std::cout << "Введите K(isp): ";  
10    std::cin >> K_isp;  
11    std::cout << "Введите P(nom): ";  
12    std::cin >> P_nom;  
13    std::cout << "Введите Cos(f): ";  
14    std::cin >> cos_f;  
15    auto P_rasch = K_isp * P_nom;  
16    auto Q_rasch = P_rasch * (std::sqrt(1 - cos_f * cos_f) / cos_f);  
17    auto S_rasch = std::sqrt(P_rasch * P_rasch + Q_rasch * Q_rasch);  
18    auto I_rasch = S_rasch / (std::sqrt(3) * U_nom);  
19  
20    std::cout << "Активная нагрузка (кВт): " << P_rasch << std::endl  
21    << "Реактивная нагрузка (кВАр): " << Q_rasch << std  
    << std::endl  
22    << "Полная мощность (кВА): " << S_rasch << std::endl  
23    << "Расчетный ток (А): " << I_rasch << std::endl;  
24    return 0;  
25 }
```

Рис. 1. Программа для вычисления силовой нагрузки электроприемника

```

1 #include<iostream>
2 #include<cmath>
3 int main()
4 {
5     setlocale (LC_ALL, "Russian");
6     double H, h_c, h_p, v, A, B, E, k_z, z, n;
7     const auto s = 2;
8     std::cout << "Введите высоту помещения (м): " ;
9     std::cin >> H;
10    std::cout << "Введите свес светильника (м): " ;
11    std::cin >> h_c;
12    std::cout << "Введите расстояние от пола до рабочей поверх. (м): " ;
13    std::cin >> h_p;
14    std::cout << "Введите оптимальное отношение расстояния v (м): " ;
15    std::cin >> v;
16    std::cout << "Введите длину помещения (м): " ;
17    std::cin >> B;
18    std::cout << "Введите ширину помещения (м): " ;
19    std::cin >> A;
20    std::cout << "Введите заданную освещенность (лк): " ;
21    std::cin >> E;
22    std::cout << "Введите коэффициент запаса : " ;
23    std::cin >> k_z;
24    std::cout << "Введите коэффициент неравномерности освещения: " ;
25    std::cin >> z;
26    std::cout << "Введите коэффициент использования светового потока : " ;
27    std::cin >> n;
28    auto h = H - h_c - h_p ;
29    auto L = v * h ;
30    auto l = L/s ;
31    auto b = B - s * l ;
32    auto a = A - L ;
33    auto N = (b * a) / (L * L) ;
34    auto F = A * B ;
35    auto i = F / (h * (A + B)) ;
36    auto f = (E * k_z * F * z) / (N * n) ;
37    std::cout << " Рабочая высота светильников (м): " << h << std::endl
38    << " Расстояние между светильниками (м): " << L << std::endl
39    << " Расстояние от светильников до стен (м): " << l << std::endl
40    << " Расстояние между крайними светильниками по длине ряда (м): " << b << std::endl
41    << " Расстояние между крайними светильниками по ширине ряда (м): " << a << std::endl
42    << " Общее количество светильников (шт): " << N << std::endl
43    << " Индекс помещения : " << i << std::endl
44    << " Световой поток ламп в светильнике (лм): " << f << std::endl ;
45    return 0;
46 }

```

Рис. 2. Программа для расчета количества светильников

Проверим программу на определенном примере. В качестве приемника используем компрессор со следующими характеристиками:

$$P_{\text{ном}} = 5,5 \text{ кВт}; k_{\text{исп}} = 0,65; \cos\varphi = 0,8; U_{\text{ном}} = 0,38 \text{кВ}.$$

Вводим параметры в систему:

```

Введите K(isp): 0.65
Введите P(nom): 5.5
Введите Cos(f): 0.8

```

Рис. 3. Ввод известных значений в программу

В результате получаем следующее:

```

Активная нагрузка (кВт): 3.575
Реактивная нагрузка (кВАр): 2.68125
Полная мощность (кВА): 4.46875
Расчетный ток (А): 6.78956

```

Рис. 4. Вывод результатов расчетов в программе C++

Вводим параметры в систему:

```
Введите высоту помещения (м): 6
Введите свес светильника (м): 1
Введите расстояние от пола до рабочей поверх. (м): 1
Введите оптимальное отношение расстояния v (м): 0.7
Введите длину помещения (м): 27
Введите ширину помещения (м): 11
Введите заданную освещенность (лк): 150
Введите коэффициент запаса : 1.5
Введите коэффициент неравномерности освещения: 1.15
Введите коэффициент использования светового потока : 0.67
```

Рис. 5. Ввод известных значений в программу

В результате получаем следующие данные:

```
Рабочая высота светильников (м): 4
Расстояние между светильниками (м): 2.8
Расстояние от светильников до стен (м): 1.4
Расстояние между крайними светильниками по длине ряда (м): 24.2
Расстояние между крайними светильниками по ширине ряда (м): 8.2
Общее количество светильников (шт): 25.3112
Индекс помещения : 1.95395
Световой поток ламп в светильнике (лм): 4531.57
```

Рис. 6. Вывод результатов расчетов в программе C++

Таким образом, написанная авторами прикладная программа на языке C++ является рабочей, а результаты, полученные с ее помощью, – достоверными.

#### Список литературы:

1. Радкевич В. Н. Проектирование систем электроснабжения. Мн.: ПООО «ПИОН», 2001. – 85-87 с.
2. Прата Стивен. Язык программирования C++. Лекции и упражнения, 6-е изд.: Пер. с англ. – СПб.: ООО «Диалектика», 2019. – 50-55 с.

#### Информация об авторах:

Тактамышева Рушания Рифадовна, к.ф.н., доцент, КГЭУ, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, [ruschanija2002@mail.ru](mailto:ruschanija2002@mail.ru)

Гимадиева Лейсан Ильфатовна, студент гр. ЭОм-1-21, КГЭУ, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51, [l-e-y-s-a-n-99@mail.ru](mailto:l-e-y-s-a-n-99@mail.ru)