

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

**ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И
ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ
ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

САМАРА 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С.П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

**ОЦЕНКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА И
ВЫБОР ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ
ОРГАНИЗАЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ**

Лабораторный практикум

САМАРА 2016

ББК
УДК 658.283 (076Ю 5) 669

Оценка энергоэффективности источников света и выбор технических средств энергосбережения при организации электрического освещения

Лабораторный практикум – Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-та, *сост. Морозов В.В., Ивлиев А.В., Сенина О.А.* Самара, 2016. -- 71 с.

В лабораторном практикуме представлены лабораторные работы, посвященные исследованию мероприятий, направленных на энергосбережение при организации электрического освещения в помещении. Работа предназначена для студентов всех специальностей.

Работа печатается по решению редакционно-издательской комиссии по двигателям летательных аппаратов и энергомашиностроению

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Н.Д. Проничев

Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2016

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ИСКУССТВЕННОГО СВЕТА.....	5
1.1. Лучистый поток	5
1.2. Световой поток	5
1.3. Цветовая температура источника.....	7
1.4. Индекс цветопередачи источника света.....	9
1.5. Светоотдача и к.п.д. источника света.....	10
1.6. Пульсации освещенности.....	11
2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1.....	14
3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2.....	49
4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.	59
Список литературы.....	71

ВВЕДЕНИЕ

Параметры освещения во многом определяют физиологическое благополучие населения. Искусственное освещение восполняет недостаточность естественного освещения в утреннее и вечернее время, особенно в осеннее - зимний период и также влияет на самочувствие и здоровье людей. Поэтому применение современных источников искусственного света с хорошими светотехническими характеристиками, позволяет сохранить здоровье населения.

Второй аспект выбора источников искусственного света заключается в том, что на обеспечение электрического питания таких источников тратится значительная часть потребляемой электроэнергии, как в нашей стране, так и в мире. На заре электрификации – практически 100% вырабатываемой электроэнергии тратилось на искусственное освещение, в настоящее время – 40...50%. Абсолютная же величина потребления электроэнергии на освещение с течением времени непрерывно росла. Усугубляющийся дефицит энергетических ресурсов еще больше актуализировал необходимость экономии электроэнергии при организации искусственного освещения. Правильный выбор экономичных источников искусственного света при организации производственного и других видов освещения, разработка новых мероприятий по энергосбережению приобретают все большее значение для успешного развития народного хозяйства.

1. СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИСТОЧНИКОВ ИСКУССТВЕННОГО СВЕТА

1.1. Лучистый поток

Это мощность электромагнитного излучения, $\Phi_{\text{луч.}}$, в ваттах, [Вт], излучаемая во всем оптическом диапазоне волн, с длиной волны λ от 1 нм до 380000 нм. Источник может излучать монохроматическое оптическое излучение, на одной или нескольких длинах волн. Например, ртутные кварцевые лампы, светодиодные источники, лазеры. Может излучаться практически непрерывное по длине волны оптическое излучение, например, от нагретого твердого тела. Так излучают лампы накаливания, лава, истекающая из вулкана, расплавленная сталь. Такое излучение может быть представлено в виде спектра – $\Phi_{\text{луч.}}(\lambda)$, функции распределения мощности лучистого потока в зависимости от длины волны излучения, с размерностью Вт/нм.

1.2. Световой поток.

Световой поток, Φ , в люменах [лм], - это мощность электромагнитного излучения, оцениваемая по ощущению при воздействии на зрение человека.

Аналитическое выражение для определения светового потока можно представить следующим образом:

$$\Phi = q_{\max} \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} \Phi_{\text{луч.}}(\lambda) V(\lambda) d\lambda . \quad (1.1)$$

Где: $V(\lambda)$ – зависимость относительной спектральной чувствительности «дневного» зрения человека от длины волны электромагнитного излучения, см. рис.1.1;

λ_1 и λ_2 соответственно, нижняя и верхняя граница видимой части спектра длин волн, нм;

q_{\max} – const, максимальное светоощущение, которое может произвести 1 Вт лучистой энергии, действующий на «дневное» зрение, при длине волны максимальной спектральной чувствительности, $\lambda=555$ нм, соответствующей желто-зеленой линии спектра. Численно $q_{\max} = 683$ лм/Вт.

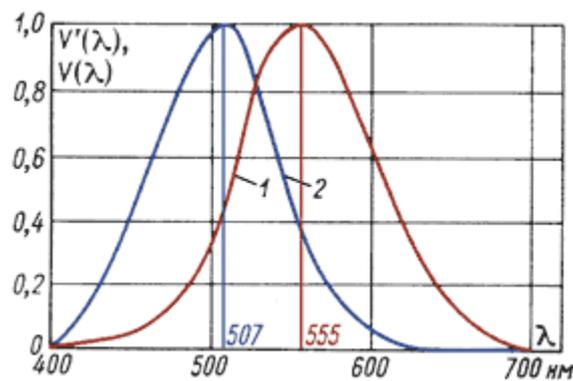


Рис.1.1. Спектральная чувствительность зрения человека

1 – «дневное» зрение, $V(\lambda)$; 2 – «сумеречное» зрение, $V'(\lambda)$.

Представленная на рис.1.1 усредненная спектральная характеристика зрения человека широко используется при всех светотехнических расчетах.

Волновые границы спектральных цветов видимого излучения и относительная спектральная чувствительность зрения представлены в табл. 1.1.

Таблица 1.1. Волновые границы спектральных цветов

Спектральный цвет излучения	Волновой диапазон, нм	Относительная спектральная чувствительность, $V(\lambda)$
Фиолетовый	380-450	0,00004-0,038
Синий	450-485	0,038-0,162
Сине-зеленый	485-505	0,162-0,413
Зеленый	505-555	0,413-1,000
Желто-зеленый	555-575	1,000-0,911
Желтый	575-590	0,911-0,757
Оранжевый	590-610	0,757-0,503

Красный	610-780	0,503-0,000015
---------	---------	----------------

Соответственно, область оптического излучения с длинами волн от 380 до 780 нм называется видимой. Невидимое оптическое излучение с длинами волн от 1 до 380 нм называется ультрафиолетовым. От 780 нм до 1 мм – инфракрасным.

Данные о световом потоке, излучаемом источником света, приводятся в характеристиках этого источника. Этот параметр необходим для расчета важнейшего показателя производственного освещения – освещенности, поверхностной плотности светового потока, E , измеряемой в люксах [лк]:

$$E = \Phi / (S \cos \alpha) ; \quad (1.2)$$

где S – площадь поверхности, на которую падает световой поток,
 α – угол между нормалью к поверхности и направлением светового потока.

1.3. Цветовая температура источника.

Британский физик Уильям Кельвин в конце 19 века открыл, что угольный кубик при нагревании до различной температуры светится разными цветами, начиная с темно-красного и далее по всему видимому спектру. Цветовая температура показывает, до какой температуры нужно было нагреть черный угольный кубик, чтобы он начал излучать свет соответствующего оттенка.

Температурная шкала Кельвина, в отличие от шкал Цельсия и Фаренгейта, начинается от «абсолютного нуля», теоретической температуры, при которой должно полностью прекратиться движение молекул.

На рис.1.2 представлена примерная шкала цветовой температуры.

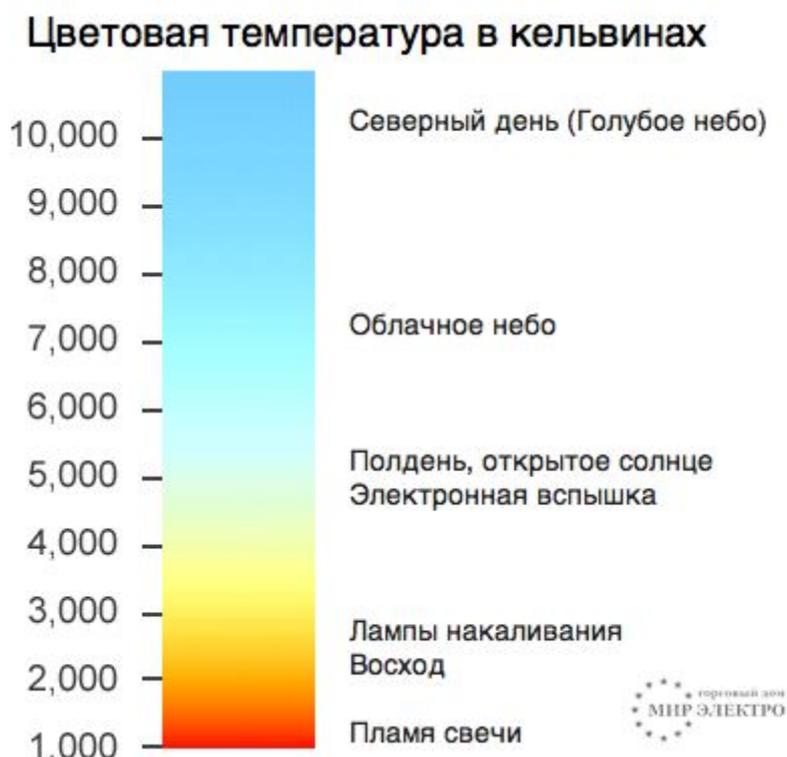


Рис.1.2. Цветовая температурная шкала.

Шкала цветовых температур делится на три диапазона: теплый белый, нейтральный белый (естественный) и холодный белый. Солнце – естественный источник света, имеет очень высокую физическую температуру, но эквивалентная цветовая температура света, которую мы наблюдаем на поверхности Земли, колеблется в зависимости от времени суток и погодных условий. Это происходит в результате отражения и преломления света в атмосфере. В практической светотехнике полезно ассоциировать цветовую температуру с естественными источниками освещения, рис.1.3.





2400 К

Естественный источник света – небо близ восходящего или заходящего Солнца (2300 – 2400 К). Источники искусственного освещения, воспроизводящие данную цветовую температуру - лампы накаливания до 40Вт, натриевые лампы высокого давления (НЛВД).



4000 К

Источники искусственного освещения, воспроизводящие данную цветовую температуру – люминесцентные лампы, компактные люминесцентные лампы, светодиоды. Естественный источник света – Луна (4125 К)



6500 К

Источники искусственного освещения, воспроизводящие данную цветовую температуру - люминесцентные лампы, компактные люминесцентные лампы, светодиоды. Естественный источник света – летнее Солнце в зените в синем ясном небе (6000 - 6500 К).

Рис.1.3. Три диапазона шкалы цветовых температур.

Данные о цветовой температуре источника света приводятся в его характеристиках.

1.4. Индекс цветопередачи источника света.

Индекс цветопередачи, коэффициент цветопередачи (англ. colour rendering index, CRI или Ra) — параметр, характеризующий уровень соответствия естественного цвета тела видимому (кажущемуся) цвету этого тела при освещении его данным источником света.

Два различных типа ламп могут иметь одну и ту же цветовую температуру, но передавать цвета по-разному. К примеру, люминесцентные лампы, специально изготовленные с приблизительно той же цветовой температурой, что и лампы накаливания, излучают гораздо меньше энергии в красной области спектра. За счет этого красные цвета выглядят ярче при освещении лампами накаливания, чем при освещении люминесцентными источниками света.

Индекс цветопередачи определяется как мера степени отклонения цвета объекта, освещенного источником света, от его цвета при освещении эталонным источником света сопоставимой цветовой температуры. Термин появился приблизительно в 1960-1970-х годах, когда была разработана система, математически сравнивающая, насколько источник света изменяет расположение в спектральной шкале восьми определенных пастельных цветов по сравнению с теми же цветами, освещенными эталонным источником цвета той же цветовой температуры, согласно определению Международной комиссии по освещению (СIE). Средние различия затем вычитаются из 100, и получается индекс цветопередачи. По определению, если не существует разницы в том, как выглядят цвета предметов, источнику света присваивается индекс цветопередачи 100. Таким образом, при малых различиях Ra будет ближе к 100, в то время как более серьезные различия приведут к получению меньшей величины индекса цветопередачи. Когда происходит сравнение цветовых температур в диапазоне от 2000К до 5000К, эталонным источником света является «излучатель черного тела», а с цветовыми температурами выше этого диапазона – дневной свет. Технически индекс цветопередачи можно сравнивать только у источников света, которые имеют одинаковую цветовую температуру. Тем не менее, как правило, источники света с высокими индексами цветопередачи (80-100) обычно способствуют тому, что освещаемые объекты выглядят лучше, чем при источниках света с менее высокими Ra. Поэтому, для производственного освещения следует применять источники света, с Ra=80...100.

При очень высоких требованиях к цветопередаче, например в мастерских художников, искусственное освещение при выполнении художественных работ не допускается. Только естественный свет.

При сниженных требованиях к цветопередаче, например на улицах и автомагистралях городов, где основным требованием остается достаточная освещенность при минимальном энергопотреблении, требования к значению Ra источников света практически не предъявляются.

1.5. Светоотдача и к.п.д. источника света.

Светоотдача источника света определяется как:

$$C = \Phi / W \text{ [лм/Вт]}, \quad (1.3)$$

где W- электрическая мощность, потребляемая источником света, Вт.

Светоотдача однозначно определяет световую эффективность источника света, его энергоэффективность. К.п.д. источника света, $\eta_{\text{ист}}$, в %, можно определить следующим образом. Надо светоотдачу этого источника, $C_{\text{ист}}$, разделить на светоотдачу идеального источника света, $C_{\text{ид}}$, к.п.д. которого, $\eta = 100\%$. Из раздела 1.2 следует, что $C_{\text{ид}} = q_{\text{max}}$. Тогда

$$\eta_{\text{ист}} = 100 C_{\text{ист}} / q_{\text{max}}, \% \quad (1.4)$$

В прайс-листах и справочниках производителей источников искусственного света приводятся значения светового потока и потребляемой мощности, но очень редко указывается светоотдача или к.п.д. производимых ламп. Потребителю, для выбора экономичных ламп, необходимо самому рассчитать светоотдачу, а при необходимости и их к.п.д., после чего можно выбрать наиболее эффективные источники искусственного света.

Для справки:

Лампы накаливания: $C=8\dots12$ лм/Вт; $\eta = 1,2\dots1,8\%$.

Галогенные лампы: $C=15\dots20$ лм/Вт; $\eta = 2,2\dots2,9\%$.

Люминесцентные лампы: $C=50\dots100$ лм/Вт; $\eta = 7,3\dots14,6\%$.

Светодиодные лампы: $C=50\dots150$ лм/Вт; $\eta = 7,3\dots22\%$.

1.6. Пульсации освещенности.

При питании ламп переменным током возникают пульсации освещенности. Частота возникающих пульсаций для ламп накаливания и газоразрядных ламп равна удвоенной частоте питающего напряжения. Такие лампы не поляризованы и за период колебания напряжения «мигают» два раза. Для светодиодных ламп частота пульсаций равна частоте питающего напряжения, поскольку кристалл светодиода излучает свет только в открытом состоянии, при положительном напряжении между анодом и катодом. Частота пульсаций ламп, при принятой в РФ частоте переменного тока 50 Гц, соответственно будет равна 100 Гц и 50 Гц. Визуально пульсации освещенности такой частоты не определяются зрением человека.

Медицинские исследования показали, что органы зрения и мозг человека продолжают воспринимать и реагировать на изменения воспринимаемой зрительной информации вплоть до частоты 300 Гц. Такие изменения в воспринимаемой органами зрения информации оказывают уже невизуальное воздействие. В этом случае, свет, попадающий в глаз, проделывает путь к супрахиазматическим клеткам и паравентрикулярным ядрам гипоталамуса, а также к шишковидной железе. И тогда свет управляет уже нашим гормональным фоном, который влияет на циркадные (суточные) ритмы, эмоциональную сферу, работоспособность и другие аспекты жизнедеятельности. Многие, наверное, уже сталкивались с таким невизуальным воздействием пульсаций искусственного освещения в виде ощущения необъяснимого чувства дискомфорта, усталости или недомогания во, вроде бы, хорошо и ярко освещенных помещениях или при работе с компьютером.

Для светового потока, пульсация которого превышает частоту 300 Гц, какого-либо заметного воздействия на организм человека выявлено не было, ввиду того, что на такие быстрые изменения интенсивности светового потока перестает уже реагировать сетчатка глаза человека.

Величина пульсаций освещенности определяется коэффициентом пульсаций освещенности, $K_{п}$:

$$K_{п} = \frac{E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}}{2 E_{\text{ср}}} \quad (1,5)$$

На рис.1.4 приведены два случая определения параметров пульсаций, входящих в формулу (1.5).

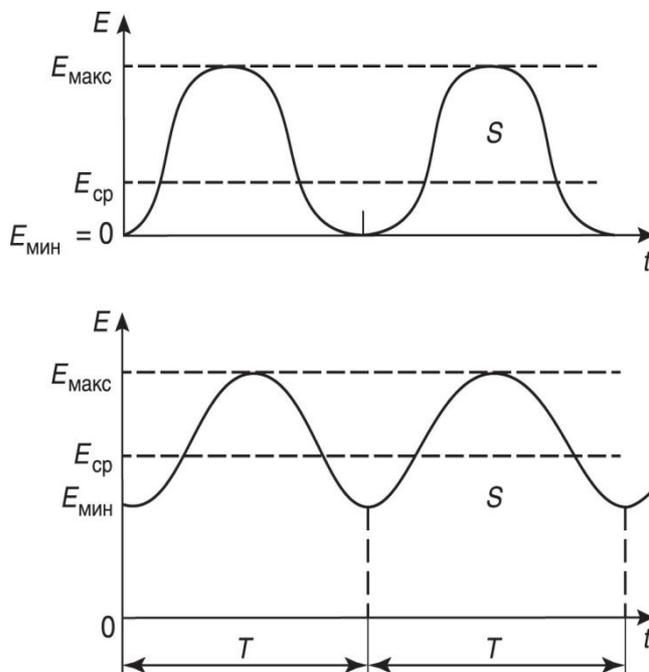


Рис. 1.4. К определению коэффициента пульсаций освещенности.

Следует отметить, что расчет по формуле (1.5) корректен только для определения пульсаций светового потока, близких к гармоническим. В относительно недавно принятом ГОСТ Р 54945-2012 "Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности" приведена общая формула для расчета коэффициента пульсации освещенности:

$$K_{п} = \frac{E_{\text{макс}} - E_{\text{мин}}}{2 \frac{1}{T} \int_0^T E(t) dt} \quad (1.6)$$

При использовании электронной пускорегулирующей аппаратуры (ЭПРА), электронных драйверов, регуляторов мощности (диммеров), а также при измерении коэффициента пульсации яркости мониторов, для расчета коэффициента пульсации следует применять формулу (1.6).

Контрольные вопросы

1. Дайте определение «лучистый поток».

2. В каком диапазоне длин волн излучается лучистый поток?
3. Приведите примеры источников излучения лучистого потока.
4. Дайте определение «световой поток».
5. Напишите аналитическое выражение для светового потока.
6. Какая длина волны вызывает максимальное ощущение при воздействии на «дневное» зрение человека?
7. Какая область оптического излучения называется видимой?
8. Как рассчитывается освещенность, являющаяся одним из важнейших гигиенических показателей производственного помещения?
9. Дайте понятие «цветовая температура источника».
10. Какие диапазоны включает шкала цветовых температур?
11. По каждому диапазону шкалы цветовых температур приведите примеры естественных и искусственных источников света.
12. Дайте понятие «индекс цветопередачи» (R_a) источника света.
13. В каком диапазоне должно находиться значение R_a для производственного помещения?
14. Для каких мест пребывания людей требования к значению R_a практически не предъявляются?
15. Как определяется светоотдача источника света?
16. Как рассчитать коэффициент полезного действия источника света, выраженного в процентах?
17. Какие типы ламп имеют высокие и какие низкие значения к.п.д. и почему?
18. При каких условиях возникает пульсация освещенности искусственного света в производственных помещениях?
19. Как пульсация освещенности влияет на организм человека?
20. Как рассчитать коэффициент пульсации?

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Исследование электрических и светотехнических характеристик источников света

Цель работы:

- исследование вольтамперных характеристик различных видов источников света
- установление зависимостей электрических и светотехнических параметров ламп от приложенного напряжения.
- анализ и оценка влияния исследуемых параметров на энергопотребление источника света.

Указания по проведению экспериментов

Набор аппаратуры, используемой в проводимых экспериментах, приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1.

Обозначение аппаратуры	Номер эксперимента					
	2.1	2.2	2.3	2.4.	2.5	2.6
218.5; G1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
318.2; A1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2308; A2	✓	✓		✓	✓	✓
2314.3; A6			✓			
2361; A4					✓	
508.2.1; P1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
537; A3	✓	✓		✓	✓	✓
542; P2	✓	✓	✓	✓	✓	✓
1422; P3	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Наименование аппаратуры:

218.5; G1- однофазный источник питания;

A1- регулируемый автотрансформатор;

A2- электророзетка с заземляющими контактами;

A6- блок люминесцентной лампы;

A4- дроссель для лампы ДРЛ;

P1- блок мультиметров;

- А3- фотометрический блок;
- Р2- измеритель параметров однофазной сети;
- Р3- пульсметр-люксметр.

Номер эксперимента:

- 2.1- лампа накаливания;
- 2.2- галогенная лампа;
- 2.3- линейная люминесцентная лампа низкого давления с электромагнитным балластом и с электронной пускорегулирующей аппаратурой (ЭПРА);
- 2.4- компактная люминесцентная лампа низкого давления;
- 2.5- люминесцентная лампа высокого давления типа ДРЛ;
- 2.6- светодиодная лампа;

2.1. Снятие вольтамперной характеристики лампы накаливания

- 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, приведенной на рис.2.1.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон лампу накаливания с молочной колбой мощностью, например, 60Вт и закройте дверцу.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров Р1.
- Включите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора А1.
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1, изменяйте напряжение U на лампе накаливания в диапазоне 0...240В и заносите показания вольтметра (напряжение U) и амперметра (ток I лампы накаливания) блока Р1 в таблицу 2.2.

Таблица 2.2.

U, В									
I, А									

- Отключите выключатель «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.

- Используя данные таблицы 2.2 постройте искомую вольтамперную характеристику $U = f(I)$ лампы накаливания.

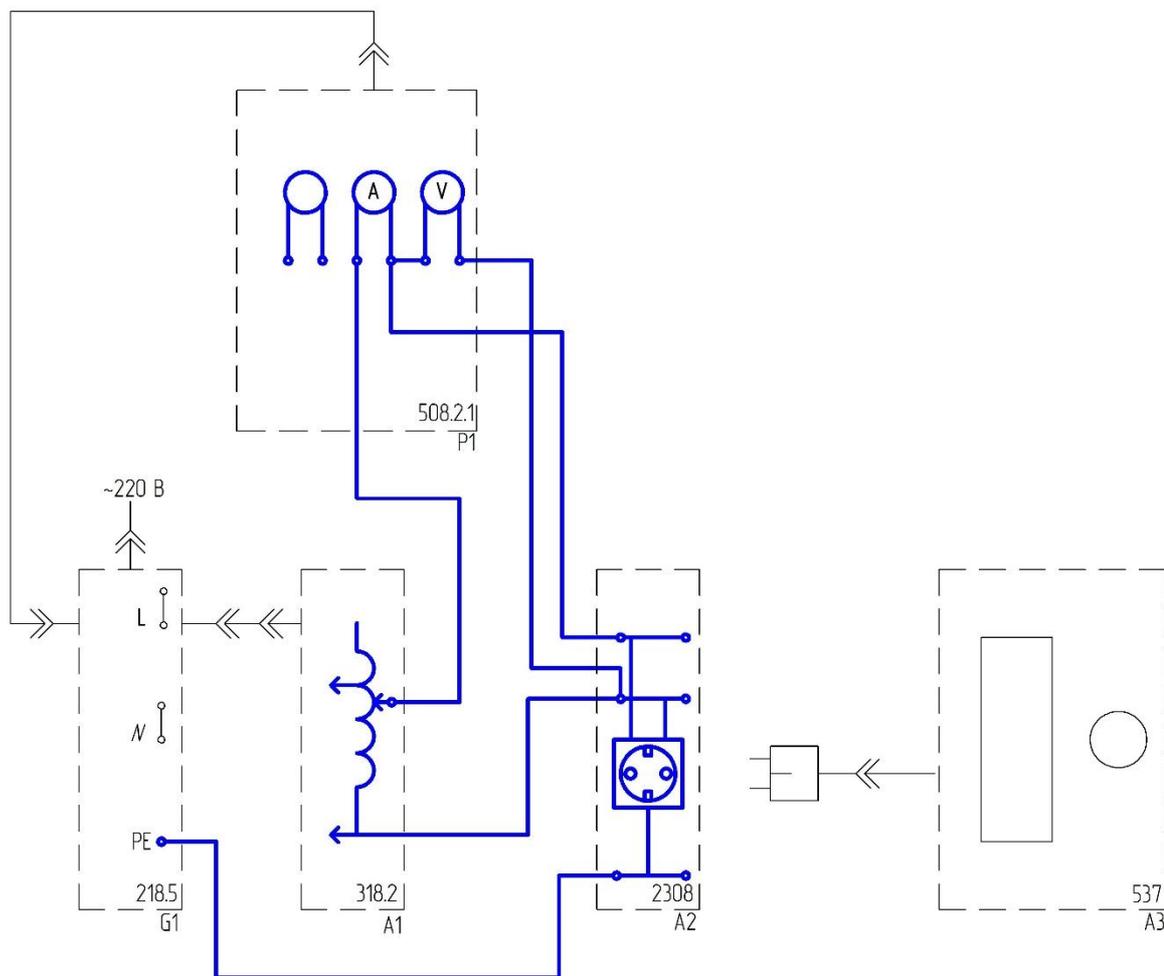


Рис.2.1.

2.2. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров лампы накаливания от приложенного напряжения

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления устройств, используемых в эксперименте с гнездом «PE» однофазного источника питания G1.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис.2.2.

- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон лампы накаливания с молочной колбой мощностью, например, 60Вт и закройте дверцу.

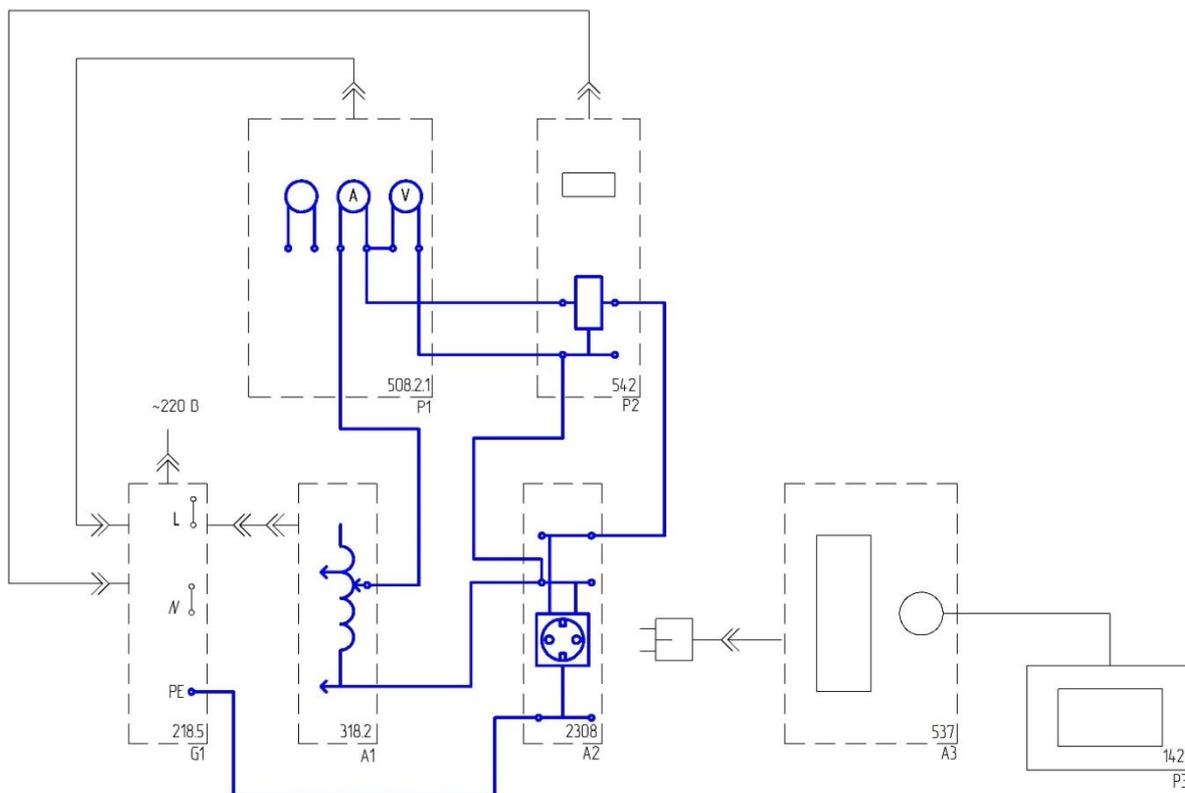


Рис.2.2.

- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1. И измерителя P2.
- Включите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора A1.
- Включите согласно прилагаемой инструкции пульсметр-люксметр P3.
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора A1, изменяйте напряжение U на лампе накаливания в диапазоне $0 \dots 240\text{В}$ и заносите показания вольтметра (напряжение) и амперметра (ток I лампы накаливания) блока P1, измерителя P2 (активная P и реактивная Q мощности, потребляемые лампой накаливания), пульсметра-люксметра P3 (освещенность E и коэффициент K_{Π} пульсаций светового потока лампы накаливания) в таблицу 2.3.

Таблица 2.3.

U, В									
I, А									

P, Вт									
Q, ВАр									
E, лк									
K_п, %									

- Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 2.3. вычислите для каждого значения напряжения U активное сопротивление r, световой поток Φ и световую отдачу C лампы накаливания по формулам

$$r = U / I;$$

$$\Phi = \Phi_H \cdot E / E_H;$$

$$C = \Phi / P,$$

- Где Φ_Н и E_Н – значения светового потока (указано на упаковке лампы) и освещенности при номинальном напряжении лампы накаливания (указано на упаковке).
- Занесите вычисленные значения в таблицу 2.4.

Таблица 2.4.

U, В									
r, Ом									
Φ, лм									
C, лм/Вт									

- Используя данные таблиц 2.3. и 2.4. постройте искомые зависимости электрических и светотехнических параметров лампы накаливания от приложенного напряжения $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{п}=f(U)$, $r=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

2.3. Снятие вольтамперной характеристики галогенной лампы

- 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, приведенной на рис.2.3.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».

- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон галогенную лампу мощностью, например, 50Вт и закройте дверцу.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Включите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора А1.

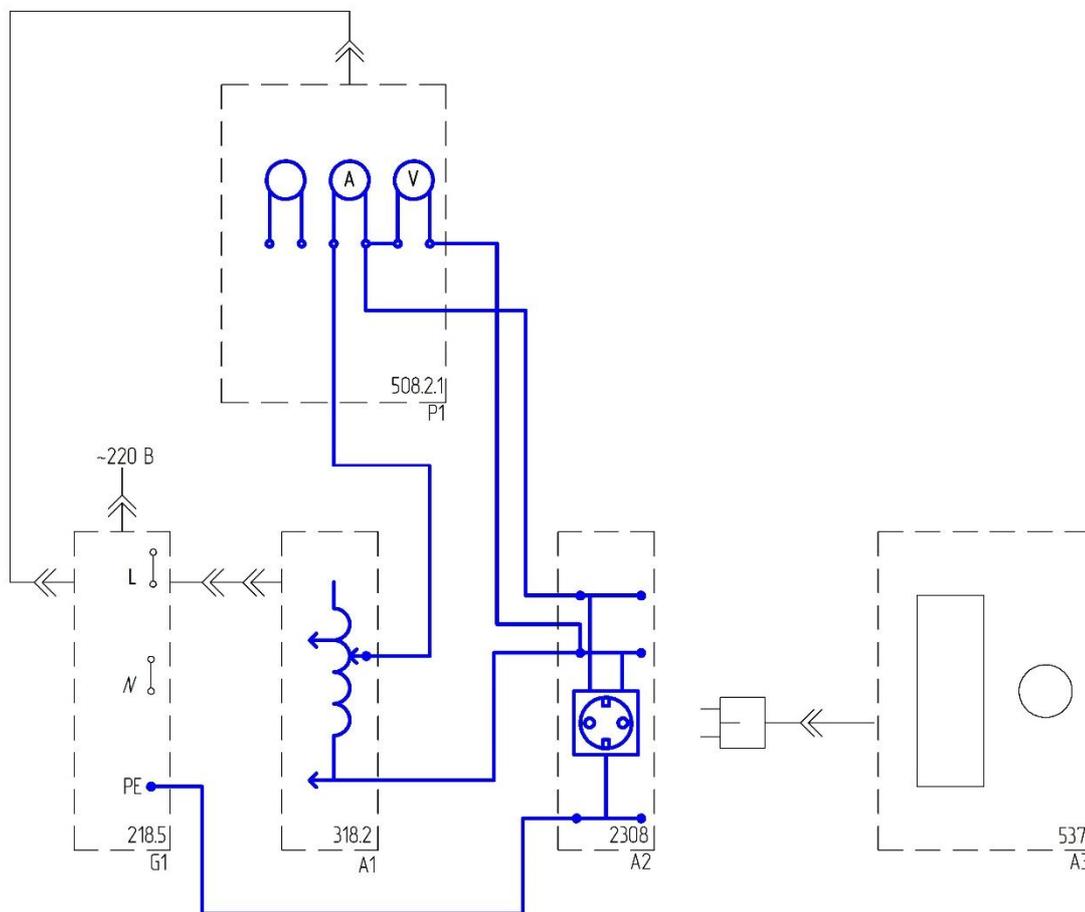


Рис.2.3.

- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1, изменяйте напряжение U на галогенной лампе в диапазоне $0 \dots 240\text{В}$ и заносите показания вольтметра (напряжение U) и амперметра (ток I галогенной лампы) блока P1 в таблицу 2.5.

Таблица 2.5.

U, В									
I, А									

- Отключите выключатель «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.

- Используя данные таблицы 2.5. постройте искомую вольтамперную характеристику $U = f(I)$ галогенной лампы.

2.4. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров галогенной лампы от приложенного напряжения

- 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, приведенной на рис.2.4.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Откройте дверцу фотометрического блока A4, вверните в патрон галогенную лампу мощностью, например, 50Вт и закройте дверцу.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1. И измерителя P2.
- Включите выключатель «СЕТЬ» автотрансформатора A1.
- Включите согласно прилагаемой инструкции пульсметр-люксметр P3.
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора A1, изменяйте напряжение U на галогенной лампе в диапазоне $0 \dots 240\text{В}$ и заносите показания вольтметра (напряжение U) и амперметра (ток I лампы накаливания) блока P1, измерителя P2 (активная P и реактивная Q мощности, потребляемые галогенной лампой), пульсметра-люксметра P3 (освещенность E и коэффициент K_{Π} пульсаций светового потока галогенной лампы) в таблицу 2.6.

Таблица 2.6.

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВА_р									
E, лк									
K_Π, %									
r, Ом									
Φ, лм									
C, лм/Вт									

- Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 2.6 вычислите для каждого значения напряжения U активное сопротивление r , световой поток Φ и световую отдачу C галогенной лампы по формулам

$$r = U / I;$$

$$\Phi = \Phi_H \cdot E / E_H;$$

$$C = \Phi / P,$$

- Где $\Phi_H=380$ лм и E_H – значения светового потока и освещенности при номинальном напряжении $U_H = 220$ В галогенной лампы (указано на упаковке).
- Занесите вычисленные значения в таблицу 2.6 Используя данные таблицы 2.6. постройте искомые зависимости электрических и светотехнических параметров галогенной лампы от приложенного напряжения $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_H=f(U)$, $r=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

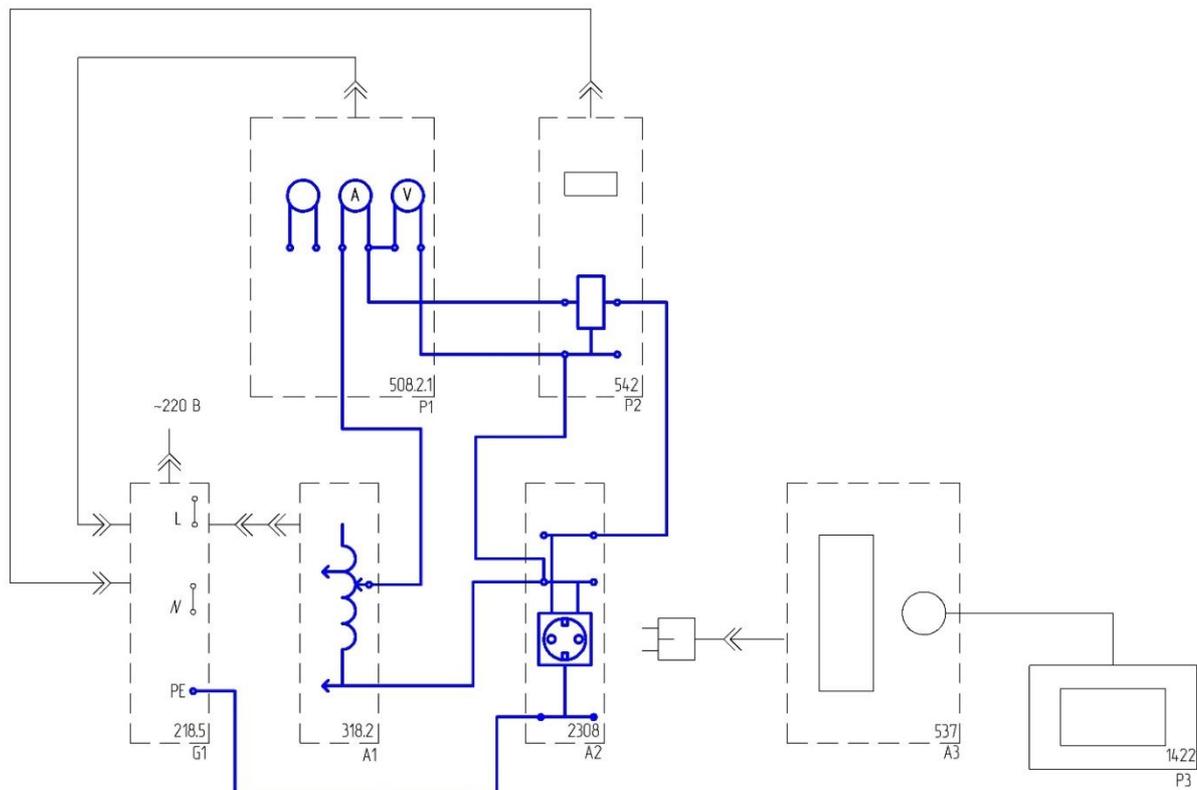


Рис.2.4.

2.5. Снятие вольтамперной характеристики люминесцентной лампы низкого давления с электромагнитным балластом и с ЭПРА

- 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, приведенной на рис.2.5.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 напротив отметки 220В, включите его выключатель «СЕТЬ» и дождитесь загорания люминесцентной лампы.
- Установите напряжение на выходе автотрансформатора А1 220 В.
- Спустя 5 минут, вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1, снижайте напряжение на выходе автотрансформатора А1 с 240В до значения, при котором люминесцентная лампа погаснет, и заносите показания вольтметров (напряжение $U_{ЛБ}$ и $U_{Л}$ соответственно лампы с балластом и без балласта) и амперметра (ток I люминесцентной лампы) блока P1 в таблицу 2.7.

Таблица 2.7.

$U_{ЛБ}, В$									
$U_{Л}, В$									
$I, А$									

- Отключите выключатель «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 2.7. постройте искомую вольтамперную характеристику $U_{ЛБ} = f(I)$ люминесцентной лампы с балластом $U_{Л} = f(I)$ и без балласта

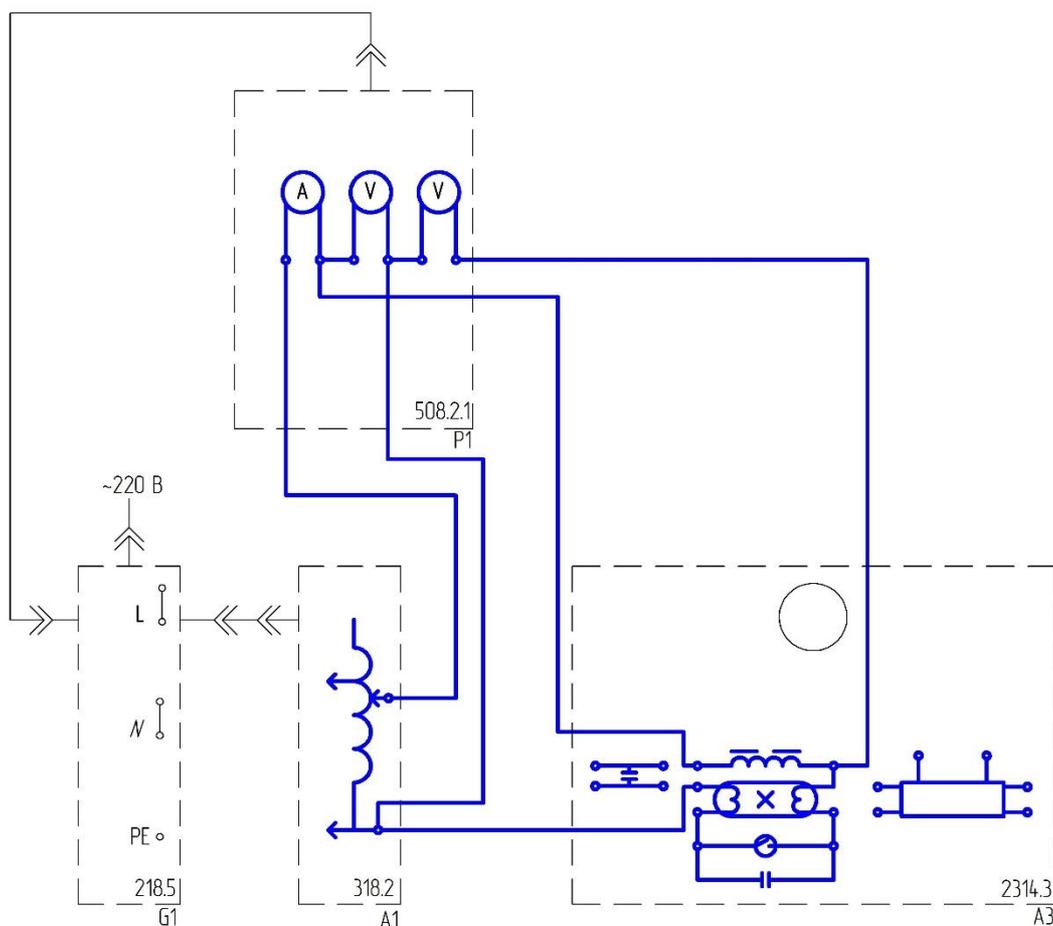


Рис.2.5.

2.6. Снятие вольтамперной характеристики люминесцентной лампы низкого давления с электронной пускорегулирующей аппаратурой (ЭПРА)

- 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 электрических соединений, приведенной на рис.2.6.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1.

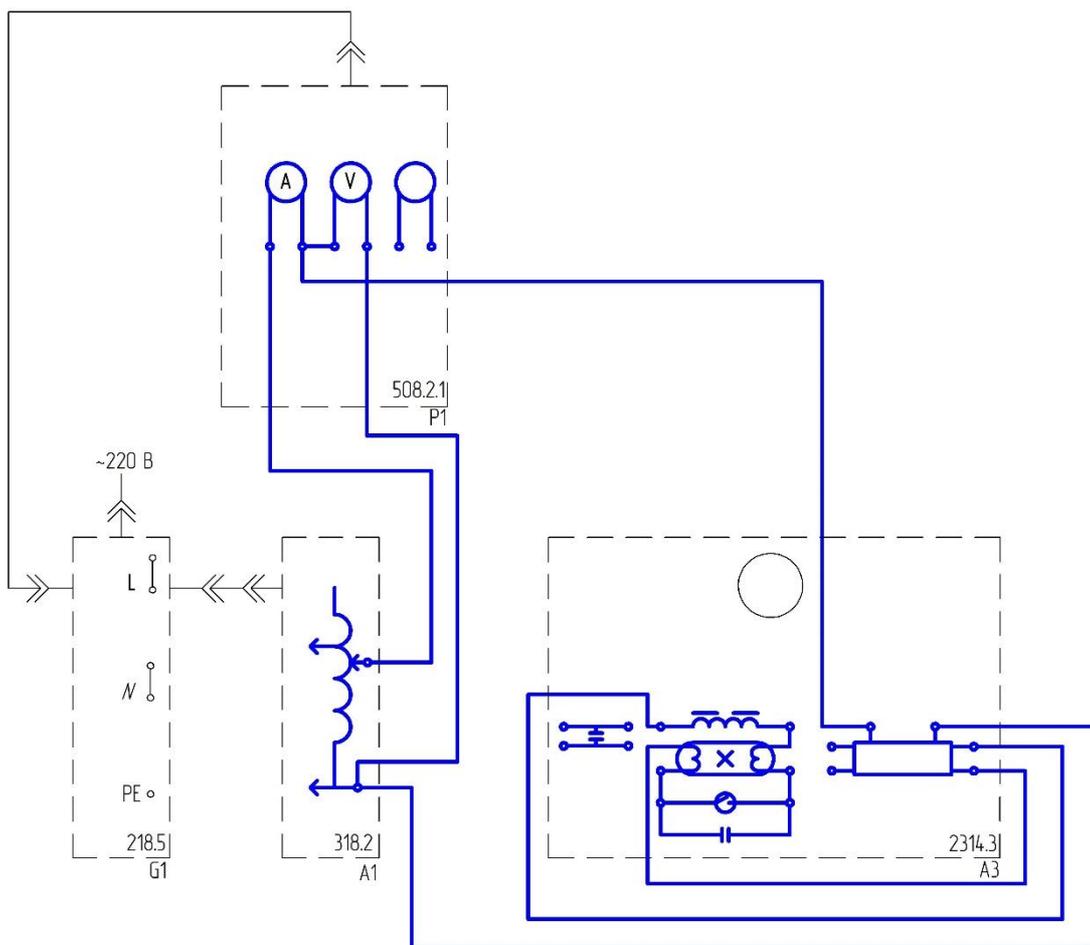


Рис.2.6.

- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 напротив отметки 220В, включите его выключатель «СЕТЬ» и дождитесь загорания люминесцентной лампы.
- Установите напряжение на выходе автотрансформатора А1 220 В.
- Спустя 5 минут, вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1, снижайте напряжение на выходе автотрансформатора А1 с 240В до значения, при котором люминесцентная лампа погаснет, и заносите показания вольтметров (напряжение U лампы с ЭПРА) и амперметра (ток I люминесцентной лампы) блока P1 в таблицу 2.8.

Таблица 2.8.

U, В									
I, А									

- Отключите выключатель «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 2.8. постройте искомую вольтамперную характеристику $U = f(I)$ люминесцентной лампы с (ЭПРА)

2.7. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы низкого давления с электромагнитным балластом от приложенного напряжения

- 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, приведенной на рис.2.7.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1 и измерителя P2.
- Включите согласно прилагаемой инструкции пульсметр-люксметр P3.
- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 напротив отметки 220В, включите его выключатель «СЕТЬ» и дождитесь загорания люминесцентной лампы.
- Установите напряжение U на выходе автотрансформатора A1 240 В.
- Спустя 5 минут, вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора A1, снижайте напряжение на выходе автотрансформатора A1 с 240В до значения, при котором люминесцентная лампа погаснет, и заносите показания вольтметра (напряжение U люминесцентной лампы с балластом) и амперметра (ток I люминесцентной лампы) блока P1, измерителя P2 (активная P и реактивная Q мощности, потребляемые люминесцентной лампой с балластом), пульсметра-люксметра P3 (освещенность E и коэффициент K_{Π} пульсаций светового потока люминесцентной лампы) в таблицу 2.9

Таблица 2.9

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВАр									
E, лк									
K_{Π}, %									
cosφ									
Φ, лм									
S, лм/Вт									

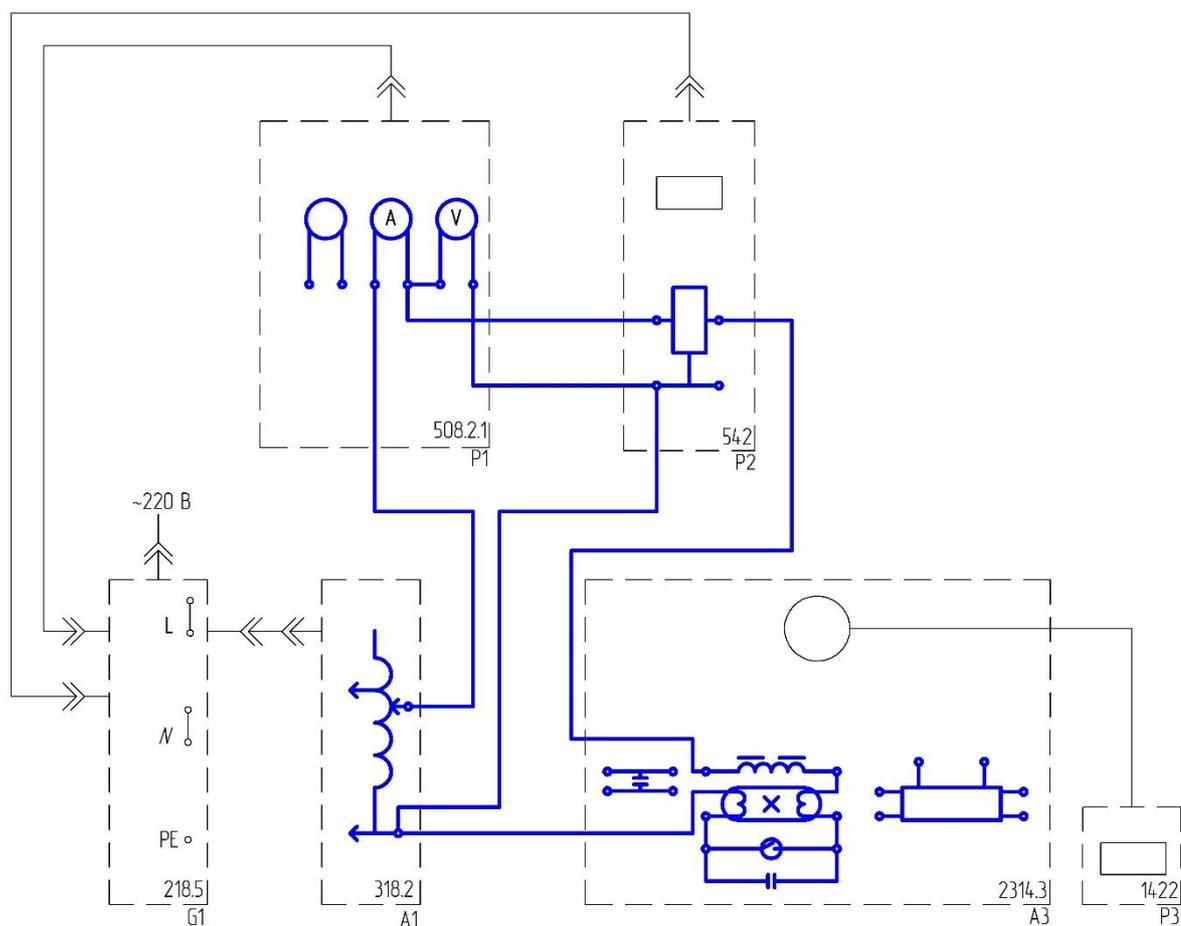


Рис.2.7

- Отключите выключатель «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 2.9. вычислите для каждого значения напряжения U коэффициент мощности $\cos\varphi$, световой поток Φ и световую отдачу C люминесцентной лампы с балластом по формулам

$$\cos\varphi = P / \sqrt{(P^2+Q^2)};$$

$$\Phi = \Phi_H \cdot E / E_H;$$

$$C = \Phi / P,$$

Где $\Phi_H=380$ лм и E_H – светового потока и освещенности при номинальном напряжении $U_H=230$ В люминесцентной лампы с балластом (указано на упаковке лампы).

- Занесите вычисленные значения в таблицу 2.9.
- Используя данные таблицы 2.9. постройте искомые зависимости электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы с

балластом от приложенного напряжения $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{\Pi}=f(U)$, $\cos\varphi=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

2.8. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы низкого давления с электронной пускорегулирующей аппаратурой (ЭПРА) от приложенного напряжения

- 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, приведенной на рис.2.8.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1 и измерителя P2.
- Включите согласно прилагаемой инструкции пульсметр-люксметр P3.
- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 напротив отметки 220В, включите его выключатель «СЕТЬ» и дождитесь загорания люминесцентной лампы.
- Установите напряжение U на выходе автотрансформатора A1 240 В.
- Спустя 5 минут, вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора A1, снижайте напряжение на выходе автотрансформатора A1 с 240В до значения, при котором люминесцентная лампа погаснет, и заносите показания вольтметра (напряжение U люминесцентной лампы с ЭПРА) и амперметра (ток I люминесцентной лампы) блока P1, измерителя P2 (активная P и реактивная Q мощности, потребляемые люминесцентной лампой с ЭПРА), пульсметра-люксметра P3 (освещенность E и коэффициент K_{Π} пульсаций светового потока люминесцентной лампы с ЭПРА) в таблицу 2.10.

Таблица 2.10.

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВА_p									
E, лк									
K_Π, %									
cosφ									
Φ, лм									

C, лм/Вт									
-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

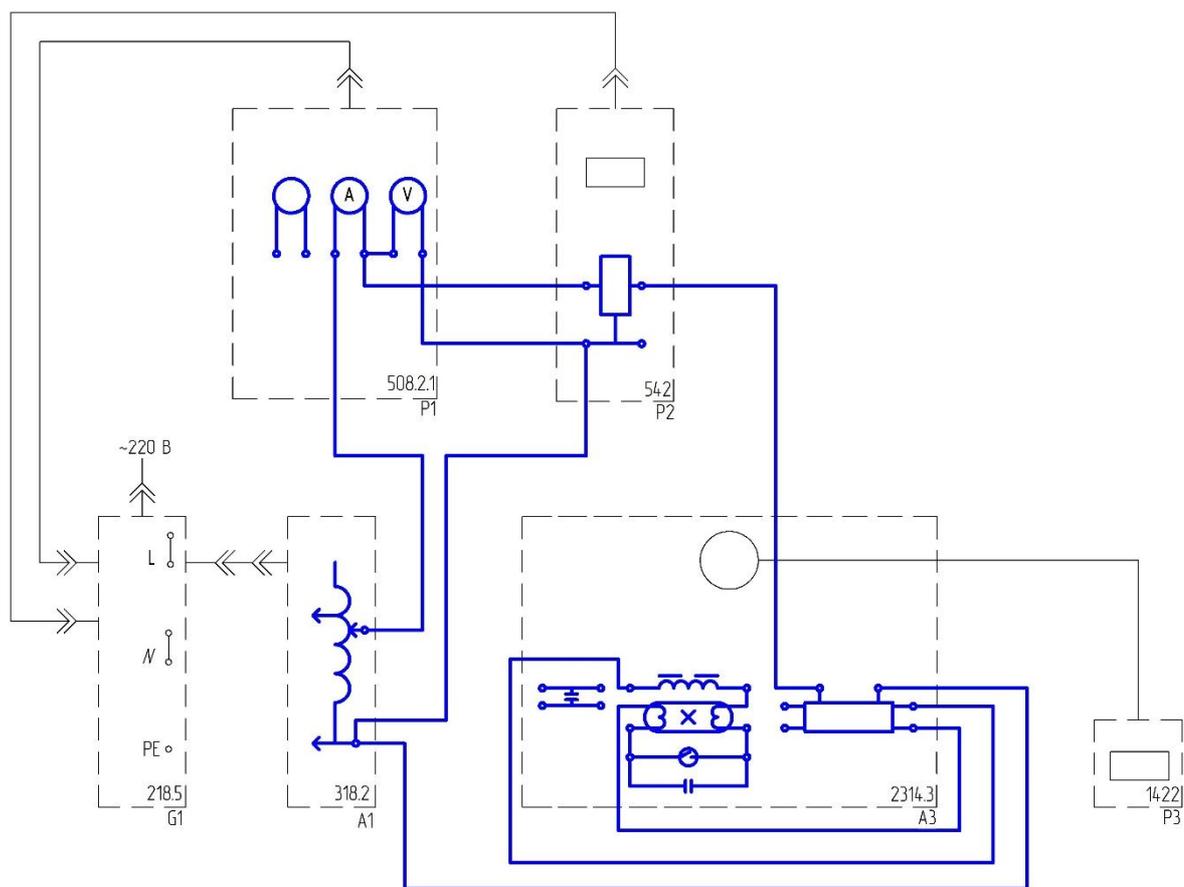


Рис.2.8.

- Отключите выключатель «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 1.3.4, вычислите для каждого значения напряжения U коэффициент мощности $\cos\varphi$, световой поток Φ и световую отдачу C люминесцентной лампы с ЭПРА по формулам

$$\cos\varphi = P / \sqrt{P^2 + Q^2};$$

$$\Phi = \Phi_H \cdot E / E_H;$$

$$C = \Phi / P,$$

Где $\Phi_H=380$ лм и E_H – значения светового потока и освещенности при номинальном напряжении $U_H=230$ В люминесцентной лампы с ЭПРА (указано на упаковке лампы).

- Занесите вычисленные значения в таблицу 2.10.
- Используя данные таблицы 2.10 постройте искомые зависимости электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы с ЭПРА от приложенного напряжения $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{II}=f(U)$, $\cos\varphi=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

2.9. Снятие вольтамперной характеристики компактной люминесцентной лампы низкого давления

- 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, приведенной на рис.2.9.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Откройте дверцу фотометрического блока A4, вверните в патрон компактную люминесцентную лампу мощностью, например, 15 Вт и закройте дверцу.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 напротив отметки 220 В, включите его выключатель «СЕТЬ» и дождитесь загорания люминесцентной лампы.
- Установите напряжение U на выходе автотрансформатора A1 240 В.
- Спустя 5 мин, вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора A1, снижайте напряжение на выходе автотрансформатора A1 с 240 В до значения, при котором люминесцентная лампа погаснет, и заносите показания вольтметра (напряжение U люминесцентной лампы) и амперметра (ток I люминесцентной лампы) блока P1 в таблицу 2.11.

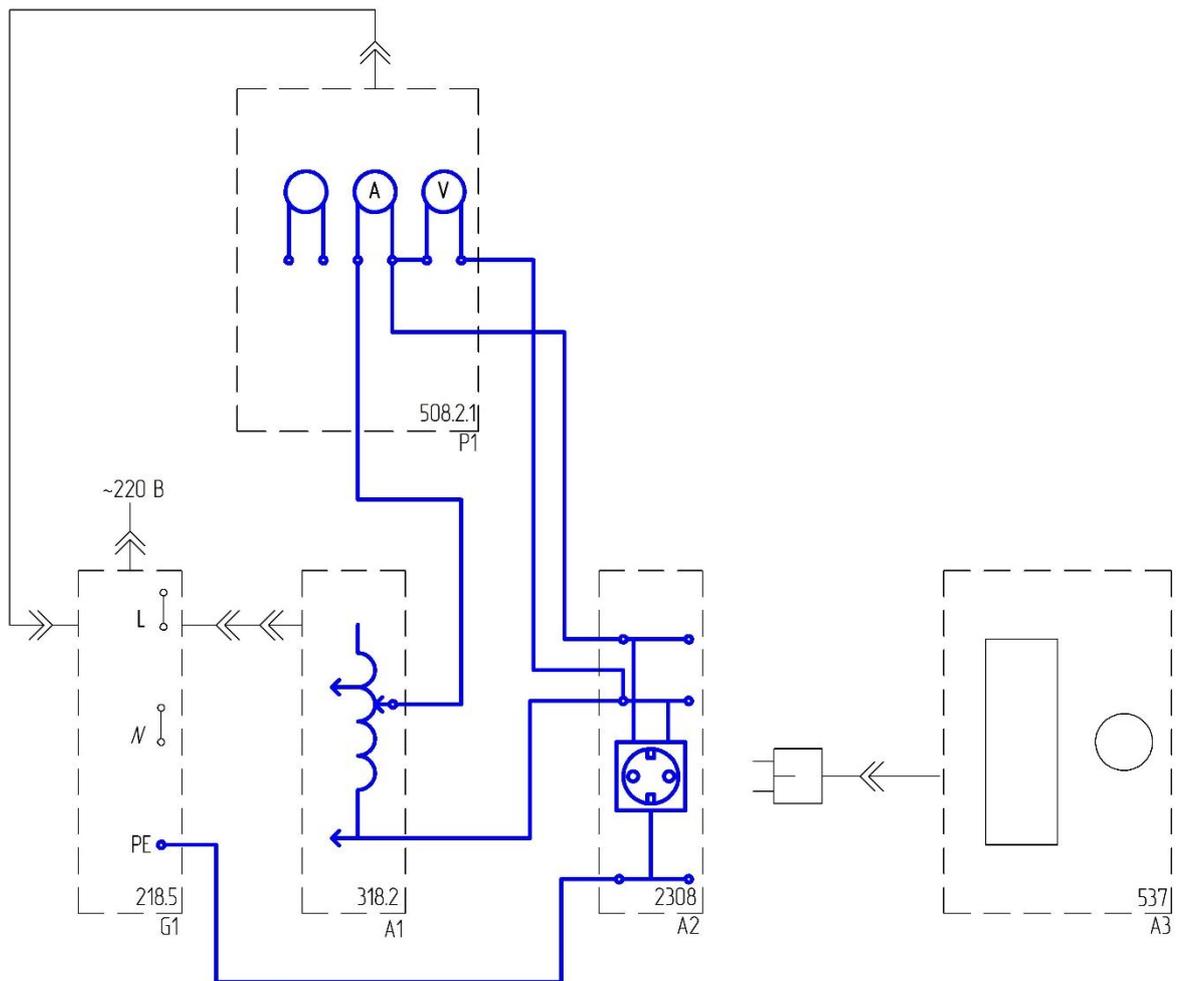


Рис. 2.9.

Таблица 2.11

U, В									
I, А									

- Отключите выключатель «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 2.11 постройте искомую вольтамперную характеристику $U = f(I)$ компактной люминесцентной лампы низкого давления.

2.10. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров компактной люминесцентной лампы низкого давления от приложенного напряжения

- 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, приведенной на рис.2.10.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Откройте дверцу фотометрического блока A4, вверните в патрон компактную люминесцентную лампу мощностью, например, 15 Вт и закройте дверцу.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1. И измерителя P2.
- Включите согласно прилагаемой инструкции пульсметр-люксметр P3.
- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 напротив отметки 220 В, включите его выключатель «СЕТЬ» и дождитесь загорания люминесцентной лампы.
- Установите напряжение U на выходе автотрансформатора A1 240 В
- Спустя 5 мин, вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора A1, снижайте напряжение на выходе автотрансформатора A1 с 240 В до значения, при котором люминесцентная лампа погаснет, и заносите показания вольтметра (напряжение U люминесцентной лампы) и амперметра (ток I люминесцентной лампы) блока P1, измерителя P2 (активная P и реактивная Q мощности, потребляемые люминесцентной лампой), пульсметра-люксметра P3 (освещенность E и коэффициент K_{Π} пульсаций светового потока люминесцентной лампы) в таблицу 2.12.

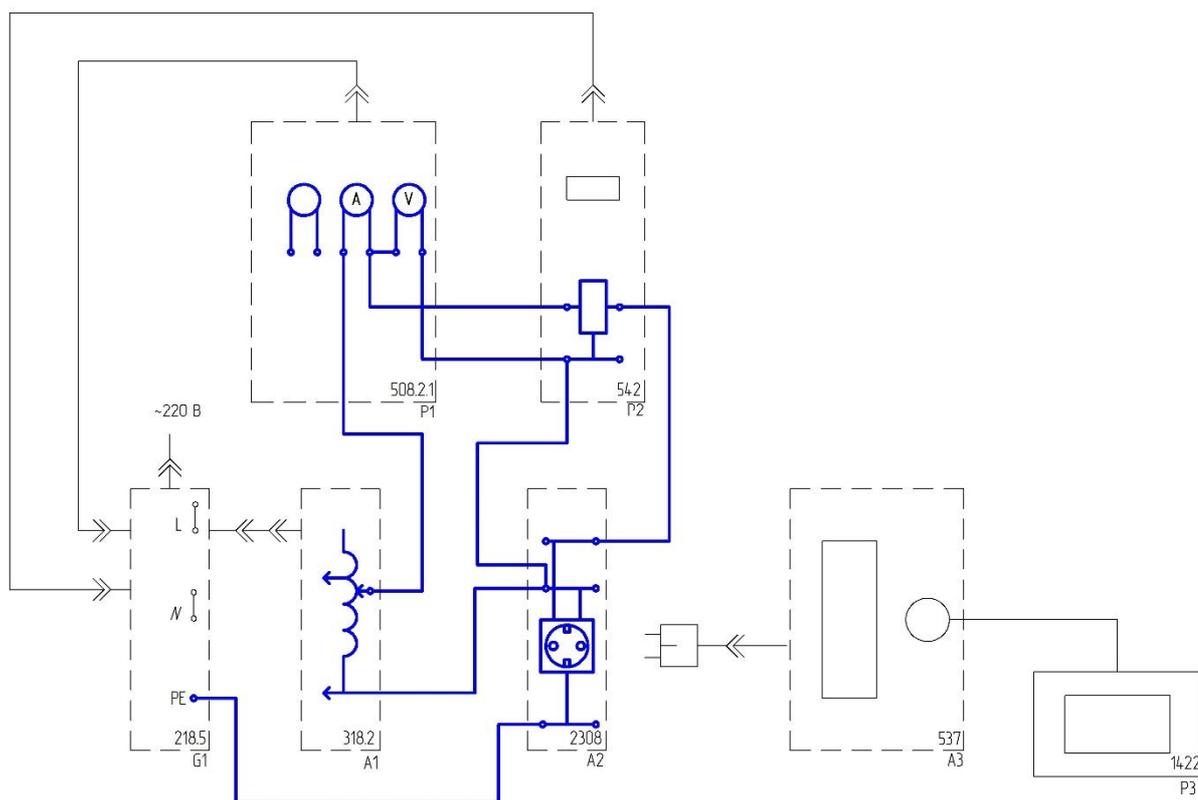


Рис.2.10.

Таблица 2.12.

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВА_p									
E, лк									
K_п, %									
cosφ									
Φ, лм									
C, лм/Вт									

- Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 2.12. вычислите для каждого значения напряжения **U** коэффициент мощности **cosφ**, световой поток **Φ** и световую отдачу **C** люминесцентной лампы по формулам

$$\cos\varphi = P / \sqrt{(P^2 + Q^2)};$$

$$\Phi = \Phi_H \cdot E / E_H;$$

$$C = \Phi / P,$$

- где Φ и E_H – значения светового потока (указано на упаковке лампы) и освещенности при номинальном напряжении компактной люминесцентной лампы (указано на упаковке).
- Занесите вычисленные значения в таблицу 2.12.
- Используя данные таблицы 2.12. постройте искомые зависимости электрических и светотехнических параметров компактной люминесцентной лампы низкого давления от приложенного напряжения $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{п}=f(U)$, $\cos\phi =f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

2.11. Снятие вольтамперной характеристики люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ

- 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, приведенной на рис.2.11.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Откройте дверцу фотометрического блока A4, вверните в патрон люминесцентную лампу высокого давления типа ДРЛ мощностью, например, 80 Вт и закройте дверцу.

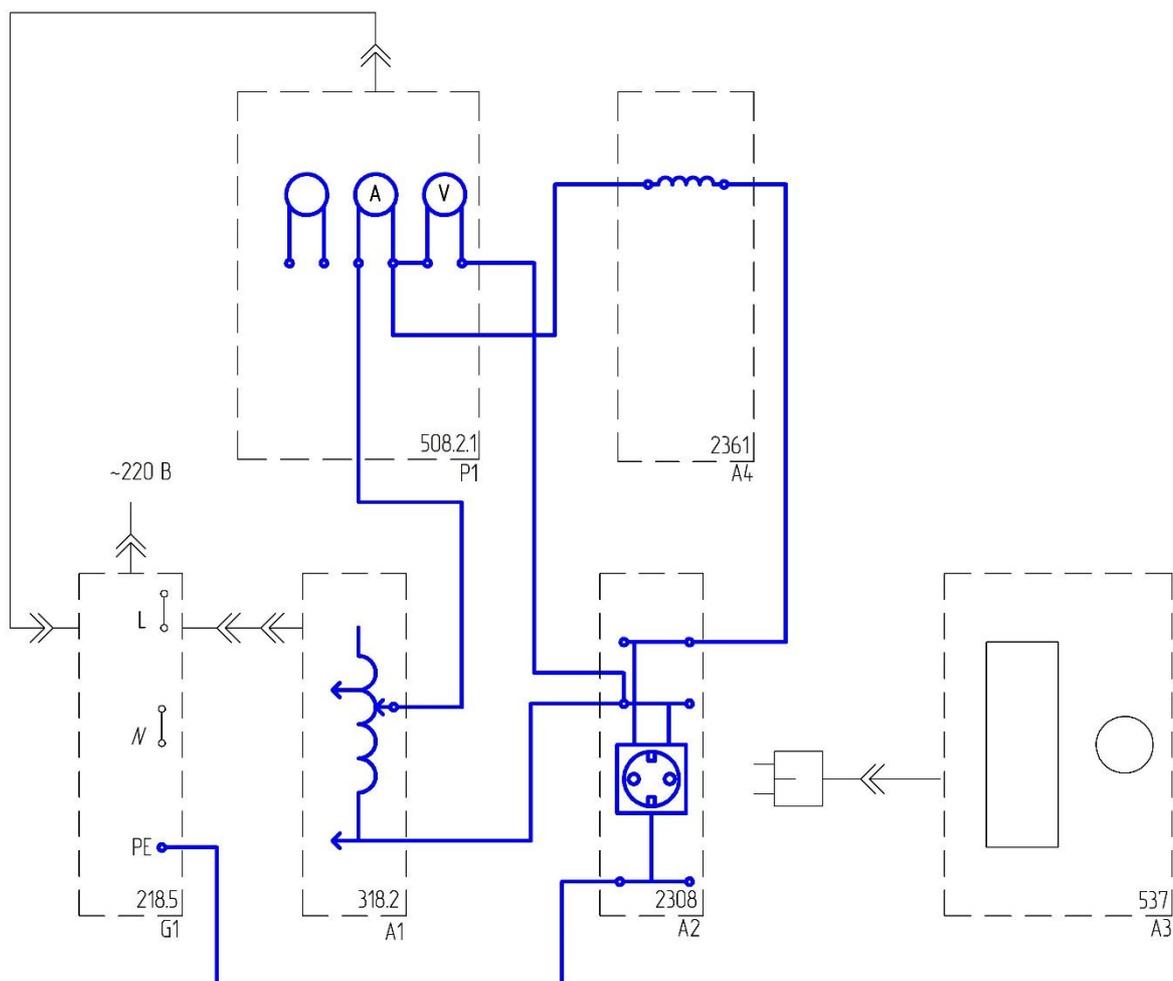


Рис.2.11

- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 напротив отметки 220 В, включите его выключатель «СЕТЬ» и дождитесь загорания люминесцентной лампы.
- Установите напряжение U на выходе автотрансформатора A1 240 В.
- Спустя 10 мин, вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора A1, снижайте напряжение на выходе автотрансформатора A1 с 240 В до значения, при котором люминесцентная лампа погаснет, и заносите показания вольтметра (напряжение U люминесцентной лампы) и амперметра (ток I люминесцентной лампы) блока P1 в таблицу 2.13.

Таблица 2.13.

U, В									
I, А									

- Отключите выключатель «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
 - Отключите однофазный источник питания G1.
 - Используя данные таблицы 2.13. постройте искомую вольтамперную характеристику $U=f(I)$ люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ.
- 2.12. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ от времени**
- 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, приведенной на рис.2.12.
 - Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора A1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
 - Откройте дверцу фотометрического блока A4, вверните в патрон люминесцентную лампу высокого давления типа ДРЛ мощностью, например, 80 Вт и закройте дверцу.
 - Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
 - Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1. и измерителя P2.
 - Включите согласно прилагаемой инструкции пульсметр-люксметр P3.

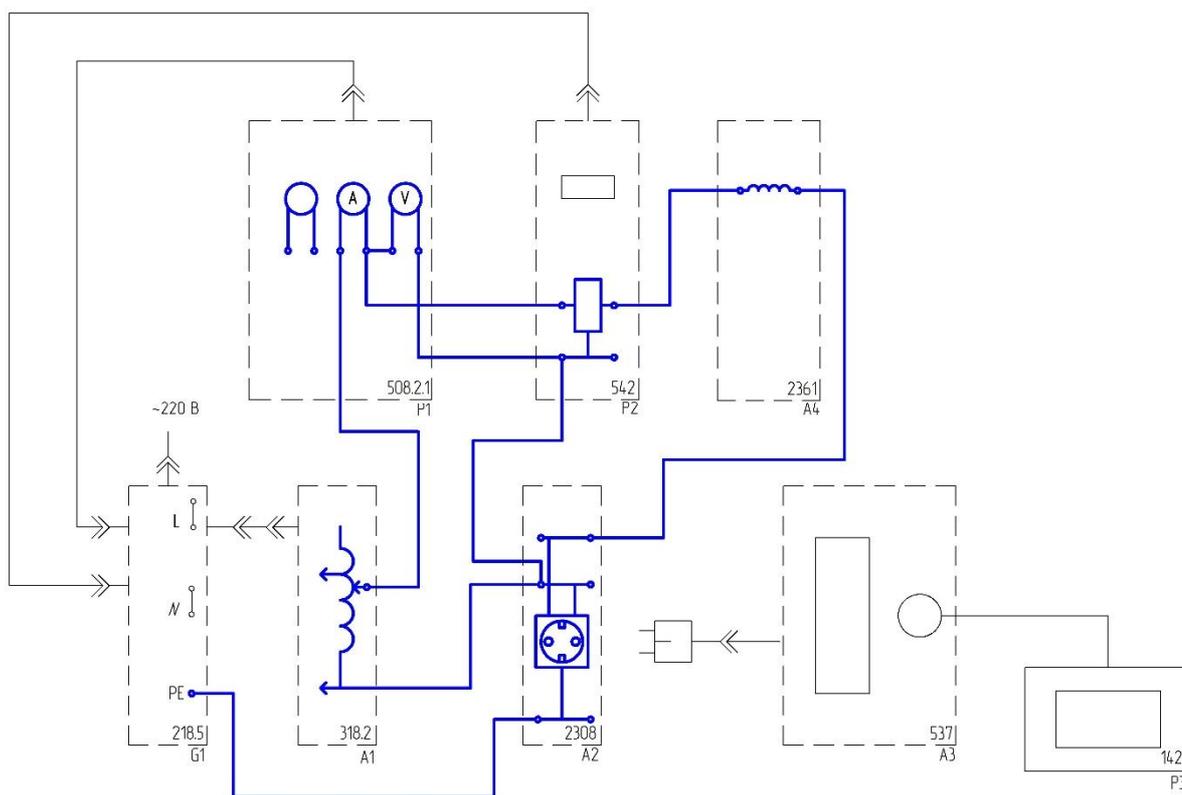


Рис.2.12.

- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 напротив отметки 220 В, включите его выключатель «СЕТЬ» и начинайте по часам отсчет времени t .
- Через каждую минуту в течении 15 минут заносите время t , показания вольтметра (напряжение U люминесцентной лампы) и амперметра (ток I люминесцентной лампы) блока P1, измерителя P2 (активная P и реактивная Q мощности, потребляемые люминесцентной лампой), пульсметра-люксметра P3 (освещенность E и коэффициент K_{Π} пульсаций светового потока люминесцентной лампы) в таблицу 2.14.

Таблица 2.14.

t, мин									
I, А									
P, Вт									
Q, ВАр									
E, лк									
K_{Π}, %									
$\cos\varphi$									
Φ, лм									

С, лм/Вт									
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 1.5.2 вычислите для каждого момента времени t коэффициент мощности $\cos\varphi$, световой поток Φ и световую отдачу C люминесцентной лампы по формулам

$$\cos\varphi = P / \sqrt{P^2 + Q^2};$$

$$\Phi = \Phi_H \cdot E / E_H;$$

$$C = \Phi / P,$$

- где Φ и E_H – значения светового потока (указано на упаковке лампы) и освещенности при номинальном напряжении лампы (указано на упаковке).
- Занесите вычисленные значения в таблицу 2.14.
- Используя данные таблицы 2.14. постройте искомые зависимости электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ от времени $I=f(t)$, $P=f(t)$, $Q=f(t)$, $K_{II}=f(t)$, $\cos\varphi=f(t)$, $\Phi=f(t)$, $C=f(t)$.

2.13. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ от приложенного напряжения

- 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, приведенной на рис.2.12.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон люминесцентную лампу высокого давления типа ДРЛ мощностью, например, 80 Вт и закройте дверцу.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров Р1. И измерителя Р2.
- Включите согласно прилагаемой инструкции пульсметр-люксметр Р3.
- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 напротив отметки 220 В, включите его выключатель «СЕТЬ» и дождитесь загорания люминесцентной лампы.
- Установите напряжение U на выходе автотрансформатора А1 240 В
- Спустя 10 мин, вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1, снижайте напряжение на выходе автотрансформатора А1 с 240 В до

значения, при котором люминесцентная лампа погаснет, и заносите показания вольтметра (напряжение U люминесцентной лампы) и амперметра (ток I люминесцентной лампы) блока P1, измерителя P2 (активная P и реактивная Q мощности, потребляемые люминесцентной лампой), пульсметра-люксметра P3 (освещенность E и коэффициент $K_{П}$ пульсаций светового потока люминесцентной лампы) в таблицу 2.15.

Таблица 2.15

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВАр									
E, лк									
$K_{П}$, %									
$\cos\varphi$									
Φ, лм									
C, лм/Вт									

- Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 2.15. вычислите для каждого значения напряжения U коэффициент мощности $\cos\varphi$, световой поток Φ и световую отдачу C люминесцентной лампы по формулам

$$\cos\varphi = P / \sqrt{(P^2+Q^2)};$$

$$\Phi = \Phi_{Н} \cdot E / E_{Н};$$

$$C = \Phi / P,$$

- где Φ и $E_{Н}$ –значения светового потока (указано на упаковке лампы) и освещенности при номинальном напряжении лампы (указано на упаковке).
- Занесите вычисленные значения в таблицу 2.15.
- Используя данные таблицы 2.15. постройте искомые зависимости электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ от приложенного напряжения $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{П}=f(U)$, $\cos\varphi=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

2.14. Снятие вольтамперной характеристики светодиодной лампы

- 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, приведенной на рис.2.13.

- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон светодиодную лампу мощностью, например, 7Вт и закройте дверцу.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1.
- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 напротив отметки 220 В, включите его выключатель «СЕТЬ» и дождитесь загорания светодиодной лампы.
- Установите напряжение U на выходе автотрансформатора А1 240 В. Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1, снижайте напряжение на выходе автотрансформатора А1 с 240 В до значения, при котором светодиодная лампа погаснет, и заносите показания вольтметра (напряжение U светодиодной лампы) и амперметра (ток I светодиодной лампы) блока P1 в таблицу 2.16.

Таблица 2.16.

U, В									
I, А									

- Отключите выключатель «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.

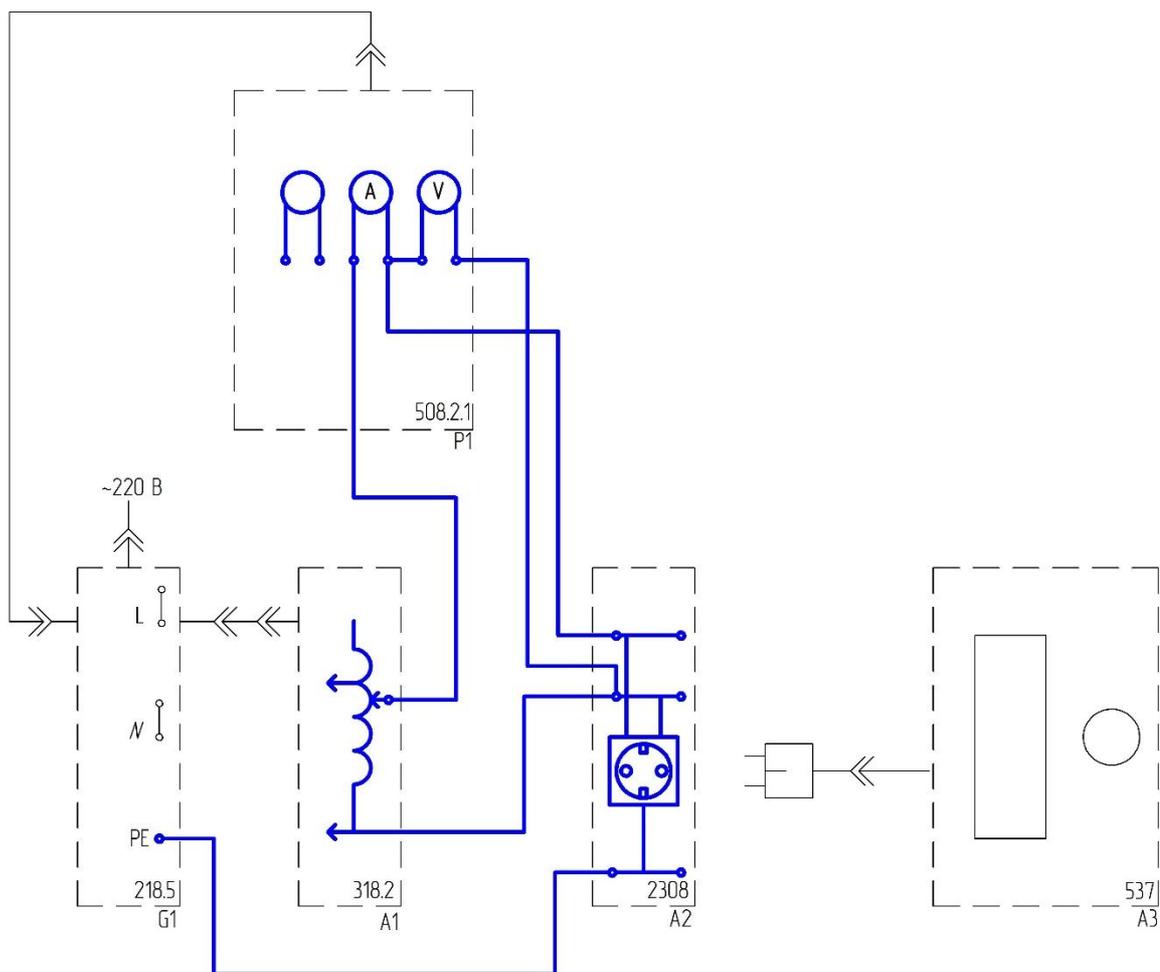


Рис.2.13.

- Используя данные таблицы 2.16. постройте искомую вольтамперную характеристику $U=f(I)$ светодиодной лампы

2.15. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров светодиодной лампы от приложенного напряжения

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините гнезда защитного заземления устройств, используемых в эксперименте с гнездом «PE» однофазного источника питания G1.

- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис.2.14.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель «СЕТЬ».
- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон светодиодную лампу мощностью, например, 7 Вт и закройте дверцу.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» блока мультиметров P1. И измерителя P2.
- Включите согласно прилагаемой инструкции пульсметр-люксметр P3.
- Установите регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 напротив отметки 220 В, включите его выключатель «СЕТЬ» и дождитесь загорания светодиодной лампы.
- Установите напряжение U на выходе автотрансформатора А1 240 В
- Вращая регулировочную рукоятку автотрансформатора А1, снижайте напряжение на выходе автотрансформатора А1 с 240 В до значения, при котором светодиодная лампа погаснет, и заносите показания вольтметра (напряжение U светодиодной лампы) и амперметра (ток I светодиодной лампы) блока P1, измерителя P2 (активная P и реактивная Q мощности, потребляемые светодиодной лампой), пульсметра-люксметра P3 (освещенность E и коэффициент $K_{п}$ пульсаций светового потока люминесцентной лампы) в таблицу 2.17.

Таблица 2.17.

$U, В$									
$I, А$									
$P, Вт$									
$Q, ВАр$									
$E, лк$									
$K_{п}, \%$									
$\cos\varphi$									
$\Phi, лм$									
$S, лм/Вт$									

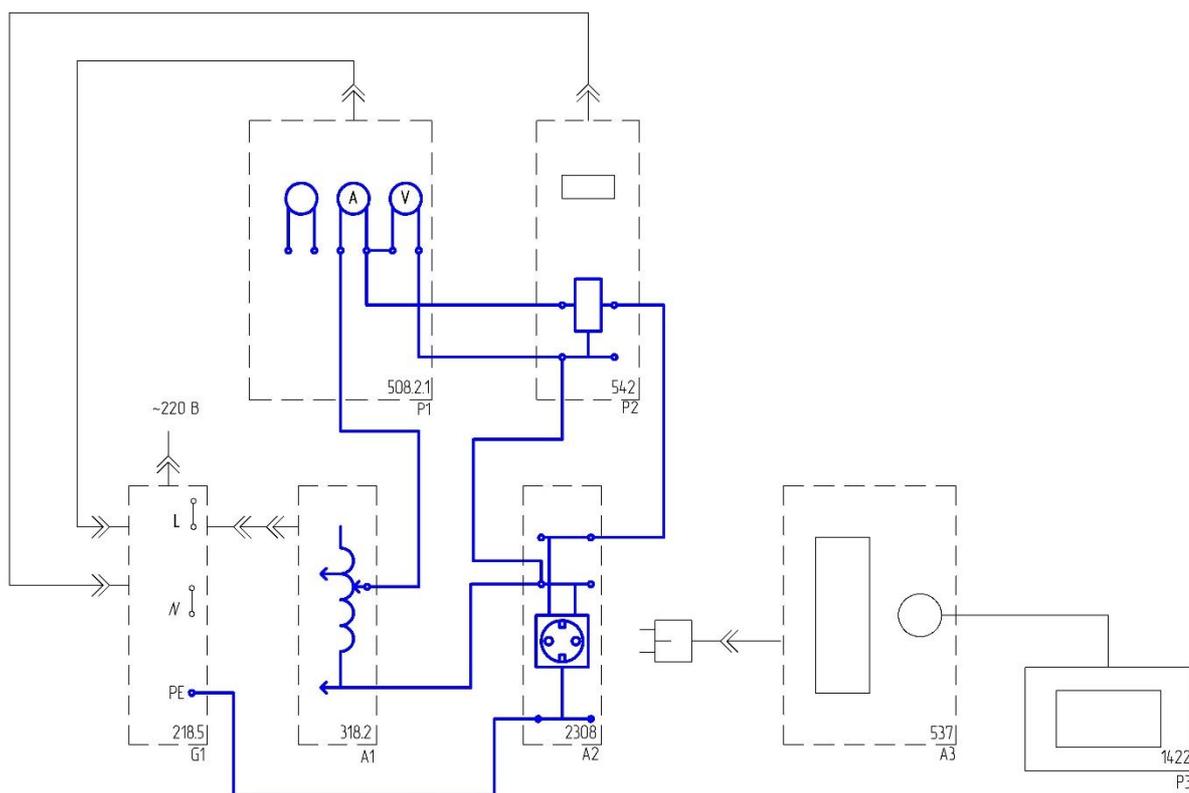


Рис.2.14.

- Отключите выключатели «СЕТЬ» блоков, задействованных в эксперименте.
- Отключите однофазный источник питания G1.
- Используя данные таблицы 2.17. вычислите для каждого значения напряжения U коэффициент мощности $\cos\varphi$, световой поток Φ и световую отдачу C светодиодной лампы по формулам

$$\cos\varphi = P / \sqrt{P^2 + Q^2};$$

$$\Phi = \Phi_H \cdot E / E_H;$$

$$C = \Phi / P,$$

- где $\Phi_H=320\text{лм}$ и E_H – значения светового потока и освещенности при номинальном напряжении $U_H=230\text{ В}$ светодиодной лампы.
- Занесите вычисленные значения в таблицу 2.6.2.
- Используя данные таблицы 2.17. постройте искомые зависимости электрических и светотехнических параметров светодиодной лампы от приложенного напряжения $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{\Pi}=f(U)$, $\cos\varphi =f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

Занесите полученные результаты исследований в таблицы протокола, постройте зависимости и составьте отчет

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №1
Исследование электрических и светотехнических характеристик источников света

Группа _____
Студент _____
Дата _____

Цель работы:

- исследование вольтамперных характеристик различных видов источников света
- установление зависимостей электрических и светотехнических параметров ламп от приложенного напряжения.
- анализ и оценка влияния исследуемых параметров на энергопотребление источника света.

Лампа накаливания

1. Снятие вольтамперной характеристики

Исходные данные: диапазон напряжений 100-240 В

U, В									
I, А									

Построить зависимость $U = f(I)$

2. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров лампы накаливания от приложенного напряжения

Исходные данные: диапазон напряжений 100-240 В

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВАр									
E, лк									
K_п, %									
r, Ом									
Φ, лм									
C, м/Вт									

Построить зависимости: $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{п}=f(U)$, $r=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

Выводы _____

Галогенная лампа

1. Снятие вольтамперной характеристики

Исходные данные: диапазон напряжений 100-240 В

U, В										
I, А										

Построить зависимость $U = f(I)$

2. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров галогенной лампы от приложенного напряжения

Исходные данные: диапазон напряжений 100-240 В

U, В										
I, А										
P, Вт										
Q, ВАр										
E, лк										
Kп, %										
r, Ом										
Φ, лм										
C, м/Вт										

Построить зависимости: $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{п}=f(U)$, $r=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

Выводы _____

Люминесцентная лампа

1. Снятие вольтамперной характеристики люминесцентной лампы низкого давления с электромагнитным балластом и с ЭПРА

U_{ЛБ}, В										
U_Л, В										
I, А										

Построить зависимости: $U_{ЛБ}=f(I)$, $U_{Л}=f(I)$

Выводы _____

2. Снятие вольтамперной характеристики люминесцентной лампы низкого давления с электронной пускорегулирующей аппаратурой (ЭПРА)

U, В									
I, А									

Построить зависимость $U = f(I)$

Выводы _____

3. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы низкого давления с электромагнитным балластом от приложенного напряжения

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВАр									
E, лк									
K_п, %									
cosφ									
Φ, лм									
C, лм/Вт									

Построить зависимости: $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{п}=f(U)$, $\cos\phi=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

Выводы _____

4. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы низкого давления с электронной пускорегулирующей аппаратурой (ЭПРА) от приложенного напряжения

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВАр									
E, лк									
K_п, %									
cosφ									
Φ, лм									
C, лм/Вт									

Построить зависимости: $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{п}=f(U)$, $\cos\phi=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

Выводы _____

Компактная люминесцентная лампа низкого давления

1. Снятие вольтамперной характеристики компактной люминесцентной лампы низкого давления

U, В									
I, А									

Построить зависимость $U = f(I)$

Выводы _____

5. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров компактной люминесцентной лампы низкого давления от приложенного напряжения

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВАр									
E, лк									
K_п, %									
cosφ									
Φ, лм									
C, лм/Вт									

Построить зависимости: $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{п}=f(U)$, $\cos\phi=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

Выводы _____

Люминесцентная лампа высокого давления типа ДРЛ

1. Снятие вольтамперной характеристики люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ

U,В									
I,А									

Построить зависимость $U = f(I)$

Выводы _____

2. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ от времени

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВА_p									
E, лк									
K_п, %									
cosφ									
Φ, лм									
C, лм/Вт									

Построить зависимости: $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{п}=f(U)$, $\cos\varphi=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

Выводы _____

3. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ от приложенного напряжения

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВА_p									
E, лк									
K_п, %									
cosφ									
Φ, лм									
C, лм/Вт									

Построить зависимости: $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_{п}=f(U)$, $\cos\varphi=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

Выводы _____

Светодиодная лампа

Снятие вольтамперной характеристики светодиодной лампы

U, В									
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

I, A									
-------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Построить зависимость $U = f(I)$

Выводы _____

3. Снятие и определение зависимостей электрических и светотехнических параметров светодиодной лампы от приложенного напряжения

U, В									
I, А									
P, Вт									
Q, ВАр									
E, лк									
Кп, %									
cosφ									
Φ, лм									
C, лм/Вт									

Построить зависимости: $I=f(U)$, $P=f(U)$, $Q=f(U)$, $K_p=f(U)$, $\cos\phi=f(U)$, $\Phi=f(U)$, $C=f(U)$.

Выводы _____

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Исследование энергоэффективности источников света

Цель работы:

- исследование светоотдачи различных электрических источников света;
- анализ и оценка энергоэффективности освещения различных групп ламп, используемых при организации производственного освещения.

Указания по проведению экспериментов

Набор аппаратуры определенного типа, используемой в конкретных экспериментах приведен в таблице 3.1

Таблица 3.1

Обозначение аппаратуры	Номер эксперимента		
	3.1	3.2	3.3
218.5; G1	✓	✓	✓
318.2; A1	✓	✓	✓
2304; A2	✓	✓	✓
2308; A3	✓	✓	
2314.3; A6			✓
2361; A5		✓	
512; P1	✓	✓	✓
537; A4	✓	✓	
542; P2	✓	✓	✓
1422; P3	✓	✓	✓

Наименование аппаратуры:

- 218.5; G1- однофазный источник питания;
- 318.2; A1- регулируемый автотрансформатор;
- 2304; A2- одноклавишный выключатель;
- 2308; A3- электророзетка с заземляющими контактами;

537; А4- фотометрический блок;
512; Р1-вольтметр;
542; Р2- измеритель параметров однофазной сети;
1422; Р3- пульсметр-люксметр.
2361; А5-дроссель для лампы ДРЛ;
2314.3; А6- блок люминесцентной лампы.

Номер эксперимента:

3.1. Сравнение светоотдачи галогенной лампы, компактной люминесцентной лампы низкого давления и светодиодной лампы со светоотдачей лампы накаливания

3.2. Сравнение светоотдач люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ и лампы накаливания

3.3. Сравнение светоотдачи линейной люминесцентной лампы низкого давления со стартерной и электронной пускорегулирующей аппаратурой

3.1. Сравнение светоотдачи галогенной лампы, компактной люминесцентной лампы низкого давления и светодиодной лампы со светоотдачей лампы накаливания

- 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, приведенной на рис.3.1.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель (СЕТЬ).
- Отключите (если включен) выключатель А2.
- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон лампу накаливания с молочной колбой мощностью, например, 60Вт и закройте дверцу.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» автотрансформатора А1 и измерителя Р2.
- Контролируя по вольтметру Р1, установите на выходе автотрансформатора А1 желаемое напряжение, например, 220 В и поддерживайте его при проведении эксперимента неизменным.
- Включите выключатель А2. В окне для фотодатчика блока А4 должен появиться свет.
- Приложите фотодатчик люксметра Р3 к окну блока А4, замерьте люксметром освещенность E_1 , создаваемую лампой накаливания и измерителем Р2 потребляемую ею активную мощность **Р1**.
- Отключите выключатель А2 и замените в блоке лампу накаливания на галогенную лампу мощностью, например, 50 Вт.

- Включите выключатель A2. В окне для фотодатчика блока A4 должен появиться свет.
- Приложите фотодатчик P3 к окну блока A4, замерьте люксметром освещенность E_2 , создаваемую галогенной лампой и измерителем P2 потребляемую ею активную мощность P_2 .
- Отключите выключатель A2 и замените в блоке галогенную лампу на компактную люминесцентную лампу мощностью, например, 15 Вт и цветностью 2700 К.
- Включите выключатель A2. В окне для фотодатчика блока A4 должен появиться свет.

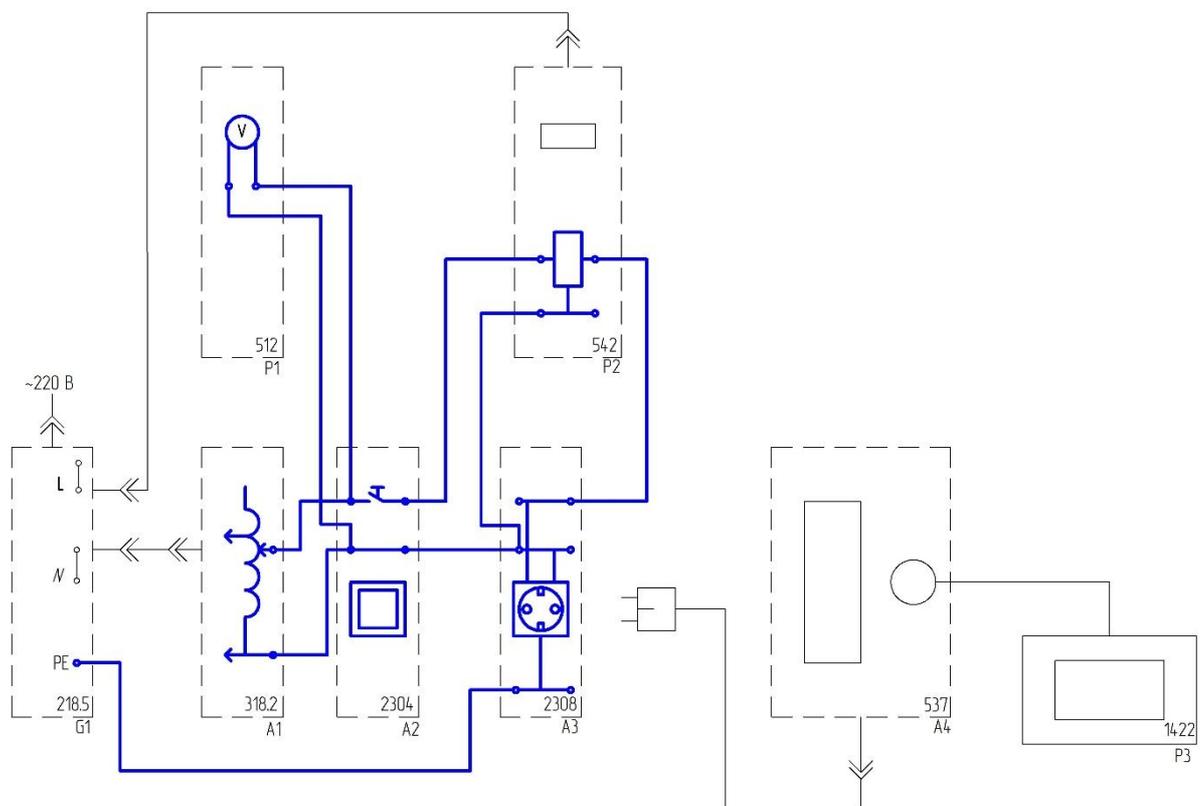


Рис.3.1.

- Через 5 минут приложите фотодатчик люксметра P3 к окну блока A4, замерьте люксметром освещенность E_3 , создаваемую компактной люминесцентной лампой и измерителем P2 потребляемую ею активную мощность P_3 .
- Отключите выключатель A2 и замените в блоке компактную люминесцентную лампу на светодиодную лампу мощностью, например, 7 Вт.

- Включите выключатель А2. В окне для фотодатчика блока А4 должен появиться свет.
- Приложите фотодатчик Р3 к окну блока А4, замерьте люксметром освещенность E_4 , создаваемую светодиодной лампой и измерителем Р2 потребляемую ею активную мощность P_4 .
- Отключите выключатель А2.
- По завершению эксперимента отключите источник G1, выключатели «СЕТЬ» измерителя Р2 и автотрансформатор А1.
- Определите отношение светотдачи C_2 галогенной лампы к светотдаче C_1 лампы накаливания по формуле

$$C_2 / C_1 = (E_2 \cdot P_1) / (E_1 \cdot P_2) .$$

- Определите отношение светотдачи C_3 компактной люминесцентной лампы к светотдаче C_1 лампы накаливания по формуле

$$C_3 / C_1 = (E_3 \cdot P_1) / (E_1 \cdot P_3) .$$

- Определите отношение светотдачи C_4 светодиодной лампы к светотдаче C_1 лампы накаливания по формуле

$$C_4 / C_1 = (E_4 \cdot P_1) / (E_1 \cdot P_4) .$$

3.2. Сравнение светотдач люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ и лампы накаливания

- 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, приведенной на рис.3.2.
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель (СЕТЬ).
- Отключите (если включен) выключатель А2.

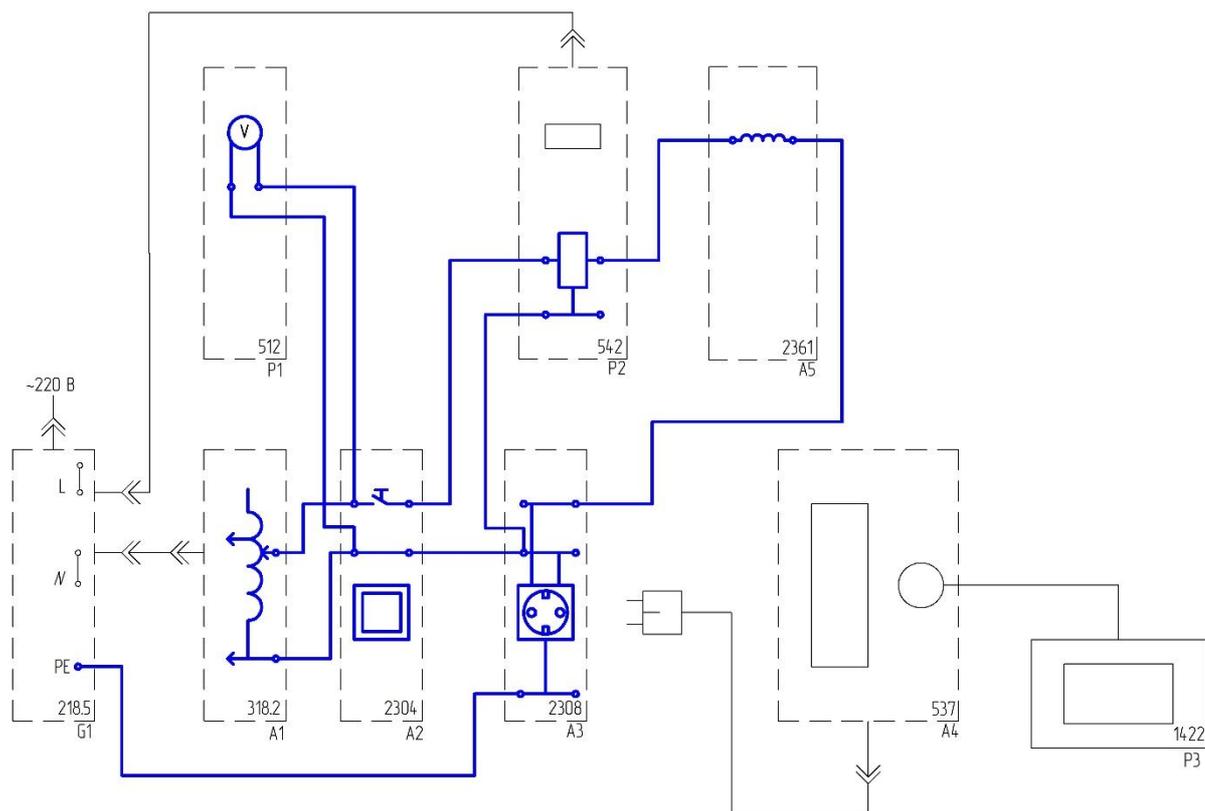


Рис.3.2.

- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон лампы накаливания с молочной колбой мощностью, например, 60Вт и закройте дверцу.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» автотрансформатора А1 и измерителя Р2.
- Контролируя по вольтметру Р1, установите на выходе автотрансформатора А1 желаемое напряжение, например, 220 В и поддерживайте его при проведении эксперимента неизменным.
- Включите выключатель А2. В окне для фотодатчика блока А6 должен появиться свет.
- Приложите фотодатчик люксметра Р3 к окну блока А6, замерьте люксметром освещенность E_1 , создаваемую лампой накаливания и измерителем Р2 потребляемую ею активную мощность P_1 .
- Отключите выключатель А2 и замените в блоке лампы накаливания на люминесцентную лампу высокого давления типа ДРЛ мощностью, например, 80 Вт.
- Включите выключатель А2. В окне для фотодатчика блока А4 должен появиться свет.
- Через 10 минут приложите фотодатчик Р3 к окну блока А4, замерьте люксметром освещенность E_2 , создаваемую люминесцентной лампой высокого давления типа ДРЛ и измерителем Р2 потребляемую ею активную мощность P_2 .

- Отключите выключатель А2.
- По завершению эксперимента отключите источник G1, выключатели «СЕТЬ» измерителя P2 и автотрансформатор А1.
- Определите отношение светоотдачи C_2 люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ к светоотдаче C_1 лампы накаливания по формуле

$$C_2 / C_1 = (E_2 \cdot P_1) / (E_1 \cdot P_2) .$$

3.3. Сравнение светоотдачи линейной люминесцентной лампы низкого давления с электромагнитной и электронной пускорегулирующей аппаратурой

- 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, приведенной на рис. (с электромагнитной стартерной схема включения)
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель (СЕТЬ).
- Отключите (если включен) выключатель А2.

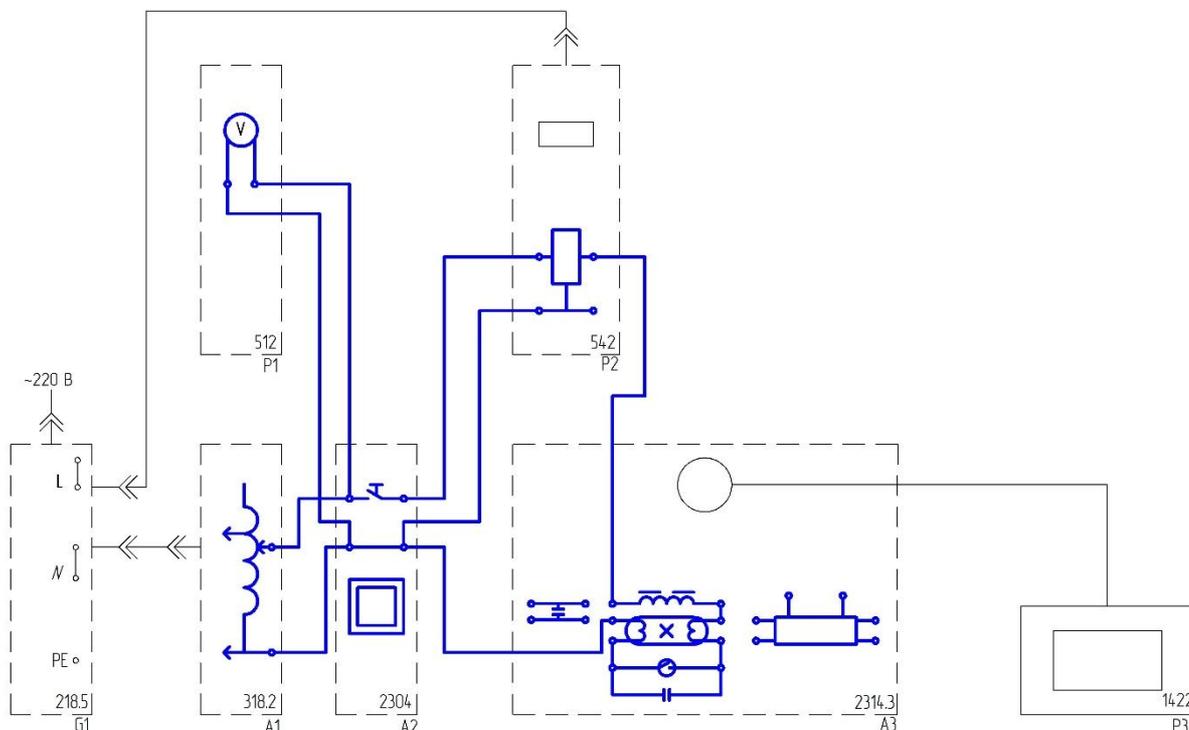


Рис.3.3.

- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» автотрансформатора A1 и измерителя P2.
- Контролируя по вольтметру P1, установите на выходе автотрансформатора A1 желаемое напряжение, например, 220 В и поддерживайте его при проведении эксперимента неизменным.
- Включите выключатель A2. В окне для фотодатчика блока A6 должен появиться свет.
- Через 5 минут приложите фотодатчик люксметра P3 к окну блока A6, замерьте люксметром освещенность E_1 , создаваемую люминесцентной лампой со стартерной пускорегулирующей аппаратурой и измерителем P2 потребляемую ею активную мощность P_1 .
- Отключите выключатель A2 и соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. (схема включения с электронной пускорегулирующей аппаратурой (ПРА)).
- Включите выключатель A2. В окне для фотодатчика блока A4 должен появиться свет.
- Через 5 минут приложите фотодатчик люксметра P3 к окну блока A6, замерьте люксметром освещенность E_2 , создаваемую люминесцентной лампой со стартерной пускорегулирующей аппаратурой и измерителем P2 потребляемую ею активную мощность P_2 .
- Отключите выключатель A2..
- По завершению эксперимента отключите источник G1, выключатели «СЕТЬ» измерителя P2 и автотрансформатор A1.
- Определите отношение светотдачи C_2 люминесцентной лампы со стартерной (ПРА) к светотдаче C_1 люминесцентной лампы с электронной ПРА по формуле

$$C_2 / C_1 = (E_2 \cdot P_1) / (E_1 \cdot P_2) .$$

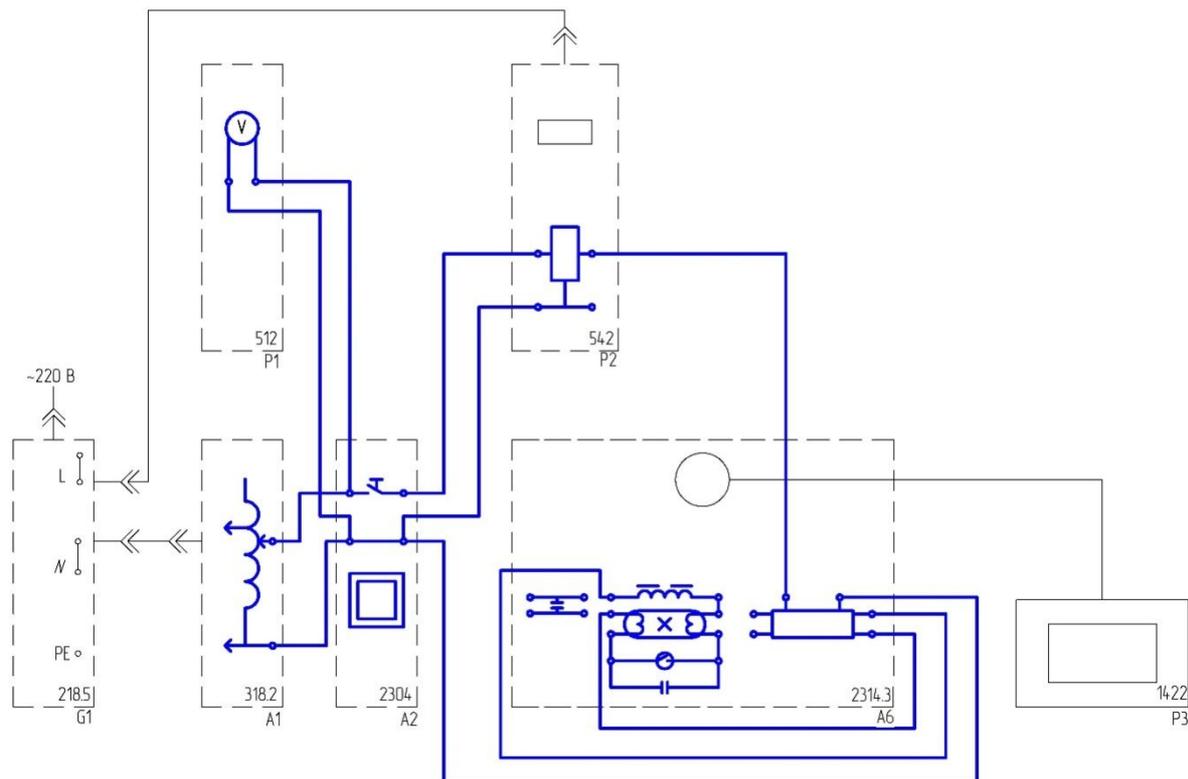


Рис.3.4.

Занесите полученные результаты исследований в таблицы протокола составьте отчет.

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №2
Исследование энергоэффективности источников
света

Группа _____
Студент _____
Дата _____

Цель работы:

- определение показателя светоотдачи различных электрических источников света
- анализ и оценка энергоэффективности различных групп ламп, используемых при организации производственного освещения

Сравнение светоотдачи галогенной лампы, компактной люминесцентной лампы низкого давления и светодиодной лампы со светоотдачей лампы накаливания

1. Измерение электрических и светотехнических параметров ламп и расчет показателей светоотдачи

Лампа накаливания		Галогенная лампа		Компактная люминесцентная лампа		Светодиодная лампа	
Освещенность E_1	Мощность P_1	Освещенность E_2	Мощность P_2	Освещенность E_3	Мощность P_3	Освещенность E_4	Мощность P_4
Светоотдача C_1		Светоотдача C_2		Светоотдача C_3		Светоотдача C_4	

2. Определение отношений светоотдачи галогенной лампы C_2 , компактной люминесцентной лампы низкого давления C_3 и светодиодной лампы C_4 со светоотдачей лампы накаливания C_1

C_2/C_1	C_3/C_1	C_4/C_1

Выводы _____

Сравнение светоотдачи люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ и лампы накаливания

1. Измерение электрических и светотехнических параметров ламп и расчет показателей светоотдачи

Лампа накаливания		Люминесцентная лампа высокого давления (ДРЛ)	
Освещенность E_1	Мощность P_1	Освещенность E_2	Мощность P_2
Светоотдача C_1		Светоотдача C_2	

2. Определение отношения светоотдачи люминесцентной лампы высокого давления типа ДРЛ C_2 со светоотдачей лампы накаливания C_1

C_2/C_1

Выводы _____

Сравнение светотдачи линейной люминесцентной лампы низкого давления со стартерной и электронной пускорегулирующей аппаратурой

1. Измерение электрических и светотехнических параметров ламп и расчет показателя светотдачи

Люминесцентная лампа со стартерной пускорегулирующей аппаратурой		Люминесцентная лампа с электронной пускорегулирующей аппаратурой	
Освещенность E_1	Мощность P_1	Освещенность E_2	Мощность P_2
Светотдача C_1		Светотдача C_2	

2. Определение отношений светотдачи люминесцентной лампы со стартерной ПРА C_2 , компактной люминесцентной лампы низкого давления C_1 к светотдаче люминесцентной лампы с электронной ПРА

C_2/C_1

Выводы _____

4. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Технические средства энергосбережения в системах электрического освещения

Цель работы:

- исследование методов и приемов, направленных на снижение энергопотребления в осветительных установках

Указания по проведению экспериментов

Набор аппаратуры определенного типа, используемой в конкретных экспериментах приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1.

Обозначение аппаратуры	Номер эксперимента					
	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6
218.5; G1	✓	✓	✓	✓	✓	✓
318.2; A1	✓					
2304; A2	✓			✓	✓	
2306; A7(8)		✓				
2308; A3			✓	✓	✓	✓
2313; A9			✓			
2314.3; A6	✓	✓				
3360; A13						✓
430; A10				✓		
431; A11					✓	
432; A12						✓
512; P1	✓		✓			
537; A4			✓	✓	✓	✓
542; P2	✓		✓			

Наименование аппаратуры:

218.5; G1- однофазный источник питания;

318.2; A1- регулируемый автотрансформатор;

2304; A2- одноклавишный выключатель;

2308; A3- электророзетка с заземляющими контактами;

537; A4- фотометрический блок;

512; P1-вольтметр;

542; P2- измеритель параметров однофазной сети;

1422; P3- пульсметр-люксметр.

2361; A5-дроссель для лампы ДРЛ;

2314.3; A6- блок люминесцентной лампы;

2306; А7,А8-переключатель;
2313; А9-светорегулятор;
430; А10-блок датчика движения;
431; А11-блок фотореле освещения.

Номер эксперимента:

4.1. Компенсация потребления реактивной мощности линейной люминесцентной лампой низкого давления со стартерной пускорегулирующей аппаратурой путем включения конденсатора

4.2. Уменьшение электропотребления путем зонального отключения электрического освещения

4.3. Уменьшение электропотребления системы электрического освещения путем регулирования интенсивности освещенности

4.4. Уменьшение электропотребления путем включения/отключения освещения датчика движения

4.5. Уменьшение электропотребления путем включения/отключения освещения датчиком фотореле

4.6. Уменьшение электропотребления путем включения/отключения освещения таймером

4.1. Компенсация потребления реактивной мощности линейной люминесцентной лампой низкого давления со стартерной электромагнитной пускорегулирующей аппаратурой путем включения конденсатора

- 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, приведенной на рис. 4.1. (схема без конденсатора).
- Поверните регулировочную рукоятку автотрансформатора А1 против часовой стрелки до упора и отключите (если включен) выключатель (СЕТЬ).
- Отключите (если включен) выключатель А2.
- Включите источник G1. Должен загореться светодиод.
- Включите выключатели «СЕТЬ» автотрансформатора А1 и измерителя Р2.
- Контролируя по вольтметру Р1, установите на выходе автотрансформатора А1 желаемое напряжение, например, 220 В и поддерживайте его при проведении эксперимента неизменным
- Включите выключатель А2. В окне для фотодатчика блока А6 должен появиться свет.
- Через 5 минут измерьте измерителем Р2 потребляемую схемой с люминесцентной лампой реактивную мощность Q_1 .

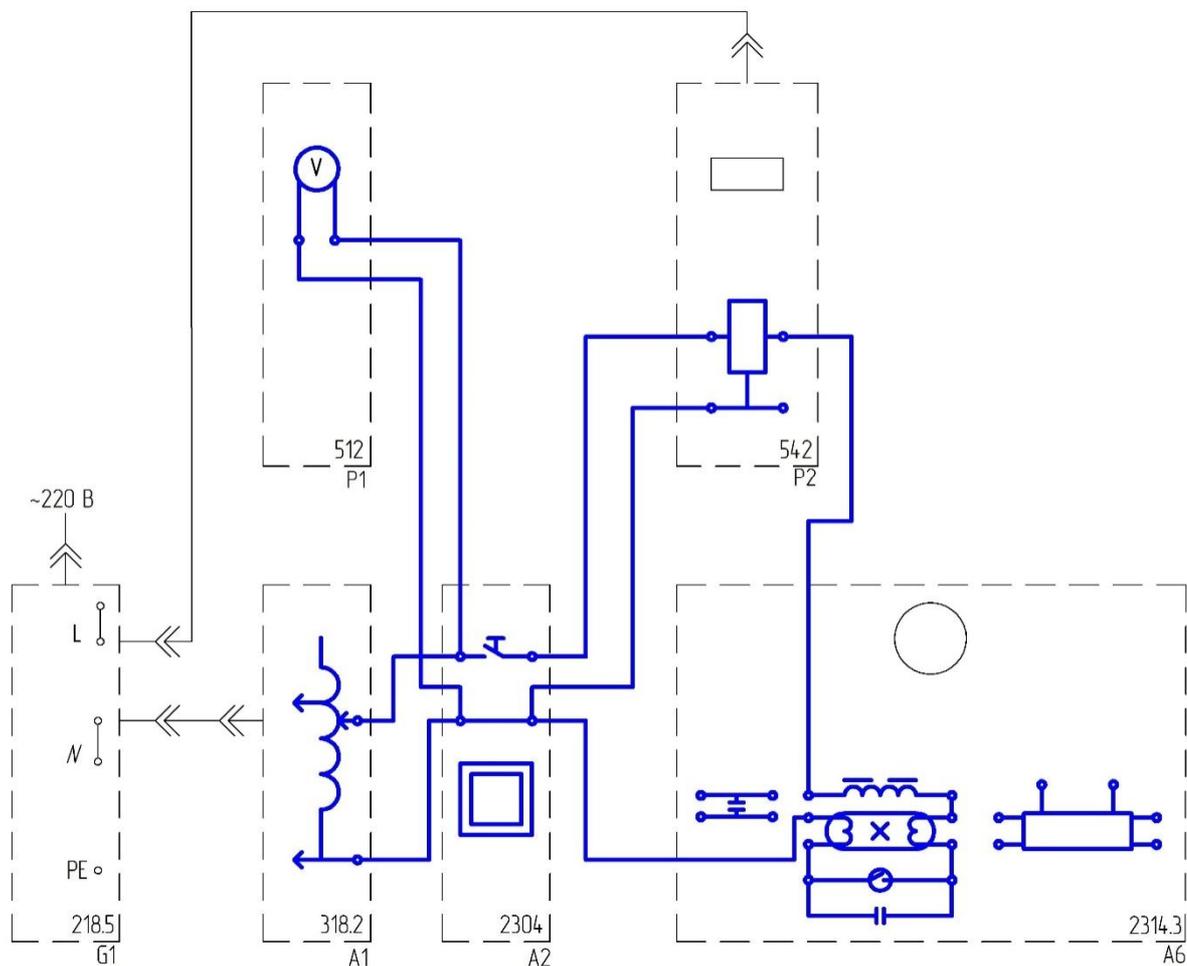


Рис.4.1.

- Отключите выключатель A2 и соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, приведенной на рис. 4.2. (схема с конденсатором).
- Включите выключатель A2. В окне для фотодатчика блока A4 должен появиться свет.
- Через 5 минут измерьте измерителем P2 потребляемую схемой с люминесцентной лампой реактивную мощность Q_2 .
- Отключите выключатель A2.
- По завершении эксперимента отключите источник G1, выключатели «СЕТЬ» измерителя P2 и автотрансформатора A1.

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

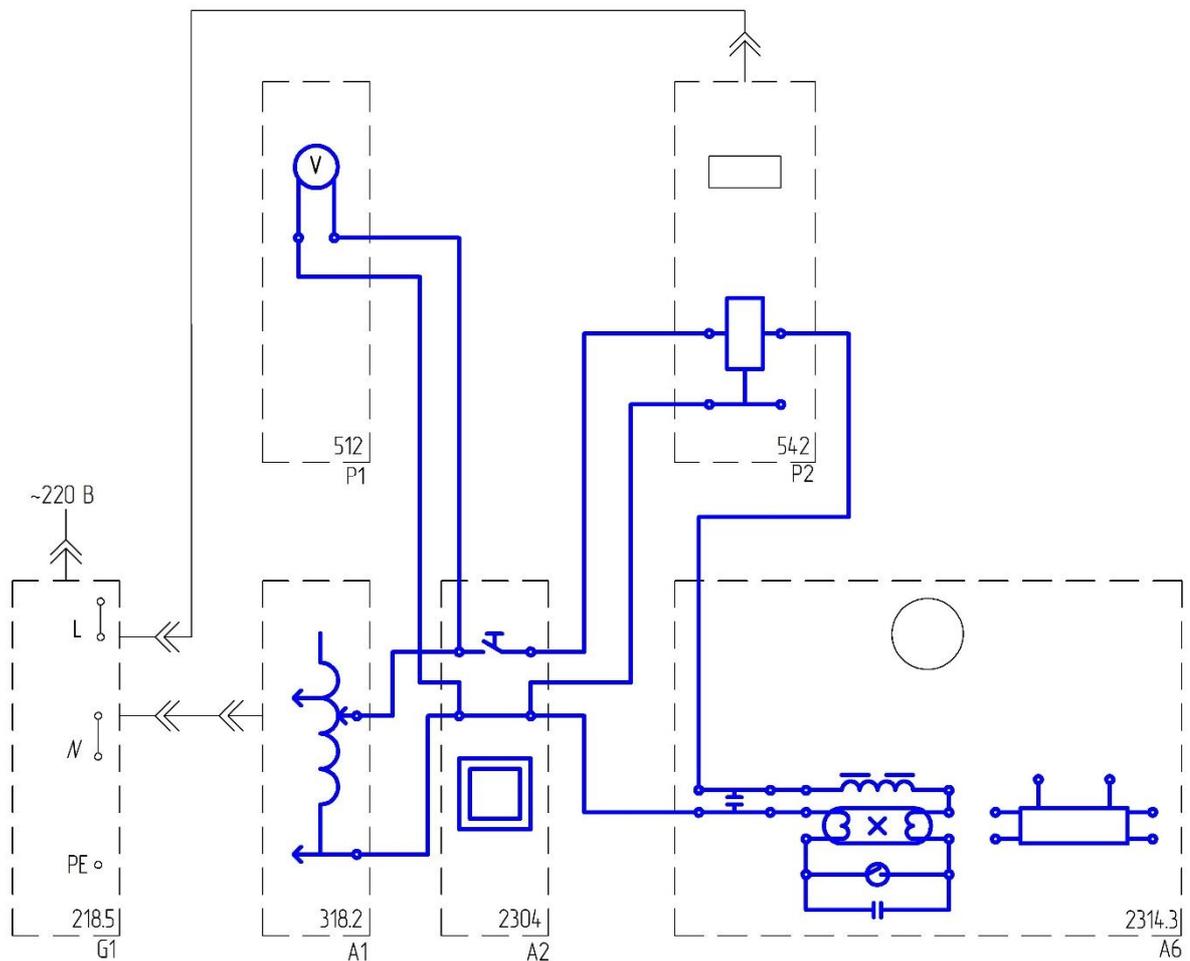


Рис.4.2.

4.2. Уменьшение электропотребления путем зонального отключения электрического освещения

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, рис.4.3.
- Зафиксируйте переключатели A7 в положении 1, а A8 в противоположном ему положении.
- Включите источник питания G1.
- Переведите переключатель A7 в противоположное положение. При этом должна загореться люминесцентная лампа в блоке A6.

- Переведите переключатель А8 в противоположное положение. При этом люминесцентная лампа в блоке А6 должна погаснуть.
- По завершении эксперимента отключите источник питания G1.
- Сделайте вывод о возможности экономии электрической энергии путем ограничения времени горения ламп освещения временем нахождения человека между двумя переключателями, установленными, например, в начале и конце длинного коридора.

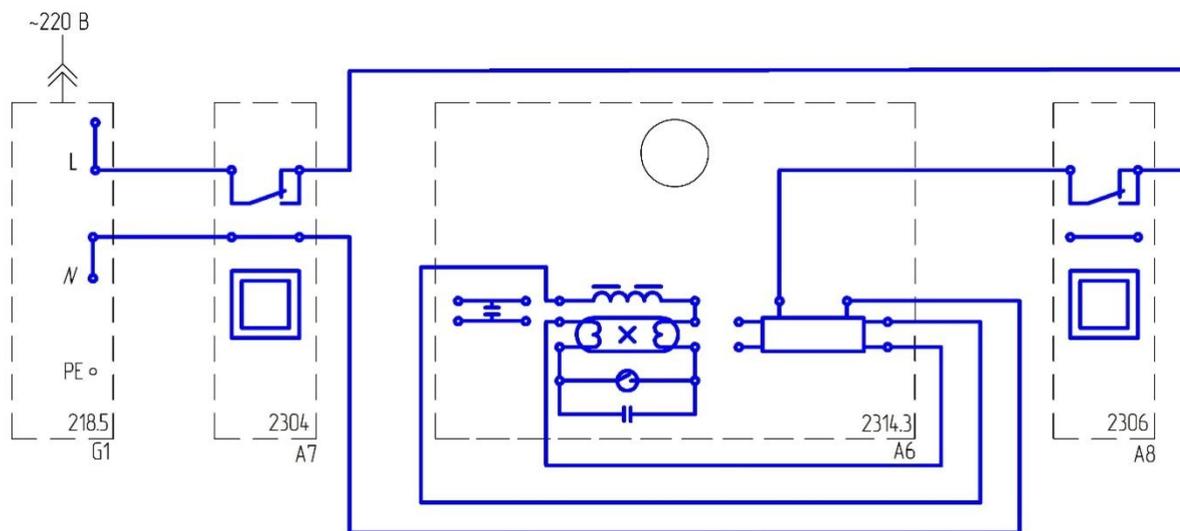


Рис.4.3.

4.3. Уменьшение электропотребления системы электрического освещения путем регулирования интенсивности освещенности

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений, рис.4.4.
- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон лампу накаливания с молочной колбой мощностью, например, 60 Вт и закройте дверцу.
- Рукоятку светорегулятора А9 поверните по часовой стрелке до упора.
- Включите источник G1.

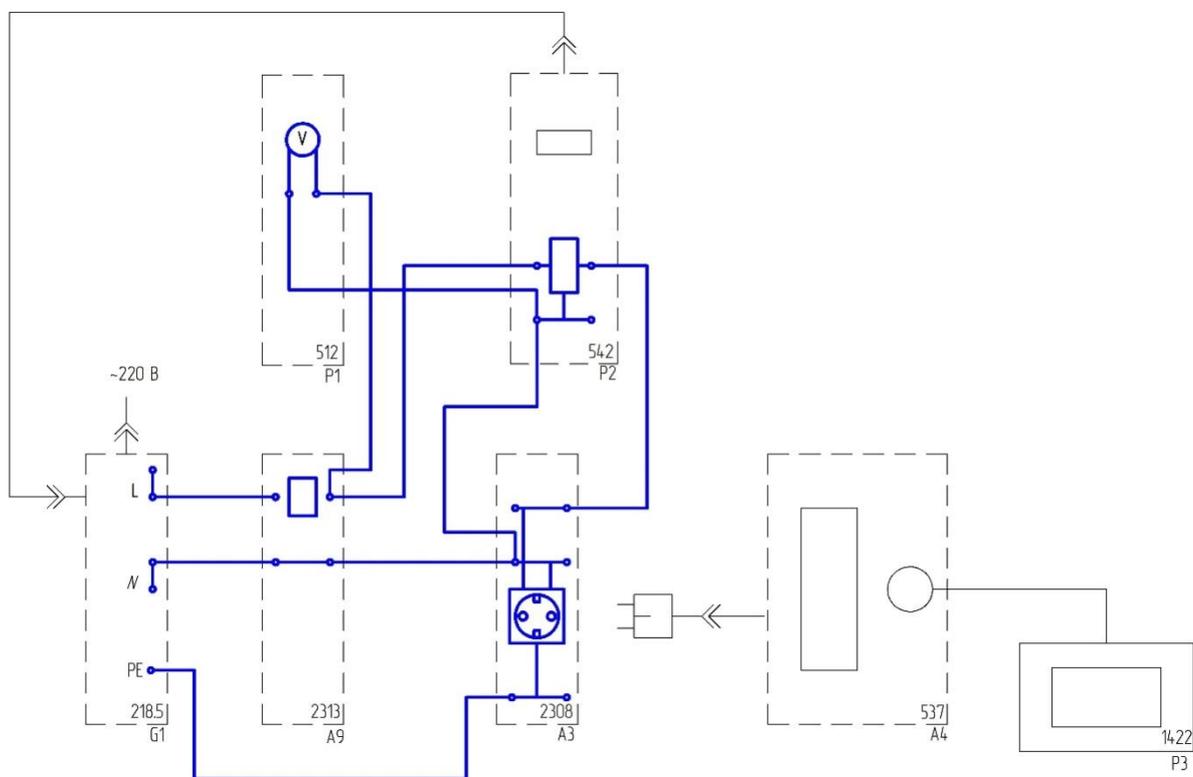


Рис.4.4.

- Включите выключатель «СЕТЬ» измерителя P2.
- Если лампа не горит, то включите светорегулятор A9 нажатием на его рукоятку до щелчка.
- Приложите фотодатчик люксметра P3 к окну блока A4.
- Включите люксметр нажатием кнопки «on off» на его корпусе
- Вращая рукоятку светорегулятора A9 против часовой стрелки, с помощью вольтметра P1, измерителя P2 и люксметра A17 соответственно измеряйте величины приложенного к лампе напряжения U , потребляемой лампочкой активной мощности P и создаваемой ею освещенности E и заносите их в таблицу 4.2.

Таблица 4.2.

U, В									
P, Вт									
E, лк									

- По завершению эксперимента отключите источник G1 и выключатель «СЕТЬ» измерителя P2.
- Отключите люксметр нажатием кнопки «on/of» на его корпусе.
- Используя результаты табл. 3.1, постройте зависимости $P=f(E)$ и $P=f(U)$.
- Сделайте выводы о зависимости потребляемой лампочкой электрической энергии от создаваемой ею освещенности и приложенного к ней напряжения.

4.4. Уменьшение электропотребления путем включения/отключения освещения датчика движения

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрических соединений, рис.4.5
- Отключите (если включен) выключатель A2.
- Откройте дверцу фотометрического блока A4, вверните в патрон лампы накаливания с молочной колбой мощностью, например, 60 Вт и закройте дверцу.
- Вращая подвижную часть датчика движения (в блоке A10) установите его в положение, при котором его линза направлена на контролируемую зону. Установите рукоятку регулятора срабатывания датчика движения (в блоке A10) в зависимости от уровня освещенности в положение максимальной освещенности. Установите рукоятку регулятора времени включения датчика движения (в блоке A10) в положение минимального времени срабатывания. Включите источник питания G1.

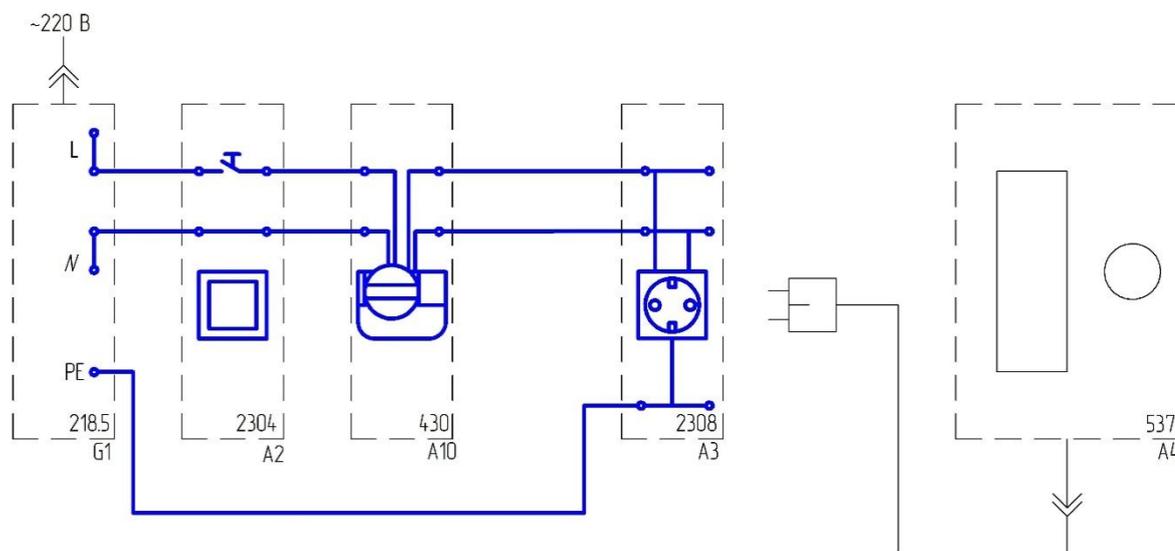


Рис.4.5.

Включите выключатель А2. При этом должна загореться лампа в фотометрическом блоке А4. При отсутствии контролируемой зоне движущегося объекта эта лампа должна погаснуть примерно через 30 с.

- Смоделируйте появление в контролируемой зоне движущегося объекта, например, человека. При этом должна загореться лампа в фотометрическом блоке А4.
- Прекратите движение в контролируемой зоне. При этом эта лампа должна погаснуть примерно через 5 с.
- Установите рукоятку регулятора срабатывания датчика движения (в блоке А10) в зависимости от уровня освещенности в положение максимальной освещенности. При этом появление движущегося объекта в контролируемой зоне не должно приводить к загоранию лампы в фотометрическом блоке А4.
- Смоделируйте темноту, например, путем закрытия линзы датчика движения рукой. При этом должна загореться лампа в фотометрическом блоке А4 и погаснуть примерно через 5 с.
- По завершению эксперимента отключите источник питания G1.
- Сделайте вывод о возможности экономии электрической энергии путем ограничения времени горения ламп освещения временем нахождения движущегося человека в контролируемой зоне датчика движения.

4.5. Уменьшение электропотребления путем включения/отключения освещения датчиком фотореле

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, рис.4.6.
- Отключите (если включен) выключатель А2.
- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон лампу накаливания с молочной колбой мощностью, например, 60 Вт и закройте дверцу.
- Установите рукоятку регулятора срабатывания фотореле(в блоке А10) в зависимости от уровня освещенности в желаемое положение, например, средней освещенности.
- Включите источник питания G1.
- Включите выключатель А2. При этом лампа в фотометрическом блоке А4 не должна загореться.
- Смоделируйте темноту, например, путем закрытия фотореле светонепроницаемой тканью. При этом лампа в фотометрическом блоке А4 должна загореться.

- Снимите светонепроницаемую ткань с фотореле. При этом лампа в фотометрическом блоке А4 должна погаснуть.
- По завершения эксперимента отключите источник питания G1.

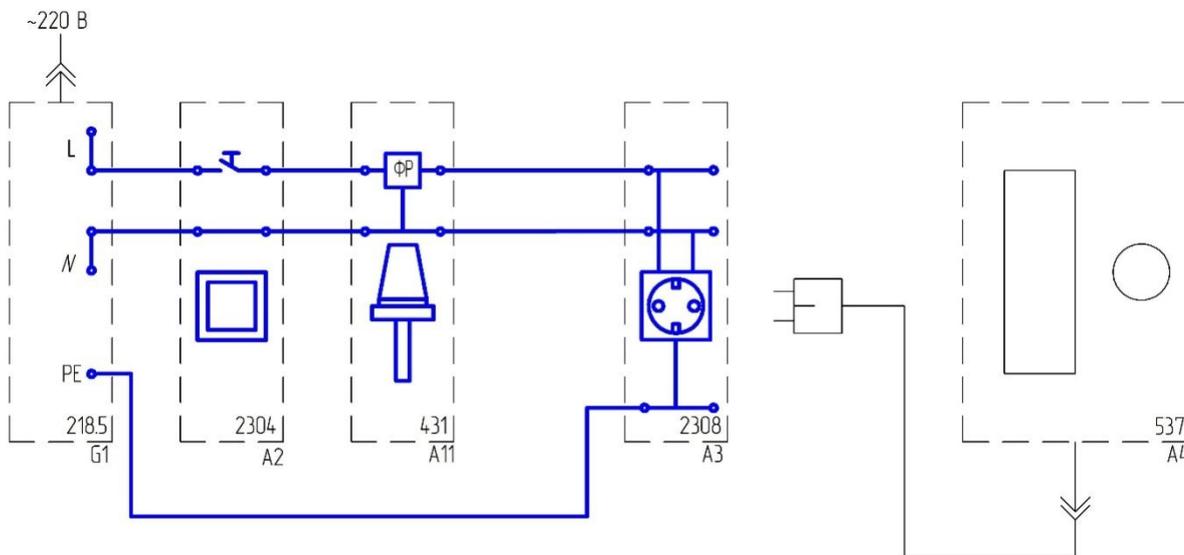


Рис.4.6.

- Сделайте вывод о возможности экономии электрической энергии путем ограничения времени горения ламп освещения темным временем суток.

4.6. Уменьшение электропотребления путем включения/отключения освещения таймером

- Убедитесь, что устройства, используемые в эксперименте, отключены от сети электропитания.
- Соедините аппаратуру в соответствии со схемой электрической соединений, рис.4.7.
- Откройте дверцу фотометрического блока А4, вверните в патрон лампу накаливания с молочной колбой мощностью, например, 60 Вт и закройте дверцу.
- Установите переключатель таймера (в блоке А12) в желаемое положение, например, 1 мин.
- Включите источник питания G1. При этом должна загореться лампа в фотометрическом блоке А4.
- Нажмите и отпустите клавишу выключателя А13. При этом лампа в фотометрическом блоке А4 должна продолжать гореть.

- Переведите переключатель таймера (в блоке А12) в верхнее положение. При этом лампа в фотометрическом блоке А4 должна погаснуть примерно через 1 мин.
- Нажмите и отпустите клавишу А13. При этом должна загореться лампа в фотометрическом блоке А4 и затем погаснуть примерно через 1 мин.
- Еще раз нажмите и отпустите клавишу выключателя А13. При этом вновь должна загореться лампа в фотометрическом блоке А4 и затем погаснуть примерно через 1 мин.
- По завершению эксперимента отключите источник питания G1.
- Сделайте вывод о возможности экономии электрической энергии путем ограничения времени горения ламп освещения временем задаваемым таймером.

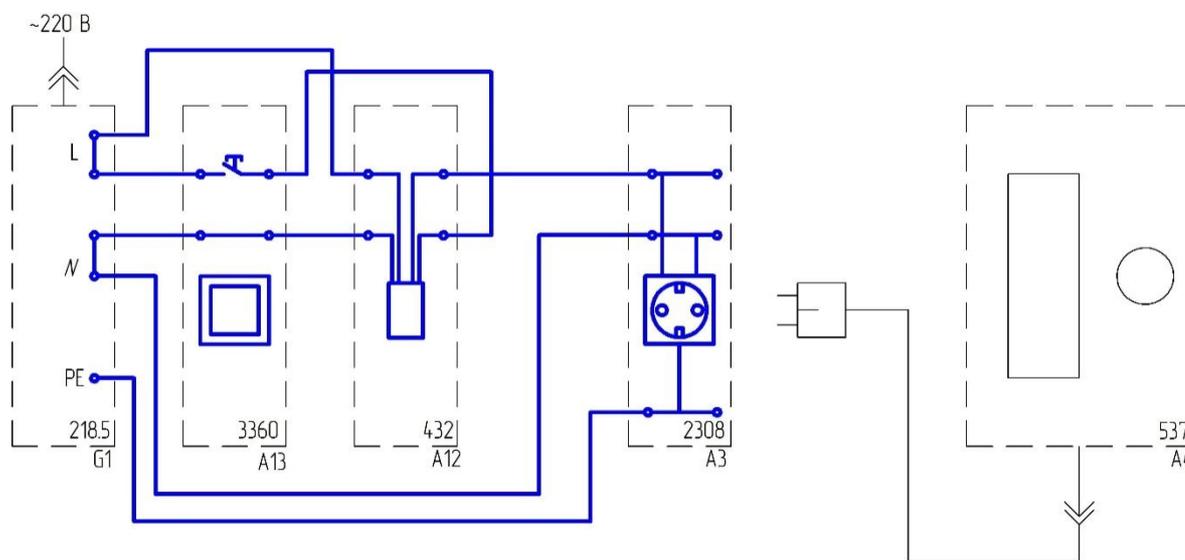


Рис.4.7.

Занесите полученные результаты исследований в таблицы протокола, постройте зависимости и составьте отчет.

ОТЧЕТ

по лабораторной работе №3
Технические средства энергосбережения в системах
электрического освещения

Группа _____
Студент _____
Дата _____

Цель работы:

- исследование методов и приемов, направленных на снижение энергопотребления в осветительных установках

Компенсация потребления реактивной мощности линейной люминесцентной лампой низкого давления со стартерной пускорегулирующей аппаратурой путем включения конденсатора

1. Измерение реактивной мощности

Люминесцентная лампа низкого давления со стартерной пускорегулирующей аппаратурой без конденсатора	Люминесцентная лампа низкого давления со стартерной пускорегулирующей аппаратурой с конденсатором
Реактивная мощность Q₁	Реактивная мощность Q₂

Выводы _____

Уменьшение электропотребления путем зонального отключения электрического освещения

Выводы по результатам эксперимента

Уменьшение электропотребления системы электрического освещения путем регулирования интенсивности системы освещения

1. Измерение активной мощности **P**, потребляемой лампой накаливания и создаваемой ею освещенности **E** в зависимости от величины приложенного к лампе напряжения **U**

U, В									
P, Вт									
E, лк									

2.

Построить зависимости: **P = f(E)** и **P = f(U)**

Выводы _____

***Уменьшение электропотребления путем включения/отключения
освещения датчиком движения***

Выводы по результатам эксперимента

***Уменьшение электропотребления путем включения/отключения
освещения фотореле***

Выводы по результатам эксперимента

***Уменьшение электропотребления путем включения/отключения освещения
таймером***

Выводы по результатам эксперимента

Список литературы

1. Сенигов П.Н. Электрические источники света. Руководство по выполнению базовых экспериментов. ЭИС.001 РБЭ (976.3) – Челябинск: ИПЦ «Учебная техника», 2014.-46 с.
2. Сенигов П.Н. Энергосбережение в системах электрического освещения. Руководство по выполнению базовых экспериментов. ЭССЭО.002.1 РБЭ (961.3.2).- Челябинск: ИПЦ «Учебная техника»,2014.-45 с.
3. Энциклопедия электрика. Практическое руководство. /Пер. с фр./Галлозье Т., Федулло Д.,- М.: «Омега», 2009 – 248 с.