

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна

Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского  
федерального университета

Дата подписания: 12.09.2023 16:42:36

Уникальный программный ключ:  
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

## Методические указания

по выполнению расчетно-графической работы  
по дисциплине «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»  
для студентов направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения

(ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОКУМЕНТ)

## Содержание

№ п/п		Стр.
	Введение	3
1.	Цель, задачи и реализуемые компетенции	4
2.	Формулировка задания и ее объем	5
3.	Общие требования к написанию и оформлению работы	9
4.	Рекомендации по выполнению задания	11
5.	План-график выполнения задания	18
6.	Критерии оценивания работы	19
7.	Порядок защиты работы	21
	Список рекомендуемой литературы	22

## **Введение**

Одним из основных видов занятий по курсу дисциплины «Электроснабжение промышленных предприятий» является выполнение расчетно-графической работы. Предлагаемые в методическом указании задания охватывают весь основной материал курса и соответствуют утвержденной программе.

При изучении курса студенты приобретают необходимые знания об основных методах расчета и физических процессах в системах электроснабжения промышленных предприятий.

## Цель, задачи и реализуемые компетенции

Основной целью изучения дисциплины «Электроснабжение промышленных предприятий» является получение знаний о построении и режимах работы систем электроснабжения промышленных и гражданских объектов, а также объектов сельского хозяйства и транспортных систем.

Задачей дисциплины является изучение физических основ формирования режимов электропотребления, освоение основных методов расчёта интегральных характеристик режимов и определения расчётных нагрузок, показателей качества электроснабжения, изучение методов достижения заданного уровня надежности оборудования и систем электроснабжения.

При выполнении расчетно-графической работы реализуются следующие компетенции:

Код	Формулировка
ПК-1	Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов
	ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Участвует в разработке документации для отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов
ПК-2	Способен анализировать режимы работы систем электроснабжения объектов
	ИД-2 <sub>ПК-2</sub> Рассчитывает режимы работы системы электроснабжения объекта

## Формулировка задания и ее объем.

### *Задание №1 – Базовый уровень*

Рассчитать электрические нагрузки групп электроприемников методом упорядоченных диаграмм показателей графиков электрических нагрузок.

Исходные данные для расчета электрических нагрузок приведены в таблице 1

Таблица 1 – Исходные данные для расчета электрических нагрузок

Номер варианта	Данные электроприемников			
	$P_{уст}, \text{кВт}$	$K_n$	$\cos\varphi$	$\text{tg}\varphi$
1	2	3	4	5
1	18,5; 0,75; 7,56; 11	0,14	0,6	1,33
	2,2; 4,0; 0,37; 1,5	0,65	0,8	0,75
2	15,3; 3,7; 8,75; 3,0	0,14	0,6	1,33
	8,2; 14,3; 22	0,65	0,8	0,75
3	16,1; 7,2; 3,0; 5,5; 10,1	0,14	0,6	1,33
	7,3; 2,8; 14,2	0,65	0,8	0,75
4	19,7; 5,0; 6,1; 21,5; 2,2	0,14	0,6	1,33
	9,3; 12,0; 27,4; 13	0,65	0,8	0,75
5	24,5; 16,1; 7,3; 4,5; 0,7	0,14	0,6	1,33
	10,5; 8,2; 3,16; 24,3	0,65	0,8	0,75
6	18,5; 0,75; 7,5; 13; 2,0	0,14	0,6	1,33
	7,0; 12,6; 3,5; 5,5	0,65	0,8	0,75
7	17,4; 7,6; 4,9; 10,3	0,14	0,6	1,33
	9,5; 13,6; 22,6; 2,2	0,65	0,8	0,75
8	8,2; 14,3; 8,7; 0,4; 5,3	0,14	0,6	1,33
	2,2; 7,7; 24,1; 13,5	0,65	0,8	0,75
9	19,3; 1,16; 8,3; 14,3	0,14	0,6	1,33
	6,5; 2,3; 16; 0,8	0,65	0,8	0,75
10	13,5; 3,7; 19; 4,0	0,14	0,6	1,33
	10,75; 12,6; 0,95; 7,3	0,65	0,8	0,75
11	11,6; 31; 20,3; 4,8	0,14	0,6	1,33
	10,3; 6,7; 4,2; 18,2	0,65	0,8	0,75
12	17,5; 7,5; 8,4; 4,3	0,14	0,6	1,33
	3,0; 4,12; 10,8; 0,9	0,65	0,8	0,75
13	14,3; 6,5; 9,3; 17	0,14	0,6	1,33
	4,3; 7,0; 0,75; 2,18	0,65	0,8	0,75
14	16,5; 7,3; 9,3; 4,9; 1,2	0,14	0,6	1,33

	6,8; 12,4; 26; 4,3	0,65	0,8	0,75
15	1,6; 3,9; 24,3; 16,5	0,14	0,6	1,33
	20,7; 16,4; 7,2; 3,0; 11,4	0,65	0,8	0,75
16	13,7; 22,4; 3,9; 6,8	0,14	0,6	1,33
	11; 30,2; 5,8; 3,1	0,65	0,8	0,75
17	18,1; 24,3; 10,3 8,8; 3,3	0,14	0,6	1,33
	20,6; 3,7; 18,2; 9,6	0,65	0,8	0,75
18	8,75; 11,3; 14,3; 7,5; 5,5	0,14	0,6	1,33
	9,1; 7,6; 21,1; 2,3	0,65	0,8	0,75
19	10,75; 8,7; 7,5; 16,5	0,14	0,6	1,33
	8,1; 14,5; 4,4; 8,1	0,65	0,8	0,75
20	12,8; 6,8; 13,6; 2,8	0,14	0,6	1,33
	17,4; 7,7; 4,2; 25,1	0,65	0,8	0,75

### ***Задание №2 – Базовый уровень***

Выбрать сечение распределительной сети к электроприемнику и осуществить защиту электрической сети плавкими предохранителями.

Выбор электрической сети произвести по допустимому нагреву током нагрузки. Выбранное сечение согласовать с током защитного аппарата. Условия пуска электроприемников нормальные.

Данные электроприемников приведены в таблице 2

Таблица 2 – Данные электроприемников

Номер варианта	Данные электроприемников			
	Номинальная мощность, $P_n$	$\cos\varphi$	КПД	$I_n / I_{ном}$
1	2,2	0,87	83	6,5
2	11	0,9	88	7,0
3	18,5	0,92	88,5	7,0
4	3,0	0,88	84,5	6,5
5	15	0,91	88	7,0
6	7,5	0,88	87,5	7,5
7	30	0,9	90,5	7,5
8	37	0,89	90	7,5
9	4,0	0,89	86,5	7,5
10	5,5	0,91	87,5	7,5
11	45	0,9	91	7,5
12	23,5	0,87	82,3	6,0
13	16,2	0,84	87	6,5

14	17,3	0,83	85,5	7,0
15	13,5	0,88	86,5	7,0
16	10,5	0,87	85	6,5
17	14	0,86	89	7,0
18	17,4	0,89	90	7,5
19	12,5	0,86	89	7,0
20	7,0	0,87	88,5	6,5

### Задание №3 – Повышенный уровень

Выполнить расчет токов короткого замыкания в системе электроснабжения и произвести проверку питающего кабеля КТП на термическую стойкость к токам КЗ.

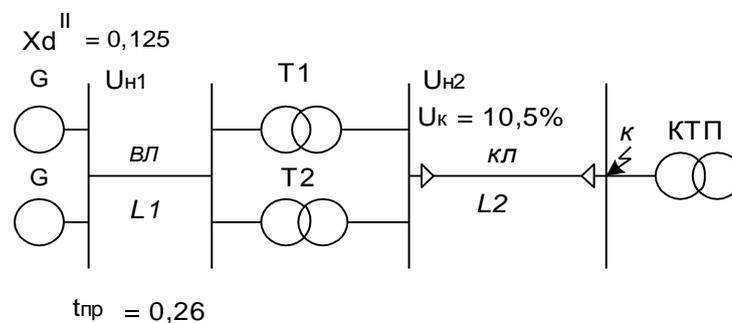


Рисунок 1 – Расчетная схема к заданию №3

Таблица 3 – Исходные данные для расчета

Номер варианта	$S_{н}$ генератора МВА	$L1$ , км	$U_{н1}$ , кВ	$U_{н2}$ , кВ	$S_{н}$ т-ра, МВА	$L2$ , км	$S_{н}$ КТП, кВА
1	2	3	4	5	6	7	8
1	150	25	115	10,5	40	1,5	160
2	125	50	115	10,5	63	0,85	400
3	155	35	37	6,3	25	1,0	250
4	150	30	115	6,3	25	1,5	400
5	240	70	115	10,5	63	0,7	630
6	175	40	37	10,5	40	0,8	630
7	250	25	115	10,5	25	0,9	400
8	215	80	115	10,5	40	1,0	250
9	175	30	115	6,3	16	1,2	400
10	150	25	37	10,5	40	1,0	630
11	240	50	115	10,5	25	0,8	630
12	220	70	115	10,5	25	0,75	400
13	220	20	115	6,3	63	0,75	250

14	155	35	115	10,5	40	1,1	160
15	135	40	115	10,5	16	0,9	250
16	180	70	115	10,5	63	1,5	630
17	175	85	115	10,5	40	1,8	400
18	215	70	115	10,5	40	2,4	400
19	250	25	37	6,3	16	1,0	250
20	185	35	115	10,5	63	0,9	630

## **Общие требования к написанию и оформлению работы.**

### **Основные требования к работе**

При выполнении и оформлении контрольной по ГОСТу надо учитывать общие требования, которые предъявляются к работе:

- студент должен придерживаться заданной тематики;
- запрещено менять тему самостоятельно без обращения к преподавателю;
- при оформлении работы нужно учитывать нормы и ГОСТы;
- контрольная выполняется на основании не менее семи источников, выбранных автором;
- работа должна быть авторской, в ней должны содержаться собственные выводы студента;
- текст контрольной должен иметь объем не менее 7 листов.

### **Оформление по ГОСТу текста контрольной**

Когда работа выполнена, ее необходимо привести в соответствующий вид согласно ГОСТам:

- контрольную набирают в Word или другом текстовом редакторе с аналогичным функционалом;
- при наборе нужно использовать шрифт Times New Roman;
- интервал между строк — полуторный;
- размер шрифта — 14;
- текст выравнивается по ширине;
- в тексте делают красные строки с отступом в 12,5 мм;
- нижнее и верхнее поля страницы должны иметь отступ в 20 мм;
- слева отступ составляет 30 мм, справа — 15 мм;
- контрольная всегда нумеруется с первого листа, но на титульном листе номер не ставят;

- номер страницы в работе всегда выставляется в верхнем правом углу;
- заголовки работы оформляются жирным шрифтом;
- в конце заголовков точка не предусмотрена;
- заголовки набираются прописными буквами;
- все пункты и разделы в работе должны быть пронумерованы арабскими цифрами;
- названия разделов размещаются посередине строки, подразделы – с левого края;
- работа распечатывается в принтере на листах А4;
- текст должен располагаться только на одной стороне листа.

**Работа имеет такую структуру:**

1. Титульный лист;
2. Оглавление и введение;
3. Основной текст и расчет контрольной;
4. Заключительная часть работы;
5. Перечень использованной литературы и источников;
6. Дополнения и приложения.

Если в работе есть приложения, о них надо упоминать в оглавлении.

Ссылки нумеруются арабскими цифрами, при этом учитывают структуру работы (разделы и подразделы).

## Рекомендации по выполнению задания.

### *Указание к решению задачи №1*

Метод применим, когда известны номинальные данные всех электроприёмников предприятия с учётом их размещения на территории предприятия.

Определяют среднюю нагрузку групп приёмников за максимально загруженную смену  $P_{см}$  и расчётный получасовой максимум  $P_p$ :

$$P_{см} = k_u P_{ном}$$

Расчётная максимальная нагрузка:

$$P_p = k_m P_{см}$$

где  $k_m$  – коэффициент максимума, в данном случае активной мощности, принимаемой по графикам, в зависимости от коэффициента использования и эффективного числа электроприёмников. Коэффициент максимума характеризует превышение максимальной нагрузки над средней за максимально загруженную смену. Величина, обратная коэффициенту максимума называется коэффициентом заполнения графика нагрузки  $k_{зан}$ :

$$k_m = \frac{P_p}{P_{см}} = \frac{1}{k_{зан}}$$

Расчёты нагрузок проводят для активных и для реактивных мощностей.

Недостаток метода упорядоченных диаграмм в том, что он не содержит элемента прогнозирования нагрузок.

Порядок расчёта:

1. Все электроприёмники разбиваются на однородные по режиму работы группы с одинаковыми значениями коэффициентов использования и коэффициентов мощности.
2. В каждой группе электроприёмников и по узлу в целом находят пределы их номинальных мощностей и приведённое число приёмников, при этом все электроприёмники приводятся к ПВ=100%.
3. Подсчитывают номинальную мощность узла.

4. Определяют для групп электроприёмников коэффициент использования и коэффициент мощности  $\cos\varphi$  по справочным таблицам и по характеристикам оборудования.

5. Определяют активную и реактивную потребляемую мощность за наиболее загруженную смену:

$$Q_{см} = P_{см} \operatorname{tg}\varphi$$

6. Определяют суммарную активную и реактивную нагрузку для узла для разнородных групп электроприёмников.

7. определяют средневзвешенное значение коэффициента использования узла и коэффициента мощности по  $\operatorname{tg}\varphi_{уз}$ :

$$k_{у.уз} = \frac{P_{см.уз}}{\sum_1^n P_{ном}}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Q_{см.уз}}{P_{см.уз}}$$

8. Определяют эффективное приведённое число электроприёмников  $n_n$ ,

9. С учётом коэффициента максимума определяют расчётную максимальную нагрузку,

10. Определяют полную мощность и расчётный ток:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}$$

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_{ном}}$$

### ***Указание к решению задачи №2***

Проводники электрических сетей от проходящего по ним тока нагреваются по закону Джоуля-Ленца:

$$Q = 0,24I^2Rt$$

Нарастание температуры происходит до тех пор, пока не наступит тепловое равновесие между теплом, выделяемом в проводнике, и отдачей в окружающую среду.

Чрезмерно высокая температура нагрева проводника может привести к уменьшению срока жизни изоляции, пожарной опасности. При перегреве с высокой температурой изоляция кабеля может оплавиться, что приведёт к необходимости замены всей кабельной линии, а в некоторых случаях может возникнуть взрыв (во взрывоопасной среде).

Длительно протекающий по проводнику ток, при котором устанавливается наибольшая длительная температура нагрева, называется предельно допустимым током по нагреву.

Значения максимально допустимых токов определены из условия допустимого теплового износа материала изоляции, марки проводника, температуры окружающей среды, способа прокладки линии. В настоящее время существуют многочисленные справочные таблицы, по которым можно определить сечение проводника исходя из вышеперечисленных условий.

При расчёте сети по нагреву сначала выбирают марку проводника, условия прокладки, условия охлаждения.

Для выбора сечения проводника сравнивают расчётный максимальный  $I_p$  и допустимый токи  $I_d$ , при этом должно соблюдаться условие:

$$I_p \leq I_d$$

Значения допустимых длительных токовых нагрузок в справочной литературе, указаны, как правило, для нормальных условий охлаждения. Если условия охлаждения отличаются от нормальных, например, при прокладке нескольких кабелей в траншее, что приводит к повышению температуры кабеля при протекании тока по соседним кабелям, то вводится поправочный коэффициент, который можно найти в справочной литературе, например, ПУЭ.

Токи нагрузки электроприёмников повторно-кратковременного режима работы нагревают проводники в меньшей степени, чем токи длительного

режима, поэтому их следует пересчитать на условный приведённый длительный ток нагрузки. Тогда выбор проводника должен производиться по условию:

$$I_{\partial} \geq I_{ПВ} \frac{\sqrt{ПВ}}{0,875}$$

где ПВ – продолжительность включения (лекция 1), ПВ – ток повторно-кратковременного режима.

Пересчёт производится только при  $ПВ \leq 0,4$ . Для сечения медных проводов выше 6 мм<sup>2</sup>, и для алюминиевых – выше 10 мм<sup>2</sup> токовые нагрузки по нагреву принимают как для установки с длительным режимом работы.

Весьма распространённым видом аномального режима работы электроустановки являются перегрузки, сопровождаемые прохождением по проводникам повышенных токов, вызывающих их нагрев свыше допустимых значений.

От перегрузок необходимо защищать сети, выполненные внутри помещений открыто проложенными изолированными проводниками с горючей изоляцией, силовые сети, когда по условиям технологического процесса могут возникнуть длительные перегрузки и сети во взрывоопасной и горючей среде.

При выборе аппарата защиты необходимо соблюдать ряд требований, укажем их кратко:

- 1) Номинальный ток и напряжение аппарата должны соответствовать расчётному длительному току и напряжению цепи.
- 2) Время действия аппарата должно быть минимальным, с учётом селективности.
- 3) Аппараты защиты не должны отключать установку при перегрузках, возникающих в условиях эксплуатации, например, при пусковых токах электродвигателей.

4) Аппараты защиты должны обеспечивать надёжное отключение повреждённого участка цепи при любых видах КЗ и режимах работы нейтрали.

Надёжное отключение токов КЗ в сети напряжением до 1 кВ обеспечивается в том случае, когда отношение наименьшего расчётного тока КЗ к номинальному току плавкой вставки, либо току срабатывания автоматического выключателя будет не менее трёх.

В зависимости от вида защиты наряду с проверкой по допустимому нагреву устанавливают определённые соотношения между токами защитных аппаратов и допустимым током провода. Сечение проводника, соответствующее длительно допустимому току нагрева следует сравнивать с током срабатывания аппарата защиты. В сетях, которые должны быть защищены от перегрузки, эти соотношения, зачастую являются определяющими для выбора сечения проводников.

### ***Указание к решению задачи №3***

В электрических установках могут возникать различные виды коротких замыканий, сопровождающиеся резким увеличением тока. Поэтому электрооборудование, устанавливаемое в системах электроснабжения, должно быть устойчивым к токам к.з. и выбираться с учетом величин этих токов.

Различают следующие виды коротких замыканий: трехфазное, или симметричное, - три фазы соединяются между собой без соединения с землей; двухфазное – две фазы соединяются между собой без соединения с землей; однофазное – одна фаза соединяется с нейтралью источника через землю; двойное замыкание на землю – две фазы соединяются между собой и с землей.

Основными причинами возникновения таких коротких замыканий в сети могут быть: повреждение изоляции отдельных частей электроустановки;

неправильные действия обслуживающего персонала; перекрытия токоведущих частей установки.

Короткое замыкание в сети может сопровождаться прекращением питания потребителей, резким снижением напряжения в сети, нарушением нормального режима работы энергетической системы.

С момента возникновения короткого замыкания до его прекращения в короткозамкнутой цепи протекает переходный процесс, характеризуемый наличием двух составляющих токов короткого замыкания – периодического (колебательного) и апериодического.

Периодическая составляющая изменяется по гармонической кривой в соответствии с синусоидальной ЭДС генератора. Апериодическая - определяется характером затухания тока к.з., зависящего от активного сопротивления цепи и обмоток статора генератора. В цепи напряжением выше 1 кВ, где значение активного сопротивления мало, время затухания апериодической составляющей составляет 0,15 – 0,2 с.

Основные соотношения между величинами токов короткого замыкания. Связь между величиной ударного тока  $i_y$  и начальным действующим значением периодической составляющей тока к.з.  $I_{п0}$  устанавливается из следующих соотношений:

а) апериодическая составляющая затухает по закону экспонентной кривой, определяемой уравнением:

$$i_a = I_{a.макс} e^{-t/T_a},$$

где  $T_a$  – постоянная времени затухания апериодической составляющей, определяемая соотношением между индуктивностью и активным сопротивлением цепи к.з.

$$T_a = L_k / r_k$$

Учитывая, что при  $\omega = 2\pi f_{ном} = 2\pi f_k$  величина индуктивного сопротивления  $x_k = \omega L = 314 L$ , откуда  $L = x_k / 314$ , получим, что

$$T_a = L_k / r_k = x_k / (314 r_k)$$

Здесь  $x_k, r_k$  – соответственно индуктивное и активное сопротивления цепи к.з.;

б) ударный ток, соответствующий времени 0,01с, т.е. через полпериода после возникновения к.з.,

$$i_y = i_a + I_{n.макс}$$

где  $I_{n.макс} = \sqrt{2} I_{n.0}$  – максимальное значение периодической составляющей тока к.з.  $i_y = I_{a.макс} e^{-t/T_a} + I_{n.макс}$ .

В момент  $t=0$  ток  $I_{n.макс} = I_{a.макс}$ , тогда

$$I_y = I_{n.макс} + I_{n.макс} e^{-t/T_a} = I_{n.макс} (1 + e^{-t/T_a}) = \sqrt{2} I_{n.0} (1 + e^{-t/T_a})$$

Обозначая величину  $1 + e^{-0,01/T_a} = k_y$ , получим  $I_y = k_y \sqrt{2} I_{n.0}$

Ударным коэффициентом  $k_y$  учитывается соотношение между активным и индуктивным сопротивлениями цепи короткого замыкания, что определяется местом короткого замыкания.

Для воздушных линий напряжением выше 1 кВ постоянная времени затухания  $T_a = 0,05$  с, тогда  $k_y = 1,8$  и ударный ток  $I_y = 1,8 \sqrt{2} I_{n.0} = 2,55 I_n$ . Если ЭДС источника неизменна, то и периодическая составляющая тока короткого замыкания будет неизменна:

$$I'' = I_{n.0} = I_k$$

### План-график выполнения задания.

Работа над расчетно-графической работой может быть представлена в виде выполнения следующих этапов:

№ п/п	Наименование этапа	Сроки выполнения
1.	Получение задания	На первом практическом занятии
2.	Первичная консультация с преподавателем	На первом практическом занятии
3.	Работа с информационными источниками	В течении семестра
4.	Написание контрольной работы	В течении семестра
5.	Предоставление контрольной работы на кафедру	В течении семестра
6.	Собеседование	На последнем практическом занятии

## **Критерии оценивания работы.**

В целях повышения качества выполняемых РГР преподаватель руководствуется следующими критериями оценивания письменных работ студентов.

### **Оценка «отлично» выставляется студенту, если**

- своевременно выполнил работу; использовал актуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты;
- представил обоснование выбранной методики расчета; выбрал верную последовательность выполнения работы;
- произвел точные расчеты; предоставил обоснованные выводы по работе.

### **Оценка «хорошо» выставляется студенту, если**

- своевременно выполнил работу; использовал достаточно актуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; представил верную методику расчета;
- выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел точные расчеты; предоставил выводы по работе.

### **Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если**

- выполнил работу не вовремя; использовал неактуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты;
- представил верную методику расчета;
- выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел неточные расчеты;
- не предоставил обоснованные выводы по работе.

### **Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если**

- несвоевременно выполнил работу;
- использовал неактуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты;
- выбрал неверную последовательность выполнения работы;

- произвел неточные расчеты со значительными ошибками;
- не предоставил обоснованные выводы по работе.

## **Порядок защиты работы.**

Написанная студентом расчетно-графическая работа сдается на кафедру. Студент защищает расчетно-графическую работу до экзамена (зачета) перед преподавателем.

Работа не допускается к защите, если она не носит самостоятельного характера, основные вопросы не раскрыты, изложены схематично, фрагментарно, в тексте и расчетах содержатся ошибки, работа не оформлена согласно общим требованиям.

В ходе защиты расчетно-графической работы задача студента — показать углубленное понимание вопросов конкретной темы, хорошее владение материалом по теме.

Защита расчетно-графической работы проходит в форме индивидуальной беседы студента с преподавателем по основным положениям работы.

## Список рекомендуемой литературы

### *Перечень основной литературы:*

1. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения объектов : учебное пособие / Ю.Д. Сибикин. - Москва; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 357 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-3979-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469117>

2. Данилов, М.И. Инженерные системы зданий и сооружений (электроснабжение с основами электротехники) : учебное пособие / М.И. Данилов, И.Г. Романенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет». - Ставрополь : СКФУ, 2015. - 223 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=457214>

### *Перечень дополнительной литературы:*

1. Сибикин, Ю.Д. Основы проектирования электроснабжения промышленных и гражданских зданий : учебник / Ю.Д. Сибикин. - 6-е изд., перераб. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. - 508 с. : схем., табл., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-8608-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459494>