

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»**

Сборник методических указаний

для студентов

по выполнению лабораторных работ

МДК «01.03. Теоретические основы контроля и анализа функционирования
систем автоматического управления»

профессионального модуля

ПМ.01 «Контроль и метрологическое обеспечение средств и
систем автоматизации»

программы подготовки специалистов среднего звена

15.02.07 Автоматизация технологических процессов и производств

Новый Уренгой 2016

Методические указания для выполнения лабораторных работ разработаны в соответствии рабочей программой профессионального модуля МДК «01.03. Теоретические основы контроля и анализа функционирования систем автоматического управления» на основе ФГОС СПО по специальности 15.02.07 «Автоматизация технологических процессов и производств» и содержат требования по подготовке, выполнению и оформлению результатов лабораторных работ.

Методические указания по выполнению лабораторных работ адресованы студентам очной формы обучения.

РАЗРАБОТЧИК:

С. П. Ванислава, преподаватель

Данные методические указания

являются собственностью

© ЧПОУ «Газпром Техникум Новый Уренгой»

Рассмотрен на заседании кафедры
электротехнических дисциплин
дисциплин и рекомендован к применению
Протокол № 1 от « 14 » сентября 2016 г.

Заведующий кафедрой ЭТС

Евсюк

Е.Г. Константинова

Зарегистрирован в реестре программной и
учебно-методической документации

Регистрационный номер БОЛНУ(НР)АП.ПМ.01.КЭС
001-16

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
Критерии оценки лабораторных работ	7
Лабораторная работа № 1 Снятие частотных и временных характеристик апериодического динамического звена	9
Лабораторная работа № 2 Снятие частотных и временных характеристик интегрирующего и дифференцирующего динамических звеньев	16
Лабораторная работа № 3 Снятие частотных и временных характеристик колебательного динамического звена	23
Лабораторная работа № 4 Снятие кривой разгона объекта регулирования....	30
Лист согласования.....	39

ВВЕДЕНИЕ

Уважаемый студент!

Методические указания по дисциплине МДК «01.03. Теоретические основы контроля и анализа функционирования систем автоматического управления» для выполнения лабораторных работ созданы Вам в помощь для работы на занятиях, подготовки к лабораторным работам, правильного составления отчетов.

Приступая к выполнению лабораторной работы, Вы должны внимательно прочитать цель занятия, ознакомиться с требованиями к уровню Вашей подготовки в соответствии с федеральными государственными стандартами третьего поколения (ФГОС-3), краткими теоретическими и учебно-методическими материалами по теме лабораторной работы, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к лабораторной работе Вы должны выполнять в соответствии с инструкцией, анализировать полученные в ходе занятия результаты по приведенной методике.

Отчет о лабораторной работе Вы должны выполнить по приведенному алгоритму, опираясь на образец.

Наличие положительной оценки по лабораторным работам необходимо для получения зачета по МДК или допуска к экзамену, поэтому в случае отсутствия на уроке по любой причине или получения неудовлетворительной оценки за лабораторную Вы должны найти время для ее выполнения или пересдачи.

Выполнение лабораторных работ направлено на достижение следующих целей:

- обобщение, систематизация, углубление, закрепление полученных теоретических знаний;
- формирование умений, получение первоначального практического опыта по выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями к результатам освоения дисциплины, профессионального

модуля. Освоенные на практических и лабораторных занятиях умения в совокупности с усвоенными знаниями и полученным практическим опытом при прохождении учебной и производственной практики формируют профессиональные компетенции;

- совершенствование умений применять полученные знания на практике, реализация единства интеллектуальной и практической деятельности;

- выработка при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как творческая инициатива, самостоятельность, ответственность, способность работать в команде и брать на себя ответственность за работу всех членов команды, способность к саморазвитию и самореализации, которые соответствуют общим компетенциям, перечисленным в ФГОС СПО.

Предусмотрено проведение 4 лабораторных работ для очной формы обучения.

Образовательные результаты, подлежащие проверке в ходе выполнения лабораторных работ -

в ходе освоения МДК «01.03. Теоретические основы контроля и анализа функционирования систем автоматического управления» и выполнения лабораторных работ у студента формируются *практический опыт и компетенции*:

ПО 1	Проведения измерений различных видов
ПО 2	Произведения подключения приборов
ПК1.1.	Проводить анализ работоспособности измерительных приборов и средств автоматизации;
ПК1.2.	Диагностировать измерительные приборы и средства автоматического управления;
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность

ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности
ОК 6.	Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации
ОК 9	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности

умения:

У 3	рассчитывать параметры типовых схем и устройств
У 6	выбирать элементы автоматики для конкретной системы управления, исполнительные элементы и устройства мехатронных систем
У 7	снимать характеристики и производить подключение приборов
У 8	учитывать законы регулирования на объектах, рассчитывать и устанавливать параметры настройки регуляторов
У 10	рассчитывать и выбирать регулирующие органы
У 12	применять средства разработки и отладки специализированного программного обеспечения для управления объектами автоматизации

знания:

3 5	-принцип действия, устройства и конструктивные особенности средств измерения;
3 6	-назначение, устройства и особенности программируемых микропроцессорных контроллеров, их функциональные возможности, органы настройки и контроля.

Внимание! Если в процессе подготовки к лабораторным работам или при решении задач у Вас возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения разъяснений или указаний в дни проведения дополнительных занятий.

Желаем Вам успехов!!!

Критерии оценки лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ необходимо воспользоваться:

- методическим указанием по выполнению лабораторных или практических работ
- внимательно прочитать раздел по технике безопасности

Форма и условия контроля и оценивания лабораторных работ:

- отчет по работе выполненный на листах формата А4 в соответствии с требованиями
- защита работы в устной или письменной форме по контрольным вопросам приведенным в методических указаниях

Оценка	Критерии
«Отлично»	1. Правильно выполнена работа в полном объеме с соблюдением технологической последовательности эксперимента. 2. Схемы собраны правильно, рационально, аккуратно. 3 Проявляются организационно-трудовые умения, профессиональные и общие компетенции. 4 Верно определяются метрологические характеристики датчиков и приборов 5 Работа выполняется с учетом техники безопасности и правил работы с материалами и оборудованием. 6 Точно проведены технические расчёты, построены графики и сделаны выводы по результатам измерений и расчётов.
«Хорошо»	1. . В ходе выполнения работы допущено два-три недочета или не более одной ошибки и одного недочета. 2 В отчёте допущены неточности, выводы сделаны неполные.
«Удовлетворительно»	1. Работа выполняется правильно не менее, чем на половину, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы. 2. Работа поначалу проведена с помощью преподавателя; или в ходе проведения эксперимента допущены ошибки в описании наблюдений, формулировании выводов. 3. Допускает грубую ошибку в ходе эксперимента (в объяснении, в оформлении работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с материалами и оборудованием), которая исправляется по требованию преподавателя.
«Неудовлетворительно»	1. Выполнил работу не полностью и объем выполненной работы не позволяет сделать правильных выводов. 2. Опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

	<p>3. В ходе работы и в отчете обнаружились в совокупности все недостатки, отмеченные в требованиях к оценке «3»</p> <p>4. Допускает две и более грубые ошибки в ходе эксперимента, в объяснении, в оформлении, работы, в соблюдении правил техники безопасности при работе с приборами и оборудованием, которые не может исправить даже по требованию преподавателя.</p>
--	---

Тема 1.2 Типовые элементарные звенья. Свойства и характеристики звеньев и систем

Лабораторная работа № 1

1 Тема: Снятие частотных и временных характеристик апериодического динамического звена

2 Учебная цель: формирование умения снимать частотные и временные характеристики апериодического динамического звена

3 Правила поведения и техника безопасности при проведении лабораторной работы:

3.1 Требования техники безопасности перед началом работы

Студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности. Студенты, не подготовленные к выполнению лабораторных работ, не допускаются.

Одежда учащихся должна быть аккуратно заправлена, застегнута.

Проверить наличие надежного соединения корпуса стенда с заземляющим устройством.

Убедиться, что все автоматы, рубильники, выключатели, соединяющие зажимы цепи с питающей цепью находятся в выключенном состоянии.

Проверить возможность применения каждого прибора для использования в данной цепи (по пределу измерения и классу изоляции), исправность изоляции проводов.

3.2 Требования охраны труда во время работы

Проверить правильность собранной схемы или выполнить сборку схемы на отключенном стенде.

Предъявить схему для проверки руководителю.

Всякие рассоединения и переключения в схеме должны производиться

только при выключенных рубильниках. Причем после пересоединения схема вновь должна быть проверена руководителем.

Обо всех включениях и переключениях следует предупреждать работающих в группе

Касаться руками клемм, открытых токоведущих частей приборов в схеме, находящихся под напряжением, КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!

В случаях неисправности или повреждения приборов, электрических шнуров и другого оборудования студенты должны немедленно сообщить преподавателю, а не пытаться самим устранить неисправность.

Категорически запрещается хождение по лаборатории во время работы, если это не вызвано необходимостью.

Студент, заметивший нарушение правил техники безопасности, должен об этом сообщить руководителю.

3.3 Требования охраны труда в аварийных ситуациях

При обнаружении неисправности в работе электрических устройств, немедленно прекратить работу и отключить источник электропитания. Работу продолжать только после устранения неисправности.

В случае поражения человека электрическим током следует:

Отключить лабораторный стенд или групповой автомат на щите, поставить в известность преподавателя.

Освободить пострадавшего от тока.

Меры первой помощи зависят от того, в каком состоянии находится пострадавший. Если он не лишился сознания. То необходимо обеспечить покой и срочно вызвать врача. Если пострадавший лишился сознания, но сохранилось дыхание, его надо удобно уложить, обеспечить покой, создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт.

При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом администрации учреждения, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее учебное учреждение.

При коротком замыкании в электрических устройствах и их загорании, немедленно отключить их от сети, эвакуировать студентов из кабинета, сообщить о пожаре в ближайшую пожарную часть и приступить к тушению очага возгорания с помощью углекислотного огнетушителя или песком.

3.4 Требования охраны труда по окончании работы

После окончания выполнения работы необходимо:

Отключить питание лабораторного стенда.

Привести в порядок рабочее место, разобрать схему, сдать приборы.

Сдать рабочее место лаборанту.

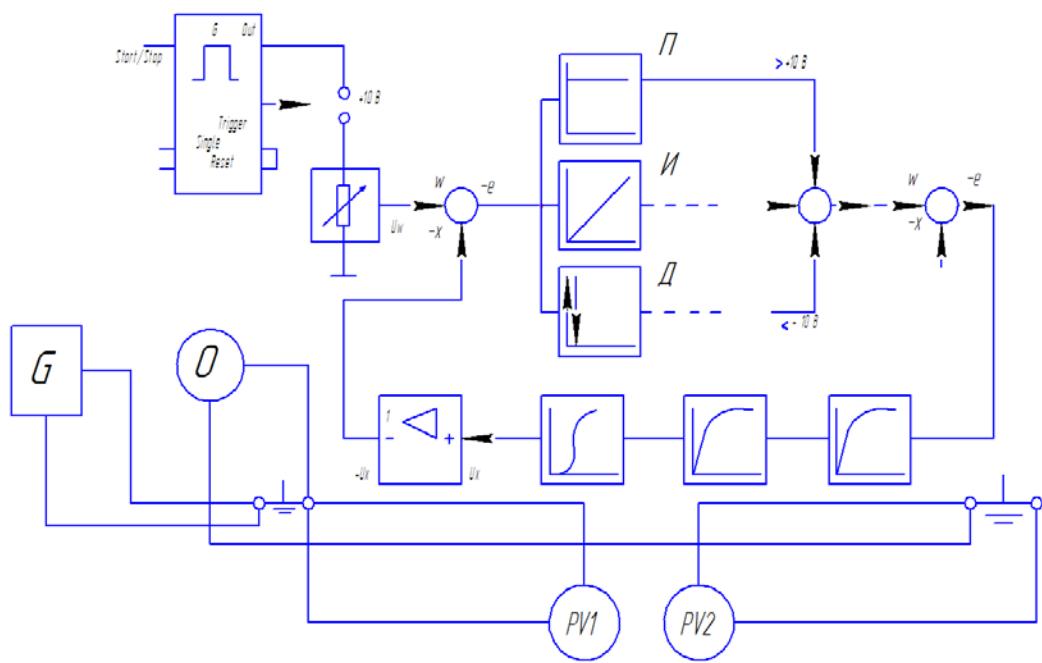
4 Порядок выполнения работы:

- Записать технические данные приборов, используемых в работе, в таблицу 1.1

Таблица 1.1 – Технические данные приборов

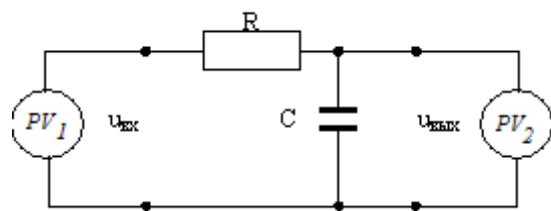
Наименование прибора	Тип	Предел измерения	Класс точности

4.1 Собрать схему, представленную на рисунке 1.3



G - Генератор; O - Осциллограф

a)



б)

Рисунок 1.3

- Предъявить схему для проверки преподавателю
- Изменяя частоту сигнала $U_{\text{вх}}$ генератора, записать показания приборов в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Результаты измерений

f , Гц								
ω , рад/с								
$U_{\text{вх}}$, В								
$U_{\text{вых}}$, В								
$A(\omega)$								
$\phi(\omega)$, °(рад)								

Радиальная частота и амплитудно-частотная характеристика

вычисляются по формулам

$$\omega = 2 \pi f \quad (1.6)$$

$$A(\omega) = U_{\text{вых}} / U_{\text{вх}}, \quad (1.7)$$

- По полученным данным построить кривые частотных характеристик $A(\omega)$ и $\phi(\omega)$.
- Подать на вход динамического звена ступенчатый сигнал $1(t)$ и на осциллографе, отображающем выходной сигнал $U_{\text{вых}}$, получить четкий график переходной характеристики $h(t)$. Зарисовать график в отчет $h(t)$.

5 Краткие теоретические сведения по рассматриваемой проблеме, основные характеристики по содержанию лабораторной работы:

Апериодическое звено системы автоматического управления – это такое элементарное динамическое звено, уравнение движения которого записывается в следующей форме:

$$T \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = Kx(t), \quad \text{где} \quad (1.1)$$

T – постоянная времени, K – коэффициент усиления.

Тогда передаточная функция апериодического звена будет иметь вид:

$$W(p) = \frac{k}{Tp + 1}. \quad (1.2)$$

Амплитудно-фазовая частотная функция (частотная передаточная функция)

$$W(j\omega) = \frac{k}{j\omega T + 1} = \frac{k}{\sqrt{1 + \omega^2 T^2}} e^{-j\frac{\omega T \arg T}{\Omega(\omega)}} \quad A(\omega) \quad (1.3)$$

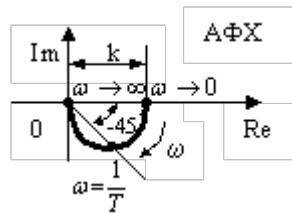


Рисунок 1.1 – Амплитудно-фазовая характеристика апериодического звена

Переходная функция

$$h(t) = k(1 - e^{-\frac{t}{T}}). \quad (1.4)$$

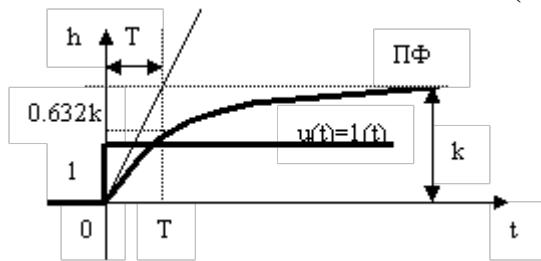


Рисунок 1.2 – Переходная характеристика апериодического звена

Чем больше постоянная времени дифференцирования, тем ближе апериодическое звено по своим свойствам к апериодическому звену, чем $T \downarrow$ тем это звено ближе к усилительному звену.

Примеры апериодических звеньев:

- 1) RC – цепи
- 2) Исполнительный двигатель постоянного тока уравнение которого записывается следующим образом

$$Tg \frac{dw(t)}{dt} + wt = Kde * Ue(t) \quad (1.5)$$

Входной сигнал является U_e – возбуждения обмотки якоря

Выходной сигнал является w вращения вала якоря

K_{de} – постоянный коэффициент двигателя, зависящий от его исполнения.

- 3) Электронный усилитель с индуктивной нагрузкой;
- 4) Магнитный усилитель;
- 5) Термодатчик

6 Содержание отчета:

- Тема работы.
- Цель работы.
- Схема лабораторной установки.
- Технические данные приборов.

- Результаты измерений и расчетов.
- Расчетные формулы.
- Графики.
- Контрольные вопросы.
- Вывод.

7 Контрольные вопросы:

1. Какое звено называется апериодическим?
2. Привести примеры апериодических звеньев (АЗ)
3. Указать передаточные функции и характеристики АЗ.
4. Что такое переходная характеристика?

8 Список использованных источников:

1. Александровская А.Н. Автоматика. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 256 с.
2. Андреев С.М., Парсункин Б.Н. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов. М.: Издательский центр «Академия», 2016. 272 с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория автоматического управления. СПб: Изд-во «Профессия», 2003. 752 с.
4. Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления. М.: Высш. шк., 2006. 590 с.

Тема 1.2 Типовые элементарные звенья. Свойства и характеристики

звеньев и систем

Лабораторная работа № 2

1 Тема: Снятие частотных и временных характеристик интегрирующего и дифференцирующего динамических звеньев

2 Учебная цель: формирование умения снимать частотные и временные характеристики интегрирующего и дифференцирующего динамических звеньев

3 Правила поведения и техника безопасности при проведении лабораторной работы:

3.1 Требования техники безопасности перед началом работы

Студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности. Студенты, не подготовленные к выполнению лабораторных работ, не допускаются.

Одежда учащихся должна быть аккуратно заправлена, застегнута.

Проверить наличие надежного соединения корпуса стенда с заземляющим устройством.

Убедиться, что все автоматы, рубильники, выключатели, соединяющие зажимы цепи с питающей цепью находятся в выключенном состоянии.

Проверить возможность применения каждого прибора для использования в данной цепи (по пределу измерения и классу изоляции), исправность изоляции проводов.

3.2 Требования охраны труда во время работы

Проверить правильность собранной схемы или выполнить сборку схемы на отключенном стенде.

Предъявить схему для проверки руководителю.

Всякие рассоединения и переключения в схеме должны производиться только при выключенных рубильниках. Причем после пересоединения схема вновь должна быть проверена руководителем.

Обо всех включениях и переключениях следует предупреждать работающих в группе

Касаться руками клемм, открытых токоведущих частей приборов в схеме, находящихся под напряжением, КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!

В случаях неисправности или повреждения приборов, электрических шнурков и другого оборудования студенты должны немедленно сообщить преподавателю, а не пытаться самим устранить неисправность.

Категорически запрещается хождение по лаборатории во время работы, если это не вызвано необходимостью.

Студент, заметивший нарушение правил техники безопасности, должен об этом сообщить руководителю.

3.3 Требования охраны труда в аварийных ситуациях

При обнаружении неисправности в работе электрических устройств, немедленно прекратить работу и отключить источник электропитания. Работу продолжать только после устранения неисправности.

В случае поражения человека электрическим током следует:

Отключить лабораторный стенд или групповой автомат на щите, поставить в известность преподавателя.

Освободить пострадавшего от тока.

Меры первой помощи зависят от того, в каком состоянии находится пострадавший. Если он не лишился сознания. То необходимо обеспечить покой и срочно вызвать врача. Если пострадавший лишился сознания, но сохранилось дыхание, его надо удобно уложить, обеспечить покой, создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт.

При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему,

сообщить об этом администрации учреждения, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее учебное учреждение.

При коротком замыкании в электрических устройствах и их загорании, немедленно отключить их от сети, эвакуировать студентов из кабинета, сообщить о пожаре в ближайшую пожарную часть и приступить к тушению очага возгорания с помощью углекислотного огнетушителя или песком.

3.4 Требования охраны труда по окончании работы

После окончания выполнения работы необходимо:

Отключить питание лабораторного стенда.

Привести в порядок рабочее место, разобрать схему, сдать приборы.

Сдать рабочее место лаборанту.

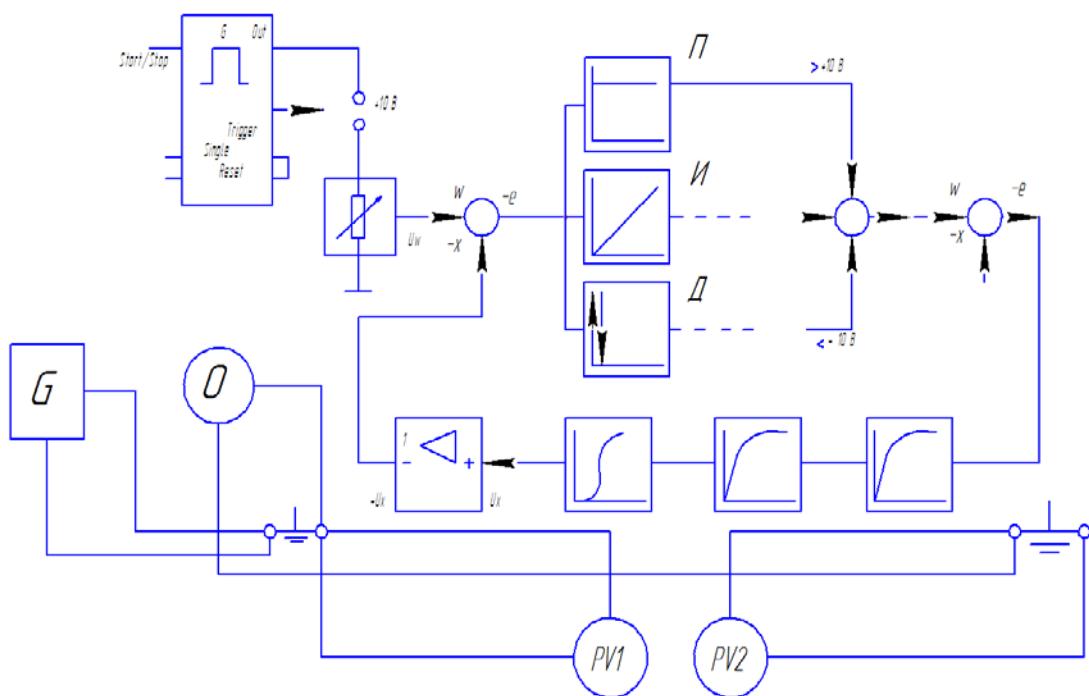
4 Порядок выполнения работы:

- Записать технические данные приборов, используемых в работе, в таблицу 2.1

Таблица 2.1 – Технические данные приборов

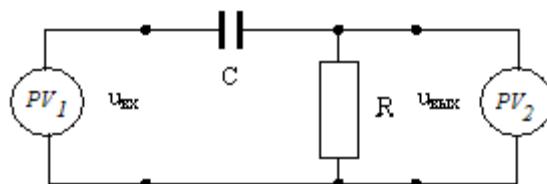
Наименование прибора	Тип	Предел измерения	Класс точности

- Собрать схему, представленную на рисунке 2.1



G - Генератор; О - Осциллограф

a)



б)

Рисунок 2.1

- Предъявить схему для проверки преподавателю
- Изменяя частоту сигнала $U_{\text{вх}}$ генератора, записать показания приборов в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты измерений

f , Гц								
ω , рад/с								
$U_{\text{вх}}$, В								
$U_{\text{вых}}$, В								
$A(\omega)$								
$\phi(\omega)$, °(рад)								

Радиальная частота и амплитудно-частотная характеристика вычисляются по формулам

$$\omega = 2 \pi f$$

(2.11)

$$A(\omega) = U_{\text{вых}} / U_{\text{вх}}, \quad (2.12)$$

- По полученным данным построить кривые частотных характеристик $A(\omega)$ и $\phi(\omega)$.
- Подать на вход динамического звена ступенчатый сигнал $1(t)$ и на осциллографе, отображающем выходной сигнал $U_{\text{вых}}$, получить четкий график переходной характеристики $h(t)$. Зарисовать график в отчет $h(t)$.

5 Краткие теоретические сведения по рассматриваемой проблеме, основные характеристики по содержанию лабораторной работы:

Идеальное интегрирующее звено системы автоматического управления – это такое элементарное динамическое звено, уравнение движения которого записывается в следующей форме:

$$\frac{dy}{dt} = ku, \quad (2.1)$$

где k – коэффициент интегрирования.

Передаточная функция идеального интегрирующего звена:

$$W(p) = \frac{k}{p}. \quad (2.2)$$

Переходная характеристика идеального интегрирующего звена:

$$h(t) = kt, \quad (2.3)$$

Пример интегрирующего звена

Двигатель постоянного тока, выходная координата которого – угол поворота ротора α_d , а входная – напряжение подводимое к обмотке якоря u_d .

При условии, что постоянная времени двигателя очень мала и ее не учитывают.

$$\alpha_\delta(p) = k_\delta \frac{1}{p} U_\delta(p) \Rightarrow W(p) = \frac{\alpha_\delta(p)}{U(p)} = \frac{k_\delta}{p}. \quad (2.4)$$

Идеальное дифференцирующее звено системы автоматического управления – это такое элементарное динамическое звено, уравнение движения которого записывается в следующей форме:

$$y = k \frac{du}{dt}. \quad (2.5)$$

Передаточная функция дифференцирующего звена

$$W(p) = \frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{bp}{a} = kp, \quad (2.6)$$

Переходная характеристика дифференцирующего звена

$$h(t) = L^{-1}\left[\frac{W(p)}{p}\right] = L^{-1}[k] = k\delta(t), \quad (2.7)$$

Амплитудно-частотная характеристика дифференцирующего звена

$$A(\omega) = k\omega, \quad (2.8)$$

Фазо-частотная характеристика дифференцирующего звена

$$\Theta(\omega) = +\frac{\pi}{2}. \quad (2.9)$$

Примеры дифференцирующих звеньев:

1. тахогенератор - генератор постоянного или переменного тока, предназначенный для измерения скорости вращения механизмов. Если пренебречь инерционностью тахогенератора, то, считая входом угол поворота вала, выходом напряжение, тахогенератор можно считать идеальным дифференцирующим звеном.

2. конденсатор – идеальное дифференцирующее звено. Если u_c – вход, i_c – выход,

$$i_c = c \frac{du_c}{dt}, \quad (2.10)$$

6 Содержание отчета:

- Тема работы.
- Цель работы.
- Схема лабораторной установки.
- Технические данные приборов.
- Результаты измерений и расчетов.
- Графики.
- Выводы.

7 Контрольные вопросы:

1. Какие звенья называются дифференцирующим и интегрирующим?
2. Привести примеры дифференцирующих и интегрирующих звеньев
3. Указать передаточные функции и характеристики звеньев.
4. Что такое переходная характеристика?

8 Список использованных источников:

1. Александровская А.Н. Автоматика. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 256 с.
2. Андреев С.М., Парсункин Б.Н. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов. М.: Издательский центр «Академия», 2016. 272 с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория автоматического управления. СПб: Изд-во «Профессия», 2003. 752 с.
4. Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления. М.: Высш. шк., 2006. 590 с.

**Тема 1.2 Типовые элементарные звенья. Свойства и характеристики
звеньев и систем**

Лабораторная работа № 3

1 Тема: Снятие частотных и временных характеристик колебательного динамического звена

2 Учебная цель: формирование умения снимать частотные и временные характеристики колебательного динамического звена

3 Правила поведения и техника безопасности при проведении лабораторной работы:

3.1 Требования техники безопасности перед началом работы

Студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности. Студенты, не подготовленные к выполнению лабораторных работ, не допускаются.

Одежда учащихся должна быть аккуратно заправлена, застегнута.

Проверить наличие надежного соединения корпуса стенда с заземляющим устройством.

Убедиться, что все автоматы, рубильники, выключатели, соединяющие зажимы цепи с питающей цепью находятся в выключенном состоянии.

Проверить возможность применения каждого прибора для использования в данной цепи (по пределу измерения и классу изоляции), исправность изоляции проводов.

3.2 Требования охраны труда во время работы

Проверить правильность собранной схемы или выполнить сборку схемы на отключенном стенде.

Предъявить схему для проверки руководителю.

Всякие рассоединения и переключения в схеме должны производиться только при выключенных рубильниках. Причем после пересоединения схема вновь должна быть проверена руководителем.

Обо всех включениях и переключениях следует предупреждать работающих в группе

Касаться руками клемм, открытых токоведущих частей приборов в схеме, находящихся под напряжением, КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!

В случаях неисправности или повреждения приборов, электрических шнуров и другого оборудования студенты должны немедленно сообщить преподавателю, а не пытаться самим устранить неисправность.

Категорически запрещается хождение по лаборатории во время работы, если это не вызвано необходимостью.

Студент, заметивший нарушение правил техники безопасности, должен об этом сообщить руководителю.

3.3 Требования охраны труда в аварийных ситуациях

При обнаружении неисправности в работе электрических устройств, немедленно прекратить работу и отключить источник электропитания. Работу продолжать только после устранения неисправности.

В случае поражения человека электрическим током следует:

Отключить лабораторный стенд или групповой автомат на щите, поставить в известность преподавателя.

Освободить пострадавшего от тока.

Меры первой помощи зависят от того, в каком состоянии находится пострадавший. Если он не лишился сознания. То необходимо обеспечить покой и срочно вызвать врача. Если пострадавший лишился сознания, но сохранилось дыхание, его надо удобно уложить, обеспечить покой, создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт.

При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему,

сообщить об этом администрации учреждения, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее учебное учреждение.

При коротком замыкании в электрических устройствах и их загорании, немедленно отключить их от сети, эвакуировать студентов из кабинета, сообщить о пожаре в ближайшую пожарную часть и приступить к тушению очага возгорания с помощью углекислотного огнетушителя или песком.

3.4 Требования охраны труда по окончании работы

После окончания выполнения работы необходимо:

Отключить питание лабораторного стенда.

Привести в порядок рабочее место, разобрать схему, сдать приборы.

Сдать рабочее место лаборанту.

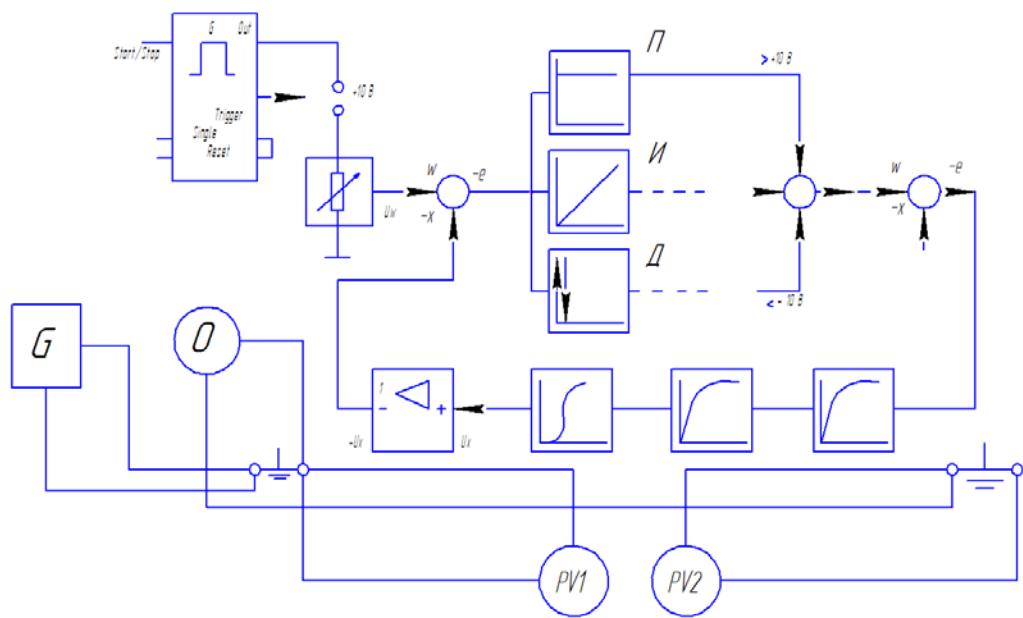
4 Порядок выполнения работы:

- Записать технические данные приборов, используемых в работе, в таблицу 3.1

Таблица 3.1 – Технические данные приборов

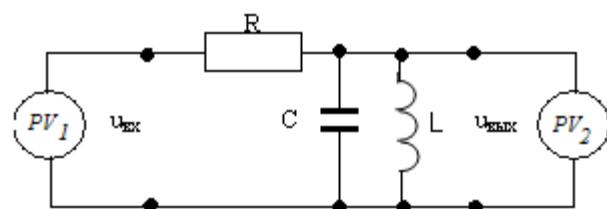
Наименование	Тип	Предел	Класс

- Собрать схему, представленную на рисунке 3.1



G - Генератор; O - Осциллограф

a)



б)

Рисунок 3.1

- Предъявить схему для проверки преподавателю
- Изменяя частоту сигнала $U_{\text{вх}}$ генератора, записать показания приборов в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты измерений

f , Гц								
ω , рад/с								
B	U_{bx} , В							
B	$U_{vых}$, В							
	$A(\omega)$							
	$\phi(\omega)$, °(рад)							

Радиальная частота и амплитудно-частотная характеристика вычисляются по формулам

$$\omega = 2 \pi f \quad (3.6)$$

$$A(\omega) = U_{vых} / U_{bx}, \quad (3.7)$$

- По полученным данным построить кривые частотных характеристик $A(\omega)$ и $\phi(\omega)$.
- Подать на вход динамического звена ступенчатый сигнал $1(t)$ и на осциллографе, отображающем выходной сигнал $U_{vых}$, получить четкий график переходной характеристики $h(t)$. Зарисовать график в отчет $h(t)$.

5 Краткие теоретические сведения по рассматриваемой проблеме, основные характеристики по содержанию лабораторной работы:

Колебательным называется элементарное динамическое звено, движение которого описывается дифференциальным уравнением вида:

$$T^2 \frac{d^2x}{dt^2} + 2\xi T \frac{dx}{dt} + x(t) = kg(t)$$

(3.1)

Процессы, подчиняющиеся уравнению такого вида, могут возникать в элементах автоматики, обладающих двумя накопителями энергии: один запасает потенциальную энергию, второй – кинетическую. При этом накопители способны обмениваться запасенной энергией, т.е. происходит переход потенциальной энергии в кинетическую и обратно, в результате чего в элементе возникает колебательный процесс, сопровождаемый постепенным рассеиванием энергии. Примерами колебательного звена могут служить электрический контур RLC , маятник, двигатель постоянного тока с независимым возбуждением в случае, когда входной величиной является напряжение на обмотке якоря, а выходной – скорость вращения якоря. В колебательном контуре RLC потенциальную энергию способен запасать конденсатор C , а кинетическую – индуктивность L .

$$W(s) = \frac{k}{T^2 s^2 + 2\xi Ts + 1}; \quad \text{Передаточная функция дифференцирующего звена:} \quad (3.2)$$

При замене $s \rightarrow j\omega$ получаем следующую комплексную частотную характеристику:

$$W(j\omega) = \frac{k}{-T^2\omega^2 + 2\xi T j\omega + 1} = \frac{k(1 - T^2\omega^2 - 2\xi T j\omega)}{(1 - T^2\omega^2)^2 + 4\xi^2 T^2\omega^2}; \quad (3.3)$$

$$U(\omega) = \frac{k(1 - T^2\omega^2)}{(1 - T^2\omega^2)^2 + 4\xi^2 T^2\omega^2}; \quad (3.4)$$

$$V(\omega) = \frac{-2k\xi T\omega}{(1 - T^2\omega^2)^2 + 4\xi^2 T^2\omega^2}; \quad (3.5)$$

6 Содержание отчета:

- Тема работы.
- Цель работы.
- Схема лабораторной установки.

- Технические данные приборов.
- Результаты измерений и расчетов.
- Графики.
- Вывод.

7 Контрольные вопросы

1. Какое звено называется колебательным?
2. Привести примеры колебательных звеньев.
3. Указать передаточные функции и характеристики.
4. Что такое переходная характеристика?

8 Список использованных источников:

- 1 Александровская А.Н. Автоматика. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 256 с.
- 2 Андреев С.М., Парсункин Б.Н. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов. М.: Издательский центр «Академия», 2016. 272 с.
- 3 Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория автоматического управления. СПб: Изд-во «Профессия», 2003. 752 с.
- 4 Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления. М.: Высш. шк., 2006. 590 с.

Тема 1.4 Свойства объектов регулирования с сосредоточенными параметрами и их определение

Лабораторная работа № 4

1 Тема: Снятие кривой разгона объекта регулирования

2 Учебная цель: Формирование практических навыков при определении динамических характеристик объекта регулирования по кривым разгона, закрепление теоретических знаний

3 Требования техники безопасности перед началом работы

Студенты должны пройти инструктаж по технике безопасности. Студенты, не подготовленные к выполнению лабораторных работ, не допускаются.

Одежда учащихся должна быть аккуратно заправлена, застегнута.

Проверить наличие надежного соединения корпуса стенда с заземляющим устройством.

Убедиться, что все автоматы, рубильники, выключатели, соединяющие зажимы цепи с питающей цепью находятся в выключенном состоянии.

Проверить возможность применения каждого прибора для использования в данной цепи (по пределу измерения и классу изоляции), исправность изоляции проводов.

3.1 Требования охраны труда во время работы

Проверить правильность собранной схемы или выполнить сборку схемы на отключенном стенде.

Предъявить схему для проверки руководителю.

Всякие рассоединения и переключения в схеме должны производиться только при выключенных рубильниках. Причем после пересоединения схема вновь должна быть проверена руководителем.

Обо всех включениях и переключениях следует предупреждать работающих в группе

Касаться руками клемм, открытых токоведущих частей приборов в схеме, находящихся под напряжением, КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ!

В случаях неисправности или повреждения приборов, электрических шнуров и другого оборудования студенты должны немедленно сообщить преподавателю, а не пытаться самим устранить неисправность.

Категорически запрещается хождение по лаборатории во время работы, если это не вызвано необходимостью.

Студент, заметивший нарушение правил техники безопасности, должен об этом сообщить руководителю.

3.2 Требования охраны труда в аварийных ситуациях

При обнаружении неисправности в работе электрических устройств, немедленно прекратить работу и отключить источник электропитания. Работу продолжать только после устранения неисправности.

В случае поражения человека электрическим током следует:

Отключить лабораторный стенд или групповой автомат на щите, поставить в известность преподавателя.

Освободить пострадавшего от тока.

Меры первой помощи зависят от того, в каком состоянии находится пострадавший. Если он не лишился сознания. То необходимо обеспечить покой и срочно вызвать врача. Если пострадавший лишился сознания, но сохранилось дыхание, его надо удобно уложить, обеспечить покой, создать приток свежего воздуха, дать понюхать нашатырный спирт.

При получении травмы оказать первую помощь пострадавшему, сообщить об этом администрации учреждения, при необходимости отправить пострадавшего в ближайшее учебное учреждение.

При коротком замыкании в электрических устройствах и их загорании,

немедленно отключить их от сети, эвакуировать студентов из кабинета, сообщить о пожаре в ближайшую пожарную часть и приступить к тушению очага возгорания с помощью углекислотного огнетушителя или песком.

3.3 Требования охраны труда по окончании работы

После окончания выполнения работы необходимо:

Отключить питание лабораторного стенда.

Привести в порядок рабочее место, разобрать схему, сдать приборы.

Сдать рабочее место лаборанту.

4 Порядок выполнения работы:

- Записать технические данные приборов, используемых в работе, в таблицу

Таблица 4.1 – Технические данные приборов

Наименование прибора	Тип	Предел измерения	Класс точности
Вольтметр			
Логометр			
ЛАТР			

- Тумблеры "Питание логометра" и "Нагрев" установить в положение "Выключение".
- Подключить лабораторную установку к сети переменного напряжения 220 В.
- Включить тумблер "Питание логометра". Показания логометра должно соответствовать комнатной температуре.
- Установить ЛАТРом напряжение 160 В.
- Включить тумблер "Нагрев" и через определенные интервалы температуры (5°) определять время, за которое нагревается сопротивление до установленной постоянной температуры.
- Результаты измерений занести в таблицу 4.2.

Таблица 4.2

T, °C									
t, мин									

- Выключить нагрев, и после остывания объекта регулирования до комнатной температуры повторить измерения при напряжении 150 В. Данные занести в таблицу 4.3.

Таблица 4.3

T, °C									
t, мин									

- По полученным данным построить кривые разгона объекта и определить динамические характеристики.
- Для построения статической характеристики объекта управления необходимо изменять напряжение автотрансформатора от 0 до 160 (взять около 10 точек) и записывать показания логометра через определенные интервалы времени, по истечении которых температура в тепловом шкафу уже не возрастает. Данные занести в таблицу 4.4.

Таблица 4.4

U, В									
T, °C									

- По полученным данным построить статическую характеристику теплового

шкафа.

5 Краткие теоретические сведения по рассматриваемой проблеме, основные характеристики по содержанию лабораторной работы:

Задачей автоматического управления, как науки, является разработка принципов и средств, необходимых для управления техническими объектами без участия человека.

Объектом регулирования (управления) называется технологический объект (двигатель, станок, цех, поточная линия, завод, резервуар, абсорбер, котел и т.д.), в котором необходимо поддерживать на постоянном заданном значении или изменять по тому или иному заданному закону один или несколько технологических параметров. Объект является основным, главным элементом в любой системе автоматического регулирования.

Так как объект регулирования является звеном системы автоматического регулирования, то свойства всей системы зависят, прежде всего, от свойств объекта. Поэтому, для создания работоспособной системы, обеспечивающей заданное качество регулирования, необходимо знать, прежде всего свойства объекта, т.е. его статические и динамические характеристики.

Изучение свойств объекта возможно аналитическим (расчетным) и экспериментальным путем. Причем, объект изучается и в том и в другом случае, независимо от того какой регулятор будет использован в последствии при создании системы автоматического регулирования. Выбор же регулятора для конкретного объекта во многом определяется свойствами объекта.

Аналитическое изучение объекта сводится к составлению в общем виде уравнений статики (в установившемся режиме) и динамики (в переходном режиме). Эти уравнения составляют на основе физических законов, определяющих протекание процессов в объекте. В общем случае динамические свойства линейных объектов регулирования описываются

обыкновенными дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами. Составление уравнений аналитическим путем возможно только для простых объектов, физические явления, которые хорошо изучены.

Аналитический метод имеет серьезные недостатки. Опыт показывает, что удовлетворительное математическое описание удается получать только для сравнительно простых объектов. Чтобы получить математическое описание объектов, в которых происходят сложные физико-химические процессы, приходится делать множество допущений и упрощений. А это часто приводит к тому, что полученное математическое описание не соответствует реальному поведению объекта.

Кривые разгона устойчивых объектов имеют S - образный вид.

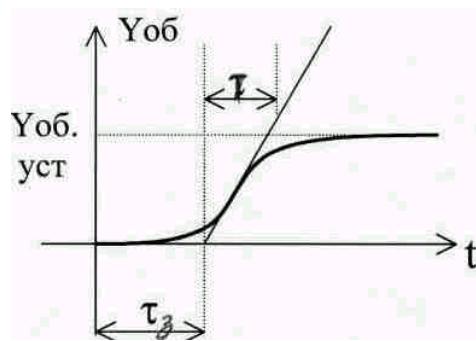


Рисунок 4.1

Сложные многоемкостные объекты, протекание процессов в которых изучено недостаточно, можно изучать путем снятия динамических характеристик с действующих объектов. Для снятия временных характеристик на объект регулирования путем быстрого перемещения регулирующего органа наносят ступенчатое воздействие и с этого момента начинают регистрировать изменение значения регулирующей величины, до тех пор, пока эта величина не примет нового установившегося значения. На практике временную характеристику называют кривой разгона объекта.

При некотором упрощении объекта этого типа могут быть аппроксимированы последовательно соединенными звеном запаздывания и апериодически звеном первого порядка.

Уравнение динамики такого соединения имеет вид:

$$T_{обм} \frac{dy(t)}{dt} + y(t) = K_{обм} (t - \tau) \quad (4.1)$$

где x и y – изменение входной и выходной величины объекта

$K_{обм}$ – коэффициент передачи объекта

$T_{обм}$ – постоянная времени

τ - время запаздывания

Определение подлежат числовые значения величины $K_{обм}$, $T_{обм}$, τ .

Коэффициент передачи объекта определяют по равенству:

$$K_{обм} = \frac{y_{об.уст}}{X} \quad (4.2)$$

где $y_{об.уст.}$ – изменение выходной величины при достижении объектомнового установившегося состояния.

X - изменение входной величины.

Для нахождения значения $T_{обм}$ и τ на кривой разгона определяют значения $y_1 = 0,33 Y_{обм\ уст}$ и $y_2 = 0,7 Y_{обм\ уст.}$, а также соответствующее им время. Далее вычисляют значения по равенствам $T_{об} = 1,25(t_2 - t_1)$ $\tau =$

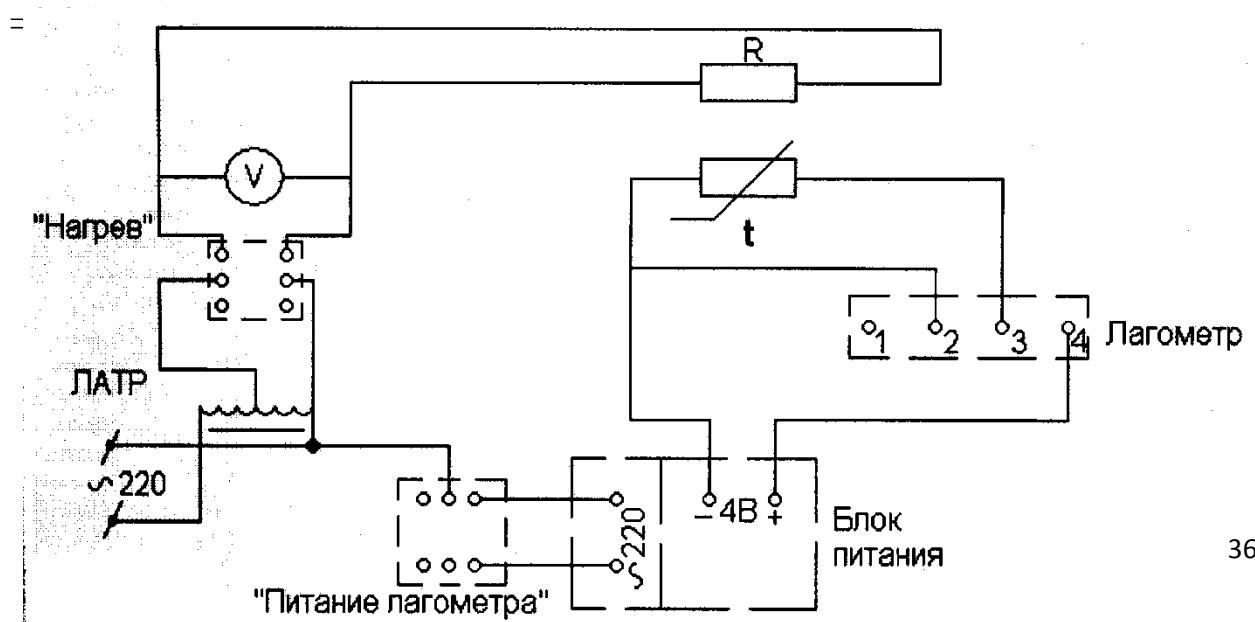


Рисунок 4.2 - Схема лабораторной установки

Схема лаоораторного стенда приведена на рисунке 4.2. Регулируемый параметр - температура. Объектом управления в данной лабораторной установке является тепловой шкаф (корпус стенда). В качестве исполнительного устройства используется проволочное сопротивление на керамическом основании ПЭВ -25; 2,4 кОм.

При подключении к сопротивлению высокого напряжения, оно нагревается, температура изменяется с определенной скоростью до установления постоянного значения.

Измерительная система состоит из датчика (термопреобразователи сопротивления) и вторичного прибора - логометра.

Питание измерительной системы осуществляется от встроенного блока питания 220/4 В.

Предел измерений вольтметра 0-300 В.

6 Содержание отчета:

- Тема работы.
- Цель работы.
- Схема лабораторной установки.
- Технические данные приборов.
- Результаты измерений и расчетов.
- Графики.
- Вывод.

7 Контрольные вопросы

- 1 Параметры объекта регулирования статические и динамические.

- 2 Виды кривых разгона для объекта регулирования.
- 3 Основные отличия в методиках построения кривой разгона и 4 переходной характеристики
- 4 Свойства объекта регулирования.

8 Список использованных источников:

1. Александровская А.Н. Автоматика. М.: Издательский центр «Академия», 2011. 256 с.
2. Андреев С.М., Парсункин Б.Н. Разработка и моделирование несложных систем автоматизации с учетом специфики технологических процессов. М.: Издательский центр «Академия», 2016. 272 с.
3. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория автоматического управления. СПб: Изд-во «Профессия», 2003. 752 с.
4. Певзнер Л.Д. Практикум по теории автоматического управления. М.: Высш. шк., 2006. 590 с.
5. .

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

СОГЛАСОВАНО

Старший методист

Лоне

М.В. Отс

Методист по ИТ

Сергеев -

Т.А. Сергеева