

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению контрольной работы по дисциплине
**«Приемники и потребители электроэнергии в системах
электрооборудования»**

для студентов направления подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Ставрополь
2026

1. Формулировка задания и его объем

Контрольная работа заключается в выполнении двух задач:

Задача №1: Определить годовые технические потери электроэнергии в кабельной линии электропередачи напряжением 0,38 кВ. Марка кабеля – АПВБбШНГ(А)-LS. Схема представлена на рисунке 1, исходные данные в таблице 1.



Рисунок 1 – Схема к задаче № 1

Задача №2: Определить годовые технические потери электроэнергии в трансформаторе. Схема представлена на рисунке 2, исходные данные в таблице 2.



Рисунок 2 – Схема к задаче № 2

Всего имеется 26 вариантов контрольных заданий.

Номер варианта выбирается в соответствии с порядковым номером

студента в списке группы.

Таблица 1 – Исходные данные к задаче №1

№ варианта	Годовое потребление электроэнергии, кВт·ч	Максимальная установленная (договорная) мощность, кВт	Коэффициент мощности $\cos\varphi$	Сечение КЛ, мм ²	Длина кабеля, м
1	45580	53,2	0,85	70	120
2	52140	58,6	0,84	95	130
3	82080	68,4	0,83	120	140
4	97760	75,2	0,82	150	150
5	64610	55,8	0,81	70	100
6	61400	62,3	0,91	95	110
7	90450	71,9	0,9	120	120
8	74820	78,1	0,89	150	130
9	65420	58,4	0,88	70	135
10	62210	66	0,87	95	145
11	91250	75,4	0,86	120	155
12	75620	81	0,96	150	165
13	66220	61	0,95	70	125
14	63000	69,7	0,94	95	135
15	92050	78,9	0,93	120	145
16	76420	83,9	0,92	150	150
17	67910	63,6	0,94	70	160
18	63800	73,4	0,95	95	170
19	92850	82,4	0,96	120	180
20	77220	86,8	0,97	150	140
21	99420	76,4	0,92	150	115
22	85410	79	0,91	150	125
23	78320	79,4	0,91	150	135
24	91460	78,5	0,89	120	125
25	65950	69,4	0,92	95	140
26	56420	59,7	0,87	95	135

Таблица 2 – Исходные данные к задаче №2

№ варианта	Годовое потребление электроэнергии, кВт·ч	Максимальная установленная (договорная) мощность, кВт	Коэффициент мощности $\cos\varphi$	Рабочее напряжение на высокой стороне трансформатора, кВ	Тип трансформатора
1	383400	85,2	0,85	10,2	ТМ-100
2	429520	153,4	0,84	10,25	ТМ-250
3	1273380	335,1	0,83	10,3	ТМ-400
4	1789200	426	0,82	10,35	ТМ-630
5	337051	78,4	0,81	10,4	ТМ-100
6	620963	141,1	0,91	10,45	ТМ-250
7	1387314	308,3	0,9	10,5	ТМ-400
8	1802832	391,9	0,89	10,55	ТМ-630
9	261905	90,3	0,88	10,6	ТМ-100
10	487812	162,6	0,87	10,65	ТМ-250
11	1101139	335,2	0,86	10,7	ТМ-400
12	1444992	451,6	0,96	10,75	ТМ-630
13	264290	80,5	0,95	10,8	ТМ-100
14	490266	144,2	0,94	10,85	ТМ-250
15	1102479	315	0,93	10,9	ТМ-400
16	1441584	400,4	0,92	10,95	ТМ-630
17	246761	93,7	0,94	11	ТМ-100
18	641212	168,7	0,95	10,1	ТМ-250
19	1437579	368,6	0,96	10,15	ТМ-400
20	1874400	468,6	0,97	10,05	ТМ-630
21	421740	93,7	0,83	10,6	ТМ-100
22	472472	168,7	0,82	10,7	ТМ-250
23	1400718	368	0,81	10,6	ТМ-400
24	1968120	469	0,8	10,2	ТМ-630
25	301191	94	0,9	10,2	ТМ-100
26	560984	170	0,89	10,3	ТМ-250

2. Общие требования к написанию контрольной работы. Требования к оформлению контрольной работы

Контрольная работа выполняется рукописным или машинописным шрифтом на листах стандартных размеров формата А4, заполненных с одной стороны. Все листы, кроме титульного, нумеруются. Необходимо оставить поля: слева для подшивки 25 – 30 мм, справа – 15 мм, снизу и сверху – 20 мм.

Контрольная работа должна содержать текст задания, исходные данные для расчета, ниже них приводятся решения с необходимыми пояснениями

Записи и формулировки должны быть точными и ясными. При численных значениях должны быть обязательно указаны единицы измерения.

В конце контрольной работы должны быть приведены список использованных источников.

3. Рекомендации по организации выполнения контрольной работы, примерный календарный план ее выполнения

Приступая к выполнению контрольной работы, студенты должны:

- уметь производить расчет технических потерь электроэнергии элементов и узлов систем электроснабжения;
- знать и уметь выбирать параметры основного электрооборудования;
- уметь давать оценку полученным результатам.

Выполненная работа сдается преподавателю не позже чем за неделю до установленного срока.

4. Порядок защиты и ответственность студента за выполнение контрольной работы

На защиту представляется работа, в которой учтены все замечания и указания, сделанные преподавателем. Исправление ошибок следует делать на обратной стороне листа или чистом листе. Не допускается стирать ошибки и листы заменять новыми.

Защита проходит в форме собеседования. Студент отвечает на вопросы преподавателя по теме домашнего задания. Работа считается защищенной, если студент успешно прошел собеседование. Контрольная работа оценивается «зачет» – «незачет».

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению лабораторных работ по дисциплине
«Приемники и потребители электроэнергии в системах
электрооборудования»
для студентов направления подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Ставрополь
2026

Содержание

Лабораторная работа №1. Определение коэффициента полезного действия асинхронного двигателя.....	3
Лабораторная работа №2. Исследование характеристик ламп накаливания	13
Лабораторная работа №3. Исследование характеристик галогенной лампы	21
Лабораторная работа №4. Исследование характеристик светодиодной лампы	29
Лабораторная работа №5. Исследование характеристик линейной люминесцентной лампы низкого давления с электронной пускорегулирующей аппаратурой	37
Лабораторная работа №6. Исследование характеристик компактной люминесцентной лампы низкого давления	45
Лабораторная работа №7. Обеспечение высоких коэффициента полезного действия и коэффициента мощности мало нагруженного асинхронного двигателя путем переключения его обмоток со схемы «треугольник» на схему «звезда»	53
Лабораторная работа №8. Уменьшение электрической мощности, потребляемой асинхронным двигателем насосной или вентиляционной системы, путем замены дроссельного способа регулирования расхода рабочей среды частотным	64
Лабораторная работа №9. Компенсация потребления реактивной мощности	77
Приложение 1	87
Приложение 2	94

Лабораторная работа №1. Определение коэффициента полезного действия асинхронного двигателя

1 Цель работы

Исследование параметров лампы накаливания, снятие и построение их характеристик.

2 Теоретическая часть

Преобразование электрической энергии в механическую в асинхронном двигателе, связано с потерями энергии, поэтому полезная мощность на выходе двигателя P_2 всегда меньше мощности на входе (потребляемой мощности) P_1 на величину потерь ΣP

$$P_2 = P_1 - \Sigma P \quad (1)$$

Потери в электрических машинах разделяются на основные и добавочные. Основные потери включают в себя магнитные, электрические и механические.

Магнитные потери P_M в асинхронном двигателе вызваны потерями на гистерезис и потерями на вихревые токи, происходящими в сердечнике ротора и статора при его перемагничивании. Величина магнитных потерь пропорциональна частоте перемагничивания

$$P_M = f^\beta, \quad (2)$$

где $\beta = 1,3-1,5$.

Частота перемагничивания сердечника статора равна частоте тока в сети ($f = f_1$), а частота переменного перемагничивания сердечника ротора $f = f_2 = f_1 s$. При частоте тока в сети $f_1 = 50$ Гц и номинальном скольжении $s_{ном} = 1-8\%$ частота перемагничивания ротора

$$f = f_2 = 2-4 \text{ Гц}, \quad (3)$$

т.е. магнитные потери в сердечнике ротора малы, и их на практике не учитывают.

Электрические потери вызваны нагревом обмоток статора и ротора

проходящими по ним токами. Величина этих потерь пропорциональна квадрату тока в обмотке (Вт):

– электрические потери в обмотке статора определяются как

$$P_{\text{эл}1} = m_1 I_1^2 r_1; \quad (5)$$

– электрические потери в обмотке ротора

$$P_{\text{эл}2} = m_2 I_2^2 r_2 = m_1 I_2'^2 r_2'; \quad (6)$$

где r_1 и r_2 – активные сопротивления обмоток фаз статора и ротора.

В асинхронных двигателях с фазным ротором дополнительно имеются электрические потери в щеточном контакте.

Механические потери $P_{\text{мех}}$ – это потери на трение в подшипниках и на вентиляцию. Величина этих потерь пропорциональна квадрату частоты вращения ротора

$$P_{\text{мех}} \approx n_2^2. \quad (6)$$

В асинхронных двигателях с фазным ротором механические потери происходят еще и за счет трения между щетками и контактными кольцами ротора.

Добавочные потери включают в себя все виды трудноучитываемых потерь, вызванных пульсацией магнитной индукции в зубцах и другими причинами. В соответствии с ГОСТом добавочные потери асинхронных двигателей принимают равными 0,5% от подводимой к двигателю мощности P_1 .

На рисунке 1 представлена энергетическая диаграмма асинхронного двигателя, из которой видно, что часть подводимой к двигателю мощности затрачивается в статоре на магнитные $P_{\text{м}}$ и электрические потери $P_{\text{эл}1}$. Оставшаяся электромагнитная мощность $P_{\text{эм}}$ передается на ротор, где расходуется на электрические потери $P_{\text{эл}2}$ и преобразуется в полную механическую мощность. Часть этой мощности идет на покрытие механических и добавочных потерь, а оставшаяся мощность P_2 – полезная мощность двигателя.

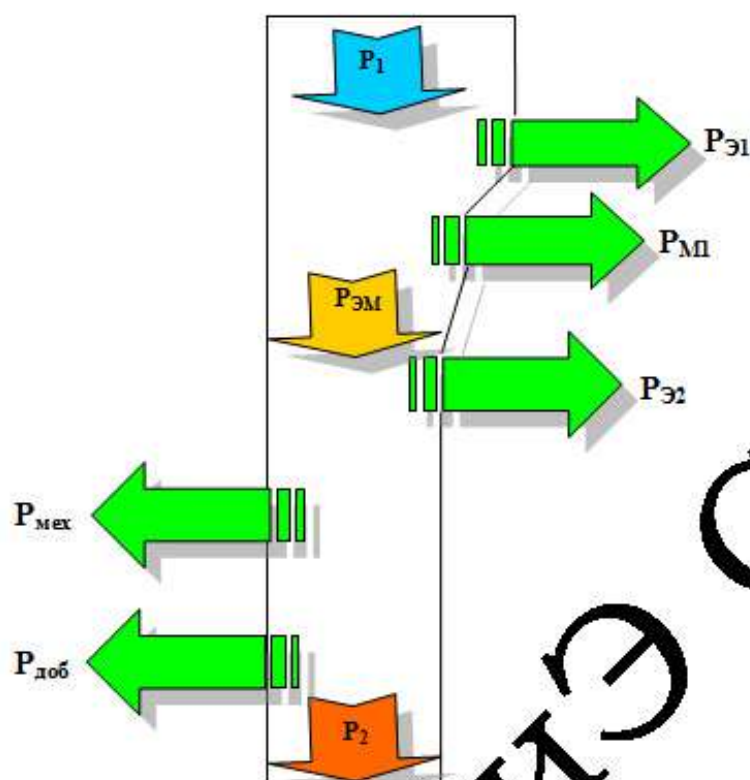


Рисунок 1 – Энергетическая диаграмма асинхронного двигателя

Электрические потери в обмотках являются переменными потерями, так как их величина зависит от нагрузки двигателя, то есть от значений токов в обмотках статора и ротора. Переменными являются и добавочные потери. Магнитные и механические потери практически не зависят от нагрузки. Коэффициент полезного действия (КПД) асинхронного двигателя определяется

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \cdot 100\%. \quad (7)$$

С изменением нагрузки КПД меняет свою величину:

- а) в режиме холостого хода КПД равен нулю;
- б) с ростом нагрузки КПД увеличивается, достигая максимума при нагрузке равной $(0,7 \div 0,8) P_{\text{ном}}$.

КПД трехфазных асинхронных двигателей общего назначения при номинальной нагрузке составляет (рисунок 2):

- а) для двигателей мощностью от 1 до 10 кВт $\eta = 75 \div 88 \%$;

б) для двигателей мощностью более 10 кВт $\eta = 90 \div 94 \%$.

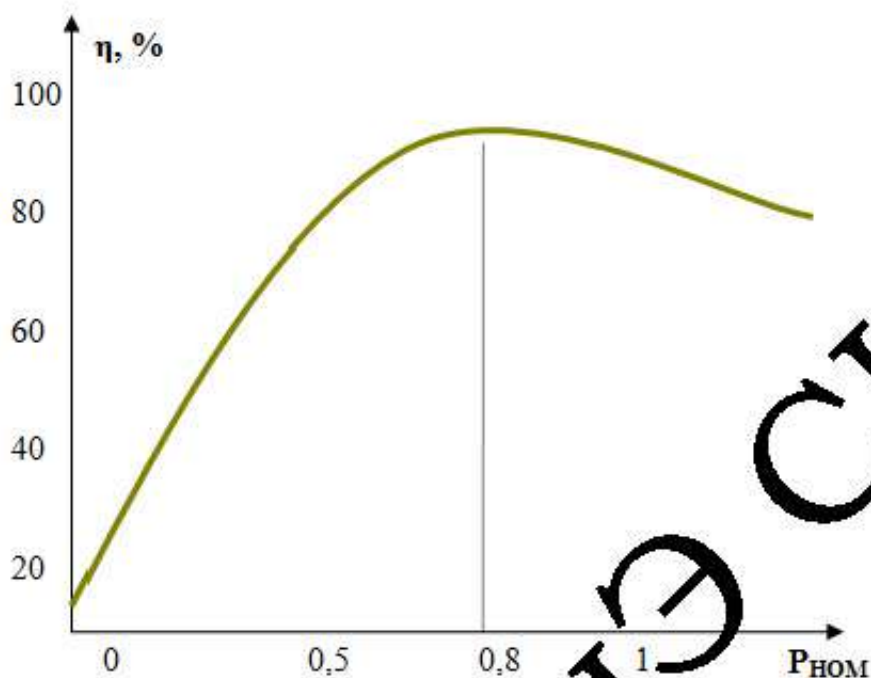


Рисунок 2 – Зависимость КПД асинхронных двигателей от нагрузки

Коэффициент полезного действия один из основных параметров асинхронного двигателя, который определяет его энергетические свойства – экономичность в процессе эксплуатации. Кроме того, КПД двигателя, а точнее величина потерь в нем, регламентирует температуру нагрева его основных частей и в первую очередь обмотки статора. По этой причине двигатели с низким КПД (при одинаковых условиях охлаждения) работают при более высокой температуре нагрева обмотки статора, что ведет к снижению их надежности и долговечности.

3 Оборудование и материалы

Учебный лабораторный стенд ЭССЭСП1-С-Р – «Энергосбережение в системах электроснабжения и электропотребления» предоставлен на рисунке 3, технические характеристики – в таблице 1, перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы – в таблице 2.

Таблица 1 – Технические характеристики стенда ЭССЭСИ-С-Р

Наименование	Параметры
Потребляемая мощность, В·А, не более	200
Электропитание: - от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками - напряжением, В - частота, Гц	220 ± 2250 0,5
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Габаритные размеры, мм, не более - длина (по фронту) - ширина (ортогонально фронту) - высота	920 850 600
Масса, кг, не более	100
Количество человек, которое одновременно и активно может работать на комплексе	2

Таблица 2 – Перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.2	~ 220 В / 3 А
G2	Однофазный источник питания	218.1	~ 220 В / 3 А
G3	Преобразователь частоты	217	0...100 Гц 3x220 В; 3 А
G4	Машина постоянного тока	101.2	90 Вт / 220 В / 0,56 А (якорь) / 2x110 В / 0,25 А (возбуждение)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120 Вт / ~ 220 В / 500 мин ⁻¹
A1	Автоматический однополюсный выключатель	359	~ 230 В / 0,5 А
A4	Активная нагрузка	306.4	~ 220 В / 0...30 Вт
A14	Выпрямитель	322.1	~ 400 В / 2 А
	Переключатель Y / Δ	2338	~ 380 В / 3 А
P1	Блок мультиметров	509.2	2 мультиметра 0...1000 В ≈ 0...10 А ≈ 0...20 МОм
P2	Измеритель мощностей	507.3	15; 60; 150; 300; 450 В / 0,1; 0,2; 0,5; 1 А.
P3	Указатель частоты вращений	506.3	2000...0...2000 мин ⁻¹

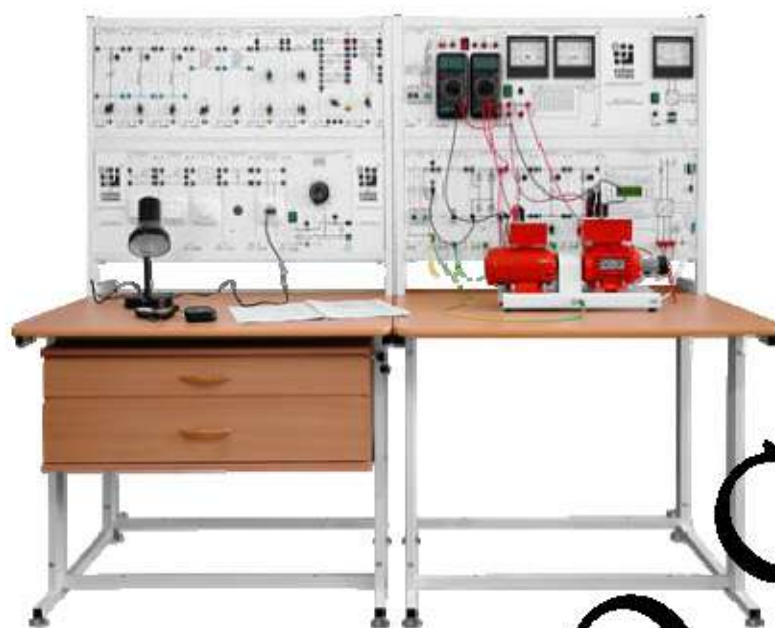


Рисунок 3 – Изображение лабораторного стенда ЭССЭСП1-С-Р

4 Указания по технике безопасности

1. Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с экспериментальной установкой и четко уяснить схему подачи и снятия напряжения со щита.

2. К работе на стендах допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры автоматизированных электроэнергетических систем и электроснабжения и ознакомившиеся с настоящими методическими указаниями. Прохождение инструктажа по технике безопасности фиксируется преподавателем в специальном журнале.

3. Лабораторная работа должна выполняться не менее чем двумя студентами.

4. Сборку схемы осуществлять исправными соединительными проводами, используя при этом приведенные в лабораторной работе принципиальные схемы экспериментов.

5. Собранный цепь проверяется преподавателем и может включаться только по его разрешению. О включении напряжения предупреждают всех членов бригады, выполняющих работу.

6. Изменения схемы производят только при выключенном напряжении на стенде, а вновь собранная схема перед подачей на нее напряжения проверяется преподавателем.

7. По окончании испытания или при перерыве в работе схему отключают от напряжения питания. Разборку схемы осуществляют по разрешению преподавателя.

8. При возникновении неисправностей, а также в случае появления запаха, свидетельствующего о возгорании электрических проводов или радиокомпонентов, следует незамедлительно прекратить работу с лабораторным стендом, выключив его из сети, и обратиться к преподавателю.

5 Задача

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините гнезда защитного заземления «Ⓢ» устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» однофазного источника питания G1.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, показанной на рисунке 4.

Отключите (если включен) выключатель A1.

Установите переключателями желаемые параметры нагрузок A4, A5 и A12, например, равными 50%.

Установите переключатель A14 в положение «Δ».

Включите источники G1 и G2.

Включите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.

Активизируйте используемые мультиметры.

В преобразователе частоты G6 кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» выберите режим работы «Эксперимент №1: Исследование режимов работы асинхронного двигателя».

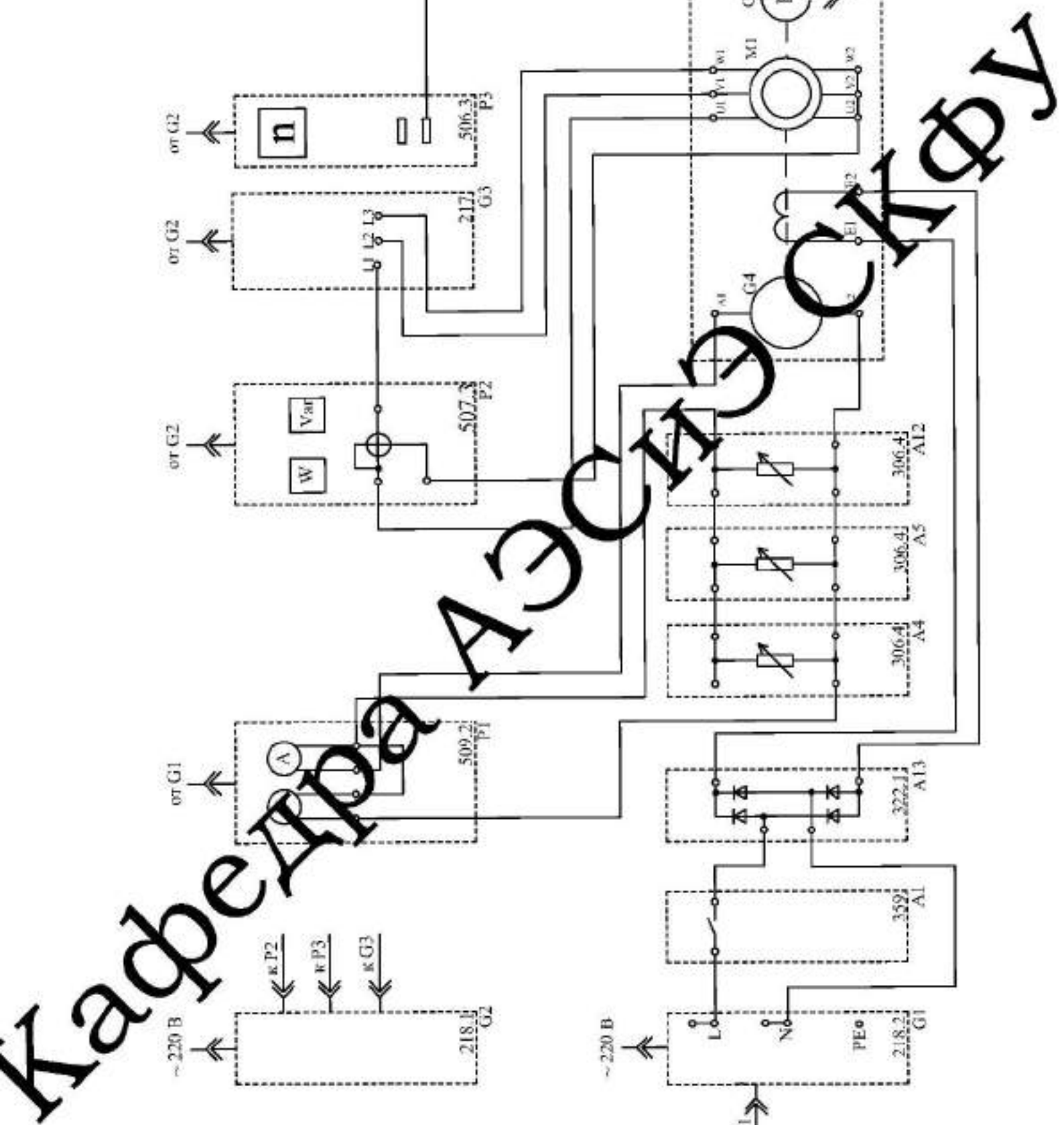


Рисунок 4 – Схема электрических соединений

Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ ИЗМЕНЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ», далее кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» и «ИЗМЕНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРА» выберите следующие значения параметров: U номинальное 220 В, тип характеристики – линейная, выход 1 – скорость, выход 2 – скорость, управление – ручное.

Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ».

Вращая регулировочную рукоятку, установите задание скорости вращения магнитного поля двигателя М1, например 157 рад/с (соответствует 1500 об/мин / 50 Гц). Нажмите кнопку «ВМЕРИД» и убедитесь, что электродвигатель М1 пришел во вращение и на дисплее преобразователя 63 по завершении разгона двигателя М1 отображается скорость вращения его магнитного поля -157 рад/с.

Включите выключатель А1.

С помощью мультиметров, включенных как вольтметр и амперметр, блока Р1 измерьте напряжение U_a и ток I_a статорной обмотки генератора G4.

С помощью измерителя Р2 измерьте величины потребляемых одной фазой двигателя М1 активной мощности P_{11} .

По завершении эксперимента отключите выключатель А1, выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте, источники G1 и G2.

Используя полученные, вычислите значения полезной активной мощности P_{11} полной потребляемой из сети активной мощности P_1 , и затем полезного коэффициента полезного действия η асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором по формулам:

$$P_2 = U_a \times I_a + 65 \times I_a^2, \quad (8)$$

$$P_1 = 3 \times P_{11}, \quad (9)$$

$$\eta = (P_2 / P_1) \times 100, [\%]. \quad (10)$$

6 Содержание отчета

Отчет выполняется каждым студентом индивидуально и предоставляется преподавателю. Отчет должен иметь титульный лист с указанием темы лабораторной работы, ФИО студента, номера группы и даты выполнения работы.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы;
2. Схема электрических соединений;
3. Таблицы с экспериментальными данными, результаты расчетов, необходимые графики, характеризующие зависимости, полученные в ходе измерений, и поясняющие рисунки;
4. Выводы по результатам работы, в которых должна быть дана оценка исследуемых явлений, подтверждения выполнения законов.

Кафедра АЭСИЭ СКФУ

Лабораторная работа №2. Исследование характеристик ламп накаливания

1 Цель работы

Исследование параметров ламп накаливания, снятие и построение их характеристик

2 Теоретическая часть

2.1 Общие сведения о лампах накаливания

Лампы накаливания (ЛН) представляют собой колбу, запаянную и заполненную вакуумом или инертным газом.

В колбе ЛН располагается вольфрамовая спираль, которая под воздействием электрического тока раскаляется до высоких температур (от 2600 до 3000 К), в результате чего излучает свет и тепло. Тепловое излучение имеет сплошной спектр и, чем выше температура нагрева тела накала, тем большая часть излучения попадает в видимую область.

При высоких температурах вольфрам практически окисляется и разрушается. Чтобы не произошло разрушения, нить накала помещают в герметично запаянную стеклянную колбу, из которой полностью откачен воздух. Однако в вакууме вольфрам при высоких температурах интенсивно испаряется и оседает на стенках колбы лампы, вызывая ее потемнение. Поэтому вакуумными делают лампы только небольшой мощности – до 25 Вт, у которых нить накала работает при сравнительно низких температурах (не выше 2500 К).

Для уменьшения испарения вольфрама колбы более мощных ламп после тщательной откачки наполняют инертным газом. Лампы с колбой, наполненной инертным газом, называются газонаполненными.

В более чем 95 % всех газонаполненных ламп используется технический аргон (86 % аргона и 14 % азота), при давлении 600–650 мм ртутного столба. Менее 5 % ламп делается с криптоновым наполнением. В

некоторых лампах с криптоновым наполнением нить накала выполняют в виде двойной спирали или биспирали.

Сегодня ЛН являются устаревшим источником света, так как обладают крайне низкой эффективностью. Большая часть потребляемой электрической энергии ЛН уходит в результате процессов теплопроводности и конвекции. Лишь малая доля излучения 10–15 % лежит в области видимого света, основная доля приходится на инфракрасное излучение.

К тому же, такие лампы имеют небольшой срок службы (не более 1000 часов) и малую светоотдачу. В основном данный тип ламп используется в качестве аварийного освещения.

Конструктивное исполнение ЛН представлено на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Конструкция лампы накаливания:

- 1 – крючки держатели нити накала; 2 – колба лампы; 3 – цоколь лампы;
4 – изоляция между контактами; 5 – нить накала; 6 – электроды; 7 – штенгель;
9 – контакты цоколя лампы

У обычных ламп накаливания цоколь выполняется резьбовым с наружным диаметром 14, 27 мм (обозначаются соответственно E14, E27):

- лампы мощностью до 60 Вт имеют резьбовой цоколь E14;
- мощностью от 15 до 95 Вт – E27.

Согласно Федеральному закону от 23.11.2009 № 261-ФЗ "Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности..." с 1 января 2011 г. к обороту на территории Российской Федерации не допускаются лампы накаливания мощностью 100 Вт и более.

Основные технические характеристики ЛН:

1. Диапазон мощностей от 25 до 95-97 Вт;
2. Температура накала вольфрамовой нити в пределах 3000 градусов;
3. Световая отдача от 9 до 19 Лм/1 Вт;
4. Номинальное напряжение 220-230 В и 127В;
5. Частота 50 Гц;
6. Размер цоколя -14 мм (E27), 27 мм (E27), 40 мм (E40);
7. Ресурс работы около 1000 часов;
8. Цоколь резьбовой, штифтовой одно- и двухкантный.

В маркировке ламп присутствуют одна или две буквы, обозначающие тип лампы (В – вакуумная, Б – с аргонным наполнением и биспиральной нитью накала, БК – с криптоновым наполнением и биспиральной нитью накала, МО – для местного освещения). После букв указывается диапазон рабочих напряжений в вольтах и через дефис – мощность в ваттах (например, БК 215-225-60).

На сегодняшний день существует широкий ассортимент ламп, которые разделяются по следующим признакам:

- 1) форма колбы (круглая или грушевидная; узкие модели в виде свечей);
- 2) покрытие колбы (прозрачное, зеркальное, матовое);
- 3) назначение (общее, местное, кварцевогалогенные);
- 4) наполнитель колбы (аргон, ксенон, криптон, галоген и т.д.).

Лампы с прозрачным покрытием наиболее распространенные (смотри рисунок 1.2). Такие изделия самые дешевые и наименее эффективные, т.к. световой поток рассеивается неравномерно.

Зеркальные колбы более эффективные, т.к. покрытие создает

направленный световой поток. Пользуются популярностью освещения витрин и торговых залов.

Матовые делают освещение более мягким и рассеянным, благодаря чему создают благоприятные условия для работы и отдыха при включении света. Лампы местного освещения работают при напряжении 12-24-38 В, что необходимо для создания безопасных условий труда. Применяются для освещения смотровой ямы при монтаже электропроводки в гараже.



Рисунок 1.2 – Покрывтие колбы:

а) прозрачное; б) зеркальное; в) матовое.

Достоинствами ламп накаливания являются:

1) малая стоимость, простота схем включения (не требуется использование пускорегулирующей аппаратуры);

2) компактность;

3) мгновенное включение – номинальный световой поток ламп устанавливается сразу же после подачи на них напряжения;

4) практически независимость параметров от температуры окружающей среды;

5) сплошной спектр излучения, обеспечивающий хорошую цветопередачу.

Основные недостатки ламп накаливания:

- 1) низкая световая отдача; относительно небольшой срок службы;
- 2) сильная зависимость световых и эксплуатационных параметров от колебаний сетевого напряжения;
- 3) большая доля теплового излучения в спектре ламп;
- 4) большие броски тока в момент включения. Ток в момент включения в 12–15 раз превышает установившиеся значения. Длится такой бросок всего 0,1–0,2 секунды, но создает большие нагрузки на электрические сети.

3 Оборудование и материалы

Учебный лабораторный стенд НТЦ–20.02 представлен на рисунке 1.3. Техническая характеристика стенда отображена в таблице 1.1.



Рисунок 1.3 – Изображение лабораторного стенда НТЦ-20.02

Таблица 1.1 – Технические характеристики стенда НТЦ-20.02

Наименование	Параметры
Питание	~50Гц 220В однофазная
Габаритные размеры:	
Ширина, мм	1260
Высота, мм	1470
Глубина, мм	610
Масса оборудования, кг., не более	60

4 Указания по технике безопасности

Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с экспериментальной установкой и четко уяснить схему подачи и снятия напряжения со стенда.

5 Задание

Перед началом проведения лабораторной работы необходимо изучить руководство по эксплуатации и по проведению измерений люксметра и ваттметра. Руководство по эксплуатации смотри в Приложении 1.

Установить в светильник HE1 лампу накаливания. Подключить вилку кабеля светильника HE1 в розетку X1 (внутри светонепроницаемой встроеной камеры). Подготовить люксметр к измерению освещенности, разместив его чувствительный элемент на столе внутри камеры. Установить ручку ЛАТРа TV1 в положение «0В».

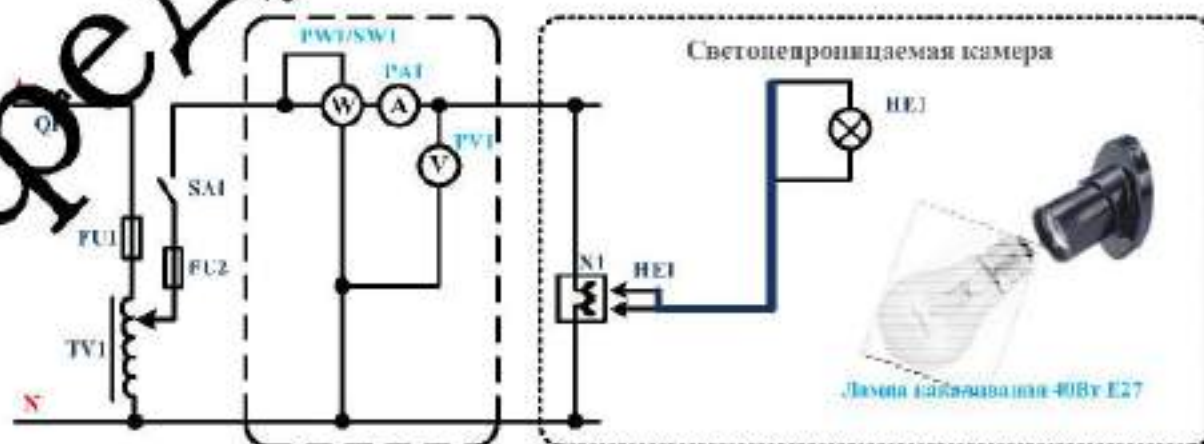


Рисунок 1.4 – Электрическая схема лабораторной №2

Включить автоматические выключатели $QF1$ и $QF2$. Включить ЛАТР $TV1$ тумблером $SA2$. Контролировать показания многофункционального ваттметра $PV1$, $PA1$, $PW1$, $\cos\varphi$, $SW1$ на лицевой панели стенда путем последовательного переключения режима индикации. Зафиксировать ток, напряжение и мощность. Плавно поворачивая ручку ЛАТРа по часовой стрелке увеличить напряжение до 20В. Зафиксировать ток I , напряжение U и мощность W . Повторить измерения поворачивая ручку ЛАТРа по часовой стрелке и последовательно увеличивая напряжение на 10÷20В. Отдельно зафиксировать измерения при которых нить лампы станет накаляться (приобретет темно-красный оттенок). Контролировать свечение лампы накаливания внутри камеры, открыв металлическую дверцу. Когда свечение лампы станет достаточно интенсивным, чтобы хотя бы слегка освещать камеру, необходимо закрыть дверцу камеры и фиксировать в дополнение к остальным измерениям еще и освещенность E . Продолжить измерения пошагово последовательно увеличивая напряжение на 20В до величины 220÷230В.

Выключить тумблер $SA2$. Плавно повернуть ручку ЛАТРа $TV1$ в положение «0В». Отключить автоматические выключатели $QF1$ и $QF2$.

По полученным данным построить зависимости $I = f(U)$, $E = f(U)$, $E = f(W)$ и сделать заключение.

Таблица 1.1. Результаты проведенных измерений

I, A	U, B	W, Bt	$E, Лк$

6 Содержание отчета

Отчет должен иметь титульный лист с указанием темы лабораторной работы, ФИО студента, номера группы и даты выполнения работы.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы;

2. Электрические схемы;
3. Таблицы с экспериментальными данными, результатами расчетов, необходимыми графиками и поясняющими рисунками;
4. Выводы.

7 Контрольные вопросы

1. Принцип действия лампы накаливания.
2. Что используется в качестве тела накала лампы?
3. С какой целью колбу лампы накаливания наполняют газом?
4. Чем обусловлена нелинейность ВАХ лампы накаливания?
5. Как изменяются освещенность относительно напряжения и потребляемой мощности?

Кафедра АЭСИЭ СКФУ

Лабораторная работа №3. Исследование характеристик галогенной лампы

1 Цель работы

Исследование рабочих параметров галогенных ламп, снятие и построение функциональных зависимостей приведенных параметров.

2 Теоретическая часть

Галогенная лампа – это лампа накаливания, выполненная в виде кварцевой колбы, наполненной инертным газом с добавкой галогенов или их соединений, обеспечивающих замедленное испарение тела накаливания.

Из всех современных источников света галогенные лампы обладают наиболее качественной цветопередачей. Кроме того, галогенные лампы отличаются большой яркостью и направленным излучением. Их, конечно, только условно можно назвать энергосберегающими, тем не менее, по сравнению с лампами накаливания они имеют в несколько раз большую световую отдачу и удвоенный срок службы.

Данные лампы применяют в прожекторах (освещение охраняемых участков – автостоянок, производственной или строительной территории), осветительных системах помещений: офисов, частного жилья, музеев, галерей, в оборудовании для видео и фотосъемки, автомобилестроении.

Конструктивное исполнение низковольтной капсульной (а), с отражателем для встраиваемых светильников (б) и под цокольный патрон с резьбой Эдисона ламп представлено на рисунке 2.1.

Принцип действия галогенных ламп накаливания заключается в образовании на стенке колбы летучих соединений – галогенидов вольфрама, которые испаряются со стенки, разлагаются на теле накала и возвращают ему, таким образом, испарившиеся атомы вольфрама. Галогенная добавка в лампах накаливания с вольфрамовым телом накала вызывает замкнутый химический цикл.

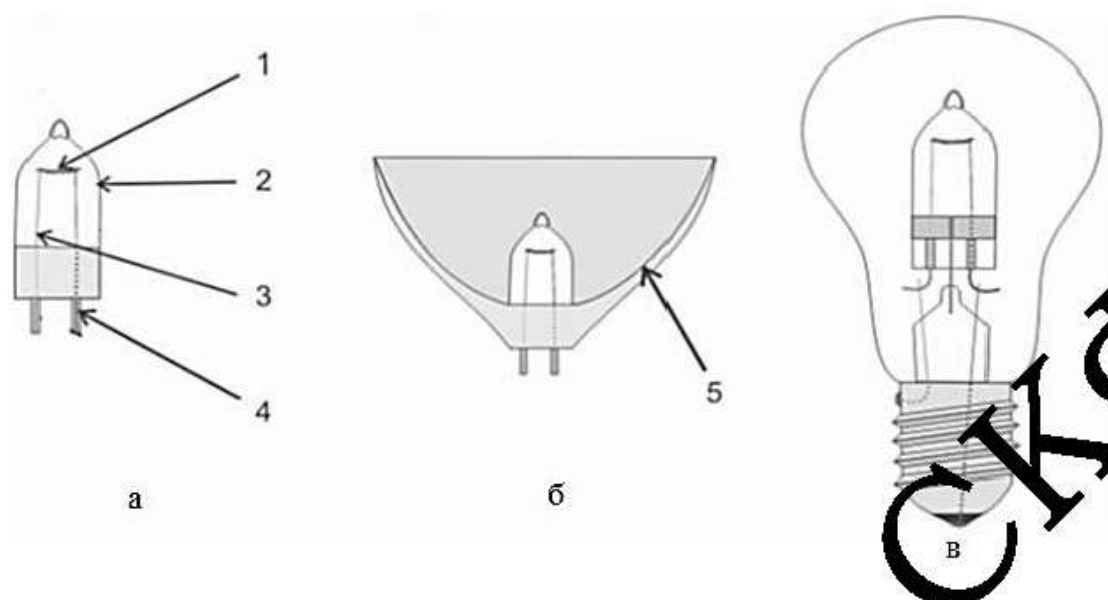


Рисунок 2.1 – Конструкция галогенной лампы:

- 1 – вольфрамовая нить; 2 – стеклянная колба; 3 – электроды;
4 – контактная группа; 5 – отражатель (рефлектор)

Йодно-вольфрамовый цикл способствует осаждению вольфрама на колбе, но не обеспечивает возвращение его частиц в дефектные участки тела накала. Поэтому механизм перегорания тела накала в йодных лампах остается таким же, как и в обычных лампах накаливания.

Основные технические характеристики ГЛ:

1. Диапазон мощности от 1Вт до 20 кВт;
2. Номинальное напряжение 6/12/24/110/230 В;
3. Световая отдача от 15-22 Лм/1 Вт;
4. Номинальное напряжение 220-230 В и 127В ;
5. Частота 50 Гц;
6. Размер цоколя 17 мм (E17 миньон) и 27 мм(E27 стандарт);
7. Срок службы, $T = 2000-4000$ часов.

В маркировке ламп присутствуют несколько букв, обозначающие тип лампы (К – кварцевая, М – малогабаритная, А – автомобильная, С – самолётная, Д – дифференциального излучения, И – с интерференционным отражателем, К – с концентрированным телом накала, МН – миниатюрная, Т– термоизлучатель, О – с отогнутыми концами, Э – с

эллипсоидным отражателем). Далее цифры, указывающие номинальное напряжение, и через дефис – мощность лампы.

Пример маркировки представлен на рисунке 2.2.

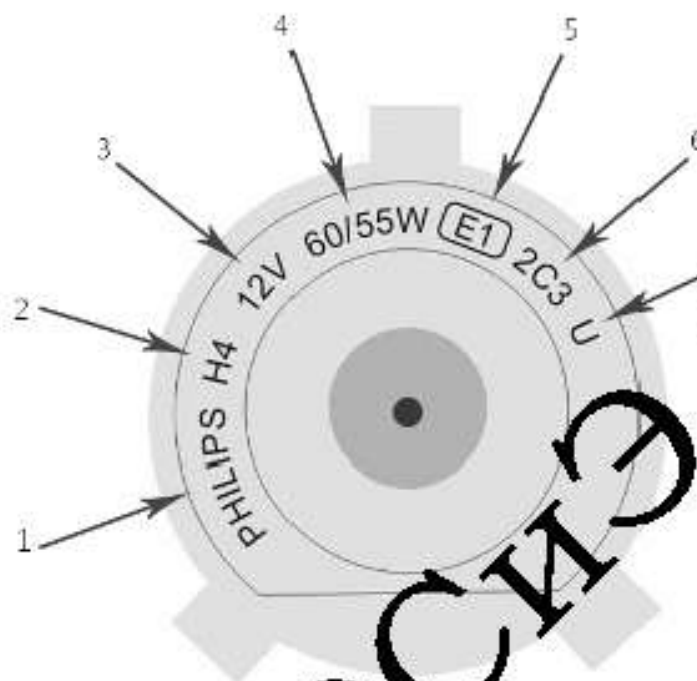


Рисунок 2.2 – Пример маркировки галогенной лампы

- 1 – производитель; 2 – тип лампы; 3 – напряжение; 4 – мощность лампы;
5 – страна утверждения (сертификация); 6 – номер утверждения;
7 – тип лампы (U-галогеновая)

На сегодняшний день существует следующие виды ламп:

- линейная галогенная лампа состоит из кварцевой трубки с выводами с обеих сторон. Нить накала поддерживается в лампе при помощи специальных кронштейнов из проволоки. Мощность линейных галогенных ламп составляет от 1 до 20 кВт. Применяются для прожекторного освещения;
- галогенная лампа с внешней колбой по сравнению лампами накаливания дает свет с более высокой цветовой температурой (2900 – 3000 К) и имеют более качественную цветопередачу;
- галогенные лампы с отражателями характеризуются различными

углами излучения, на 6, 12 или 24 В. Используют при организации точечного направленного освещения;

– капсульные (пальчиковые) галогенные лампы тип ламп имеют небольшие размеры, выпускаются с поперечными и продольными телами накала. Такие лампы используются в открытых светильниках без защитных стекол.

Вид галогенных ламп представлен на рисунке 2.3.



Рисунок 2.3 – Виды галогенных ламп:

- 1 – капсульные; 2 – с внешней колбой; 3 – с отражателем;
4 – капсульные (пальчиковые).

Достоинствами галогенных ламп:

- 1) малая стоимость;
- 2) компактность;
- 3) относительно долгий срок эксплуатации (в 2 раза выше, чем у ламп накаливания);
- 4) умеренный расход электроэнергии;
- 5) повышенную механическую прочность и термостойкость благодаря

кварцевому исполнению оболочки.

б) повышенная светоотдача.

Недостатки галогенных ламп:

1) выходят из строя при перепадах напряжения;

2) нагреваются до высоких температур;

3) категорически запрещается дотрагиваться к лампочке руками, т.

это может значительно сократить срок службы.

3 Оборудование и материалы

Учебный лабораторный стенд НТЦ-20.02 представлен на рисунке 2.4.

Техническая характеристика стенда отображена в таблице 2.1.



Рисунок 2.4 – Изображение лабораторного стенда НТЦ-20.02

Таблица 2.1 – Технические характеристики стенда НТЦ–20.02

Наименование	Параметры
Питание	~50Гц 220В однофазная
Габаритные размеры:	
Ширина, мм	1260
Высота, мм	1470
Глубина, мм	610
Масса оборудования, кг., не более	60

4 Указания по технике безопасности

Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с правилами техники безопасности, а также с экспериментальной установкой и четко уяснить схему подачи и снятия напряжения со стенда.

5 Задание

Убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания. Подготовить люксметр Приложение 1 к измерению освещенности, разместив его чувствительный элемент на столе внутри камеры. Требуемая схема для проведения работы показана на рисунке 2.5.

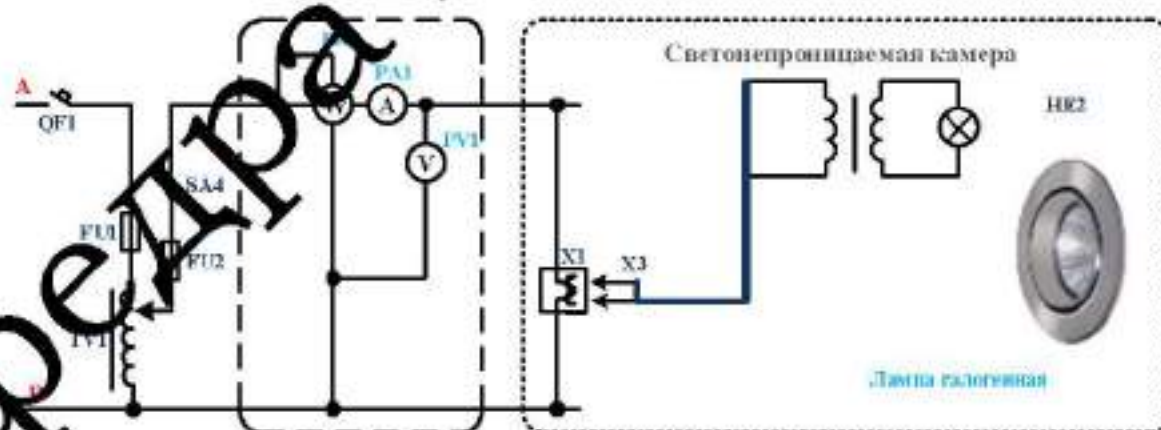


Рисунок 2.5 – Электрическая схема лабораторной № 3

Подключить вилку кабеля X3 галогенной лампы в розетку X1(внутри светонепроницаемой встроенной камеры). Установить тумблер SA4 в нижнее положение «откл.». Установить ручку ЛАТРа ТУ1 в положение «0В».

Включить автоматические выключатели $QF1$ и $QF2$. Включить ЛАТР $TV1$ тумблером $SA2$. Контролировать показания многофункционального ваттметра $PV1$, $PA1$, $PW1$, $\cos\varphi$, $SW1$ на лицевой панели стенда путем последовательного переключения режима индикации. Зафиксировать ток, напряжение и мощность.

Плавное поворачивая ручку ЛАТРа по часовой стрелке увеличивая напряжение до 20В. Зафиксировать ток, напряжение и мощность. Повторить измерения поворачивая ручку ЛАТРа по часовой стрелке и последовательно увеличивая напряжение на 10÷20В. Контролировать свечение галогенной лампы внутри камеры, открыв металлическую дверцу. Отдельно зафиксировать измерения, при которых свечение галогенной лампы станет достаточно интенсивным - чтобы хотя бы слегка освещать камеру. При этом необходимо закрыть дверцу камеры и зафиксировать в дополнение к остальным измерениям еще и освещенность E . Продолжить измерения пошагово последовательно увеличивая напряжение на 20В до величины 220÷230В.

Выключить тумблер $SA2$. Плавное повернуть ручку ЛАТРа $TV1$ в положение «0В». Отключить автоматические выключатели $QF1$ и $QF2$.

Полученные результаты занести в таблицу 2.2, а также построить зависимости $I = f(U)$, $P = f(U)$, $E = f(W)$ и сделать заключение.

Таблица 2.2 Результаты проведенных измерений

I, A	U, B	W, Bt	$E, Лк$

6 Содержание отчета

Отчет должен иметь титульный лист с указанием темы лабораторной работы, ФИО студента, номера группы и даты выполнения работы.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы;
2. Электрические схемы;

3. Таблицы с экспериментальными данными, результатами расчетов, необходимыми графиками и поясняющими рисунками;
4. Выводы.

7 Контрольные вопросы

1. Какие типы галогенных ламп вы знаете. Различие между ними.
2. Принцип работы галогенной лампы.
3. Рабочие параметры галогенной лампы. Каково влияние на лампу оказывает изменение параметров источника питания.
4. Достоинства и недостатки галогенных ламп. Область применения.
5. Влияние на окружающую среду и зрение человека.

Кафедра АЭСИЭ СКФУ

Лабораторная работа №4. Исследование характеристик светодиодной лампы

1 Цель и содержание

Исследование параметров светодиодной лампы, снятие и построение ее характеристик

2 Теоретическое обоснование

2.1 Основные сведения о светодиодных лампах

Светодиодная лампа – это полупроводниковое устройство, которое способно создавать оптическое излучение различной интенсивности при подключении через него электрического тока в прямом направлении.

Основу светодиода составляет полупроводниковый кристалл 1, который расположен на металлическом основании 2 (подложке). В качестве основания выступает катод 3. Также основание служит для отведения тепла, поддерживая тем самым стабильную работу светодиода. Кристалл соединяется посредством тонкой проволоки с анодным выводом 4, объединяя оба проводника с разными типами проводимости. Полупроводниковый материал окружен отражателем 5, который направляет свет в одну сторону.

Данная конструкция помещена в корпус 6, выполненного из прозрачного эпоксидного компаунда или поликарбоната. Корпус защищает кристалл от внешних воздействий. Верхняя часть корпуса, выполняется в виде купола с определенной кривизной и выполняет роль линзы, формирующей световой пучок. От формы линзы зависит угол рассеивания светового потока: «Чем более плоская линза, тем шире угол рассеивания и наоборот, чем выпуклей – более узкий световой поток. Устройство светодиода приведено на рисунке 3.1.

В изготовлении кристалла светодиода используются различные полупроводниковые материалы, которые приведены на рисунке 3.2. От материала, из которого изготовлен кристалл светодиода, зависит спектр его

свечения.

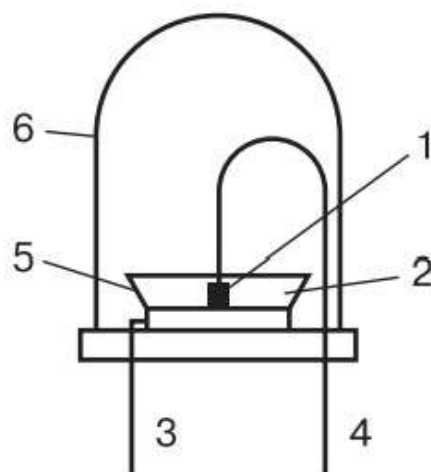


Рисунок 3.1 – Устройство светодиода

Цвет	Длина волны, нм	Напряжение, В	Материал проводника
Инфракрасный	$\lambda > 760$	$U < 1,9$	Арсенид галлия (GaAs) Алюминий-галлия арсенид (AlGaAs) Алюминий-галлия арсенид (AlGaAs) Галлия арсенид-фосфид (GaAsP) Алюминий-галлия-индия фосфид (AlGaInP) Галлия(III) фосфид (GaP) Галлия фосфид-арсенид (GaAsP)
Красный	$610 < \lambda < 760$	$1,63 < U < 2,03$	Алюминий-галлия-индия фосфид (AlGaInP) Галлия(III) фосфид (GaP) Галлия арсенид-фосфид (GaAsP)
Оранжевый	$590 < \lambda < 610$	$2,03 < U < 2,10$	Алюминий-галлия-индия фосфид (AlGaInP) Галлия(III) фосфид (GaP) Галлия арсенид-фосфид (GaAsP)
Жёлтый	$570 < \lambda < 590$	$2,10 < U < 2,18$	Алюминий-галлия-индия фосфид (AlGaInP) Галлия(III) фосфид (GaP) Индия-галлия нитрид (InGaN) Галлия(III) нитрид (GaN) Галлия(III) фосфид (GaP)
Зелёный	$500 < \lambda < 570$	$1,9 < U < 4,0$	Алюминий-галлия-индия фосфид (AlGaInP) Алюминий-галлия фосфид (AlGaP) Селенид цинка (ZnSe) Индия-галлия нитрид (InGaN)
Голубой	$450 < \lambda < 500$	$2,48 < U < 3,7$	Карбид кремния (SiC) в качестве субстрата Кремний (Si) в качестве субстрата (в разработке) Индия-галлия нитрид (InGaN)
Фиолетовый	$400 < \lambda < 450$	$2,76 < U < 4,0$	Индия-галлия нитрид (InGaN)
Пурпурный	Смесь нескольких спектров	$2,48 < U < 3,7$	Двойной: синий/красный диод, синий с красным люминофором, или белый с пурпурным пластиком
Ультрафиолетовый	$\lambda < 400$	$3,1 < U < 4,4$	Алмаз (235 nm) Нитрид бора (215 nm) Нитрид алюминия (AlN) (210 nm) Нитрид алюминия-галлия (AlGaInN) (менее 210 nm)
Белый	Широкий спектр	$U \approx 3,5$	Синий/ультрафиолетовый диод с люминофором

Рисунок 3.2 – Цвет и материал полупроводника

Принцип работы светодиода основывается на использовании электромагнитного излучения. Преобразование электрического тока в световой поток происходит в кристалле, который состоит из полупроводников с разным типом проводимости. Материал с *p*-проводимостью получают путем его легирования электронами, а материал с *n*-проводимостью – дырками.

В итоге, в смежных слоях образуются дополнительные носители заряда противоположной направленности. Во время подачи прямого напряжения на кристалл через выводы 3 и 4 (на рисунке 3.1) электроны и дырки приступают к движению в сторону *p-n*-перехода. Заряженные частицы, преодолевая барьер, рекомбинируют, в результате чего начинается электрический ток. Процесс рекомбинации дырок и электронов в зоне *p-n*-перехода сопровождается выделением энергии в виде фотонов. Чтобы поток фотонов излучал видимый свет, намерено подбирают материал так, что длина волны фотонов располагалась в пределах видимой области цветового спектра.

К основным характеристикам светодиода можно отнести параметры, которые отображены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Основные характеристики светодиодов

Характеристика	Единица измерения	Определение / дополнение
Сила света,	кд	Количественная величина потока излучения, приходящегося на единицу телесного угла в пределах его распространения.
Мощность излучения	Вт	Энергетическая характеристика потока излучения. Представляет собой интеграл мощности излучения по длинам волн спектра излучения.
Световой поток	лм	Мощность излучения источника света, воспринимаемая человеческим глазом.
Рабочая температура	°C	Температура, при которой предусмотрена работа данного устройства, для светодиодный чипов составляет обычно от -40 до +85 °C
Угол обзора	градус	В качестве нормирующей характеристики принят угол излучения половиной яркости, который определяет сектор диаграммы, в пределах которого интенсивность излучения составляет не менее половины максимального значения

Продолжение таблицы 3.1

Характеристика	Единица измерения	Определение / дополнение
Прямой рабочий ток, рабочий ток,	А	Рабочий ток, на котором работает светодиода
Пиковое значение тока,	А	Максимально возможное значение тока, протекающее через светодиодный чип/светодиод.
Обратное напряжение	В	Допустимое обратное напряжение, прикладываемое к светодиодному чипу, светодиоду для оценки величины обратного тока.
Обратный ток,	А	Ток, протекающий через светодиод при приложении к нему обратного напряжения
Прямое напряжение	В	Прямое падение напряжение на светодиоде при рабочем токе.
Срок службы	час	Обычно подразумевается время, в течение которого уровень светового потока от светодиодного источника излучения снизится до 80–70% от первоначального значения.

Вольтамперная характеристика светодиода в прямом направлении нелинейна. Светодиод начинает проводить ток с некоторого порогового напряжения. Как видно из рисунка 3.3, в рабочих режимах ток пропорционально зависит от напряжения. От тока зависит яркость светодиода. Если превысит допустимый предел тока, то светодиода перегреется, что приведет к его ускоренному старению.

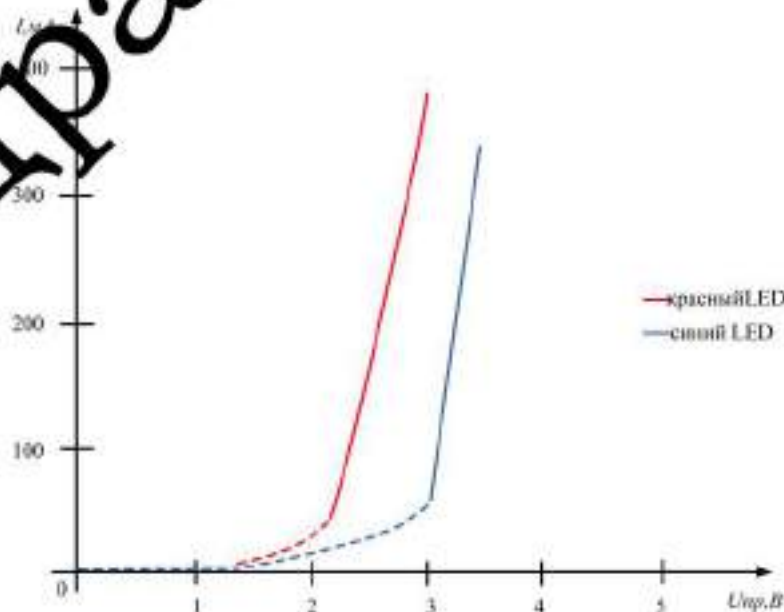


Рисунок 3.3 – Зависимость силы тока от напряжения питания светодиода

Преимущества светодиодов:

- высокий срок эксплуатации в 30 раз больше по сравнению с лампами накаливания;
- низкое энергопотребление по сравнению с традиционными лампами накаливания;
- безопасность использования;
- малые размеры.
- отсутствие ртутных паров (в сравнении с люминесцентными лампами).
- отсутствие ультрафиолетового излучения и малое инфракрасное излучение.
- при запуске они не требуются длительного прогрева;
- устойчивость к повреждениям и перепадам температур;
- незначительное тепловыделение.

Недостатки светодиодов:

- высокая цена;
- неприятный спектр излучения для глаз.

3. Аппаратура и материалы

Учебный лабораторный стенд НТЦ–20.02 предоставлен на рисунке 3.4. Техническая характеристика стенда отображена в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Технические характеристики стенда НТЦ–20.02

Наименование	Параметры
Питание	~50Гц 220В однофазная
Габаритные размеры:	
Ширина, мм	1260
Высота, мм	1470
Глубина, мм	610
Масса оборудования, кг., не более	60



Рисунок 3.4 – Изображение лабораторного стенда НТЦ-20.02

4. Указания по технике безопасности

Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с экспериментальной установкой и четко уяснить схему подачи и снятия напряжения со стенда.

5. Методика и порядок выполнения работы

Перед началом проведения лабораторной работы необходимо изучить руководство по эксплуатации и по проведению измерений люксметра и ваттметра. Руководство по эксплуатации смотри в Приложении 1.

Установить в светильник *HE1* светодиодной лампы. Подключить вилку кабеля светильника *HE1* в розетку *X1* (внутри светонепроницаемой встроенной камеры). Подготовить люксметр к измерению освещенности, разместив его чувствительный элемент на столе внутри камеры. Установить ручку ЛАТРа *TV1* в положение «0В».

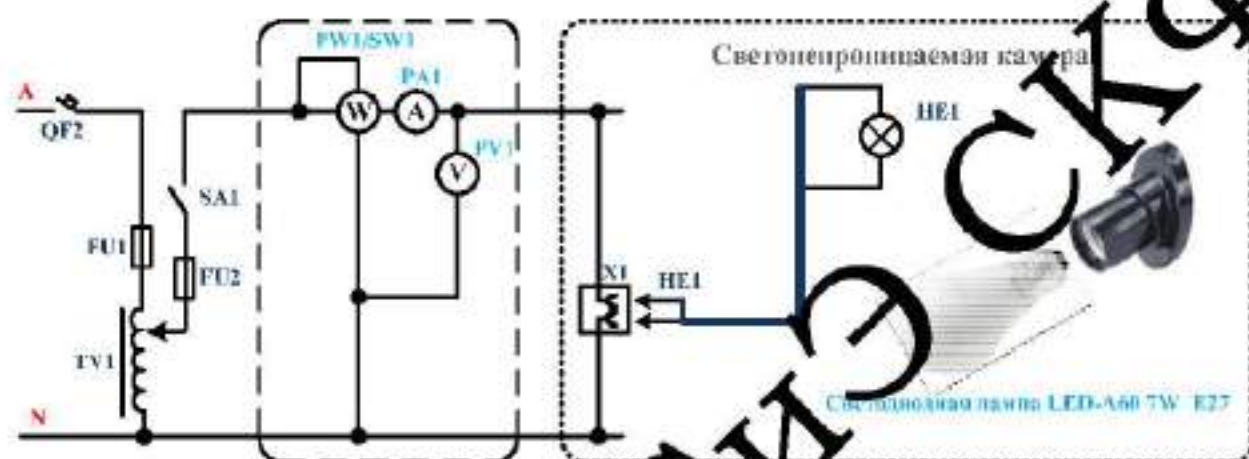


Рисунок 3.5 – Электрическая схема лабораторной №4

Включить автоматические выключатели *QF1* и *QF2*. Включить ЛАТР *TV1* тумблером *SA2*. Контролировать показания многофункционального ваттметра *PV1*, *PA1*, *PW1*, $\cos\phi$, *SW1* на лицевой панели стенда путем последовательного переключения режима индикации. Зафиксировать ток, напряжение и мощность. Плавное поворачивая ручку ЛАТРа по часовой стрелке увеличить напряжение до 50В. Зафиксировать ток *I*, напряжение *U* и мощность *W*. Повторить измерения поворачивая ручку ЛАТРа по часовой стрелке и последовательно увеличивая напряжение на 10÷20В. Контролировать свечение светодиодной лампы внутри камеры, открыв металлическую дверцу. Отдельно зафиксировать измерения при которых возникнет свечение светодиодной лампы и при котором оно станет достаточно интенсивным - чтобы хотя бы слегка освещать камеру. При этом необходимо закрыть дверцу камеры и фиксировать в дополнение к остальным измерениям еще и освещенность *E*. Продолжить измерения пошагово последовательно увеличивая напряжение на 20В до величины 220÷230В.

Выключить тумблер $S42$. Плавню повернуть ручку ЛАТРа $TV1$ в положение «0В». Отключить автоматические выключатели $QF1$ и $QF2$.

По полученным данным построить зависимости $I = f(U)$, $E = f(U)$, $E = f(W)$ и сделать заключение.

Таблица 3.2 – Результаты проведенных измерений

I, A	U, В	W, Вт	E, Дж

6 Содержание отчета и его форма

Отчет должен иметь титульный лист с указанием темы лабораторной работы, ФИО студента, номера группы и даты выполнения работы.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы;
2. Электрические схемы;
3. Таблицы с экспериментальными данными, результатами расчетов, необходимыми графиками и поясняющими рисунками;
4. Выводы.

Вопросы для защиты работы

1. Приведите устройство и принцип действия светодиода.
2. Какие полупроводниковые материалы применяются при изготовлении светодиода?
3. От чего зависит цвет излучения светодиодных ламп?
4. Как изменяются сила тока от напряжения светодиода?
5. В чем преимущества светодиодных источников света?

Лабораторная работа №5. Исследование характеристик линейной люминесцентной лампы низкого давления с электронной пускорегулирующей аппаратурой

1 Цель работы

Построение характеристик линейной люминесцентной лампы низкого давления с электронной пускорегулирующей аппаратурой.

2 Теоретическая часть

Линейная люминесцентная лампа (ЛЛ) – газоразрядный источник света низкого давления прямой, кольцевой или U-образной формы в котором видимый свет излучается в основном люминофором, который, в свою очередь, светится под воздействием ультрафиолетового излучения разряда; сам разряд тоже излучает видимый свет, но в значительно меньшей степени. ЛЛ нашли широкое применение в освещении общественных зданий: школ, больниц, офисов, производственных помещений. Наиболее целесообразно применение для общего освещения, прежде всего помещений большой площади, что позволяет улучшить условия освещения и при этом снизить потребление энергии на 50–83%. ЛЛ так же применяются и в местном освещении рабочих мест, в световой рекламе, подсветке фасадов.

Конструктивное исполнение представлено на рисунке 4.1.

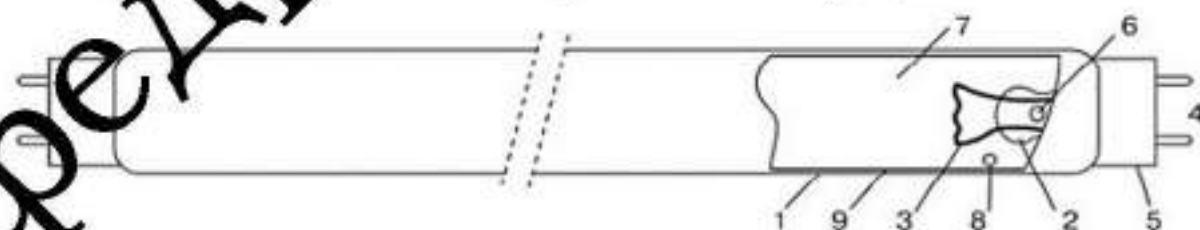


Рисунок 4.1 – Конструкция люминесцентной лампы:

1 – стеклянная цилиндрическая колба; 2 – стеклянная ножка; 3 – электроды; 4 – контактные штырьки; 5 – цоколь; 6 – штенгель (отверстие для откачивания воздуха из колбы); 7 – инертный газ; 8 – капля ртути; 9 – люминофор

Под действием электронного напряжения (поля), приложенного к

электродам, в лампе появляется газовый разряд. При всем этом проходящий через пары ртути ток вызывает ультрафиолетовое излучение.

Уф-излучение, воздействуя на люминофор, принуждает его сиять, т.е. люминофор конвертирует уф-излучение газового разряда в видимый свет.

Основные технические характеристики ЛЛ:

1. Диапазон мощности от 15 Вт до 80 Вт;
2. Номинальное напряжение 54/102 В;
3. Световая отдача от 5–7 лм/Вт, возрастает до 70–80 лм/Вт в современных люминесцентных лампах мощностью 40 Вт;
4. Частота 50 Гц;
5. Срок службы, $T = 6000\text{--}12000$ часов.

В маркировке ламп присутствуют несколько букв, обозначающие тип лампы (Л – люминесцентная, Д – дневного свечения, Б – белого свечения, Е – естественно-белого свечения, ТБ – тепло-белого свечения, ХБ – холодно-белого свечения, К (З, Ж, Г, С) – красного (зелёного, желтого, голубого, синего) цвета; УФ – ультрафиолетовый, Ц (ЦЦ) – цветопередача высокого качества, У (К, Р, Б) – U-образная (кольцевая, рефлекторная, быстрого пуска). Далее цифры, указывающие мощность лампы.

Пример маркировки представлен на рисунке 4.2.



Рисунок 4.2 – Пример маркировки люминесцентной лампы

На сегодняшний день существует такие виды ламп как:

– миниатюрные люминесцентные лампы разработаны специально для применения в светильниках местного освещения, размеры ламп позволяют использовать все преимущества люминесцентных источников света в местах с ограниченным пространством (освещение витрин, аварийное освещение, внутренняя подсветка объемных букв в световой рекламе и т.д.);

– линейные люминесцентные лампы. По сравнению с выше описанными компактными люминесцентными лампами, стандартные люминесцентные лампы имеют больший размер и как следствие большую универсальность и распространение;

– кольцевые люминесцентные лампы. Основным преимуществом ламп является их невысокая цена. При этом качество остается неизменно высоким в отличие от линейных люминесцентных ламп, оснащена встроенным ЭПРА, что дает возможность использовать ее в качестве прямой замены ламп накаливания;

– компактные люминесцентные лампы. Основным преимуществом является их цена и компактность. При этом качество остается неизменно высоким.



Рисунок 4.3 – Виды люминесцентных ламп

Электронная пускорегулирующая аппаратура предназначена для преобразования параметров входящего сетевого напряжения, обеспечения запуска и поддержания рабочего режима люминесцентных ламп. Применяется для комплектации светильников с линейными люминесцентными лампами (тип T8) или компактными люминесцентными лампами.

В зависимости от модели, ЭПРА может использовать один из двух вариантов запуска ламп:

1) холодный запуск – при этом лампа зажигается сразу после включения. Такую схему лучше использовать в случае, если лампа включается и выключается редко, так как режим холодного пуска более вреден для электродов лампы.

2) горячий запуск – с предварительным прогревом электродов. Лампа зажигается не сразу, а спустя 0,5...1 сек, зато срок службы увеличивается, особенно при частых включениях и выключениях.

Достоинствами ЛЛ:

- 1) высокая световая отдача (ЛЛ 20 Вт даёт освещенность как лампа накаливания на 100 Вт);
- 2) большой срок службы $T=15000-20000$ часов;
- 3) возможность выбирать источники света различного спектрального состава с хорошей цветопередачей;
- 4) разнообразие оттенков света;
- 5) рассеянный свет;
- 6) приближенный к естественному спектр излучения лампы.

Основные недостатки галогенных ламп:

1) относительная сложность схем включения (необходимость применения ПРА);

2) периодическое погасание газового разряда при каждом переходе переменного тока через ноль (100 раз в секунду при $f = 50$ Гц), которое не только вызывает пульсации светового потока и освещенности, но и

возможность возникновения стробоскопического эффекта;

3) зависимость характеристик от температуры внешней среды: для обычных ламп оптимальная температура окружающего воздуха $+18...25^{\circ}\text{C}$; при отклонении температуры от оптимальной световой поток и световая отдача снижаются, при $t < +5^{\circ}\text{C}$ зажигание ламп не гарантируется.

3 Оборудование и материалы

Учебный лабораторный стенд НТЦ–20.02 предоставлен на рисунке 4.4. Техническая характеристика стенда отображена в таблице 1.



Рисунок 4.4 – Изображение лабораторного стенда НТЦ-20.02

Таблица 4.1 – Технические характеристики стенда НТЦ–20.02

Наименование	Параметры
Питание	~50Гц 220В однофазная
Габаритные размеры:	
Ширина, мм	1260
Высота, мм	1470
Глубина, мм	610
Масса оборудования, кг., не более	60

4 Указания по технике безопасности

Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с правилами техники безопасности, а также с экспериментальной установкой и четко уяснить схему подачи и снятия напряжения со стенда.

5 Задание

Убедиться, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания. Подключить люксметр Приложение 1 к измерению освещенности, разместив его чувствительный элемент на столе внутри камеры. Требуемая схема для проведения работы показана на рисунке 4.5.

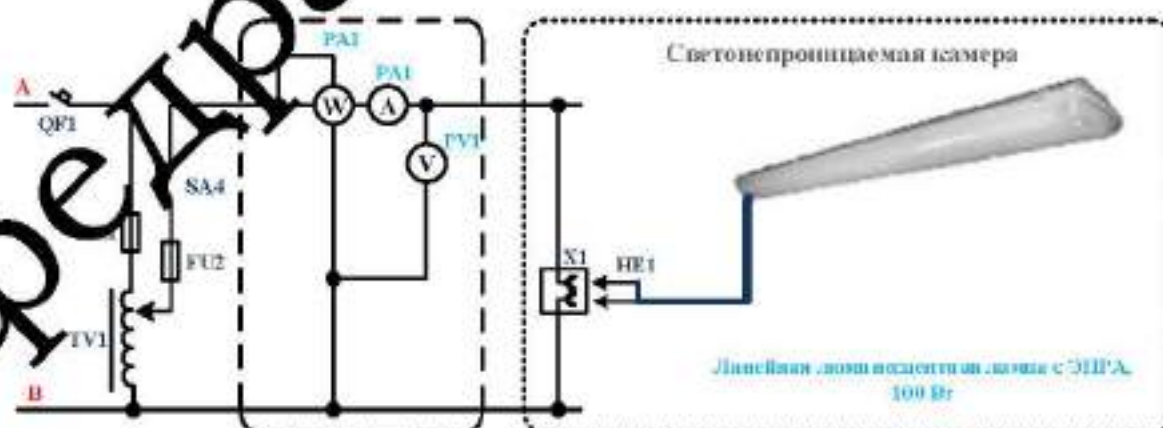


Рисунок 4.5 – электрическая схема лабораторной № 5

Подключить вилку кабеля от линейного люминесцентного светильника в розетку X1(внутри светонепроницаемой встроенной камеры). Подготовить

люксметр к измерению освещенности, разместив его чувствительный элемент на столе внутри камеры. Установить ручку ЛАТРа *TV1* в положение «0В».

Включить автоматические выключатели *QF1* и *QF2*. Включить ЛАТРа *TV1* тумблером *SA2*. Контролировать показания многофункционального ваттметра *PV1*, *PA1*, *PW1*, $\cos\phi$, *SW1* на лицевой панели стенда путем последовательного переключения режима индикации. Зафиксировать ток, напряжение и мощность. Плавное поворачивая ручку ЛАТРа по часовой стрелке увеличить напряжение до 50В. Зафиксировать ток I , напряжение U и мощность W . Повторить измерения поворачивая ручку ЛАТРа по часовой стрелке и последовательно увеличивая напряжение на 10÷20В. Контролировать свечение линейной люминесцентной лампы внутри камеры, открыв металлическую дверцу. Отдельно зафиксировать измерения при которых возникнет свечение линейной люминесцентной лампы и при котором оно станет достаточно интенсивным - чтобы хотя бы слегка освещать камеру. При этом необходимо закрыть дверцу камеры и фиксировать в дополнение к основным измерениям еще и освещенность E . Продолжить измерения пошагово последовательно увеличивая напряжение на 20В до величины 220÷230В.

Выключить тумблер *SA2*. Плавное повернуть ручку ЛАТРа *TV1* в положение «0В». Отключить автоматические выключатели *QF1* и *QF2*.

Полученные результаты занести в таблицу 4.2, а также построить зависимости $I = f(U)$, $E = f(U)$, $E = f(W)$ и сделать заключение.

Таблица 4.2 – Результаты проведенных измерений

I, A	U, B	W, Bt	$E, Лк$

6 Содержание отчета

Отчет должен иметь титульный лист с указанием темы лабораторной работы, ФИО студента, номера группы и даты выполнения работы.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы;
2. Электрические схемы;
3. Таблицы с экспериментальными данными, результатами расчетов, необходимыми графиками и поясняющими рисунками;
4. Выводы.

7 Контрольные вопросы

1. Какие типы люминесцентных ламп вы знаете? Различия между ними.
2. Принцип работы люминесцентной лампы.
3. Рабочие параметры люминесцентной лампы. Каково влияние на лампу оказывает изменение параметров источника питания.
5. Достоинства и недостатки люминесцентных ламп. Область применения.
6. Влияние на окружающую среду и зрение человека.
7. Дайте характеристику построенным зависимостям?
8. Что такое ЭПРА и для чего она нужна?

Лабораторная работа №6. Исследование характеристик компактной люминесцентной лампы низкого давления

1 Цель работы

Исследование характеристик компактной люминесцентной лампы низкого давления.

2 Теоретическая часть

2.1 Общие сведения о компактных люминесцентных лампах низкого давления

Компактная люминесцентная лампа – люминесцентная лампа трубка (колба) которой изогнута, что позволяет значительно уменьшить размер лампы.

По принципу работы и внутреннему устройству компактная люминесцентная лампа не отличается от обычных линейных люминесцентных ламп.

Данные лампы характеризуются длительным сроком службы, высокой номинальной эффективностью и необходимостью в дополнительных электронных устройствах для их стабилизации при работе.

Люминесцентная лампа низкого давления представляет собой стеклянную трубку, из которой откачан воздух. Трубка заполнена аргоном с малым количеством ртути. Люминесцентные лампы имеют в несколько раз большую световую отдачу, чем лампы накаливания.

Давление внутри трубки составляет около 400–600 Па.

Конструктивное исполнение данного типа ламп представлено на рисунке 5.1.

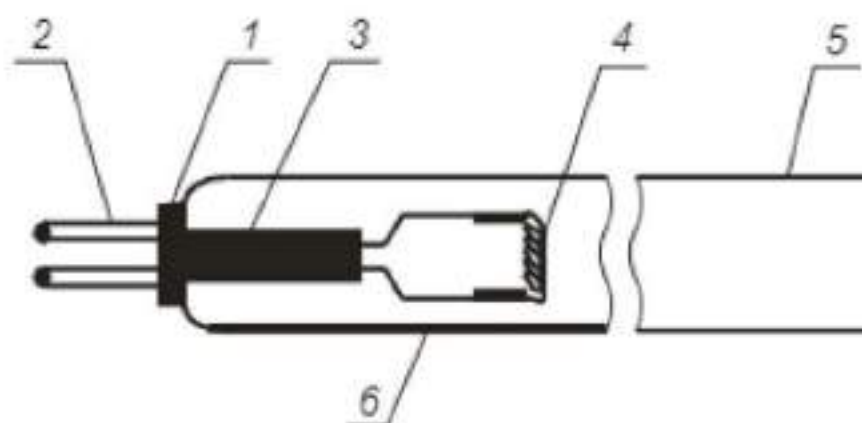


Рисунок 5.1 – Устройство компактной люминесцентной лампы.

1 – цоколь; 2 – полые штырьки; 3 – стеклянная ножка; 4 – вольфрамовая биспираль; 5 – стеклянная колба; 6 – слой люминофора

Внутри поверхность колбы покрыта люминофором – веществом, способным светиться под действием внешних факторов. Его применяют для преобразования различных видов энергии в световую.

Цвет излучения и светотдача зависят от химического состава люминофора.

В трубку с обоих торцов сварены стеклянные ножки, на которых расположены вольфрамовые электроды, в виде биспиралей. Концы электродов выведены к цоколю и соединены с контактными штырьками.

Электрическая энергия в люминесцентных лампах преобразуется в световую энергию, посредством прохождения электрического тока между электродами лампы, вызывая излучение в парах ртути.

Образовавшаяся энергия состоит в основном из коротковолнового ультра-фиолетового излучения и только около 2 % составляет видимое излучение.

После ультрафиолетовое излучение дугового разряда преобразуется в люминофоре в видимое (световое) излучение.

Условное обозначение ламп состоит из нескольких букв и чисел. Первая буква (Л) обозначает вид лампы, т.е. люминесцентная.

Следующая буква – особенности спектра излучения:

1. Д – дневного света;
2. Б – белого света;
3. ХБ – холодно-белого света;
4. ТБ – тепло-белого света;
5. Цветной свет узкого спектра.

Далее следуют буквы, обозначают конструктивные особенности ламп:

1. А – амальгамная;
2. Б – быстрого пуска;
3. К – кольцевая;
4. Р – рефлекторная (при запыленности);
5. U-образная;
6. Щ – щелевая.

Цифры характеризуют мощность лампы в ваттах. Помимо цифрового обозначения, идущего сразу за буквенным обозначением указывающего мощность лампы, очень часто через дефис дается порядковый номер разработки лампы.

В качестве примера расшифруем: ЛДЦ-40-2 – люминесцентная лампа дневного света с улучшенной цветопередачей, мощностью 40 Вт, первая разработка.

Данный тип ламп различаются формой трубок, представленных на рисунке 5.1. Линейная форма трубки рассмотрена выше, рисунок 5.1.

Для зажигания и горения ламп необходимо включение последовательно с ними пускорегулирующих аппаратов (ПРА).

ПРА – светотехническое устройство, с помощью которого осуществляется питание разрядной лампы от электрической сети и обеспечиваются необходимые режимы зажигания, разгорания и работы лампы.



Рисунок 5.2 – Устройство компактных люминесцентных ламп

В настоящее время для зажигания и работы люминесцентных ламп широко применяются электронные пускорегулирующие аппараты (ЭПРА), в которых частота питающего тока повышается до 20–40 кГц.

Применение ЭПРА исключает пульсацию излучения, тем самым устраняя стробоскопический эффект.

Достоинства:

- наличие разнообразного спектрального состава излучения;
- высокая светотдача (50-75 лм/Вт);
- большой срок службы (10000ч.);

Недостатки:

– сложная схема включения в сеть, требующая наличие специальной аппаратуры ПРА;

- зависимость от условий окружающей среды;
- пульсации светового потока;
- сравнительно малая единичная мощность ламп;
- экологически опасная лампа.

Из перечня видно, что наиболее серьезный недостаток ламп – это

использование ртути в их производстве. Компактные люминесцентные лампы содержат около 3–5 мг ртути. Ртуть – токсичное вещество, требующее специальной утилизации.

Согласно Минаматской конвенции по ртути, подписанной РФ 24.09.2014, люминесцентные лампы входят в перечень продуктов с добавлением ртути, производство, экспорт, импорт которых, должен быть запрещен до 2020 года и в дальнейшем обеспечен постепенный вывод их из обращения (п.1 ст.4; часть I приложения А Минаматской конвенции).

3 Оборудование и материалы

Учебный лабораторный стенд НТЦ–20.02 представлен на рисунке 5.3. Техническая характеристика стенда отображена в таблице 5.1.



Рисунок 5.3 – Изображение лабораторного стенда НТЦ-20.02

Таблица 5.1 – Технические характеристики стенда НТЦ–20.02

Наименование	Параметры
Питание	~50Гц 220В однофазная
Габаритные размеры:	
Ширина, мм	1260
Высота, мм	1470
Глубина, мм	610
Масса оборудования, кг., не более	60

4 Указания по технике безопасности

Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с экспериментальной установкой и четко уяснить схему подачи и снятия напряжения со стенда.

5 Задание

Перед началом проведения лабораторной работы необходимо изучить руководство по эксплуатации и по проведению измерений люксметра и ваттметра. Руководство по эксплуатации смотри в Приложении 1.

Подключить вилку кабеля от компактного люминесцентного светильника в розетку *XI* (внутри светонепроницаемой встроенной камеры). Подготовить люксметр к измерению освещенности, разместив его чувствительный элемент на столе внутри камеры. Установить ручку ЛАТРа *TV1* в положение «В».

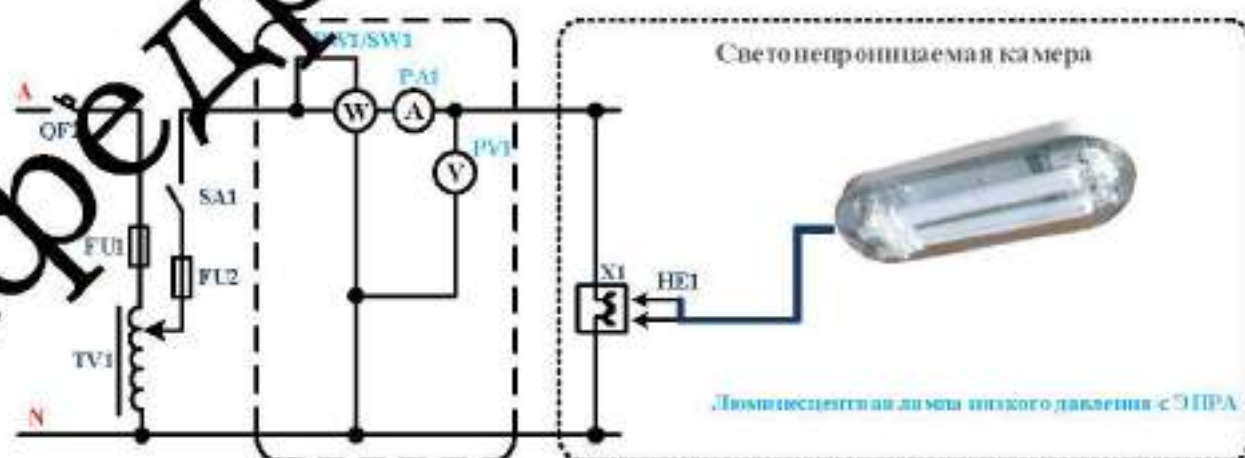


Рисунок 5.4 – Электрическая схема лабораторной №6

Включить автоматические выключатели $QF1$ и $QF2$. Включить ЛАТР $TV1$ тумблером $SA2$. Контролировать показания многофункционального ваттметра $PV1$, $PA1$, $PW1$, $\cos\phi$, $SW1$ на лицевой панели стенда путем последовательного переключения режима индикации. Зафиксировать ток, напряжение и мощность. Плавное поворачивая ручку ЛАТРа по часовой стрелке увеличить напряжение до 50В. Зафиксировать ток I , напряжение U , мощность W . Повторить измерения поворачивая ручку ЛАТРа по часовой стрелке и последовательно увеличивая напряжение на 10÷20В. Контролировать свечение линейной люминесцентной лампы внутри камеры, открыв металлическую дверцу. Отдельно зафиксировать измерения при которых возникнет свечение компактной люминесцентной лампы и при котором оно станет достаточно интенсивным - чтобы хотя бы слегка освещать камеру. При этом необходимо закрыть дверцу камеры и фиксировать в дополнение к остальным измерениям еще и освещенность E . Продолжить измерения пошагово последовательно увеличивая напряжение на 20В до величины 220÷230В.

Выключить тумблер $SA2$. Плавное повернуть ручку ЛАТРа $TV1$ в положение «0В». Отключить автоматические выключатели $QF1$ и $QF2$.

По полученным данным построить зависимости $I = f(U)$, $E = f(U)$, $E = f(W)$ и сделать заключение.

Таблица 5.2 – Результаты проведенных измерений

I, A	U, B	$W, Bт$	$E, Лк$

6 Содержание отчета

Отчет должен иметь титульный лист с указанием темы лабораторной работы, ФИО студента, номера группы и даты выполнения работы.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы;
2. Электрические схемы;

3. Таблицы с экспериментальными данными, результатами расчетов, необходимыми графиками и поясняющими рисунками;
4. Выводы.

7 Контрольные вопросы

1. Устройство и принцип действия компактной люминесцентной лампы.
2. Почему нельзя подключать люминесцентную лампу напрямую в электрическую сеть?
3. В чем различия между линейной люминесцентной лампой и компактной люминесцентной лампой?
4. Как повысить коэффициент мощности установок с люминесцентными лампами?
5. Как изменяются основные электрические и светотехнические характеристики люминесцентных ламп при изменении напряжения?

Лабораторная работа №7. Обеспечение высоких коэффициента полезного действия и коэффициента мощности мало нагруженного асинхронного двигателя путем переключения его обмоток со схемы «треугольник» на схему «звезда»

1 Цель работы

Исследование коэффициента полезного действия и коэффициента мощности мало нагруженного асинхронного двигателя путем переключения его обмоток со схемы «треугольник» на схему «звезда».

2 Теоретическая часть

2.1 Пусковые свойства двигателей

Пуск асинхронного двигателя сопровождается переходным процессом, обусловленным переходом ротора, и механически связанных с ним частей исполнительного механизма, из состояния покоя в состояние равномерного вращения, когда вращающий момент двигателя уравнивается суммой противодействующих моментов, действующих на ротор двигателя.

Пусковые свойства двигателя определяются:

1. Значением пускового тока I_n или его кратностью $I_n/I_{ном}$.
2. Значением пускового момента M_n или его кратностью $M_n/M_{ном}$.

Двигатель, обладающий хорошими пусковыми свойствами, развивает значительный пусковой момент при сравнительно небольшом пусковом токе. Однако получение такого сочетания пусковых параметров в асинхронном двигателе сопряжено с определенными трудностями, а иногда оказывается невозможным.

В начальный момент пуска скольжение $s=1$, поэтому, пренебрегая током х.х., пусковой ток можно определить:

$$I_n = U_1 / \sqrt{(r_1 + r_2')^2 + (x_1 + x_2')^2} . \quad (1)$$

Пусковой момент при этом:

$$M_n = \frac{m_1 U_1^2 r_2' p}{2\pi f_1 [(r_1 + r_2')^2 + (x_1 + x_2')^2]} \quad (2)$$

Улучшить пусковые свойства двигателя можно увеличением активного сопротивления цепи ротора, так как в этом случае уменьшение пускового тока сопровождается увеличением пускового момента. Кроме пусковых значений тока I_n и момента M_n пусковые свойства двигателей оценивают еще и такими показателями:

- а) продолжительность и плавность пуска;
- б) сложность пусковой операции;
- в) экономичность (стоимость и надежность пусковой аппаратуры).

В соответствии с различием в конструкции пуск асинхронных двигателей подразделяется на пуск двигателей с фазным ротором и пуск двигателей с короткозамкнутым ротором.

2.2 Пуск двигателей с фазным ротором

Наличие контактных колец у двигателей с фазным ротором позволяет подключить к обмотке ротора пусковой реостат (ПР). При этом активное сопротивление цепи ротора увеличивается на величину активного добавочного сопротивления пускового реостата и пусковой момент возрастает, достигая значения $M_{n, \max}$.

На рисунке 1 представлен график изменения пускового момента асинхронного двигателя при четырех ступенях пускового реостата.

В начальный момент пуска (первая ступень реостата) пусковой момент равен $M_{n, \max}$. По мере разгона двигателя его момент уменьшается по кривой 1. Как только значение момента уменьшится до значения $M_{n, \min}$ рычаг реостата переводят на вторую ступень и сопротивление реостата уменьшается.

Теперь зависимость $M = f(s)$ выражается кривой 2 и пусковой момент двигателя вновь достигает $M_{n, \max}$. Затем ПР переключают на третью и на четвертую ступени (кривые 3 и 4). После того как электромагнитный момент

двигателя уменьшится до значения, равного значению противодействующего момента на валу двигателя, частота вращения ротора достигнет установившегося значения и процесс пуска двигателя будет закончен.

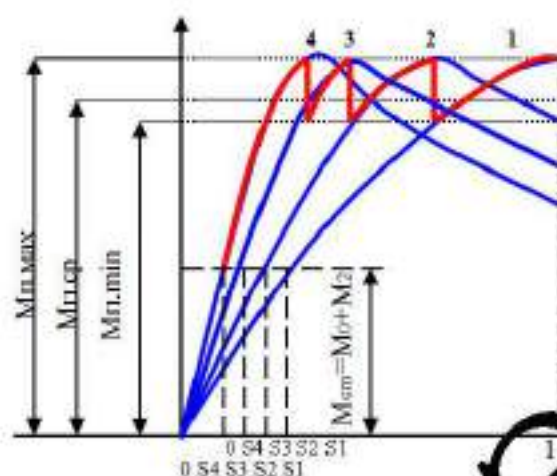


Рисунок 1 – Построение графика пускового момента АД с фазным ротором

В асинхронных двигателях с фазным ротором обеспечивается наиболее благоприятное соотношение между пусковым моментом и пусковым током: большой пусковой момент при небольшом пусковом токе (в 2–3 раза больше номинального).

Недостатками пусковых свойств двигателей с фазным ротором являются сложность, продолжительность и неэкономичность пусковой операции.

2.2. Пуск двигателей с короткозамкнутым ротором

Различают два способа пуска двигателей с короткозамкнутым ротором:

1. Пуск непосредственным включением в сеть.
2. Пуск при пониженном напряжении.

Пуск непосредственным включением в сеть (рисунок 2). Этот способ пуска, отличаясь простотой, имеет существенный недостаток: в момент подключения двигателя к сети в обмотке статора возникает большой пусковой ток, в 5–7 раз превышающий номинальный ток двигателя.

При небольшой инерционности исполнительного механизма частота

вращения двигателя быстро достигает установившегося значения и пусковой ток также быстро падает, не вызывая перегрева обмотки статора. Но такой значительный бросок тока в питающей сети может вызвать падение напряжения.

Этот способ пуска получил наибольшее применение для двигателей мощностью до 38–50 кВт. При необходимости уменьшения пускового тока двигателя применяют какой-либо из способов пуска короткозамкнутых двигателей при пониженном напряжении.

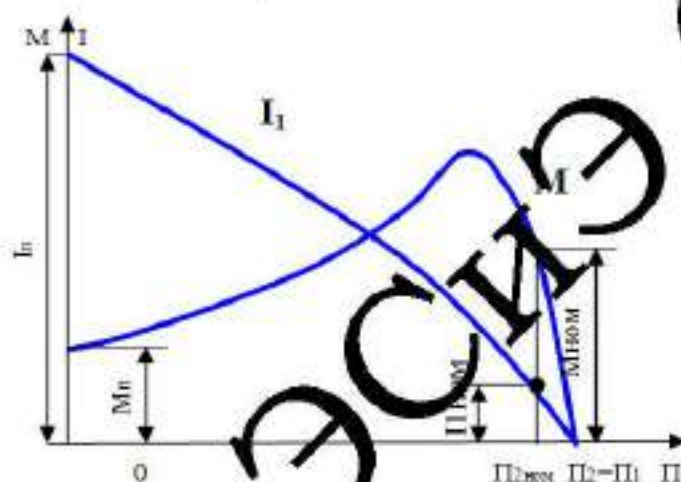


Рисунок 2 – Графики изменения тока и момента при пуске асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором

Пуск при пониженном напряжении. Существует несколько способов понижения подаваемого к двигателю напряжения. Для асинхронных двигателей, работающих при соединении обмоток статора треугольником, можно применить пуск **переключением обмотки статора со звезды на треугольник.**

В момент подключения двигателя к сети переключатель ставят в положение «звезда», при котором обмотка статора оказывается соединенной в звезду. При этом фазное напряжение на статоре понижается в $\sqrt{3}$ раз. Во столько же раз уменьшается и ток в фазных обмотках двигателя (рисунок 3).

После разгона ротора двигателя до частоты вращения, близкой к установившейся, переключатель переводят в положение «треугольник» и

фазные обмотки двигателя оказываются под номинальным напряжением. Возникший при этом бросок тока до значения $I'_{\text{н}\Delta}$ является незначительным.

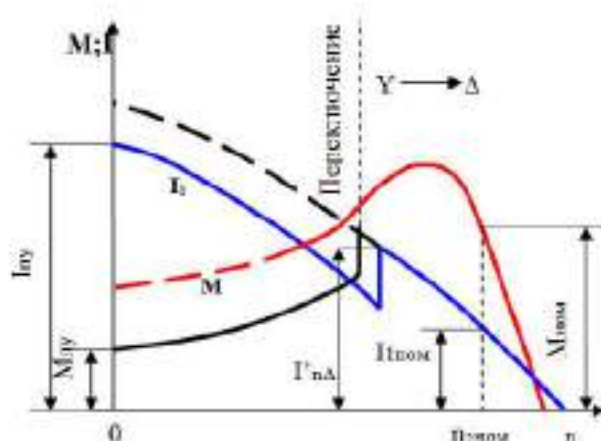


Рисунок 3 – Графики изменения момента и тока (фазного) при пуске АД с короткозамкнутым ротором переключением обмотки статора со «звезды» в «треугольник»

Описанный способ понижения напряжения при пуске применим для двигателей, работающих при соединении обмотки статора треугольником.

Универсальным является способ пуска понижением подводимого к двигателю напряжения посредством реакторов (реактивных катушек – дросселей), а также пуск двигателя через автотрансформатор. В последнем случае пусковой ток двигателя, измеренный на выходе автотрансформатора, уменьшается на коэффициент трансформации автотрансформатора (K_A). Ток в питающей двигатель сети, то есть на входе автотрансформатора уменьшается в K_A^2 раз по сравнению с пусковым током при непосредственном включении двигателя в сеть.

3 Оборудование и материалы

Учебный лабораторный стенд ЭССЭСИ-С-Р – «Энергосбережение в системах электроснабжения и электропотребления» предоставлен на рисунке 4, технические характеристики – в таблице 1, перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы – в таблице 2.

Таблица 1 – Технические характеристики стенда ЭССЭСИ-С-Р

Наименование	Параметры
Потребляемая мощность, В·А, не более	200
Электропитание: - от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками - напряжением, В - частота, Гц	220 ± 2250 0,5
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Габаритные размеры, мм, не более - длина (по фронту) - ширина (ортогонально фронту) - высота	920 850 600
Масса, кг, не более	100
Количество человек, которое одновременно и активно может работать на комплексе	2

Таблица 2 – Перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.2	~ 220 В / 3 А
G2	Однофазный источник питания	218.1	~ 220 В / 3 А
G3	Преобразователь частоты	217	0...100 Гц 3x220 В; 3 А
G4	Машин постоянного тока	101.2	90 Вт / 220 В / 0,56 А (якорь) / 2x110 В / 0,25 А (возбуждение)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 вых. каналов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120 Вт / ~ 220 В / 1500 мин ⁻¹
A1	Автоматический однопольный выключатель	359	~ 230 В / 0,5 А
A4	Активная нагрузка	306.4	~ 220 В / 0...30 Вт
A3	Выпрямитель	322.1	~ 400 В / 2 А
A11	Переключатель Y / Δ	2338	~ 380 В / 3 А
P1	Блок мультиметров	509.2	2 мультиметра 0...1000 В $\approx$ 0...10 А $\approx$ 0...20 МОм
P2	Измеритель мощностей	507.3	15; 60; 150; 300; 450 В / 0,1; 0,2; 0,5; 1 А
P3	Указатель частоты вращений	506.3	2000...0...2000 мин ⁻¹

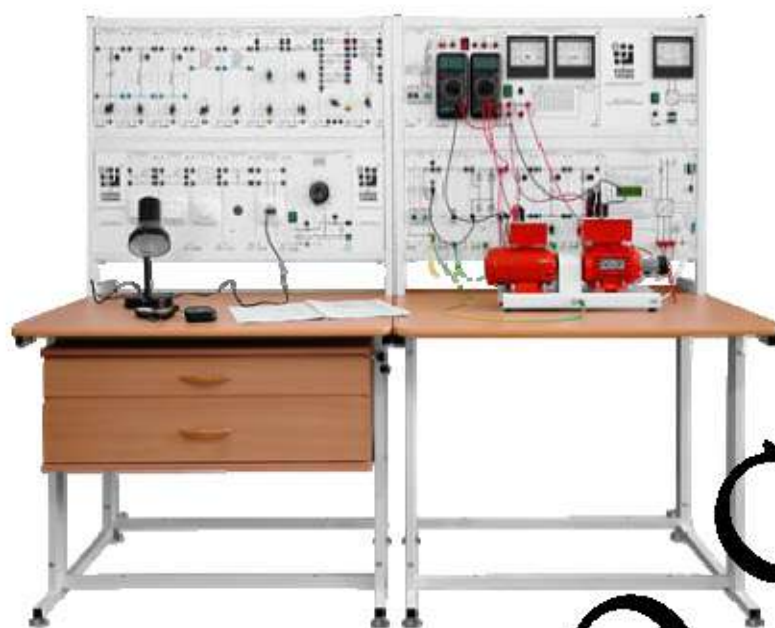


Рисунок 4 – Изображение лабораторного стенда ЭССЭСП1-С-Р

4 Указания по технике безопасности

1. Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с экспериментальной установкой и четко уяснить схему подачи и снятия напряжения со стенда.

2. К работе на стендах допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры автоматизированных электроэнергетических систем и электроснабжения и ознакомившиеся с настоящими методическими указаниями. Прохождение инструктажа по технике безопасности фиксируется преподавателем в специальном журнале.

3. Лабораторная работа должна выполняться не менее чем двумя студентами.

4. Сборку схемы осуществлять исправными соединительными проводами, используя при этом приведенные в лабораторной работе принципиальные схемы экспериментов.

5. Собранный цепь проверяется преподавателем и может включаться только по его разрешению. О включении напряжения предупреждают всех членов бригады, выполняющих работу.

6. Изменения схемы производят только при выключенном напряжении на стенде, а вновь собранная схема перед подачей на нее напряжения проверяется преподавателем.

7. По окончании испытания или при перерыве в работе схему отключают от напряжения питания. Разборку схемы осуществляют по разрешению преподавателя.

8. При возникновении неисправностей, а также в случае появления запаха, свидетельствующего о возгорании электрических проводов или радиокомпонентов, следует незамедлительно прекратить работу с лабораторным стендом, выключив его из сети, и обратиться к преподавателю.

5 Задача

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините гнезда защитного заземления «⊕» устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «РЕ» однофазного источника питания G1.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, показанной на рисунке 5.

Отключите (если включен) выключатель A1.

Установите переключателями желаемые параметры нагрузок A4, A5 и A12, например, равными 50%.

Установите переключатель A14 в положение «Δ».

Включите источники G1 и G2.

Включите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.

Активизируйте используемые мультиметры.

В преобразователе частоты G6 кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» выберите режим работы «Эксперимент №1: Исследование режимов работы асинхронного двигателя».

Кафедра АЭС ИЭС КФУ

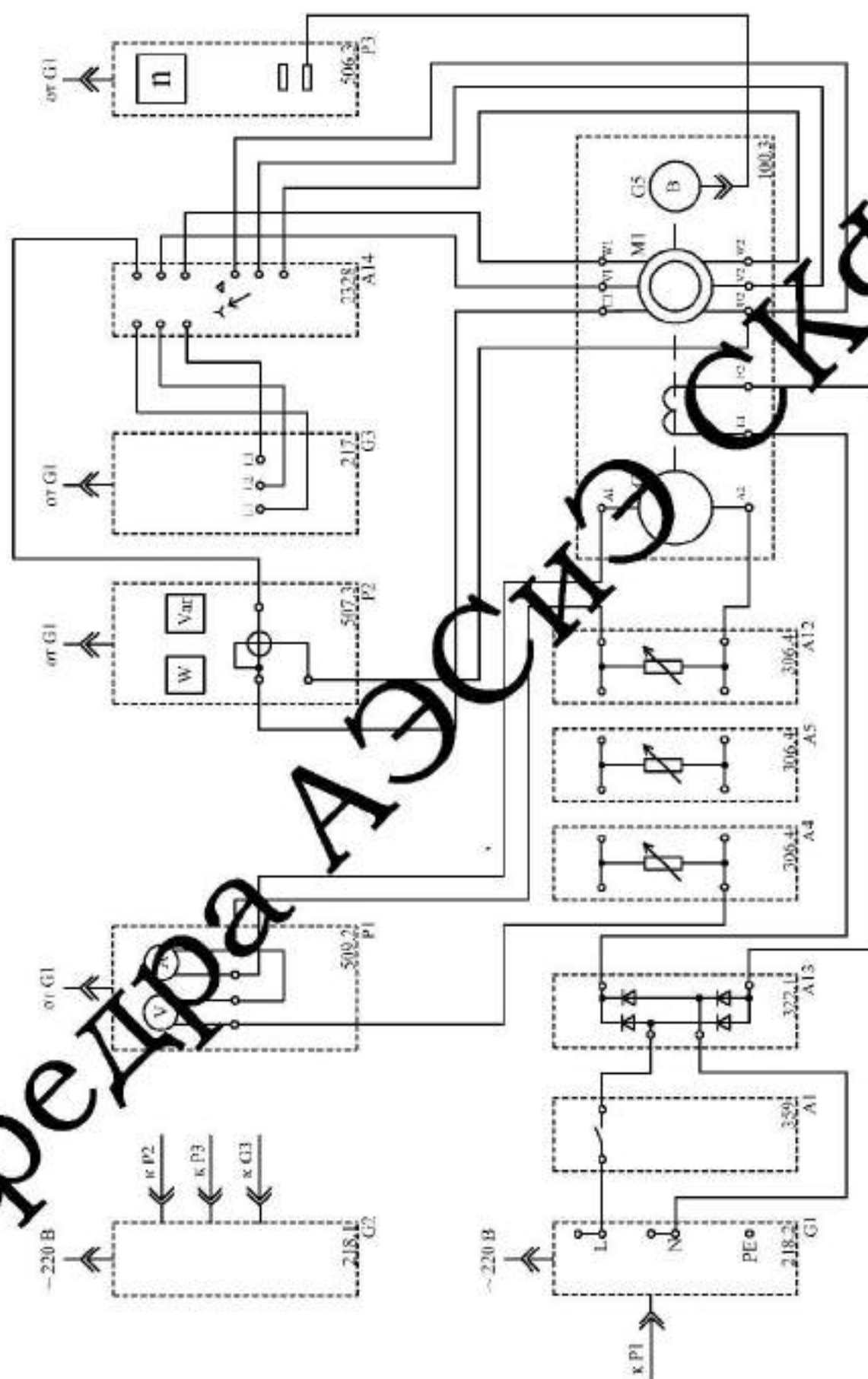


Рисунок 5 – Схема электрических соединений

Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ ИЗМЕНЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ», далее кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» и «ИЗМЕНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРА» выберите следующие значения параметров: U номинальное 220 В, тип характеристики – линейная, выход 1 – скорость, выход 2 – скорость, управление – ручное.

Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ».

Вращая регулировочную рукоятку, установите заданное значение скорости вращения магнитного поля двигателя М1, например 157 рад/с (соответствует 1500 об/мин / 50 Гц). Нажмите кнопку «ВМЕРИД» и убедитесь, что электродвигатель М1 пришел во вращение и на дисплее преобразователя 63 по завершении разгона двигателя М1 отображается скорость вращения его магнитного поля -157 рад/с.

Включите выключатель А1.

С помощью мультиметров, включенных как вольтметр и амперметр, блока Р1 измерьте напряжение U_a и ток I_a статорной обмотки генератора G4.

С помощью измерителя Р2 измерьте величины потребляемых одной фазой двигателя М1 активной Р11 и реактивной Q11 мощностей.

Переведите переключатель А14 в положение «Y» и повторите ранее выполненные измерения.

Повторите ранее выполненные измерения.

По завершении эксперимента отключите выключатель А1, выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте, источники G1 и G2.

Для каждой серии измерений, используя полученные данные, вычислите значения, полезной активной мощности Р2, полных потребляемых из сети активной Р1, и реактивной Q1 мощностей и затем искомого коэффициента полезного действия η и коэффициента мощности $\cos\varphi$ асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором по формулам:

$$P_2 = U_a \times I_a + 65 \times I_a^2, \quad (1)$$

$$P_1 = 3 \times P_{11}, \quad (2)$$

$$Q_1 = 3 \times Q_{11}, \quad (3)$$

$$\eta = (P_2 / P_1) \times 100, [\%], \quad (4)$$

$$\cos \varphi = P_1 / (P_1^2 + Q_1^2)^{0,5}, \quad (5)$$

6 Содержание отчета

Отчет выполняется каждым студентом индивидуально и предоставляется преподавателю. Отчет должен иметь титульный лист с указанием темы лабораторной работы, ФИО студента, номера группы и даты выполнения работы.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы;
2. Схема электрических соединений;
3. Таблицы с экспериментальными данными, результаты расчетов, необходимые графики, характеризующие зависимости, полученные в ходе измерений, и поясняющие рисунки;
4. Выводы по результатам работы, в которых должна быть дана оценка исследуемых явлений, подтверждения выполнения законов.

Лабораторная работа №8. Уменьшение электрической мощности, потребляемой асинхронным двигателем насосной или вентиляционной системы, путем замены дроссельного способа регулирования расхода рабочей среды частотным

1 Цель работы

Исследование величины электрической мощности, потребляемой асинхронным двигателем насосной или вентиляционной системы, путем замены дроссельного способа регулирования расхода рабочей среды частотным.

2 Теоретическая часть

Частота вращения ротора асинхронного двигателя определяется формулой

$$n_2 = n_1(1-s) = (60/p)(1-s) \quad (1)$$

Из этого выражения следует, что частоту вращения ротора асинхронного двигателя можно регулировать изменением одной из трех величин: скольжения s , частоты тока в обмотке статора f_1 или числа полюсов в обмотке статора $2p$.

Регулирование частоты вращения изменением скольжения s возможно тремя способами:

- а) изменением подводимого к обмотке статора напряжения;
- б) нарушением симметрии этого напряжения;
- в) изменением активного сопротивления обмотки ротора.

Регулировка частоты вращения изменением скольжения происходит только в нагруженном двигателе. В режиме холостого хода скольжение, а, следовательно, и частота вращения остаются практически неизменными.

2.1 Регулирование частоты вращения изменением подводимого напряжения

При неизменной нагрузке на валу двигателя увеличение подводимого к двигателю напряжения вызывает рост частоты вращения. Однако диапазон регулирования частоты вращения получается небольшим, что объясняется узкой зоной устойчивой работы двигателя. Объясняется это тем, что превышением номинального напряжения возникает опасность чрезмерного перегрева двигателя, вызванного резким увеличением электрических и магнитных потерь. В то же время с уменьшением напряжения U двигатель утрачивает перегрузочную способность, которая пропорциональна квадрату напряжения сети.

Подводимое к двигателю напряжение изменяют или регулировочным автотрансформатором или реакторами, включаемыми в разрыв линейных проводов.

Узкий диапазон регулирования и неэкономичность (необходимость в дополнительных устройствах) ограничивают область применения этого способа регулирования частоты вращения.

2.2 Регулирование частоты вращения нарушением симметрии подводимого напряжения

При нарушении симметрии подводимой к двигателю трехфазной системы напряжения вращающееся поле статора становится эллиптическим. При этом поле приобретает обратную составляющую (встречное поле), которая создает момент $M_{обр}$, направленный встречно вращающему моменту $M_{пр}$. В итоге результирующий электромагнитный момент двигателя уменьшается

$$(M = M_{пр} - M_{обр}) \quad (2)$$

Механические характеристики двигателя при этом способе регулирования располагаются в зоне между характеристикой при симметричном напряжении (рисунок 1 кривая 1) и характеристикой при

однофазном питании двигателя (кривая 2) – пределом несимметрии трехфазного напряжения. Этот способ регулирования частоты вращения применяют в двигателях малой мощности.

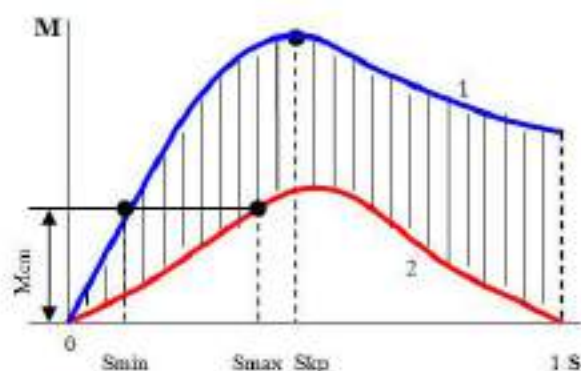


Рисунок 1 – Механические характеристики АД при регулировании частоты вращения изменением симметрии трехфазной системы

2.3 Регулирование частоты вращения изменением активного сопротивления в цепи ротора

Этот способ регулирования частоты вращения возможен лишь в двигателях с фазным ротором. Механические характеристики показывают, что с увеличением активного сопротивления ротора возрастает скольжение, соответствующее заданному нагрузочному моменту. Частота вращения двигателя при этом уменьшается. Зависимость скольжения (частоты вращения) от активного сопротивления цепи ротора выражается формулой:

$$s = m_1 I_2'^2 r_2' / (\omega_1 M) \quad (3)$$

Изменение активного сопротивления цепи ротора достигается включением в цепь ротора регулировочного реостата (РР), подобного пусковому реостату (ПР), но рассчитанного на длительный режим работы.

Недостаток этого способа регулирования заключается в том, что участок механической характеристики, соответствующей устойчивой работе двигателя, при введении в цепь ротора добавочного сопротивления становится более пологим и колебания нагрузочного момента на валу сопровождаются изменением частоты вращения ротора.

Из рисунка 2 видно, что если нагрузочный момент двигателя изменится на

$$\Delta M_{CT} = M'_{CT} - M''_{CT}, \quad (4)$$

то изменение частоты вращения при выведенном реостате составит Δn_{21} , а при введенном – Δn_{22} .

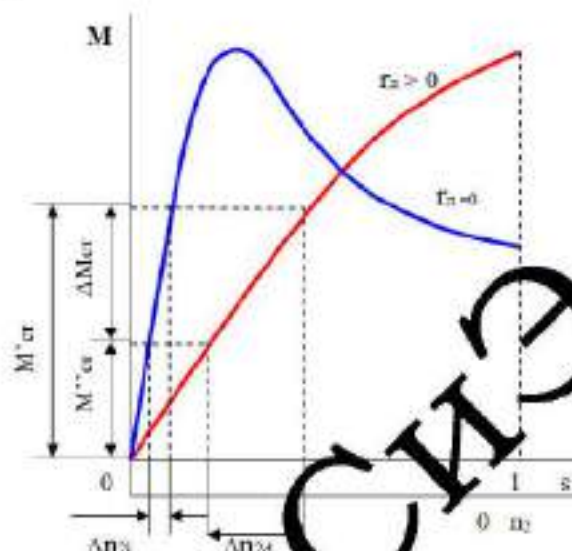


Рисунок 2 – Влияние сопротивления цепи ротора на колебания частоты вращения при изменении нагрузки

Рассмотренный способ регулирования частоты вращения применяется в асинхронных двигателях с фазным ротором. В зависимости от конструкции регулировочного реостата этот способ регулирования частоты вращения может быть плавным (при плавном изменении сопротивления РР) или ступенчатым (при ступенчатом изменении сопротивления РР).

Способ обеспечивает регулирование частоты вращения в широком диапазоне, но только вниз от синхронной частоты вращения.

2.4 Регулирование частоты вращения изменением частоты тока в статоре

Этот способ регулирования, называемый «частотное регулирование», основан на изменении синхронной частоты вращения

$$n_1 = f_1 60 / p \quad (5)$$

Для осуществления этого способа регулирования необходим источник питания двигателя переменным током с регулируемой частотой. В качестве таких источников могут применяться электромашинные или полупроводниковые преобразователи частоты (ПЧ).

Чтобы регулировать частоту вращения, достаточно изменить частоту тока f_1 . Но с изменением частоты $f_1 = \omega_1 p / (2\pi)$ будет изменяться максимальный момент. Поэтому для сохранения перегрузочной способности, коэффициента мощности и КПД двигателя на требуемом уровне одновременно с изменением частоты f_1 необходимо изменить и напряжение питания U_1 .

Если частота вращения двигателя регулируется при условии **постоянства момента** нагрузки ($M = M' = const$), то подводимое к двигателю напряжение необходимо изменять пропорционально изменению частоты тока:

$$U'_1 = U_1 f'_1 / f_1 \quad (6)$$

При этом мощность двигателя увеличивается пропорционально нарастанию частоты вращения.

Если же регулирование производится при условии **постоянства мощности** двигателя ($P_1 = M\omega_1 = const$), то подводимое напряжение следует изменять в соответствии с законом:

$$U'_1 = U_1 \sqrt{f'_1 / f_1} \quad (7)$$

Частотное регулирование двигателей позволяет плавно изменять частоту вращения в широком диапазоне. Однако источники питания с регулируемой частотой тока удорожают установку. Но благодаря развитию силовой полупроводниковой техники созданы устройства частотного регулирования асинхронными двигателями, технико-экономические показатели которых позволяют применять их для индивидуального регулирования асинхронными двигателями.

Использование асинхронных двигателей, укомплектованных такими

устройствами для частотного регулирования, целесообразно в пожаро- и взрывоопасных средах (химическая и нефтеперерабатывающая промышленность), где применение коллекторных двигателей недопустимо.

2.5 Регулирование частоты вращения изменением числа полюсов обмотки статора

Этот способ регулирования частоты вращения дает ступенчатую регулировку. Так, при $f_1 = 50 \text{ Гц}$ и $p = 1 + 5$ пар полюсов можно получить следующие синхронные частоты вращения: 3000, 1500, 1000, 750, 600 об/мин.

Изменять число полюсов в обмотке статора можно или укладкой на статоре двух обмоток с разным числом полюсов, или укладкой на статоре одной обмотки, конструкция которой позволяет путем переключения катушечных групп получать различное число полюсов. Последний способ получил наибольшее распространение.

Возможны два режима работы асинхронных двигателей с полюсно переключаемыми обмотками:

а) **режим постоянного момента** – при переключении двигателя с одной частоты вращения на другую вращающий момент на валу двигателя M_2 остается неизменным, а мощность P_2 изменяется пропорционально частоте вращения n_2 :

$$P_2 = 0,105 M_2 n_2; \quad (8)$$

б) **режим постоянной мощности** – при переключении двигателя с одной частоты вращения на другую мощность P_2 остается примерно одинаковой, а момент на валу M_2 изменяется соответственно изменению частоты вращения n_2 :

$$M_2 = 9,55 P_2 / n_2 \quad (9)$$

Регулирование частоты вращения изменением числа полюсов на статоре применяют исключительно в асинхронных двигателях с

короткозамкнутым ротором, т.к. число полюсов в обмотке этого ротора всегда равно числу полюсов статора и для изменения частоты вращения достаточно изменить число полюсов в обмотке статора.

3 Оборудование и материалы

Учебный лабораторный стенд ЭССЭСП1-С-Р – «Энергосбережение в системах электроснабжения и электропотребления» представлен на рисунке 3, технические характеристики – в таблице 1, перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы – в таблице 2.

Таблица 1 – Технические характеристики стенда ЭССЭСП1-С-Р

Наименование	Параметры
Потребляемая мощность, В·А, не более	200
Электропитание: - от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками - напряжением, В - частота, Гц	$220 \pm 2250 \pm 0,5$
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Габаритные размеры, мм, не более - длина (по фронту) - ширина (ортогонально фронту) - высота	2×920 850 1600
Масса, кг, не более	100
Количество человек, которое одновременно и активно может работать на комплекте	2

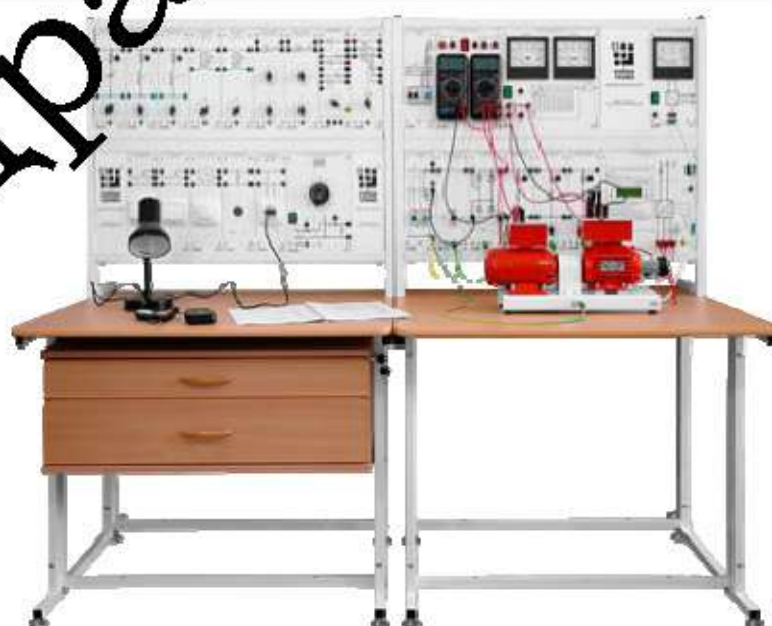


Рисунок 3 – Изображение лабораторного стенда ЭССЭСП1-С-Р

Таблица 2 – Перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.2	~220 В / 3 А
G2	Однофазный источник питания	218.1	~220 В / 3 А
G3	Преобразователь частоты	217	0...100 Гц 3x220 В; 3 А
G4	Машина постоянного тока	101.2	90 Вт / 220 В 0,56 А (якорь) 2x110 В / 0,2 А (обмотка)
G5	Преобразователь угловых перемещений	104	6 выходов / 2500 импульсов за оборот
M1	Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	106	120 Вт / ~220 В/ 1500 мин ⁻¹
A1	Автоматический однополюсный выключатель	35	~230 В / 0,5 А
A4	Активная нагрузка	306.4	~220 В / 0...30 Вт
A13	Выпрямитель	322.1	~400 В / 2 А
P1	Блок мультиметра	509.2	2 мультиметра 0...1000 В = 0...10 А = 0...20 МОм
P2	Измеритель мощностей	507.3	15; 60; 150; 300; 450 В / 0,1; 0,2; 0,5; 1 А.
P3	Указатель частоты вращений	506.3	2000...0...2000 мин ⁻¹

Указания по технике безопасности

1. Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с экспериментальной установкой и четко уяснить схему подачи и снятия напряжения со стенда.

2. К работе на стендах допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности при выполнении работ в лабораториях кафедры автоматизированных электроэнергетических систем и электроснабжения и ознакомившиеся с настоящими методическими указаниями. Прохождение инструктажа по технике безопасности фиксируется преподавателем в специальном журнале.

3. Лабораторная работа должна выполняться не менее чем двумя

студентами.

4. Сборку схемы осуществлять исправными соединительными проводами, используя при этом приведенные в лабораторной работе принципиальные схемы экспериментов.

5. Собранная цепь проверяется преподавателем и может включаться только по его разрешению. О включении напряжения предупреждают все члены бригады, выполняющих работу.

6. Изменения схемы производят только при выключенном напряжении на стенде, а вновь собранная схема перед подачей на нее напряжения проверяется преподавателем.

7. По окончании испытания или при перерыве в работе схему отключают от напряжения питания. Разборку схемы осуществляют по разрешению преподавателя.

8. При возникновении неисправностей, а также в случае появления запаха, свидетельствующего о возгорании электрических проводов или радиокомпонентов, следует незамедлительно прекратить работу с лабораторным стендом, выключив его из сети, и обратиться к преподавателю.

5 Задание

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините гнезда защитного заземления « Φ » устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «PE» однофазного источника питания G1.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, показанной на рисунке 4.

Отключите (если включен) выключатель A1.

Установите переключателями параметры нагрузок A4, A5 и A12 равными 0%.

Включите источники G1 и G2.

Включите выключатели «СЕТЫ» блоков, задействованных в эксперименте.

Активизируйте используемые мультиметры.

В преобразователе частоты 66 кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» выберите режим работы «Эксперимент М1. Исследование режимов работы асинхронного двигателя».

кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ ИЗМЕНЯЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ», далее кнопками «ВЫБОР СТРОКИ / СТРАНИЦЫ НА ДИСПЛЕЕ» и «ИЗМЕНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЯ ПАРАМЕТРА» выберите следующие значения параметров: U номинальное – 220 В, тип характеристики – линейная, выход 1 – скорость, выход 2 – скорость, управление – ручное.

Кнопкой «ВЫБОР ИНФОРМАЦИИ НА ДИСПЛЕЕ» выберите «МАССИВ КОНТРОЛИРУЕМЫХ ПАРАМЕТРОВ».

Вращая регулировочную ручку, установите задание скорости вращения магнитного поля двигателя М1, например, 157 рад/с (соответствует 1500 об/мин / 50 Гц). Нажмите кнопку «ВПЕРЕД» и убедитесь, что электродвигатель М1 пришел во вращение и на дисплее преобразователя 63 по завершении разгона двигателя М1 отображается скорость вращения его магнитного поля – 57 рад/с.

Включите выключатель А1.

Регулируя нагрузки А4, А5 и А12 установите по амперметру блока Р1 желаемый ток I_a (имитирует расход рабочей среды), например, равный 0,12 А (соответствует 30 % расхода рабочей среды).

С помощью мультиметров, включенных как вольтметр и амперметр, блока Р1 измерьте напряжение U_a и ток статорной обмотки генератора G4.

С помощью измерителя Р2 измерьте величины потребляемых одной фазой двигателя М1 активной P_{11} и реактивной Q_{11} мощностей.

Регулируя нагрузки А4, А5 и А12 установите по амперметру блока Р1 ток I_a (имитирует расход рабочей среды), равный 0,24 А (соответствует 60 %

расхода рабочей среды).

Вращая регулировочную рукоятку преобразователя частоты G3 уменьшите частоту питающего напряжения двигателя M1 до значения, при котором ток (имитирует расход рабочей среды) станет равен 0,12 (соответствует 30 % расхода рабочей среды).

Повторите ранее выполненные измерения.

По завершении эксперимента отключите выключатель A1, выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте, источники G1, и G2.

Для каждой серии измерений, используя полученные данные, вычислите значения полных потребляемых из сети активной P_1 и реактивной Q_1 мощностей по формулам

$$P_1 = 3 \times P_{11} \quad (10)$$

$$Q_1 = 3 \times Q_{11}, \quad (11)$$

На основании сравнения полученных результатов сделайте вывод о влиянии способа регулирования расхода рабочей среды насосной или вентиляционной систем на электрическую мощность, потребляемую асинхронным двигателем этих систем.

6 Содержание отчета

Отчет выполняется каждым студентом индивидуально и предоставляется преподавателю. Отчет должен иметь титульный лист с указанием темы лабораторной работы, ФИО студента, номера группы и даты выполнения работы.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы;
2. Схема электрических соединений;
3. Таблицы с экспериментальными данными, результаты расчетов, необходимые графики, характеризующие зависимости, полученные в ходе измерений, и поясняющие рисунки;

4. Выводы по результатам работы, в которых должна быть дана оценка исследуемых явлений, подтверждения выполнения законов.

Кафедра АЭСИЭ СКФУ

Лабораторная работа №9. Компенсация потребления реактивной мощности

1 Цель работы

Изучить метод компенсации реактивной мощности

2 Теоретическая часть

В зависимости от вида используемого оборудования нагрузка бывает активной и реактивной. На практике у потребителя чаще всего преобладает смешанная нагрузка, активно-индуктивного характера.

В электрической сети происходит потребление как активной, так и реактивной энергии. Активная энергия преобразуется в полезную – механическую, тепловую и прочие энергии. Реактивная энергия – расходуется на создание электромагнитных полей в электродвигателях, трансформаторах, индукционных печах, сварочных трансформаторах, дросселях и осветительных приборах.

На долю асинхронных двигателей приходится 60–70 % потребления всей реактивной мощности, трехфазные трансформаторы – 15–25 %, люминесцентные лампы и другие приемники – 5–10 %.

Реактивный ток нагружает линии электропередачи, что приводит к увеличению сечений проводов и кабелей, потерям активной мощности и соответственно к увеличению капитальных затрат. Одним из эффективных способов снижения потребляемой из сети реактивной мощности является применение устройств компенсации реактивной мощности (конденсаторных установок).

Очевидно, что наиболее целесообразно ставить конденсаторные установки (КУ) в местах потребления реактивной мощности, так как в этом случае разгружается все элементы сети, участвующие в передаче электроэнергии. Для компенсации реактивной мощности используются также синхронные двигатели, синхронные и тиристорные компенсаторы.

Компенсация приводит к повышению эффективности системы электроснабжения за счет разгрузки ее элементов, способствующая увеличению качества электроэнергии.

Динамику изменения реактивной мощности отображает коэффициент реактивной мощности:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{Q}{P},$$

где Q – реактивная мощность, квар;

P – расчетная активная мощность, кВт;

φ – угол сдвига фаз между векторами тока и напряжения.

Максимальное значение $\operatorname{tg} \varphi$ указано в приказе Минэнерго России от 23.06.2015 № 380 «О Порядке расчета значений соотношения потребления активной и реактивной мощности для отдельных энергопринимающих устройств (групп энергопринимающих устройств) потребителей электрической энергии».

Полную мощность составляет сумма активной и реактивной мощности, предоставлено на рисунке 1.

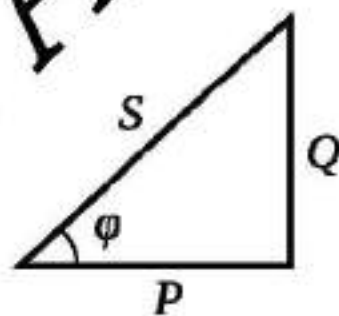


Рисунок 1 – Треугольник мощностей

На практике при определении динамики изменения реактивной мощности пользуются коэффициентом мощности. Коэффициент мощности представляет собой отношение активной мощности P к полной S :

$$\cos \varphi = \frac{P}{S}, \quad (2)$$

где P – активная мощность, квар;

S – полная мощность, кВА.

С целью повышения $\cos\varphi$ применяются различные меры, которые сводятся к уменьшению реактивной мощности либо ее компенсации. В первом случае стараются избежать работы оборудования на холостом ходу или с недогрузкой, не устанавливать оборудование со значительной реактивной мощностью. Во втором – применением специальных технических средств.

Компенсация реактивной мощности может быть:

- индивидуальной;
- групповой;
- централизованной.

При индивидуальной компенсации конденсаторы устанавливают непосредственно у отдельных двигателей или трансформаторов.

При групповой компенсации конденсаторы устанавливают на распределительных пунктах, к которым подключают несколько электроприемников.

Для централизованной компенсации конденсаторная установка подключается к шинам главной понизительной подстанции или распределительного пункта.

Необходимую реактивную мощность КУ можно определить, как:

$$Q_{к.р.} = \alpha \cdot P_{\kappa} \cdot (tg\varphi_{расч} - tg\varphi_{с\kappa}), \quad (3)$$

где $Q_{к.р.}$ – расчетная мощность КУ, квар,

α – коэффициент, учитывающий повышение $\cos\varphi$ естественным способом, принимается равным $\alpha=0,9$;

$tg\varphi_{расч}$, $tg\varphi_{с\kappa}$ – коэффициенты реактивной мощности до и после компенсации;

Компенсацию реактивной мощности по опыту эксплуатации производят до получения значения $\cos\varphi_k=0.92...0.95$.

Фактическое значение $tg\varphi_{\phi}$ определяется:

$$tg\varphi_{\phi} = tg\varphi - \frac{Q_{к.ст}}{\alpha \cdot P_{\kappa}}, \quad (4)$$

где $Q_{\text{к.ст.}}$ – стандартное значение мощности выбранного КУ, квар;

Через $\text{tg}\varphi_\Phi$ определяется $\cos\varphi_\Phi$ по формуле:

$$\cos\varphi_\Phi = \cos(\arctg\varphi_\Phi), \quad (5)$$

3 Оборудование и материалы

Работа может выполняться на двух стендах.

Учебный лабораторный стенд НТЦ-20.02 предоставлен по рисунку 2.

Техническая характеристика стенда отображена в таблице 1.



Рисунок 2 – Изображение лабораторного стенда НТЦ-20.02

Таблица 1 – Технические характеристики стенда НТЦ-20.02

Наименование	Параметры
Питание	~50Гц 220В однофазная
Габаритные размеры:	
Ширина, мм	1260
Высота, мм	1470
Глубина, мм	610
Масса оборудования, кг., не более	60

Учебный лабораторный стенд ЭССЭО1-С-Р – «Энергосбережение в системах электрического освещения» предоставлен на рисунке 3, технические характеристики – в таблице 2, перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы – в таблице 3.

Таблица 2 – Технические характеристики стенда ЭССЭО1-С-Р

Наименование	Параметры
Потребляемая мощность, В·А, не более	300
Электропитание: - от однофазной сети переменного тока с рабочим нулевым и защитным проводниками - напряжением, В - частота, Гц	$220 \pm 2250 \pm 0,5$
Класс защиты от поражения электрическим током	I
Габаритные размеры, мм, не более - длина (по фронту) - ширина (ортогонально фронту) - высота	920 850 1600
Масса, кг, не более	100
Количество человек, которое одновременно активно может работать на комплекте	2



Рисунок 3 – Изображение лабораторного стенда ЭССЭО1-С-Р

Таблица 3 – Перечень аппаратуры для выполнения лабораторной работы

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
G1	Однофазный источник питания	218.2	~220 В / 3 А
A1	Регулируемый автотрансформатор	318.2	318.2
A2	Одноклавишный выключатель	2304	~220 В / 6 А
A6	Блок люминесцентной лампы	2314.2	1 лампа / ~220 В / 10 Вт стартерный и электронный ПН
P1	Вольтметр	512	~0,500 В
P2	Измеритель мощностей	507.3	15; 30; 150; 300; 450 В; 0,1; 0,2; 0,5; 1 А.

4 Указания по технике безопасности

Перед началом выполнения лабораторной работы необходимо ознакомиться с экспериментальной установкой и четко уяснить схему подачи и снятия напряжения со стенда.

5 Задание

5.1 При выполнении работы на стенде НТЦ–20.02:

Перед началом проведения лабораторной работы необходимо изучить руководство по эксплуатации и по проведению измерений люксметра и ваттметра. Руководство по эксплуатации смотри в Приложении 1.

Подключить шилку кабеля X3 галогенной лампы в розетку X1 (внутри светонепроницаемой встроенной камеры). Установить тумблер SA4 в нижнее положение «откл.». Установить ручку ЛАТРa TV1 в положение около «220 В».

Включить автоматические выключатели QF1 и QF2. Включить ЛАТР TV1 тумблером SA2. Контролировать свечение галогенной лампы внутри камеры, открыв металлическую дверцу. Контролировать показания multifunctional ваттметра PV1, PA1, PW1, cosφ, SW1 на лицевой панели стенда путем последовательного переключения режима индикации. Зафиксировать ток, напряжение и мощность при работе без компенсации реактивной мощности, потребляемой понижающим трансформатором

ПИТАНИЯ ГАЛОГЕННОЙ ЛАМПЫ.

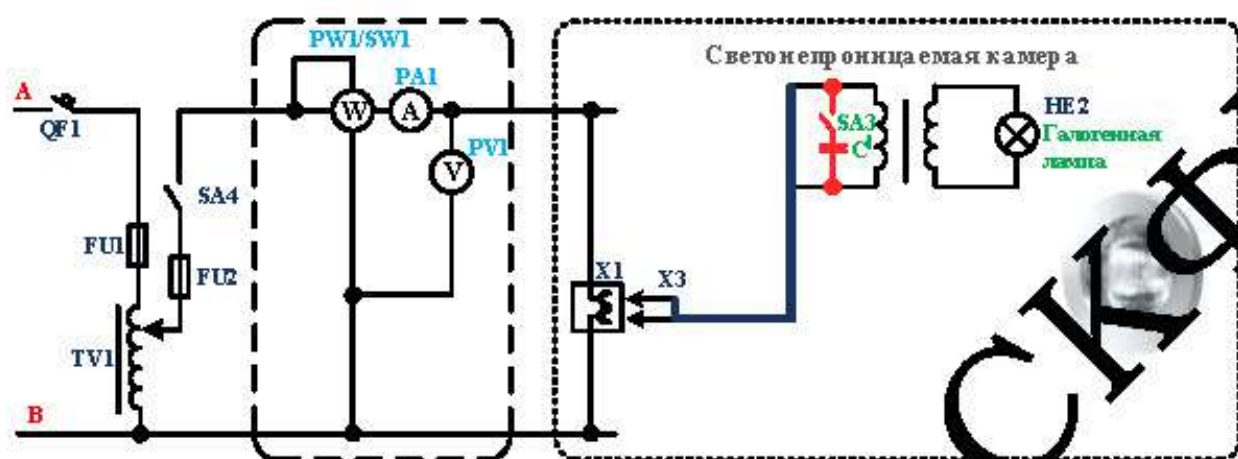


Рисунок 4 – Электрическая схема лабораторной №9

Тумблером $SA4$ подключить конденсатор C (верхнее положение «вкл. C^* ») к обмотке трансформатора питания галогенной лампы. Зафиксировать через некоторое время (вызванное запаздыванием измерительной системы прибора) уменьшение тока и снижение потребляемой мощности.

По результатам опыта произвести расчет экономии электроэнергии за 20 рабочих дней при условии работы галогенной лампы 8 часов в течение суток. Отключить автоматические выключатели $QF1$ и $QF2$.

Сделать вывод о значении применения данного метода.

Таблица 4. Результаты проведенных измерений

Состояние	I, A	U, B	$W, Вт$
$SA4$ – «откл.»			
$SA4$ – «вкл. C^* »			

5.1 При выполнении работы на стенде ЭССЭ О1-С-Р:

Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.

Соедините гнезда защитного заземления « $\oplus$ » устройств, используемых в эксперименте, с гнездом «PE» однофазного источника питания G1.

Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической

соединений, показанной на рисунке 5 (схема без конденсатора).

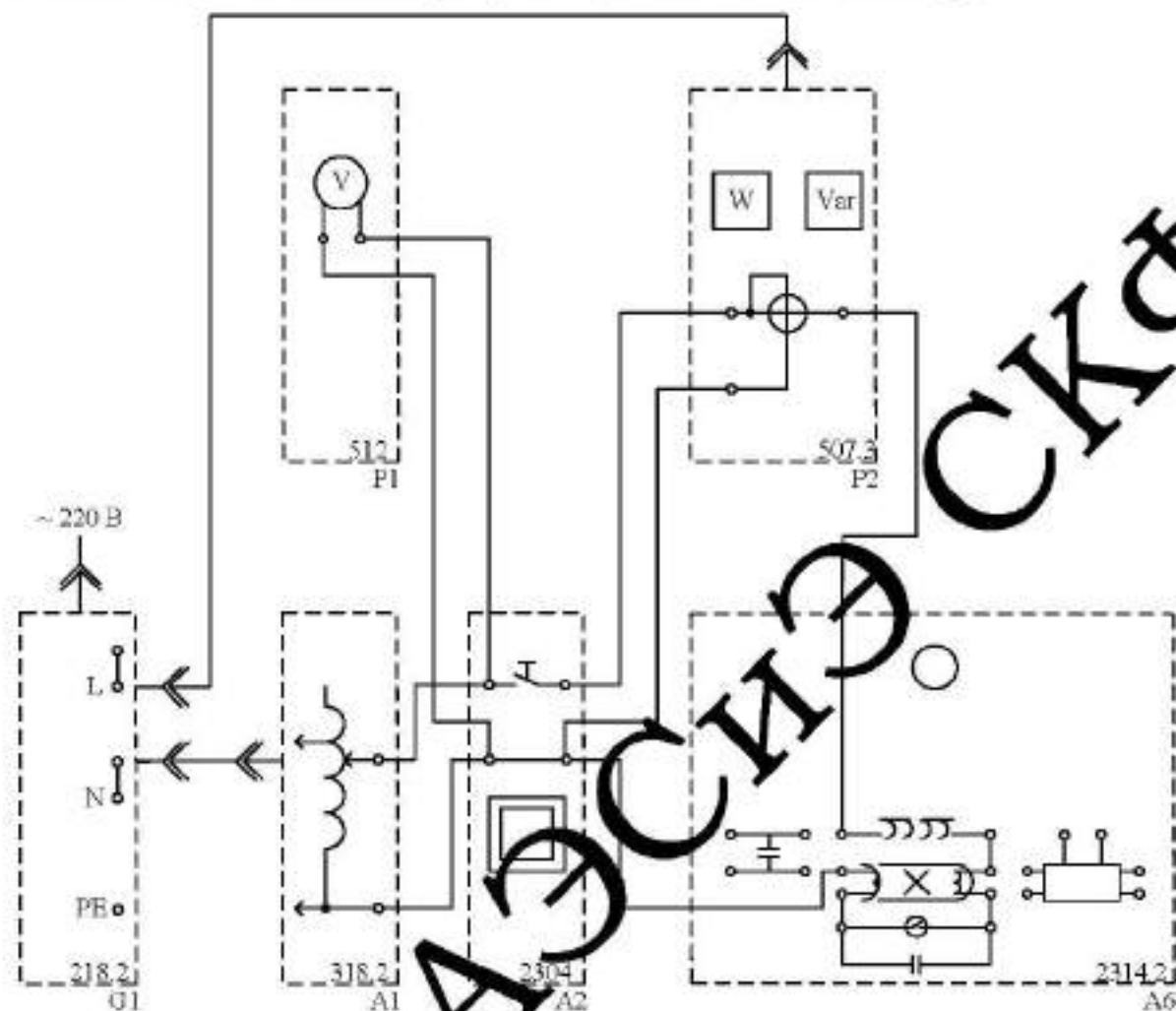


Рисунок 5 – Схема включения без конденсатора

Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».

Отключите (если включен) выключатель A2.

Включите источник G1. Должен загореться светодиод.

Включите выключатели «СЕТЬ» автотрансформатора A1 и измерителя мощностей P2.

Контролируя по вольтметру P1, установите на выходе автотрансформатора A1 желаемое напряжение, например, 230 В и поддерживайте его при проведении эксперимента неизменным.

Включите выключатель A2. В окне для фотодатчика блока A6 должен появиться свет. Через 5 минут измерьте варметром блока P2 потребляемую

схемой с люминесцентной лампой реактивную мощность Q_1 .

Отключите выключатель A2 и соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений, приведенной на рисунке 6 (схема с конденсатором).

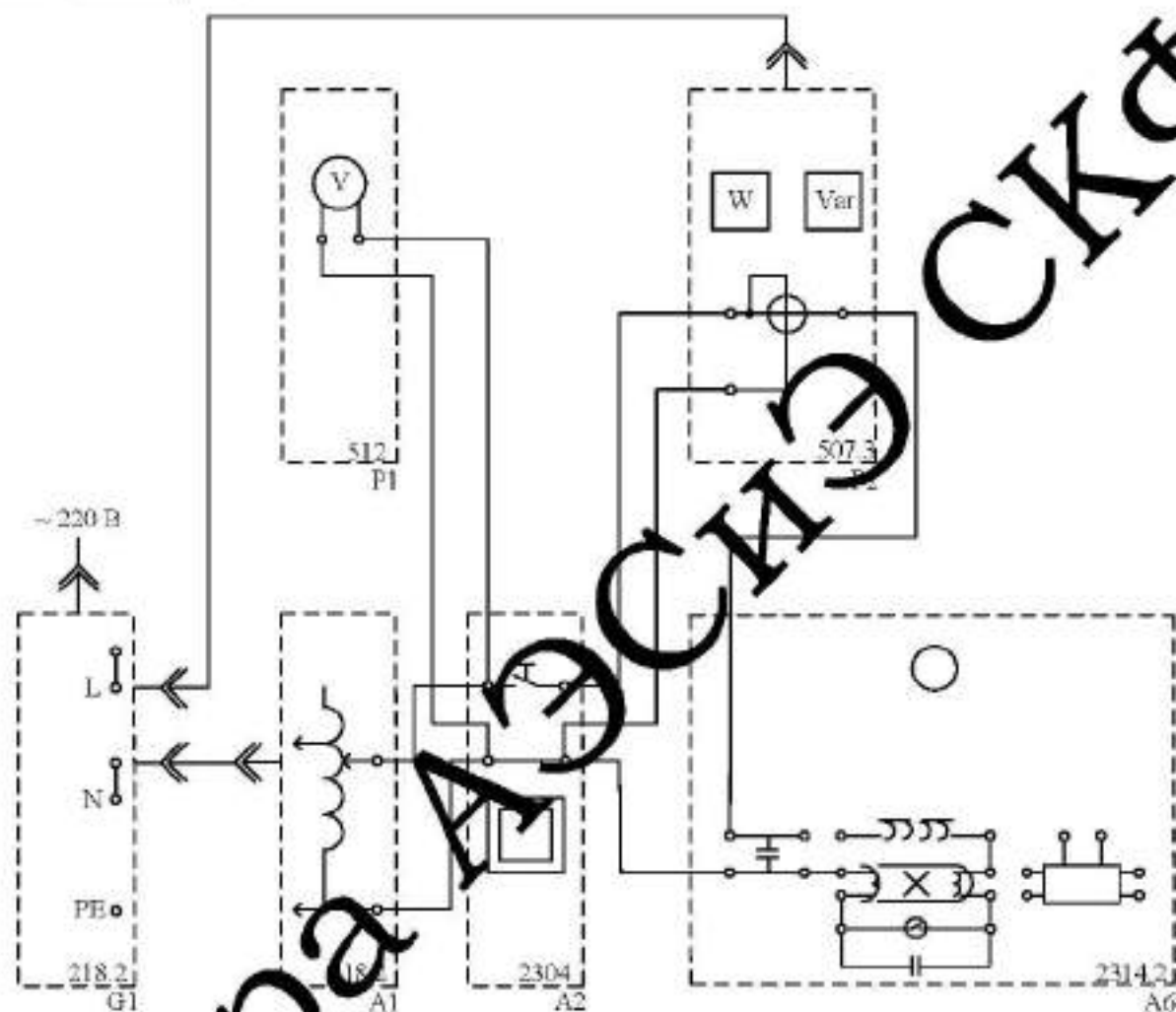


Рисунок 5 – Схема включения с конденсатором

Включите выключатель A2. В окне для фотодатчика блока A4 должен появиться свет. Через 5 минут измерьте варметром блока P2 потребляемую схемой с люминесцентной лампой реактивную мощность Q_2 .

Отключите выключатель A2.

По завершении эксперимента отключите источник G1, выключатели «СЕТЬ» измерителя мощностей P2 и автотрансформатора A1.

Сравните реактивные мощности Q_2 и Q_1 , потребляемые схемой люминесцентной лампы с конденсатором и без конденсатора

6 Содержание отчета

Отчет должен иметь титульный лист с указанием темы лабораторной работы, ФИО студента, номера группы и даты выполнения работы.

Отчет должен содержать:

1. Название и цель лабораторной работы;
2. Электрические схемы;
3. Таблицы с экспериментальными данными, результатами расчетов, необходимыми графиками и поясняющими рисунками;
4. Выводы.

7 Контрольные вопросы

1. Для чего выполняется компенсация реактивной мощности?
2. Что такое коэффициент мощности и какие меры применяют для его повышения?
3. Какие средства компенсации реактивной мощности Вы знаете?
4. Как рассчитать требуемую мощность КУ?
5. Где рекомендуется устанавливать компенсирующие устройства?

Работа с люксметром MS-6610:

1. Включите питание прибора нажатием кнопки ON/OFF.
2. Установите движковый переключатель в соответствующее положение (X1, X10 или X100);
3. Поднесите фотодатчик к источнику света в горизонтальном положении;
4. Просмотрите осветительный номинал с дисплея;
5. Для удерживание данных на дисплее – нажмите кнопку HOLD. В данном режиме последующие измерения проводиться не будут. Для отказа от режима HOLD нажмите кнопку HOLD повторно.
6. После завершения измерений нажмите кнопку ON/OFF для выключения питания прибора

Примечания: Если на дисплее прибора отображаются несколько нулей, измените диапазон измерений с помощью движкового переключателя функций.

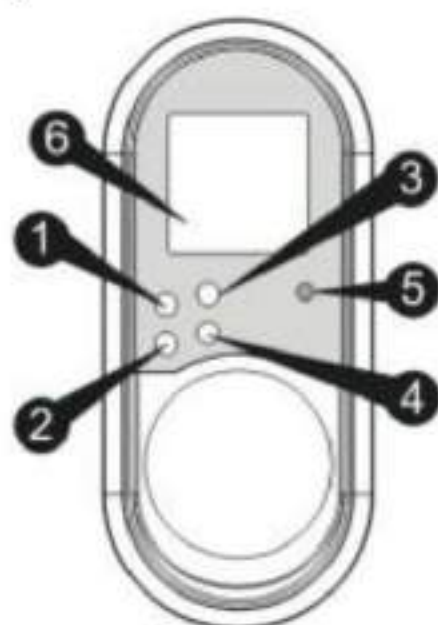
Лицевая панель прибора MS-6610 изображена на рисунке 1.1.



Рисунок 1.1 – Лицевая панель прибора MS-6610:

- 1 – кнопка HOLD; 2 – выносной световой датчик; 3 – ЖК дисплей. 4 – движковый переключатель функций; 5 – кнопка ON/OFF

Ознакомимся с внешним видом и назначением основных кнопок ваттметра DuVolt PowerMeter 4. Лицевая панель прибора представлена на рисунке 1.2.



1. ВВЕРХ – кнопка переключения между режимами отображения времени. Кнопка используется также для увеличения значения.
2. ВНИЗ – кнопка переключения между отображением напряжения, силы тока, максимальной силы тока, мощностью, максимальной мощностью и режимом предупреждения о перегрузке. Кнопка используется также для уменьшения значения.
3. PRICE – кнопка переключения режимов отображения информации о потреблении электроэнергии. Позволяет переключаться между режимами отображения общего объема потребленной электроэнергии, общей стоимостью и цены электроэнергии.
4. SET/OVERLOAD – многофункциональная кнопка настройки. Позволяет настраивать часы, устанавливать режим «ПЕРЕГРУЗКИ», устанавливать стоимость электроэнергии.
5. Индикатор «ПЕРЕГРУЗКА».
6. Дисплей.

Рисунок 1.2 – Лицевая панель прибора DuVolt PowerMeter 4

На дисплее ваттметра отображены основные параметры измеряемых величин (см. рисунок 1.3).

Верхний правый участок

Верхний левый участок

Нижний участок



Верхний правый участок используется для отображения напряжения, силы тока, максимальной силы тока, мощности, максимальной мощности, а также установки перегрузки по мощности или силе тока.

Верхний левый участок используется для отображения времени (ЧЧ:ММ:СС и ЧЧ:ММ День недели).

Нижний участок используется для отображения общей энергии, потребляемой измеряемым устройством в кВт, общей стоимости и цены за 1кВт электроэнергии.

Рисунок 1.3 – Дисплей прибора DuVolt PowerMeter 4

Для того, чтобы войти в режим установки часов, нажмите кнопку

ВВЕРХ, затем нажмите кнопку SET/OVERLOAD. Показатель часов начнёт мигать.



Рисунок 1.4 – Режим установки часов

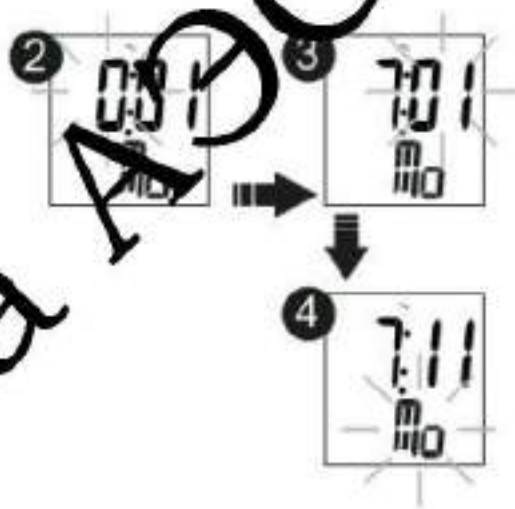


Рисунок 1.5 – Дисплей прибора в режиме установки времени

Порядок настройки часов:

1. Установите часы с помощью кнопок ВВЕРХ или ВНИЗ, нажмите кнопку SET/OVERLOAD для подтверждения. Затем начнёт мигать показатель минут.

2. Установите минуты с помощью кнопок ВВЕРХ или ВНИЗ, нажмите кнопку SET/OVERLOAD для подтверждения. Затем начнёт мигать

показатель дня недели.

3. Установите день недели с помощью кнопок ВВЕРХ или ВНИЗ, нажмите кнопку SET/OVERLOAD для подтверждения. После этого настройка часов будет завершена.

Вы можете выбрать режим отображения часов:

1. По умолчанию часы показывают время в 24-часовом формате (от 0 до 23 часов). Для того чтобы переключиться между 12-часовым и 24-часовым режимами, нажмите и удерживайте кнопку ВВЕРХ в течение 3 секунд.

2. Режим отображения дня недели или секунд. Часы могут отображать текущий день недели или секунды. Для переключения между режимами, нажмите кнопку ВВЕРХ в режиме нормального отображения часов.

Для переключения между режимами отображения на верхней панели используйте кнопку ВНИЗ. Ниже представлен порядок, в котором на дисплее отображаются режимы. Последовательно нажимайте кнопку ВНИЗ, несколько раз, чтобы перейти к нужному режиму, как показано на схеме 1.6.

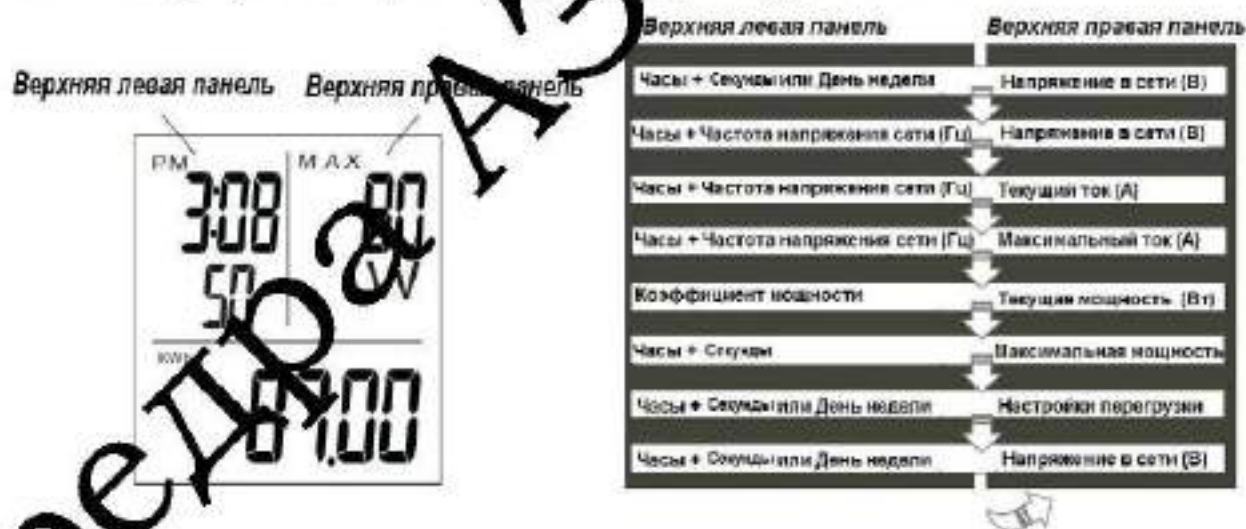


Рисунок 1.6 – Схема переключения между режимами отображения в верхней части дисплея ваттметра

Для переключения между режимами отображения на нижней панели используйте кнопку PRICE. Ниже представлен порядок, в котором на

дисплее отображаются режимы. Последовательно нажимайте кнопку PRICE, несколько раз, чтобы перейти к нужному режиму, как показано на схеме 1.7.



Рисунок 1.7 – Схема переключения между режимами отображения в нижней части дисплея ваттметра

Для просмотра мгновенных измеряемых значения используйте кнопку ВНИЗ (см. рисунок 1.2). В верхней части экрана будут отображаться следующие значения:

- напряжение электросети V;
- сила тока, потребляемая подключенным к устройству эл.прибором A;
- максимальная сила тока A MAX;
- потребляемая мощность W;
- максимальная потребляемая мощность W MAX;
- Установленная сила тока и мощность перегрузки A OVERLOAD / W OVERLOAD;
- частота электросети Hz;
- коэффициент мощности cosφ.

Примечание: Максимальные показатели силы тока и мощности – это максимальные зафиксированные прибором показания силы тока или мощности. Нажмите и удерживайте кнопку ВНИЗ в течение 3 секунд, для очистки показаний максимального тока и максимальной мощности.

Прибор оснащён функцией предупреждения о перегрузке

(см. рисунок 1.9). Красный светодиод будет мигать, если текущая мощность или сила тока превышает установленное значение перегрузки. Для настройки параметров перегрузки выполните следующее:

1. Последовательно нажимайте кнопку ВНИЗ, пока не будет выбран режим предупреждения о перегрузке («OVERLOAD»);
2. Когда появится знак перегрузки (Overload) нажмите кнопку SET;
3. Нажмите кнопку ВВЕРХ или кнопку ВНИЗ для переключения между режимами «А» и «W». Режим «W» позволяет производить настройку перегрузки по мощности, а режим «А» — по силе тока.
4. Нажмите кнопку SET снова, чтобы первая цифра начала мигать.
5. С помощью кнопок ВВЕРХ и ВНИЗ выставите необходимое значение.
6. Для перехода к следующей цифре нажмите еще раз кнопку SET.

Примечание: Для обнуления настроек перегрузки нажмите и удерживайте кнопку ВНИЗ в течение 5 секунд.

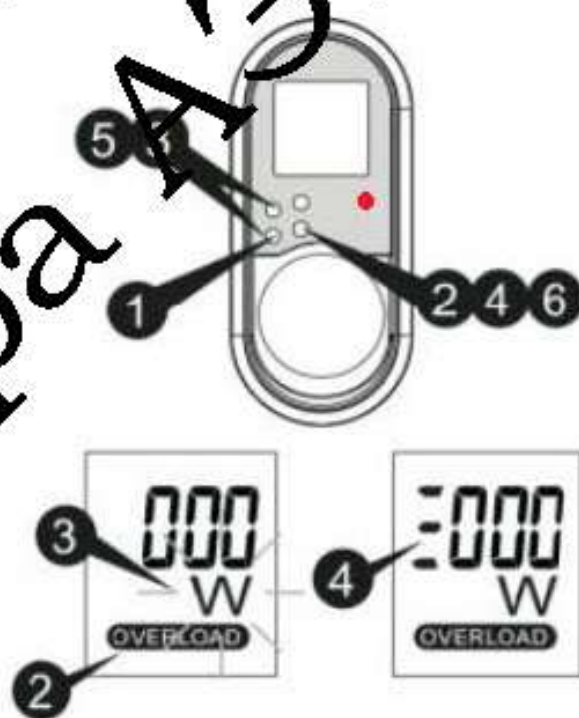


Рисунок 1.8 – Настройка параметров перегрузки

Если дисплей не отображает или кнопки не реагируют на нажатия, то

установки прибора должны быть сброшены:

1. Откройте крышку батарейного отсека на задней стороне прибора и извлеките батарейки.

2. Нажмите и удерживайте кнопку SET/OVERLOAD и, спустя некоторое время, повторно вставьте батарейки.

Кафедра АЭСИЭ СКФУ

Подготовка и проведение измерений с помощью электронного мультиметра

Для измерения трех базовых электрических величин (напряжения, тока и омического сопротивления) используется мультиметр. До его подключения к цепи необходимо выполнить следующие операции:

- установка рода тока (постоянный/переменный);
- выбор диапазона измерений соответственно ожидаемому результату измерений;
- правильное подсоединение зажимов мультиметра к измеряемой цепи.

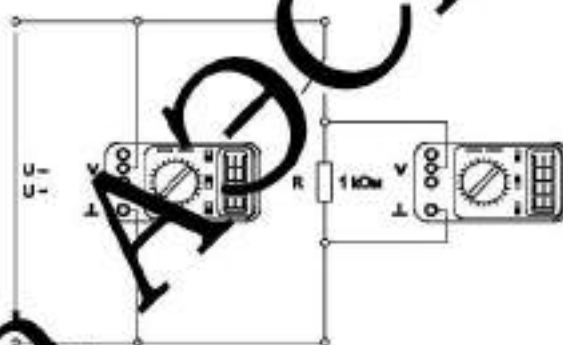


Рисунок 1 – Присоединение мультиметра как вольтметра

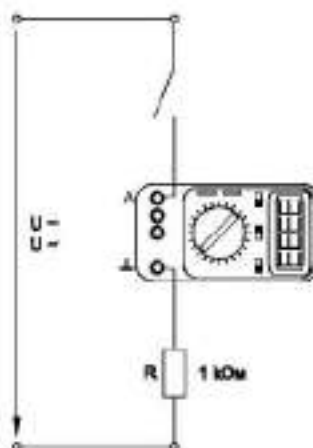


Рисунок 2 – Присоединение мультиметра как амперметра

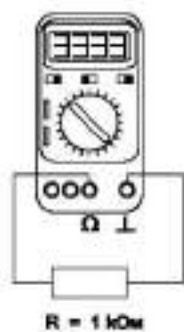


Рисунок 3 – Присоединение мультиметра как омметра

Кафедра АЭСИЭ СКФУ

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к организации самостоятельной работы по дисциплине
**«Приемники и потребители электроэнергии в системах
электрооборудования»**

для студентов направления подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Ставрополь
2026

Введение

Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности специалиста, способного к саморазвитию, самообразованию, инновационной деятельности. Решение этой задачи вряд ли возможно только путем передачи знаний в готовом виде от преподавателя к студенту. Для решения этой задачи в учебные планы всех специальностей включена самостоятельная работа.

В связи с этим, студенту из пассивного потребителя знаний необходимо превратиться в активного их творца, умеющего сформулировать проблему, проанализировать пути ее решения, найти оптимальный результат и доказать его правильность. В этом плане следует признать, что самостоятельная работа студентов является не просто важной формой образовательного процесса, а должна стать его основой. Это предполагает ориентацию на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей студентов, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей личности.

В широком смысле под самостоятельной работой студентов следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне ее, в контакте с преподавателем и в его отсутствие.

Самостоятельная работа реализуется:

– непосредственно в процессе аудиторных занятий – на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ;

– в контакте с преподавателем вне рамок расписания – на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении студентом учебных и творческих задач.

Границы между этими видами работ достаточно размыты, а сами виды

самостоятельной работы пересекаются.

Следует с первых дней обучения в вузе приучать себя к целесообразному распределению занятий по месяцам и неделям семестра. При этом очень важна равномерная работа как основное условие успешных занятий в вузе.

Высшей ступенью обучения является приобретение навыков самостоятельной творческой работы, а творческому применению знаний нужно учиться параллельно с их приобретением.

Кафедра АЭСИЭ

СКФУ

1 Основные мотивы самостоятельной работы студентов

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор – подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности. Среди внутренних факторов, способствующих активизации самостоятельной работы выделяют следующие:

1. *Полезность* выполняемой работ заключается в том, что результаты самостоятельной работы могут быть использованы на семинарских и практических занятиях, лабораторном практикуме, при подготовке публикации. Другим вариантом использования фактора полезности является активное применение результатов работы в профессиональной подготовке. Так, например, если студент получил задание на дипломную работу на одном из младших курсов, он может выполнять самостоятельные задания по ряду дисциплин гуманитарного и социально-экономического, естественно-научного и общепрофессионального циклов дисциплин, которые затем войдут в его выпускную квалификационную работу.

2. *Творческая деятельность*. Это может быть участие в научно-исследовательской, опытно-конструкторской или методической работе, проводимой на той или иной кафедре.

3. *Участие* в олимпиадах по учебным дисциплинам, конкурсам научно-исследовательских или прикладных работ и т.д.

4. *Участие* в научно – практических конференциях.

5. *Подготовка публикаций* для сборников тезисов и докладов научно-практических конференций, журналов, учебных пособий и т.д.

6. *Участие в грантовых конкурсах*.

2 Способы самостоятельной работы при чтении учебной и научной литературы

При остром недостатке времени у студентов встает вопрос об оптимизации обучения, то есть такой организации учебного процесса, которая обеспечила бы условия для продуктивного самообучения и самовоспитания. Важнейшую роль здесь играет овладение способами самостоятельной работы. Речь идет о том, что чтобы, прежде всего, научиться рациональному использованию времени при работе с книгой.

Начинать самостоятельные занятия следует с первых же дней учебы в вузе. Первые дни семестра важны, чтобы включиться в работу, установить определенный равномерный ритм на весь семестр. Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься самостоятельно по 4-5 часов ежедневно, кроме выходных дней.

Под ритмом работы понимают ежедневные занятия в одни и те же часы, при чередовании их с перерывами для отдыха. Вначале для организации ритмичной работы требуется сознательное напряжение воли, затем принуждение снимается, возникает привычка и работа становится потребностью.

Ритмичная работа позволяет студенту заниматься много, не уставая, не снижая производительности и не перегружая себя. Для этого необходимо:

• Менять один вид работы другим, что позволяет сохранять высокую работоспособность, поскольку при однообразных видах занятий человек утомляется больше, чем при работе разного характера.

Заниматься несколькими предметами в один и тот же день не всегда целесообразно, поскольку при каждом переходе нужно вновь концентрировать внимание и затрачивать время.

- Умение сосредотачиваться – необходимое условие для

умственного труда, иначе работа оказывается малопродуктивной и даже бесполезной.

- Начинать занятия немедленно, как только сел за стол. Следует начинать с уверенностью, что вскоре придет сосредоточенное состояние, но если внимание наступает не сразу или нарушается на время, нужно вынырнуть и устранить причины этого.

- Нужно научиться не прерывать внимания, пока читаемое не получит логического завершения, пока не будет пройден какой-либо этап. Нередко внимание отвлекается посторонними мыслями, которые во время занятий следует решительно отгонять. Перерыв в занятиях следует приурочить к концу изучения параграфа, раздела или главы книги, так как в этом случае не будет потери времени при возобновлении работы. Умение сосредоточиться, углубиться в работу приобретается в результате практики, создающей определенные навыки.

- Повысить производительность умственного труда может порядок на рабочем месте и обстановка, благоприятствующая работе.

Большая часть самостоятельной работы студента состоит в изучении литературы. Одна из задач студента – научиться самостоятельно работать с книгой, а это требует определенных затрат энергии и времени. Поэтому надо научиться делать эту работу рационально, то есть необходимо учиться читать.

3 Как работать с учебной и научной книгой

Методы эффективной работы с книгой в целях развития интеллекта можно условно разделить на две группы:

1. Правильная организация процесса чтения
2. Повышение скорости чтения и восприятия.

В комплексе оба метода могут в 2-3 раза сократить время прочтения различных материалов.

При чтении текста мозг формирует «свою трактовку содержания» прочитанного. Происходит перекодирование сообщения на языке собственных мыслей читателя. Мозг выделяет «ядерное», сущностное значение из текста. Эффективность такой перекодировки зависит от осмысления и внимательности чтения.

Как показали эксперименты, знание и умелое применение некоторых упражнений дают возможность извлекать «ядерное» значение в тексте быстро и надежно. Эти упражнения основаны на использовании дифференциального алгоритма чтения. Центральное место в этом алгоритме занимает «блок доминанта». Это слово в переводе с латинского языка означает «господствующий, основной, главный». Что же такое доминанта применительно к тексту?

Доминанта – главная смысловая часть текста. Она выражается своими словами, на языке собственных мыслей, является результатом переработки текста, его осмысления в соответствии с индивидуальными особенностями читателя, выявления основного замысла автора.

Дифференциальный алгоритм чтения в соответствии с блоками позволяет реализовать логико-семантический анализ текста: вначале выделить ключевые слова, затем построить смысловые ряды и, наконец, выделив цель знаний, сформулировать доминанту. Именно так и только так (по С.А. Андрееву) можно увидеть главное, действительно, проникнуть в суть вещей, явлений, излагаемых автором.

Возможны три основных способа чтения:

- Первый способ – артикуляция или проговаривание вслух (или почти вслух) того, что читается. Скорость такого чтения невелика.
- Второй способ – чтение про себя, при котором речевой процесс

проявлен в форме внутренней речи, то есть без открытой артикуляции. Текст, при этом усваивается более эффективно. Способ в принципе допускает быстрое чтение.

- Третий, наиболее совершенный способ чтения – тоже молчаливо в условиях максимального сжатия внутренней речи, при котором она проявляется в виде коротких залпов ключевых слов и смысловых рядов, адекватно отражающих смысл текста.

Итак, артикуляция замедляет процесс чтения и от нее необходимо избавиться. Однако не приведет ли сокращение артикуляции при повышении скорости чтения к снижению качества восприятия и осмысления полученной информации?

Как показали исследования психологов, иногда при чтении слова могут быть заменены наглядными представлениями, пространственными схемами. Целые группы слов – одним словом.

Быстро читающие люди обладают способностью, не проговаривая читаемый текст, сразу улавливать и фиксировать замысел автора, а затем усваивать его на уровне внутренней речи. В этом случае, несмотря на высокую скорость чтения, происходит глубокое понимание и усвоение прочитанного, так как основная идея понятна с самого начала. Задачу научиться такому чтению можно решать в два этапа. Первый предполагает сокращение артикуляции, если она ярко выражена, второй – овладение приемами чтения, при которых текст воспринимается крупными информационными блоками.

Как известно, людей по способу восприятия и переработки информации делят на три типа: зрительный, слуховой и кинестетический. Люди зрительного типа при чтении используют код наглядных образов, тогда как люди слухового типа применяют менее производительный код речедвижений. Наблюдения за людьми, читающими быстро, показывают, что

они, как правило, относятся к зрительному типу. Вот пример, как описывает О.Бальзак процесс быстрого чтения: «Впитывание мысли в процессе чтения достигло у него способности феноменальной. Взгляд его охватывал семь-восемь строчек сразу, и разум постигал смысл со скоростью, соответствующей скорости глаз. Часто одно-единственное слово позволяло ему усвоить смысл целой фразы».

Направленным обучением можно практически любого зрительного человека научить в процессе чтения использовать код наглядных зрительных образов при соответствующем сокращении артикуляции.

С опорой на работу Л.Г. Одишова «Как научиться хорошо учиться» (М., 1996) приводим следующие рекомендации по работе с книгой.

- В тексте всегда есть элементы, нахождение и использование которых позволяет извлечь требуемую информацию наиболее быстро. Например, при чтении учебника в первую очередь отыскивается наиболее важная информация данной главы, параграфа, а она часто следует после слов: в итоге, в результате, выводим и т.д.

- Попробуйте в процессе чтения мысленно заглянуть вперед, представить себе, о чем будет идти речь, к какому выводу придет автор, как далее будет строиться изложение и т.д. например, если описывается одна сторона явления, то, очевидно, далее будет описана и другая и т.д. Это позволяет предварительно подготовиться к последующей информации.

Хорошим упражнением по развитию навыков «предвидения» является остановка чтения в момент, когда, по вашему мнению, заканчивается какая-то часть текста. Попробуйте предугадать содержание следующей части.

- До начала чтения текста важно собрать о нем как можно больше информации, чтобы точнее представить, что можно получить из данного

текста и как лучше работать с ним. Это помогут сделать название, автор, издательство, аннотация, оглавление, предисловие и заключение. Предварительное ознакомление с книгой перед настоящим чтением позволяет сберечь время и труд.

Как правило, предисловие пишется крупным специалистом в данной области, и поэтому излагаемая проблема показывается как бы «в широким», в общем плане, без подробностей. А это позволяет лучше ориентироваться, начинать чтение, зная основную цель автора.

- Перед углубленным чтением любого текста (статьи, книги, конспекта, лекции перед экзаменом) сначала бегло просмотрите его целиком. При этом постарайтесь выявить основные «серийные» идеи, наиболее крупные части и логику их изложения. Только после такого просмотра переходите к более детальному чтению.

- Перед чтением статьи или параграфа учебника попробуйте проделать следующее: прочитайте внимательно первый абзац, потом бегло просмотрите первые или последние фразы следующих абзацев (в них обычно содержится основная информация), обратите внимание на курсивы, разрядки, подзаголовочный текст и, наконец, внимательно прочтите один-два последних абзаца; постарайтесь выявить основное направление текста и его построения.

Прочитав в тексте интересную идею, полезно остановить свое внимание на ней, прислушаться к тем мыслям, которые она у вас вызвала, подумать о тех последствиях, которые из нее вытекают, попытаться развивать ее дальше.

- Существенно замедляют чтение регрессии – частые возвратные движения глаз, многократное повторное прочитывание материала. Возвратиться к уже прочитанному, но недостаточно хорошо понятому

участку лучше всего, когда прочитан законченный смысловой фрагмент текста и сделана хотя бы попытка его осмысления, а не в процессе чтения предложения.

- Любой текст не однороден по своей информационной насыщенности. В некоторых предложениях, абзацах сконцентрировано очень много информации, например, формулируются основные положения, ведущие идеи и т.д., а другие служат лишь иллюстрацией, фоном. Таким образом, текст имеет «смысловой рельеф». Чем точнее читатель умеет определить степень важности каждого отрезка текста и приспособить к «смысловому барьеру» способ своего чтения (то есть замедлить и углубить в более важных местах и ускорять в менее важных), тем продуктивнее чтение. Постарайтесь гибко варьировать способ работы с текстом в соответствии с его «смысловым барьером».

- Чтобы чтение было эффективным, попробуйте по прочитанному всегда отвечать на 6 вопросов: «Кто делает? Что делает? Когда? Почему? Где? Как?»

Освойте технику быстрого чтения по специальной методике, например по книге О.А. Андреева, Л.Н. Хромова. Учитесь быстро читать (М., 1991).

Большое значение при чтении учебной и научной литературы имеет умение запомнить прочитанный материал, а для этого необходимо тренировать память. Существуют приемы, позволяющие тренировать память, которыми необходимо овладеть, что позволит повысить эффективность работы с учебной и научной литературой.

Тренировка памяти. В учебной деятельности важно не только, и не столько быстро читать, но и усваивать материал, сохранять в памяти. Память прекрасно тренируема и управляема. Однако прежде чем ее развивать, подумайте, какая именно память вам нужна: на идеи, на логику изложения материала, на схемы и формулы. Это разные виды памяти и развивать их надо

по-разному.

Наблюдая за собой, выясните, как вам легче запомнить информацию – если вы ее видите, слышите или записываете. В дальнейшем постарайтесь так организовать работу, чтобы максимально использовать ведущий тип своей памяти.

Если у вас хорошая **зрительная память**, то хорошо запоминаются рисунки, расположение информации на странице, цвет и т.д. Помогите себе, выделяя цветными карандашами отдельные места текста, обводя рамками, делая значки, пометки на полях, представляя зрительно отдельные аспекты текста.

При хорошей **слуховой памяти** лучше запоминается звучащая речь. Используйте эту особенность, выделяя интонацией, тембром голоса отдельные места текста, слушая его запись на магнитофоне, рассуждая в слух и т.д.

В случае **памяти на движение** помогает повторная сокращенная запись запоминаемого материала, например выводов, основных положений текста, рисование таблиц, графиков, схем, а при выполнении лабораторных работ лучше все попробовать и проделать самому.

Наряду с использованием ведущего типа памяти, специально позаботьтесь и о развитии отстающих, так как при многих видах профессиональной деятельности они также могут потребоваться.

Использование приемов логического, осмысленного запоминания в несколько раз повышает продуктивность деятельности. Например, при запоминании лекции, глав учебников особенно действенным является выделить основные аспекты содержания, но и запомнить логику – целесообразную связь отдельных частей материала.

Постарайтесь с первого курса развивать память на то, что непосредственно касается вашей будущей профессии. Это и основной круг

идей данной отрасли знаний, и методы, и наиболее интересные факты, и фамилии ведущих специалистов области и т.д. при этом лучше не ждать, что запомнится само, а специально стараться запомнить нужное.

Вообще установка на запоминание, особенно длительное, положительно сказывается на прочности и точности сохранения материала памяти. Прикажите себе запомнить надолго, а не так как перадавший студент, спешно «набивающий» себе голову информацией непосредственно перед экзаменом с единственной целью – удержать выученное на один-два дня.

Любая информация запоминается лучше, если в ней намечены какие-то спорные моменты – ориентиры. И как по камушкам переходят реку, так и по этим ориентирам потом легче воспроизвести содержание. При запоминании текста выделяйте «смысловые опорные пункты», которые легко запоминаются, но с которыми тесно связаны целые фрагменты материала. Это может быть крылатая фраза, яркая цитата, пример, идея и т.д.

Материал запоминается непроизвольно, то есть легко и без затраты специальных усилий, если он является целью какой-либо поисковой деятельности. Например, если вы задались вопросом и нашли ответ на то, что долго искали, или нашли подтверждение гипотезы, которую вы сами выдвинули, то это запоминается само собой. Отсюда вывод – организуйте свою деятельность так, чтобы предмет запоминался, являлся целью этой деятельности. Например, ищите, выделяйте в тексте наиболее важные его положения – и они запомнятся, делите текст на части, анализируйте связи между ними – и запомнится логика текста.

При повторении курса лекций, запоминая материал по отдельным темам или даже вопросам, не забывайте повторить связь между ними. Именно тогда в голове укладывается система знаний, которая гораздо эффективнее, чем разрозненные обрывки.

В процессе развития памяти старайтесь не использовать стихийно

сложившиеся мнения, механическое зазубривание, а применяйте научно обоснованные методы сознательной и рациональной организации развития памяти и поиск новых приемов.

Предпосылкой хорошей памяти являются осознание человеком своей деятельности и разграничение информации на ту, которая ретранслируется, и та, которая образует образ, помогающий скорейшему достижению своих целей, и та, которая несет менее существенную информацию. Начинайте любое дело с четкой и ясной формулировки его цели; определите, какая информация может оказать решающее воздействие на ее достижение, и сконцентрируйтесь на ней.

Прочному запоминанию способствует многообразие восприятия, то есть запоминаемый текст читается, проговаривается и прослушивается. Везде, где это возможно, постарайтесь использовать три приема (слух, зрение и чувства) обработки запоминаемой информации сразу несколько органов чувств.

Не очень осмысленную вами информацию, которую, тем не менее, надо запомнить, можно удерживать с помощью ассоциативных приемов мнемотехники, суть которых в том, что новое связывается с известным не прямо, а через серию дополнительных промежуточных ассоциаций (помните цвета спектра – «Каждый охотник желает знать, где сидит фазан»). Везде, где трудно запомнить прямо, найдите дополнительный связующий мостик. Такими «связующими» мостиками являются буквальные «узелки» на памяти, связываемые многими на носовом платке. В течение дня человек постоянно пользуется носовым платком, а там – узелок, «напоминающий», что нужно не забыть сделать определенное дело.

Память будет работать прекрасно, если наряду с имеющимися приемами вы будете придумывать все новые, адекватные различным видам информации. Если такая работа привычна для вас, то с каждым годом память будет становиться все более мощной и продуктивной.

4 Формы ведения записей

Самостоятельная работа с книгой может быть успешной, если текст не только прочитан, но и законспектирован. Существует несколько **форм записей**, но любая форма записи не даст нужного результата, если не будет пробуждать мысли того, кто ее ведет, если отсутствует активная работа мысли и формирование своих выводов из прочитанного.

Выбор формы записи зависит от индивидуальных особенностей человека, его образованности и опыта. При этом не меньшую роль играет назначение записей, то есть то, какие задачи ставит перед собой человек (для самообразования, для выступления на семинаре, для использования в будущем).

Введение записей мобилизует наряду со зрительной памятью, также и моторную память. Кроме того, у человека, систематически ведущего записи изучаемой литературы, создается свой фонд материалов для быстрого повторения и мобилизации накопленных знаний.

Все записи должны быть убористыми и компактными. Интервалы между строками должны быть достаточными, чтобы вписывать дополнения. Рекомендуется вести записи ручкой, а карандашом или ручкой другого цвета пользоваться для ометок и выделений при последующей работе. Полезно также датировать записи.

Записи могут носить различный характер: план, выписки, тезисы, аннотирование, конспектирование, реферирование.

1. План - наиболее краткая формой записи. Это перечень вопросов, рассматриваемых в книге или статье. План обычно раскрывает структуру произведения, логику автора, способствует лучшей ориентации в содержании.

Так, составленным планом можно воспользоваться, чтобы вспомнить прочитанное или быстро отыскать в книге нужное место. Представление об

основных пунктах плана дает оглавление книги, поэтому во многих случаях наименования глав и разделов можно использовать в качестве пунктов. Составление плана приучает логически мыслить, вырабатывать умение сжато и последовательно излагать суть вопроса в письменной и устной форме.

Существует два способа составления плана: работа над ним по ходу чтения и составление плана после ознакомления с произведением. При этом план получается более последовательным и стройным.

Трудность составления плана состоит в том, что надо выяснить для себя, прежде всего, построение изучаемого текста, ход мыслей автора и лишь затем изложить содержание работы кратко и ясно. При всей своей краткости план дает представление о содержании прочитанного. Следует учесть, что форма плана не исключает цитирования отдельных мест и обобщений. Различают простой и развернутый план. В отличие от простого плана развернутый план не только содержит перечисление вопросов, но и раскрывает основные идеи произведения, может включать выдержки из него, схемы, таблицы. Планом, особенно развернутым, необходимо пользоваться при написании выступления или статьи.

В целом развернутый план дает гораздо большее представление о произведении, его основных идеях, задачах, которые в нем решаются. Он может включать дополнения, замечания, собственные мысли студента.

Важно знать, что составление планов помогает вырабатывать способность к отвлеченному, абстрактному мышлению, но наибольшую пользу составление плана даст подготовленным лицам, которые бывают достаточно лишь взглянуть на перечень основных вопросов, чтобы воспроизвести содержание прочитанного.

2. Тезисы – более сложная и совершенная форма записи, чем составление плана.

Это сжатое изложение основных мыслей прочитанного произведения

или подготовляемого выступления. Особенностью тезисов является их утвердительный характер.

В них сосредотачивается самое главное, только выводы и обобщения, в них меньше доказательств, иллюстрации и пояснений. Тезисы не должны повторять дословно текст, но в ряде мест могут быть близки к нему, воспроизводя некоторые характерные выражения автора, важные для понимания хода его мыслей. Составление тезисов помогает глубже понять основные идеи произведения, выделить главное в нем; приучают сжато, точно и четко сформулировать свои мысли, повышает культуру речи и письма. При составлении тезисов учитывают следующее. Прежде всего, если произведение небольшое, необходимо внимательно изучать его в целом, если большое – изучать по главам и разделам. Затем, когда будут ясны основные идеи, кратко и последовательно излагать их в виде пунктов.

Различают простые и сложные, развернутые тезисы. Если записывают только утверждение чего-либо, такой тезис называют простым, а сложным тезисом будет выражение главной мысли, содержащее, кроме утверждения, еще и краткое ее доказательство.

Часто тезисы формулируются самим автором как выводы и обобщения в заключении книги или раздела книги. Нередко тезисы выделяются в тексте другим цветом.

Рекомендуется делать тезисные записи своими словами, причем можно записывать один абзац за другим, учитывая смысловую связь между ними. Но в большинстве случаев следует составлять сводный тезис, сложный по форме. При этом объединяется несколько утверждений, тесно связанных между собой.

Тезисы по содержанию очень близки к конспекту, но конспект носит более описательный характер, и его положения не столь категоричны, как в тезисах. Кроме того, конспект представляет собой более полную форму

записи.

Следует отметить, что различие между формами записей условно, но в любой форме запись – важнейшая часть самостоятельной работы с книгой.

3. Выписки. Это записи текста из книги: теоретических положений, статистических данных, имеющих по мнению читателя важное значение.

Достоинство выписок состоит в точности воспроизведения текста книги, удобстве пользования записями при последующей работе, в накоплении обобщений и фактического материала. Выписки полезны для повторения, освежения в памяти прочитанного, для быстрой мобилизации своих знаний, когда необходимо в короткий срок вспомнить материал. Выписки выделяют из текста самое главное и тем самым помогают глубже понять его. Без них трудно обойтись при подготовке доклада, реферата, выступления. Выписки следует рассматривать как составную часть тезисов и конспектов.

Выписывать текст можно и по ходу чтения и после его завершения. В последнем случае надо замечать места, которые потом будут выписаны. Необходимо каждую выписку снабжать ссылкой на источник с указанием соответствующей страницы. Это нужно, чтобы в последствии можно было быстро найти в книге соответствующее место. Целесообразно выписывать из текста только такие места, в которых содержится самое главное, суть вопроса. Выписки должны быть ориентированы на изучение произведения в целом, а не отдельных мест, поскольку положения, вырванные из общего контекста, понимаются нередко совсем не так, как этого хотел автор. Иначе говоря, отдельно взятые, лишенные пояснений выдержки могут быть не поняты или поняты неправильно.

Выписки бывают дословные (цитаты) и «свободные», когда мысли автора излагаются своими словами. Следует учесть, что большие отрывки, которые трудно цитировать, целесообразнее в краткой форме переложить

своими словами, но «яркие» и важные места лучше выписывать дословно. Каждую цитату следует заключать в кавычки. Если ее берут из середины предложения, то после вводных кавычек ставят три точки. Ставят их и в конце цитаты, если из предложения опущены последние слова.

Следует знать, что какого-либо единого метода выписок, годного для всех случаев, не существует, поскольку у каждого человека свои особенности мышления и восприятия, свой подход к теме. Все это влияет на содержание и характер выписок.

Выписки рекомендуется хранить в картотеке, конвертах или папках, на которых следует обозначить общую тему.

4. Аннотация – еще одна форма записи, являющаяся кратким обобщением содержания книги. Ею удобно пользоваться, если имеется намерение вернуться к изучаемому произведению. Аннотация может быть необходима и для того, чтобы не забыть о нем.

Для составления аннотации надо сначала полностью прочитать и глубоко продумать произведение. При всей своей краткости аннотация может содержать отдельные фрагменты авторского текста, а не только оценку книги или статьи.

5. Резюме очень близко к аннотации. Это запись, являющаяся краткой оценкой прочитанного материала. Различие между ними состоит в том, что аннотация кратко характеризует произведение в целом, а резюме концентрирует внимание на его выводах, главных итогах.

6. Конспект – наиболее совершенная и наиболее сложная форма записи. Слово «конспект» происходит от латинского «conspicere», что означает «обзор, изложение». В правильно составленном конспекте обычно выделено самое основное в изучаемом тексте, сосредоточено внимание на наиболее существенном, в кратких и четких формулировках обобщены важные теоретические положения.

Конспект представляет собой относительно подробное, последовательное изложение содержания прочитанного. На первых порах целесообразно в записях ближе держаться тексту, прибегая зачастую к прямому цитированию автора. В дальнейшем, по мере выработки навыков конспектирования, записи будут носить более свободный и сжатый характер.

Конспект книги обычно ведется в тетради. В самом начале конспекта указывается фамилия автора, полное название произведения, издательство, год и место издания. При цитировании обязательная ссылка на страницу книги. Если цитата взята из собрания сочинений, то необходимо указать соответствующий том. Следует помнить, что четкая ссылка на источник – неременное правило конспектирования. Если конспектируется статья, то указывается, где и когда она была напечатана.

Конспект подразделяется на части в соответствии с заранее продуманным планом. Пункты плана записываются в тексте или на полях конспекта. Писать его рекомендуется четко и разборчиво, так как небрежная запись с течением времени становится малопонятной для ее автора. Существует правило: конспект, составленный для себя, должен быть по возможности написан так, чтобы его легко прочитал и кто-либо другой.

Формы конспекта могут быть разными и зависят от его целевого назначения (изучение материала в целом или под определенным углом зрения, подготовка к докладу, выступлению на занятии и т.д.), а также от характера произведения (монография, статья, документ и т.п.). Если речь идет просто об изложении содержания работы, текст конспекта может быть сплошным, с выделением особо важных положений подчеркиванием или различными значками.

В случае, когда не ограничиваются переложением содержания, а фиксируют в конспекте и свои собственные суждения по данному вопросу или дополняют конспект соответствующими материалами их других

источников, следует отводить место для такого рода записей. Рекомендуется разделить страницы тетради пополам по вертикали и в левой части вести конспект произведения, а в правой свои дополнительные записи, совмещая их по содержанию.

Конспектирование в большей мере, чем другие виды записей, помогает вырабатывать навыки правильного изложения в письменной форме важные теоретических и практических вопросов, умение четко их формулировать и ясно излагать своими словами.

Таким образом, составление конспекта требует вдумчивой работы, затраты времени и труда. Зато во время конспектирования приобретаются знания, создается фонд записей.

Конспект может быть текстовым или тематическим. В текстовом конспекте сохраняется логика и структура изучаемого произведения, а запись ведется в соответствии с расположением материала в книге. За основу тематического конспекта берется не план произведения, а содержание какой-либо темы или проблемы.

Текстовый конспект желательно начинать после того, как вся книга прочитана и продумана, но это, к сожалению, не всегда возможно. В первую очередь необходимо составить план произведения письменно или мысленно, поскольку в соответствии с этим планом строится дальнейшая работа. Конспект включает в себя тезисы, которые составляют его основу. Но, в отличие от тезисов, конспект содержит краткую запись не только выводов, но и доказательств, вплоть до фактического материала. Иначе говоря, конспект – это расширенные тезисы, дополненные рассуждениями и доказательствами, мыслями и соображениями составителя записи.

Как правило, конспект включает в себя и выписки, но в него могут войти отдельные места, цитируемые дословно, а также факты, примеры, цифры, таблицы и схемы, взятые из книги. Следует помнить, что работа над

конспектом только тогда будет творческой, когда она не ограничена текстом изучаемого произведения. Нужно дополнять конспект данными из других источников.

В конспекте необходимо выделять отдельные места текста в зависимости от их значимости. Можно пользоваться различными способами: подчёркиваниями, вопросительными и восклицательными знаками, репликами, краткими оценками, писать на полях своих конспектов слова: «важно», «очень важно», «верно», «характерно».

В конспект могут помещаться диаграммы, схемы, таблицы, которые придадут ему наглядность.

Составлению тематического конспекта предшествует тщательное изучение всей литературы, подобранной для раскрытия данной темы. Бывает, что какая-либо тема рассматривается в нескольких главах или в разных местах книги. А в конспекте весь материал, относящийся к теме, будет сосредоточен в одном месте. В плане конспекта рекомендуется делать пометки, к каким источникам (высот до страницы) придется обратиться для раскрытия вопросов. Тематический конспект составляется обычно для того, чтобы глубже изучить определенный вопрос, подготовиться к докладу, лекции или выступлению на семинарском занятии. Такой конспект по содержанию прилагается к реферату, докладу по избранной теме, особенно если включает и собственный вклад в изучение проблемы.

Следующим методом самостоятельной работы с книгой является реферирование на определенную тему. Слово реферат употребляется в двух различных значениях:

1. Краткое изложение содержания книги, научной работы;
2. Доклад за заданную тему на основе критического образа литературных источников.

7. **Реферат** – это один из самых сложных видов самостоятельной

работы с книгой, а для этого следует овладеть более простыми приемами работы – разработкой плана, составлением тезисов и конспектов. Подготовка реферата и выступление с его изложением углубляет знания, расширяет кругозор, приучает логически, творчески мыслить, развивать культуру речи.

При просмотре литературы намечается ориентировочный план реферата, в который включается обычно 3-4 основных вопроса или раздела. Каждом из разделов формулируются подвопросы, помогающие последовательно раскрыть содержание проблемы.

В процессе изучения материала формулировки подвопросов и разделов обычно уточняются. При реферировании следует делать выписки, записывать мысли, возникающие при чтении; следует также точно записывать и определения тех понятий, которые будут использованы в реферате. Из прочитанной литературы нужно заимствовать не буквальный текст, а важнейшие мысли, идеи, теоретические положения; можно цитировать небольшие отрывки, приводить диаграммы, схемы, чертежи, но главное – высказывать собственные суждения по вопросам реферата. Приведенные выше советы следует рассматривать как примерные, предполагающие и другие подходы, поскольку у каждого человека вырабатываются свои приемы и навыки составления рефератов. Большую помощь в работе над рефератом оказывают предисловия к монографиям и сборникам. В них можно найти сведения о цели издания, а также о существующих пробелах в исследовании.

При разработке плана реферата важно учитывать, чтобы каждый его пункт раскрывал одну из сторон избранной темы, а все пункты в совокупности охватывали тему целиком. Различают несколько композиционных решений реферата: во-первых, хронологическое, когда тема раскрывается в исторической последовательности; во-вторых, описательное, при котором тема расчленяется на составные части, в целом раскрывающие определенное явление; в-третьих, аналитическое, когда тема исследуется в ее

причинно-следственных связях и взаимозависимых проблемах. Важно следить за тем, чтобы каждый пункт плана был соотнесен с главной темой и не содержал повторения в других пунктах. Важными разделами реферата является вступление и заключение. Во вступлении надо обосновать актуальность темы, обозначить круг составляющих ее проблем, кратко определить задачу своей работы. В заключении делаются краткие выводы, подводятся итоги. В конце реферата должен быть приложен список литературы.

В отличие от тематического конспекта реферат требует большей творческой активности, самостоятельности в обобщении изученной литературы, умения логически стройно изложить материал, оценить различные точки зрения на исследуемую проблему и высказать о ней собственное мнение. В реферате важно связать теоретические положения с практикой.

Итак, реферат – это самостоятельное произведение автора, которое должно свидетельствовать о знании литературы по данной теме, ее основной проблематике, отражать точку зрения автора реферата на эту проблематику, его умение осмысливать явления жизни на основе теоретических знаний.

При оценке реферата обычно руководствуются следующими критериями:

1. Удалось ли его автору раскрыть сущность данной проблемы;
2. Сумел ли автор показать связь рассматриваемой проблемы с жизнью;
3. Проявил ли автор самостоятельность и творческий подход в изложении реферата;
4. Можно ли считать реферат логически стройным и т.д.

5 Как слушать и конспектировать лекции

Основы знаний закладываются на лекциях, им принадлежит ведущая роль в учебном процессе. На лекциях дается самое важное, основное в изучаемой дисциплине. Основные задачи, стоящие перед лектором: помочь студентам понять основы и усвоить материал на самой лекции, дать указания на то, что требует наибольшего внимания, учить правильному мышлению и создавать ясное представление о методологии изучаемой науки.

Лекции являются эффективным видом занятий для формирования у студентов способности быстро воспринимать новые факты, идеи, обобщать их, а также самостоятельно мыслить.

Лектор излагает теоретический и практический материал, относящийся к основному курсу. Из большого числа монографий, учебников, сборников лектор выбирает самое главное, помогает усвоить логику рассуждений. Интонацией голоса и манерой изложения лектором подчеркивает наиболее существенное, выделяет главное и второстепенное.

Лектор может приводить наблюдения и факты из своего личного опыта, что придает материалу убедительность, повышает интерес к предмету лекции, способствует его усвоению.

Важно помнить, что лекция – это творческий процесс, в котором участвуют одновременно и лектор, и студенты, поэтому она требует атмосферы сотрудничества и уважительного отношения к труду лектора.

Студенту следует научиться понимать и основную идею лекции, а также, следуя за лектором, участвовать в усвоении новых мыслей. Но для этого надо быть подготовленным к восприятию очередной темы. Время, отведенное на лекцию, можно считать использованным полноценно, если студенты понимают роль лектора, задачи лекции, если работают вместе с лектором, а не бездумно ведут конспект.

Подготовленным можно считать такого студента, который, присутствуя

на лекции, усвоил ее содержание, а перед лекцией припомнил материал раздела, излагаемого на ней или просмотрел свой конспект, или учебник.

Перед лекцией необходимо прочитывать конспект предыдущей лекции, а после окончания крупного раздела курса рекомендуется проработать по конспектам и учебникам.

Для наиболее важных дисциплин, вызывающих наибольшие затруднения, рекомендуется перед каждой лекцией просматривать содержание предстоящей лекции по учебнику с тем, чтобы лучше воспринять материал лекции. В этом случае предмет усваивается настолько, что перед экзаменом остается сделать немного для закрепления знаний.

Важно помнить, что ни одна дисциплина не может быть изучена в необходимом объеме только по конспектам. Для хорошего усвоения курса нужна систематическая работа с учебной и научной литературой, а конспект может лишь облегчить понимание и усвоение материала.

Основная задача при слушании лекции – учиться мыслить, понимать идеи, излагаемые лектором. Большую помощь при этом может оказать конспект. Передача мыслей лектора своими словами помогает сосредоточить внимание, не дает перейти на механическое конспектирование. Механическая запись лекции приносит мало пользы.

Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Конспектирование способствует запоминанию только в том случае, если студент понимает излагаемый материал. При механическом ведении конспекта, когда просто записываются слова лектора, присутствие на лекции превращается в бесполезную трату времени.

Некоторые студенты полагают, что при наличии учебных пособий, учебников нет необходимости вести конспект. Такие студенты нередко совершают ошибку, так как не используют конспект как средство,

позволяющее активизировать свою работу на лекции или полнее и глубже усвоить ее содержание.

Определенная часть студентов считает, что конспекты лекции могут заменить учебники, поэтому они стремятся к дословной записи лекции и нередко не задумываются над ее содержанием. В результате при работе с учебным материалом по механической записи требуется больше труда и времени, чем при понимании и кратком конспектировании лекции.

Конспект ведется в тетради или на отдельных листах. Записи в тетради легче оформить, их удобно брать с собой на лекцию или практические занятия. Рекомендуется в тетради оставлять поля для дополнительных записей, замечаний и пунктов плана. Но конспектирование в тетради имеет и недостаток: в нем мало места для пополнения новыми материалами, выводами и обобщениями. В этом отношении более удобен конспект на отдельных листах (карточках). Из него нетрудно извлечь отдельную необходимую запись, конспект можно быстро пополнить листами, в которых содержатся новые выводы, обобщения, фактические данные. При подготовке выступлений, докладов легко подобрать листки из различных конспектов и свести их вместе. В результате такой работы конспект может стать тематическим.

Но вести конспект на отдельных листках или карточках более трудоемко, чем в тетради. Карточки легко рассыпать и перепутать, придется обзаводиться ящичками для хранения карточек, возникает необходимость на каждом листке писать его порядковый номер.

Но затрата труда и времени окупается преимуществами конспектирования на карточках перед конспектом в тетради.

Рекомендуется делать такие карточки, которые помещаются в обычный почтовый конверт. Карточки удобно тасовать, менять при необходимости их последовательность, раскладывать на столе для обзора. Например, учителю

истории карточки служили бы долго. Перед уроком можно взять соответствующий конверт и найти в нем материал по узловым вопросам темы, записанный еще в вузе.

При конспектировании допускается сокращение слов, но необходимо соблюдать меру. Каждый студент обычно вырабатывает свои правила сокращения. Но если они не введены в систему, то лучше их не применять, т.к. случайные сокращения ведут к тому, что спустя некоторое время конспект становится непонятным.

Следует знать, что не существует какого-либо единого, годного для всех метода конспектирования. Каждый ведет записи так, как ему представляется наиболее целесообразным и удобным. Собственный метод складывается по мере накопления опыта, но во всех случаях надо стремиться к тому, чтобы конспективные записи были краткими и наилучшим образом содействовали глубокому усвоению изучаемого материала. Известный отечественный педагог В.А. Сухомлинский, рекомендовал учиться думать над конспектом уже на лекции и работать над ним ежедневно хотя бы в течение 2 часов. Он советовал также делить конспект на две графы: в первой кратко записывать изложение лекции, а во второй – то, над чем надо подумать; сюда же следовало заносить узловые, главные вопросы, над которыми надо подумать постоянно, связывая с этим повседневное чтение. Он подчеркивал, что узловые вопросы предмета будут программой, на основе которой припомнится весь материал.

6 Использование компьютера в процессе самостоятельной работы студентов

Наиболее комплексный ряд заданий, выполняемых студентом в

процессе учебы в вузе, развивающих самостоятельность – это написание реферативных, курсовых и дипломных работ, выполнение которых требует применения всего спектра знаний, умений и навыков, приобретенных студентом в процессе обучения. Алгоритм, методика и формы выполнения этих работ практически одинаковы, они различаются содержанием, глубиной проработанности материала. И реферат, и курсовая, и дипломная работы должны выполняться в соответствии с действующими требованиями ГОСТов.

На современном этапе никто уже не представляет себе самостоятельную работу без использования международной информационной сети – **Интернет**. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Написание работ творческого и исследовательского характера требует знания и умения применять различные компьютерные технологии. Можно предложить следующий алгоритм работы по написанию исследовательских и творческих работ с использованием компьютера.

Первый этап заключается в наборе материала на компьютере. Для этого необходимо, чтобы на компьютер были установлен текстовый и графический редакторы для набора текста и выполнения различных рисунков, графиков или схем. Если материал неоднородный, т.е. содержит графики, схемы, чертежи, текст, то для этих целей лучше выбрать интегрированный пакет, который позволяет совмещать различного формата файлы (например Word, PageMaker и др.). Цитаты из книг и журналов можно переснимать на сканере – удобно и быстро. Здесь как раз и понадобится база

данных, которая значительно упростит работу с выбранной литературой.

- Второй этап - корректировка ошибок, недочетов. Практика показывает, что чтение с листа более привычно и корректировать удобнее файлы, имея распечатанный образец перед собой.

- Третий этап - печать начисто. Откорректированный и исправленный текст необходимо не забыть проверить на орфографию (по возможности и стилистику) перед тем как распечатать. Чертежи лучше выводить на бумагу на графопостроителе.

- Четвертый этап - рецензия специалистов, работающих в данной области.

- Пятый этап - защита курсовых или дипломных работ на кафедре или в лаборатории. Желательно использовать презентационные компьютерные программы (например, Power point) при ответе – это увеличит наглядность доклада и использовать презентационные средства типа Proxima – проектор, позволяющий выводить на экран содержимое дисплея. Можно также использовать телевизор вместо монитора при наличии специального блока сопряжения.

Почти на всех этапах студент работает самостоятельно. За время выполнения исследования у него развиваются:

1. Навыки и методы работы с литературой: ее анализ, отбор необходимого материала.
2. Навыки и методы работы с персональным компьютером: профессиональный набор текста, выполнение рисунков и чертежей, схем и др.
3. Исследовательские навыки и др.

7 Поиск в Интернете

1. Поиск информации в Интернете лучше всего начинать с работы в **Интернет-каталоге**.

Один из наиболее полных и хорошо систематизированных каталогов в русскоязычном секторе Интернета находится на сайте www.aport.ru. Есть много других Интернет-каталогов: www.yandex.ru, www.list.ru, www.rambler.ru (русскоязычные), www.altavista.com (англоязычные) и др. Выбор каталога зависит от вкусов пользователя, степени проработанности его тематической структуры, скорости доступа к ресурсам каталога и т.д.

2. Чтобы попасть на эту страничку, вам надо написать URL(адрес) данного сайта в адресную строку вашего Интернет-обозревателя (браузера), которая находится в верхней части окна.

3. Перед вами откроется главная страница поисковой системы, например «Апорт».

4. Находим на этой странице ссылку на подкаталог «Наука и образование» и кликаем на ней мышью. Теперь мы попадаем на следующую страницу каталога, где пользователю предлагается выбрать интересующую его рубрику.

5. Ищем на этой странице ссылку на рубрики. Кликаем на нее. Загружается следующая страница, на которой будут ссылки на подрубрики. Под списком рубрик появятся ссылки на конкретные Интернет-ресурсы. Вы выберете интересующий вас ресурс (при этом можно пользоваться краткой аннотацией, рейтингом популярности сайта, информацией о времени его последнего обновления) и кликаете на его ссылке. Откроется новое окно браузера, в которое будет загружен выбранный вами сайт.

Помимо **тематического поиска** в любом Интернет-каталоге есть **контекстный поиск**. Попробуем по Интернет-каталогу найти **ссылки** на газету «География».

1. Набираем в окне браузера адрес любого из русскоязычных каталогов.

2. В появившемся поисковом окне набираем целиком словосочетание, например «газета География», если система может работать со словосочетаниями, или слово «газета», а потом во втором поиске «география», если такой функции в системе не предусмотрено (www.aport.ru). Не забудьте только при втором поиске напротив поискового окна поставить галочку «Искать в найденном».

3. Через несколько секунд на экране вашего компьютера появятся первые десять или двадцать ссылок на Интернет-страницы, где поисковая система нашла указанные вами слова. При необходимости после просмотра первой порции ссылок на Интернет-ресурсы можно перейти к следующим. Ссылки на них вы найдете внизу экрана.

4. Для сохранения интересующих вас Интернет-страниц достаточно кликнуть мышкой на меню «Файл» (оно находится в самой верхней части браузера) и выбрать пункт «Сохранить как».

5. Появится диалоговое окно, где вам нужно будет указать папку для сохранения данной страницы, вписать имя, под которым она будет сохранена (по умолчанию страница сохраняется под тем же именем, что она имеет в Интернете).

6. Если все сказано правильно, смело нажимайте на «ОК», в противном случае выберите «Отмену».

Часто бывает так, что всю страницу сохранять необязательно, так как интерес вызывают лишь отдельные ее элементы. Текстовая часть страницы без графики и средств мультимедиа сохраняется как файл языка HTML. Часто имеет смысл сохранять только текст, так как любые графические объекты занимают много места на дискетах и жестких дисках компьютера.

Если вам необходимо сохранить только графические элементы страницы (рисунки, фотографии и т.д.), достаточно кликнуть на

интересующей нас картинке правой клавишей мыши. Появится диалоговое окно, в котором следует выбрать пункт «Сохранить рисунок как».

Следует помнить, что вы не сможете редактировать составленные в формате HTML Интернет-страницы. В случае если вам по каким-то причинам нужно **внести в них правку**, дополнить своими материалами или включить в готовый текстовый документ, то нужно:

1. Выделить мышью в окне браузера необходимый фрагмент текста (весь текст выделяется после нажатия на команды меню «Правка» и «выделить все»);
2. Копировать его (команда «копировать» на вкладке «Правка» / «edit»);
3. Вставить в нужный текстовый файл в программе Word (команда «Вставить» / «Paste»).

Вы также можете **распечатать** нужные вам страницы:

1. Одновременно нажмете клавиши ctrl и P или выберите команду «Печать» / «Print» на вкладке «Файл».
2. Если вам не нужно распечатывать всю страницу, то вы можете распечатать ее фрагмент. Для этого вы выделяете интересующий участок страницы мышью, а в диалоговом окне печати, указывая диапазон печати, выберите пункт «Выделенный фрагмент».
3. Если вы хотите вернуться на предыдущую страницу, достаточно кликнуть мышкой кнопку «Назад», которая находится в левом верхнем углу окна вашего браузера. Обратный шаг можно сделать, нажав на стрелку «Вперед».

Для того чтобы в следующий раз точно попасть на нужную вам страницу Интернета, совсем не обязательно переписывать ее адрес, часто громоздкий и сложный. Достаточно всего лишь добавить ссылку на страницу в папке «Избранное» (она расположена вверху экрана, на рабочей панели

браузера). Если вы хотите запомнить много страниц и к тому же систематизировать их, то направляйтесь на специальный сайт www.zakladki.ru, где вы сможете сохранить гиперссылку на любую Интернет-страницу. В этом случае вы сможете работать не только со ссылками, подобранными вами, но и другими пользователями (при условии, что доступ к ним не закрыт паролем).

8 Использование электронной почты

Интернет предоставляет еще одну уникальную возможность – вступить в переписку с другими пользователями глобальной компьютерной сети посредством электронной почты (e-mail).

В настоящий момент существует много серверов (такие, как www.mail.ru, www.hotmail.ru и др.), которые дают возможность завести бесплатный электронный почтовый ящик.

Чтобы пользоваться почтовым ящиком вам надо:

1. Зарегистрироваться на этих сайтах.
2. Внимательно изучите все условия пользования своим электронным ящиком. Помните, что многие бесплатные почтовые ящики прекращают свое существование, если клиент к ним долгое время не обращается.
3. Не забывайте также и то, что сам электронный ящик находится у вас дома лишь виртуально. На самом деле он размещен на сервере обслуживающей вас компании, которая предоставляет вам определенный участок сервера (как правило, около 5 мб).
4. Чтобы не возникало проблем с приемом и пересылкой сообщений, не забывайте регулярно чистить свой электронный почтовый ящик,

уничтожая старые сообщения или пересохраняя их на жестком диске вашего компьютера.

Чтобы пользоваться электронной почтой, вам необходимо уметь проделывать следующие операции:

1. Вызовите программу по отправке почтовых сообщений (например, «Outlook express»).
2. Если вы хотите отправить электронное сообщение, необходимо кликнуть мышкой на кнопке «Создать сообщение» или «Написать письмо».
3. Появится окно вашего письма.
4. В строке «Кому» указывается адрес электронной почты получателя. Адрес обязательно должен включать символ @.
5. Наберите с клавиатуры компьютера электронный адрес получателя вашего сообщения, например xxx@1september.ru – адрес электронного почтового ящика газеты «География».
6. В строке «Копия» указываются адреса электронной почты тех адресатов, кому вы хотите послать копию данного сообщения (поле необязательно к заполнению).
7. В строке «Тема» указывается то словосочетание, которое увидит получатель вашего сообщения еще до ознакомления с его содержанием. Часто в этой строке в кратком виде формулируют основную идею послания (например, «Привет!» или «Материал к докладу» и др.).
8. После того как заполнена шапка письма, можете переходить в основное окно, где непосредственно пишете текст вашего сообщения.

По электронной почте вы можете переслать любой файл с вашего компьютера любому адресату.

1. При создании письма вам следует кликнуть по виртуальной кнопке «Вложить» в верхней части экрана.

2. Появится диалоговое окно, которое позволит выбрать нужный файл (или файлы) для пересылки. Вы должны знать, что прикреплять к вашему электронному сообщению можно не только текстовые файлы, но и графические, установочные и вообще любые.
3. Когда письмо готово, еще раз проверьте, верно ли указан адрес, после чего нажимаете клавишу «Отправить». Ваше сообщение отправлено.
4. Если вы по ошибке указали несуществующий адрес или электронный ящик вашего адресата по каким-нибудь причинам не работает, то ваше сообщение через несколько минут вернется обратно с уведомлением о существующих проблемах пересылки.

Для прочтения той почты, которая приходит вам, необходимо:

1. Открыть папку «Входящие» вашей почтовой программы. Кликните мышкой на ссылке «Входящие».
2. Перед вами появится окно с заголовками адресами, темами и сроками прихода всех неудаленных писем, которые пришли на ваш электронный адрес.
3. Чтобы прочесть письмо, достаточно кликнуть на его заголовке. Перед вами откроется окно с содержанием данного письма.
4. Вы можете ответить на это письмо, кликнув по ссылке «ответить». В этом случае компьютер автоматически заполнит строку с адресом, вписав туда адрес, с которого вам пришло это письмо. Весь текст исходного письма отобразится в основном окне и станет доступен для редактирования и дополнения.
5. Чтобы сохранить на своем компьютере пришедший к вам вложенный файл (письма с вложенными файлами помечены символом скрепки), надо открыть это письмо. Если вложен графический файл, он будет открыт в основном окне сообщения. В том случае, если прикрепленный файл имеет какой-либо другой формат, то, нажав на скрепку, вы можете

ознакомиться с именами и форматом приложенных файлов. Эти файлы можно открыть, кликнув на них мышью, а можно сохранить, не открывая, выбрав пункт «сохранить вложения» из нисходящего списка под изображением скрепки.

При необходимости вы можете переслать пришедшее вам письмо другому адресату по вашему выбору, для этого надо кликнуть правой клавишей мыши по ссылке на это сообщение в окне «Входящие» и выбрать из нисходящего списка команду «Переслать».

9 Виды и содержание самостоятельной работы студента

Рабочей программой предусмотрено несколько видов самостоятельной работы студента:

1. Выполнение контрольной работы.

Задание на контрольную работу приведено в соответствующих методических указаниях. Номер варианта выбирается в соответствии с последней цифрой шифра зачетной книжки студента.

Выполненная работа сдается преподавателю не позже чем за неделю до установленного срока.

На защиту представляется работа, в которой учтены все замечания и указания, сделанные преподавателем. Исправление ошибок следует делать на обратной стороне листа или чистом листе. Не допускается стирать ошибки и листы заменить новыми.

Защита проходит в форме собеседования. Студент отвечает на вопросы преподавателя по теме домашнего задания. Работа считается защищенной, если студент успешно прошел собеседование. Контрольная работа оценивается «зачет» – «незачет».

2. Подготовка к лабораторным, конспектирование источников, самостоятельное изучение тем.

Самостоятельно изучаются следующие вопросы:

1. Устройство и характеристики электроприемников.
2. Требования к встроеным и пристроенным ТП.
3. Групповые электрические сети.
4. Понятие электрической нагрузки как случайного процесса.
5. Понятие расчетной нагрузки как эквивалентной по нагреву.

По самостоятельно изученным вопросам производится контроль в форме устного опроса.

Кафедра АЭСиЭ СКФУ