

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

Направление подготовки 15.03.04 – Автоматизация технологических
процессов и производств

Профиль Автоматизация технологических процессов и производств в
энергетике

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

И.О. зав. кафедрой

Скрипко О.В.

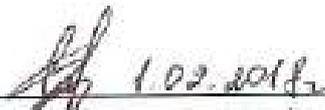
« 05 » декабря 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Разработка автоматизированной системы функциональных
испытаний электромеханических устройств на кафедре АППиЭ

Исполнитель

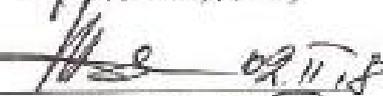
студент группы 441 узб


(подпись, дата)

С.А. Лысенко

Руководитель

доцент, канд. техн. наук

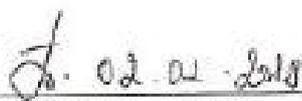

(подпись, дата)

М.Д. Штыкин

Консультанты:

по безопасности и экологичности

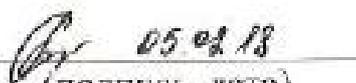
доцент, канд. техн. наук


(подпись, дата)

А.Б. Булгаков

Нормоконтроль

профессор, доктор техн. наук


(подпись, дата)

О.В. Скрипко

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра автоматизации производственных процессов и электротехники

УТВЕРЖДАЮ

И.О. зав.кафедрой

 О.В. Скрипко

« 09 » 02 2018г.

ЗАДАНИЕ

К дипломному проекту студента Лысенко Сергея Александровича

1. Тема дипломного проекта: Разработка автоматизированной системы функциональных испытаний электромеханических устройств на кафедре АППиЭ

(утверждено приказом № 2651-Уч от 27.10.2017)

2. Срок сдачи студентом законченного проекта: 12 февраля 2018 год

3. Исходные данные к дипломному проекту: документация по стенду ЭМПН – Н – К, электротехнические устройства, дополнительная литература по LabView

4. Содержание дипломного проекта (перечень подлежащих разработке вопросов): характеристика поставленной задачи, разработка автоматизированной подсистемы, безопасность и экологичность, техническое задание, приложение А, приложение Б, приложение В, приложение Г.

5. Перечень материалов приложения: 6 чертежей формата А1

6. Консультанты по дипломному проекту: по безопасности и экологичности ассистент: Булгаков А. Б. канд. техн. наук, зав. кафедры БЖД.

7. Дата выдачи задания: 19.10.2017 

Руководитель дипломного проекта: Штыкин Михаил Дмитриевич доцент, кан техн. наук. 

Задание принял к исполнению (дата): 20.10.2017 

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 102 страниц, 44 рисунка, 2 таблицы, 26 формулы, 25 источников

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ЭМП1-Н-К, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЛОКИ, Ni-DAQ, ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА, LABVIEW, ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОДПРИБОР, ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ, БЛОК СХЕМА, БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Цель дипломного проекта – создание автоматизированной системы для проведения экспериментальных испытаний электротехнических устройств.

В дипломном проекте разработан виртуальный прибор в среде LabView. На основе виртуального прибора и лабораторного комплекса ЭМП1-Н-К проведены расчёты параметров электротехнических устройств и создана автоматизированная подсистема.

Областью применения автоматизированной подсистемы служит процесс проведения лабораторных работ по электротехническим дисциплинам кафедры АППиЭ: «Электромеханика», «Электромеханотроника» и «Электропривод».

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	8
1 Электротехнические устройства и их характеристики	10
1.1 Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором	10
1.2 Генератор переменного напряжения и тока	15
1.3 Трехфазный трансформатор	13
2 Технические характеристики лабораторного комплекса ЭМП1-Н-К	18
2.1 Схема лабораторного комплекса	18
2.2 Описание и технические характеристики электромашинного агрегата	20
2.3 Плата ввода-вывода PCI-6024E	22
2.4 Роль программного обеспечения	25
2.5 Measurement & Automation Explorer	26
2.6 Настройка каналов платы	32
3 Проектирование виртуальных приборов в среде LabView	36
3.1 Графическая среда программирования компании nationalinstruments	36
3.2 Основы разработки ППО в среде программирования LabView	38
3.3 Основные понятия и панели LabView	38
3.4 Проектирование ВП	42
3.5 Разработка виртуального подприбора «Управление асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором в автоматическом режиме»	45
3.6 Разработка виртуального подприбора «Управление асинхронным двигателем с КР с преобразователем частоты»	58
3.6.1 Электрическая схема соединения асинхронного двигателя с лабораторным комплексом ЭМП1-Н-К	58
3.6.2 Перечень аппаратуры	61
3.6.3 Описание электрической схемы соединений	62
3.6.4 Разработка прибора в программе LabView	63
4 Безопасность и экологичность	70
4.1 Вентиляция	70

4.2 Уровень шума и вибрации	71
4.3 Параметры микроклимата	71
4.4 Эргономичность интерфейса разработанного прибора	71
4.4.1 Общая визуализация	71
4.4.2 Цветовые характеристики	72
4.4.3 Пространственное расположение информации на экране	72
4.4.4 Буквенно-цифровая символика и знаки	73
4.5 Растановка оборудования и схема электроосвещения аудитории	74
4.6 Расчет освещения для лаборатории	75
4.7 Электробезопасность	79
4.8 Техника безопасности при проведении лабораторных работ	84
4.9 Рабочее место	83
4.10 Чрезвычайные ситуации	84
Заключение	90
Библиографический список	91
Приложение А. Техническое задание	
Приложение Б. Структурная схема автоматизации	
Приложение В. Принципиальная электрическая схема	
Приложение Г. Перечень элементов принципиальной схемы	

В настоящем дипломном проекте использованы ссылки на следующие стандарты и нормативные документы:

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий

СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы

СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений

СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки

ГОСТ 2.106-96 ЕСКД Текстовые документы

ГОСТ 2.111-68 ЕСКД Нормоконтроль

ГОСТ 12.1.004-91* ССБТ Пожарная безопасность. Общие требования

ОПРЕДЕЛЕНИЯ, ОБОЗНАЧЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

АД – асинхронный двигатель

ПК – персональный компьютер

ПО – программное обеспечение

ВП – виртуальный прибор

ЭУ – электротехнические устройства

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня в РФ уделяют большие усилия в создании и использовании в обучающем процессе электронных образовательных ресурсов (ЭОР). У преподавателей имеется большой выбор программ для обучения, онлайн библиотек и справочников. Много внимания при создании ЭОРов даётся мультимедиа, которые в большой степени способствуют увеличению пониманию ресурсов и увеличивают эффективность использования в обучающем процессе. ЭОРы, с которыми быстро и легко можно ознакомиться и создающие полный режим работы пользователя с компьютером, а также увеличивают вовлеченность пользователя в процесс изучения новых источников информации а также воспитанию творческой и познавательной природы. Однако при проектировании образовательных программ затрачиваются большие временные и финансовые ресурсы.

Примером может быть использование таких программ в обучающем процессе. Чаще всего применяют виртуальные лаборатории (ВЛ), которые позволяют создавать объекты и процессы окружающего мира и прописывать доступ рабочего места к используемому обучающему оборудованию, например лабораторный стенд. Использование ВЛ чаще встречается при изучении таких дисциплин как моделирование и проектирование.

Такой лабораторной установкой и является комплект ЭМП1-Н-К. Упрощенная структурная схема комплекта ЭМП1-Н-К показана на рисунке 1.

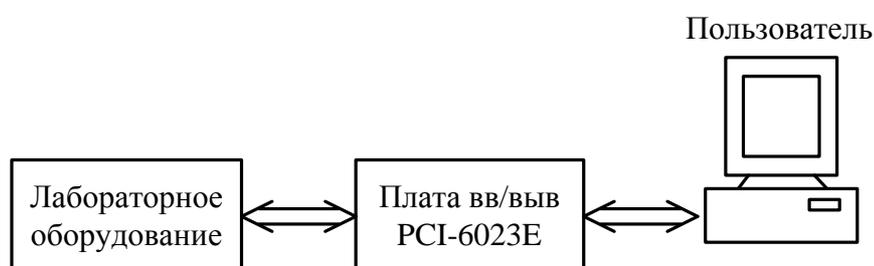


Рисунок 1 - Упрощенная структурная схема комплекта ЭМП1-Н-К

При взаимодействии с установками применяется плата ввода-вывода, устанавливаемая на PCI-шине рабочего компьютера.

LabVIEW или Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench (Среда разработки лабораторных виртуальных приборов) - среда графического программирования, часто применяемая в производстве, обучении и научно-исследовательских лабораториях в качестве стандартного инструмента при работе с данными и управления приборами. Для проведения измерений и анализа данных, полученных в результате опытов, и применяется LabVIEW.

Структура LabVIEW отличается от стандартных языков программирования и даёт специалисту простую в применении визуальную платформу, содержащую необходимый для работы с информацией и показа полученных результатов набор инструментов. Благодаря графическому языку программирования LabVIEW, именуемого G (Джей), возможно программирование задач из графических блокдиаграм, которые компилирует процесс в код машины. Являясь превосходной средой для разнообразных применений в области науки и техники, LabVIEW помогает в решении задачи различного типа, при этом значительно снижает затраты времени и усилий по сравнению с написанием традиционного кода.

Использование LabVIEW в производстве и обучении также непрерывно расширяется. В изучении дисциплин оно включает практические и лабораторные работы по электротехнике, механике, физике. В фундаментальной науке LabVIEW используют такие передовые центры как CERN (в Европе), Lawrence Livermore, Batelle, Sandia, OakRidge (США), в инженерной практике - объекты космические, воздушного, надводного и подводного флота, промышленных предприятий и т.д.

1 ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА И ИХ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.1 Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором

Сегодня асинхронные машины работают в режиме двигателя. Агрегаты мощностью больше 0.5 кВт чаще всего выпускаются трёхфазными, а при мощности меньше – однофазными.

За минувшие годы асинхронные машины стали применяться в разных ветках производства и сельского хозяйства. Чаще всего они используются в электроприводах металлорежущих станков, подъёмно-транспортных машин, транспортёров, насосов, вентиляторов. Машины малой мощности используются в устройствах автоматики.

Такая популярность использования асинхронных двигателей объясняется их преимуществами по сравнению с другими машинами: высокая надёжность, возможность работы непосредственно от сети переменного тока, простота обслуживания. Асинхронные электродвигатели предназначены для преобразования энергии переменного тока в механическую. Трёхфазные АД по виду ротора подразделяются на двигатели с короткозамкнутым и фазным ротором.

Короткозамкнутый ротор представляет собой ферромагнитный сердечник в виде цилиндра с пазами, в которых уложена обмотка ротора, состоящих из медных или алюминиевых стержней, которые соединяются между собой торцевыми кольцами и образуют цилиндрическую клетку. При подаче к трёхфазной обмотке статора АД трёхфазного напряжения в каждой его обмотке будет создаваться магнитный поток, изменяющийся с частотой питающей сети, а регулирующий магнитный поток вращается со скоростью

$$n_1 = \frac{60 \times f_1}{p}, \quad (1)$$

где f_1 - частота питающей сети;

p – число пар полюсов.

Одним из важнейших показателей, характеризующих работу АД, является скольжение ротора, под которым понимается отношение:

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}, \quad (2)$$

где n_2 - скорость (частота) вращения ротора, об/мин.

Процесс преобразования электрической энергии в механическую в АД сопровождается неизбежными потерями мощности. Полезная мощность на валу двигателя

$$P_2 = M \frac{n_2}{9.55}, \quad (3)$$

где M - электромагнитный момент двигателя.

Электромагнитный момент M зависит от максимального магнитного потока ротора Φ_m , тока ротора I_2 , скольжения S . Он пропорционален квадрату подводимого напряжения и электрическим потерям в обмотках ротора. Так как между скольжением ротора и скоростью вращения его существует прямая зависимость, то важное значение приобретает для АД зависимость $n_2(M)$, которая называется механической характеристикой двигателя.

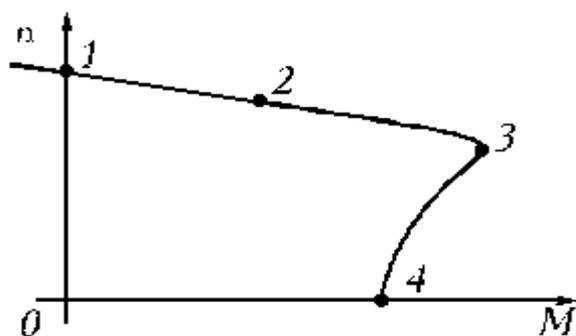


Рисунок 2 - механическая характеристика двигателя

Участок 1-3 соответствует устойчивой работе, участок 3-4 – неустойчивой работе. Точка 1 соответствует идеальному холостому ходу двигателя, когда $n=n_0$. Точка 2 соответствует номинальному режиму работы двигателя, ее координаты M_n и n_n . Точка 3 соответствует критическому моменту $M_{кр}$ и критической частоте вращения $n_{кр}$. Точка 4 соответствует пусковому моменту двигателя $M_{пуск}$.

Зависимость момента, потребляемой мощности из сети

$$P_1 = m_1 U_1 I_1 \cos \varphi_1, \quad (4)$$

Коэффициента мощности

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{\sqrt{3} U_1 I_1}, \quad (5)$$

КПД

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}, \quad (6)$$

Скольжение ротора S и тока статора I_1 от полезной мощности, т.е. мощности на валу двигателя P_2 являются рабочими характеристиками.

1.2 Генератор переменного напряжения и тока

Переменный ток, в широком смысле электрический ток, изменяющийся во времени. Обычно в технике под переменным током понимают периодический ток, в котором среднее значение за период силы тока и напряжения равно нулю. Периодом T переменного тока называют наименьший промежуток времени (выраженный в сек), через который изменения силы тока (и напряжения) повторяются. Важной характеристикой переменного тока является его частота f - число периодов в 1 сек:

$$f = 1/T, \quad (7)$$

В электроэнергетических системах России и большинства стран мира принята стандартная частота $f = 50$ гц, в США - 60 гц. В технике связи применяется переменный ток высокой частоты (от 100 кгц до 30 Ггц). Для специальных целей в промышленности, медицине и др. отраслях науки и техники используют переменный ток, самых различных частот, а также импульсные токи .

Для передачи и распределения электрической энергии преимущественно используется переменный ток благодаря простоте трансформации его напряжения почти без потерь мощности. Широко применяются трёхфазные системы переменного тока. Генераторы и двигатели переменного тока по сравнению с машинами постоянного тока при равной мощности меньше по габаритам, проще по устройству, надёжнее и дешевле. Переменный ток может быть выпрямлен, например полупроводниковыми выпрямителями, а затем с помощью полупроводниковых инверторов преобразован вновь в переменный ток другой, регулируемой частоты; это создаёт возможность использовать простые и дешёвые бесколлекторные двигатели переменного тока (асинхронные и синхронные) для всех видов электроприводов, требующих плавного регулирования скорости. Переменный ток широко применяется в устройствах связи (радио, телевидение, проволочная телефония на дальние расстояния и т. п.).

Переменный ток создаётся переменным напряжением. Переменное электромагнитное поле, возникающее в пространстве, окружающем проводники с током, вызывает колебания энергии в цепи переменного тока: энергия периодически то накапливается в магнитном или электрическом поле, то возвращается источнику электроэнергии.

За основу для характеристики силы переменного тока принято сопоставление среднего теплового действия переменного тока с тепловым действием постоянного тока соответствующей силы. Полученное таким путём

значение силы переменного тока I называется действующим (или эффективным) значением, математически представляющим среднеквадратичное за период значение силы тока. Аналогично определяется и действующее значение напряжения переменного тока U . Амперметры и вольтметры переменного тока измеряют именно действующие значения тока и напряжения.

В простейшем и наиболее важном на практике случае мгновенное значение силы i переменного тока меняется во времени t по синусоидальному закону:

$$i = I_m \times \sin(\omega \times t + a), \quad (8)$$

где I_m - амплитуда тока;

$\omega = 2\pi f$ - его угловая частота;

a - начальная фаза.

Синусоидальный (гармонический) ток создаётся синусоидальным напряжением той же частоты:

$$u = U_m \times \sin(\omega \times t + b), \quad (9)$$

где U_m - амплитуда напряжения;

b - начальная фаза.

Действующие значения такого переменного тока равны:

$$I = I_m / \sqrt{2} \approx 0,707 \times I_m, \quad (10)$$

$$U = U_m / \sqrt{2} \approx 0,707 \times U_m, \quad (11)$$

1.3 Трехфазный трансформатор

Трансформатор (от лат. transformo — преобразовывать) — электрическая машина, состоящая из набора индуктивно связанных обмоток на каком-либо магнитопроводе или без него и предназначенный для преобразования посредством электромагнитной индукции одной или нескольких систем переменного тока в одну или несколько других систем переменного тока без изменения частоты систем(системы) переменного тока.

Трансформатор осуществляет преобразование напряжения переменного тока и/или гальваническую развязку в самых различных областях применения — электроэнергетике, электронике и радиотехнике.

Конструктивно трансформатор может состоять из одной (автотрансформатор) или нескольких изолированных проволочных, либо ленточных обмоток (катушек), охватываемых общим магнитным потоком, намотанных, как правило, на магнитопровод (сердечник) из ферромагнитногомагнито-мягкого материала.

Работа трансформатора основана на двух базовых принципах:

Изменяющийся во времени электрический ток создаёт изменяющееся во времени магнитное поле (электромагнетизм)

Изменение магнитного потока, проходящего через обмотку, создаёт ЭДС в этой обмотке (электромагнитная индукция)

На одну из обмоток, называемую первичной обмоткой, подаётся напряжение от внешнего источника. Протекающий по первичной обмотке переменный ток создаёт переменный магнитный поток в магнитопроводе. В результате электромагнитной индукции, переменный магнитный поток в магнитопроводе создаёт во всех обмотках, в том числе и в первичной, ЭДС индукции, пропорциональную первой производной магнитного потока, при синусоидальном токе сдвинутой на 90° в обратную сторону по отношению к магнитному потоку.

Режимы работы трансформатора

1. Режим холостого хода. Данный режим характеризуется разомкнутой вторичной цепью трансформатора, вследствие чего ток в ней не течёт. С помощью опыта холостого хода можно определить КПД трансформатора, коэффициент трансформации, а также потери в стали.

2. Нагрузочный режим. Этот режим характеризуется замкнутой на нагрузку вторичной цепи трансформатора. Данный режим является основным рабочим для трансформатора.

3. Режим короткого замыкания. Этот режим получается в результате замыкания вторичной цепи накоротко. С его помощью можно определить потери полезной мощности на нагрев проводов в цепи трансформатора. Это учитывается в схеме замещения реального трансформатора при помощи активного сопротивления.

Режим холостого хода.

Когда вторичные обмотки ни к чему не подключены (режим холостого хода), ЭДС индукции в первичной обмотке практически полностью компенсирует напряжение источника питания, поэтому ток, протекающий через первичную обмотку, невелик. Для трансформатора с сердечником из магнитомягкого материала (ферромагнитного материала трансформаторной стали) ток холостого хода характеризует величину потерь в сердечнике (на вихревые токи и на гистерезис) и реактивную мощность перемагничивания магнитопровода. Мощность потерь можно вычислить, умножив активную составляющую тока холостого хода на напряжение, подаваемое на трансформатор.

Измерив напряжения U_1 и U_2 первичной и вторичной обмоток, определяют коэффициент трансформации

$$k = U_1 / U_2, \tag{12}$$

Режим короткого замыкания

В режиме короткого замыкания, на первичную обмотку трансформатора подается переменное напряжение небольшой величины, выводы вторичной обмотки соединяют накоротко. Величину напряжения на входе устанавливают такую, чтобы ток короткого замыкания равнялся номинальному (расчетному) току трансформатора. В таких условиях величина напряжения короткого замыкания характеризует потери в обмотках трансформатора, потери на омическом сопротивлении. Мощность потерь можно вычислить умножив напряжение короткого замыкания на ток короткого замыкания.

Данный режим широко используется в измерительных трансформаторах тока.

Режим с нагрузкой

При подключении нагрузки к вторичной обмотке во вторичной цепи возникает ток, создающий магнитный поток в магнитопроводе, направленный противоположно магнитному потоку, создаваемому первичной обмоткой. В результате в первичной цепи нарушается равенство ЭДС индукции и ЭДС источника питания, что приводит к увеличению тока в первичной обмотке до тех пор, пока магнитный поток не достигнет практически прежнего.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА ЭМП1-Н-К

2.1 Схема лабораторного комплекса

Для проведения экспериментальных испытаний необходима лабораторная установка ЭМП1-Н-К. Схема лабораторной установки изображена на рисунке 3.

Комплект типового лабораторного оборудования «Электрические машины и привод» ЭМП1-Н-К предназначен для проведения лабораторно-практических занятий по одноименным учебным дисциплинам в высших и средних профессиональных образовательных учреждениях и допускает работу на нем при температурах от +10 до 35 С и относительной влажности воздуха до 80% при +25С.

Модульная конструкция комплекта обеспечивает возможность сборки электрической цепи требуемой конфигурации, с необходимыми параметрами её элементов и измерения параметров режима этой цепи.

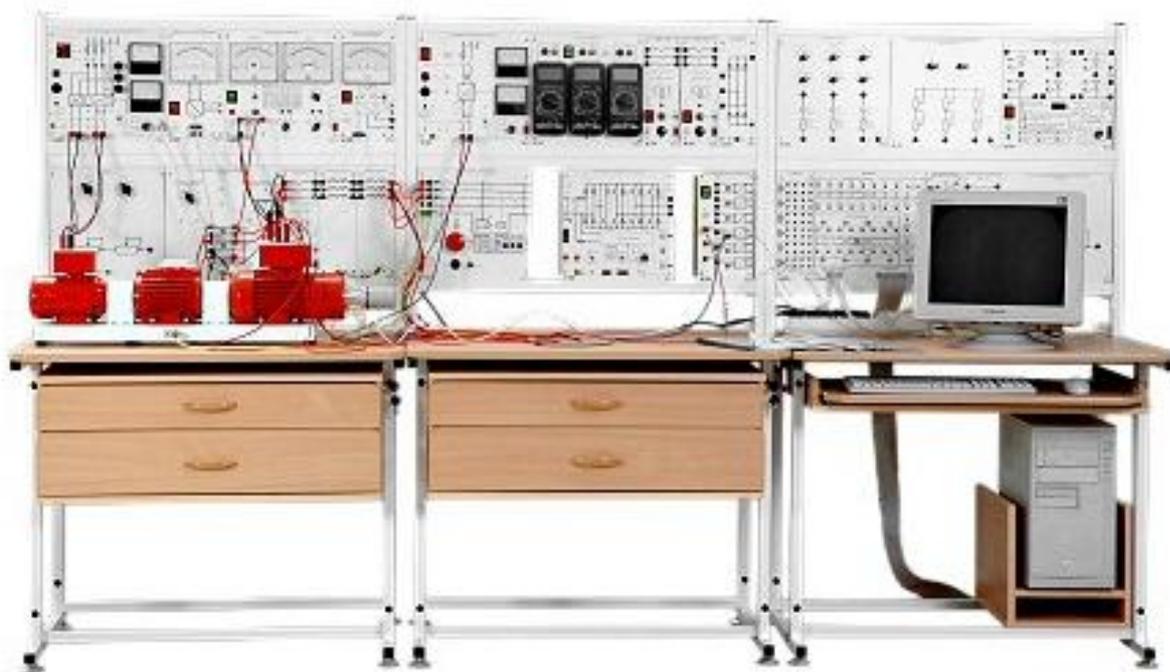


Рисунок 3 – Схема лабораторного комплекса

Основными элементами для реализации виртуальных приборов являются следующие:

- коннектор;
- блок датчиков тока и напряжения;
- преобразователь частоты;
- блок мультиметров;
- трехфазный источник питания;
- электромашинный агрегат.

Коннектор (330)

Предназначен для обеспечения удобного доступа к входам / выходам платы сбора данных PCI 6024E персонального компьютера. (8 аналог.диф. входов; 2 аналог. выхода; 8 цифр. входов/ выходов)

Блок датчиков тока и напряжения (402.3)

Предназначен для получения нормированных электрических сигналов, пропорциональных напряжениям и токам в контролируемых силовых цепях постоянного и переменного тока, и гальванически с последними не связанных. (3 измерительных преобразователя «ток напряжение» (5 А/1 А)/5В; 3 измерительных преобразователя «напряжение-напряжение» 1000 В/ 100/ 5 В)

Преобразователь частоты (217.1)

Предназначен для регулирования частоты вращения асинхронного двигателя. Выходные частота и напряжение регулируются согласованно вручную или дистанционно / автоматически (от ПЭВМ). (3×0...230 В; 3 А; 0...100 Гц)

Блок мультиметров (508.2)

Предназначен для измерения токов, напряжений, омических сопротивлений. Цифровой с жидкокристаллическим дисплеем. (0...1000 В; 0...10 А; 0...20 МОм)

Трехфазный источник питания (201.2)

Предназначен для питания комплекта трехфазным переменным напряжением. Включается вручную. Имеет защиту от перегрузок, устройство защитного отключения, кнопку аварийного отключения и ключ от несанкционированного включения. (~400 В, 16 А Ток срабатывания УЗО 30 мА)

2.2 Описание и технические характеристики электромашинного агрегата

Электромашинный агрегат предназначен для электромеханического преобразования энергии постоянного или переменного тока, получения сигналов, определяющих частоту вращения и угловое положение подвижных частей агрегата. Он включает сочлененные между собой и установленные на едином основании машину постоянного тока, классический асинхронный двигатель переменного тока, маховик и преобразователь угловых перемещений.

Концы обмоток машин выведены через гнезда на терминальные панели, прикрепленные к их корпусам.

Таблица 1 – Характеристики оборудования

<u>Машина постоянного тока(тип 101.2)</u>	
1	2
Номинальная мощность, Вт	90
Номинальное напряжение якоря, В	220
Номинальный ток якоря, А	0,56
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	1500
Возбуждение	Независимое /параллельное/ последовательное
Номинальное напряжение возбуждения, В	220
Номинальный ток обмотки возбуждения, А	0,2

Продолжение таблицы 1

1	2
КПД, %	57,2
Направление вращения	любое
Режим работы	двигательный/генера торный
<u>Асинхронный двигатель (тип 106)</u>	
Число фаз на статоре	3
Схема соединения обмоток статора	Δ/Y
Частота тока, Гц	50
Номинальная полезная активная мощность, Вт	120
Номинальное напряжение, В	220/380
Номинальный ток статора, А	0,73 / 0,42
КПД, %	63
$\cos\varphi_n$	0,66
Номинальная частота вращения, мин^{-1}	1350
<u>Маховик</u>	
Момент инерции, $\text{н}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2$	0,009
Масса, кг, не более	7
<u>Преобразователь угловых перемещений (тип 104)</u>	
Модель	BE 178A
Количество выходных каналов	6
Выходные сигналы	серия импульсов и опорный импульс
Число импульсов за оборот в серии	2500
Диапазон изменения рабочих частот вращения вала, мин^{-1}	0..6000

Для связи стенда с компьютером необходима плата PCI-6024E.

2.3 Плата ввода-вывода PCI-6024E

Плата 6024E имеет 16 каналов аналогового ввода, два канала аналогового вывода, коннектор с 68-ю контактами и восемь линий цифрового ввода/вывода.

Перечисленная плата используют системный контроллер тактирования DAQ-STC фирмы NationalInstruments для функций тактирования. DAQ-STC состоит из трех групп тактирования, управляющих аналоговым вводом, аналоговым выводом и общими функциями для счетчиков. Эти группы включают в себя в совокупности семь 24-х битных и три 16-ти битных счетчика, имеющих максимальное разрешение 50 нс. DAQ-STC позволяет реализовать такие операции, как буферизованное генерирование импульсов, эквивалентное временное сэмплирование, а также изменение скорости сэмплирования без возникновения помех.

При использовании других плат сбора данных невозможно осуществить простую синхронизацию нескольких измерений по общему триггерному или временному событию. Описываемые платы используют шину RTSI (“Real-TimeSystemIntegration” – “Системная интеграция в реальном времени”), что позволяет решить данную задачу. В системе с шиной PCI шина RTSI состоит из интерфейса шины RTSI фирмы NationalInstruments и кабельного шлейфа для маршрутизации тактирующих сигналов и триггерных сигналов между несколькими функциями для плат сбора данных, количеством не более пяти, встроенных в один компьютер. В системе с шиной PXI шина RTSI состоит из интерфейса шины RTSI фирмы NationalInstruments и триггерных сигналов PXI на объединительной плате PXI для маршрутизации тактирующих сигналов и триггерных сигналов между несколькими функциями для плат сбора данных, количеством не более семи в вашей системе.

Описываемые платы могут применяться и с системой SCXI, служащей для соединения нескольких встраиваемых плат, так что вы можете получать и обрабатывать слабые аналоговые сигналы от термпар, резисторно-температурных датчиков (RTD), датчиков давления, источников напряжения и

тока. Также можно получать или генерировать цифровые сигналы для коммуникации и управления.

Важным свойством, предоставляемым *Спецификацией PXI версии 1.0*, является возможность использования PXI-совместимых устройств со стандартными устройствами CompactPCI. Если вы используете PXI-совместимую встраиваемую плату в стандартном шасси CompactPCI, вам будут недоступны функции, специфичные для PXI, но тем не менее вы по-прежнему сможете использовать базовые функции встраиваемой платы. Например, шина RTSI на вашей плате PXI серии E будет доступна на шасси PXI, но не на шасси CompactPCI.

Спецификация CompactPCI позволяет производителям разрабатывать подшины, которые существуют совместно с базовым интерфейсом PXI на шине CompactPCI. Совместное функционирование не гарантируется ни для плат CompactPCI с разными подшинами, ни для плат CompactPCI с подшинами и PXI. Стандартная реализация для CompactPCI не включает в себя эти подшины. Ваша PXI-плата серии E будет работать на любом стандартном шасси CompactPCI, удовлетворяющем базовой спецификации *PICMG CompactPCI 2.0 R2.1*.

Функции, специфичные для PXI, реализованы на коннекторе J2 шины CompactPCI. Эта плата совместима с любым шасси CompactPCI, имеющим подшину, которая не управляет перечисленными линиями. Даже если подшина может управлять ими, PXI-плата по-прежнему будет совместима в случае, когда перечисленные контакты на подшинах отключены по умолчанию и никогда не подключаются. Если же эти линии управляются подшиной, возможно возникновение неисправностей.

На рисунке 4 показана блок-схема для плат 6023E, 6024E и 6025

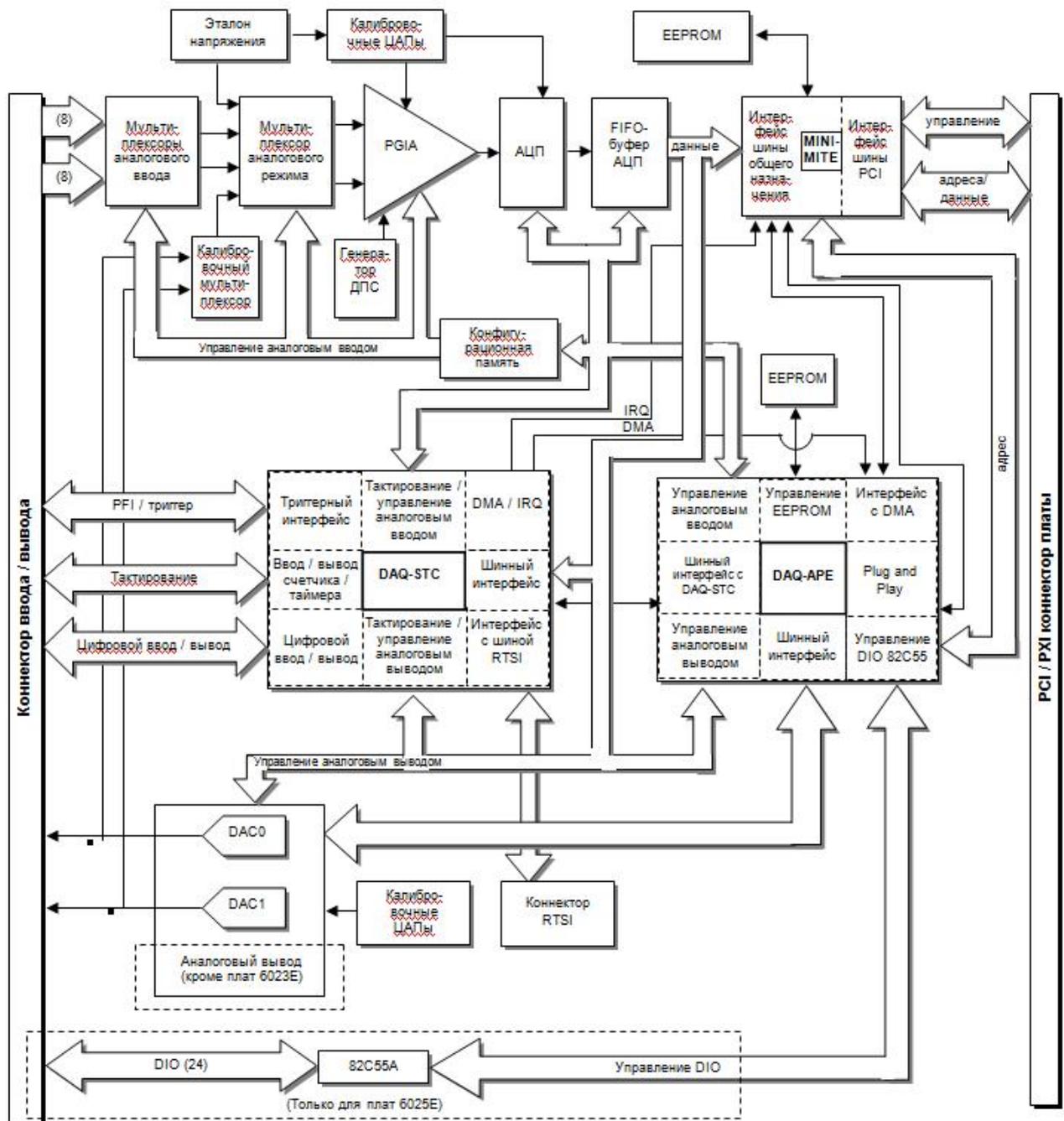


Рисунок 4 –блок-схема для плат 6023Е, 6024Е и 6025Е

Аналоговый вывод

Только для плат 6025Е и 6024Е

Эти платы включают в себя два канала аналогового вывода на коннекторе ввода/вывода. Биполярный диапазон вывода фиксирован и равен 10 В. Данные, записываемые в цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), будут интерпретироваться как данные в дополнительном двоичном формате.

Погрешность аналогового вывода

При нормальной работе выход ЦАП будет выдавать погрешность, когда происходит запись нового значения сигнала. Величина этой погрешности будет зависеть от конкретного исполняемого кода и внешне будет проявляться как искажение частотного спектра.

2.4 Роль программного обеспечения

Через плату компьютер получает исходные данные. Далее они обрабатываются в приложении, которое вы можете написать сами, используя возможности LabVIEW.

Обычно к плате прилагаются драйверы и программа. Драйверы представляют собой набор команд, которые устройство понимает. Программа посылает устройству различные команды, например, считать и вернуть показание напряжения. Программа к тому же анализирует собранные данные и отображает результаты анализа на экране.

Программное обеспечение измерительных устройств NI включает драйвер NI-DAQ набор виртуальных приборов для настройки, сбора и отправки данных измерительному устройству.

Комплекс разработки приложений сбора данных состоит из среды программирования, Measurement&AutomationExplorer и NI-DAQ. Measurement&AutomationExplorer является высокоуровневым приложением, которое используется для тестирования и настройки плат. NI-DAQ состоит из следующих программных интерфейсов:

- традиционный NI-DAQ;
- NI-DAQmx

Традиционный NI-DAQ – это усовершенствованная до версии NI-DAQ 6.9.x ранняя версия драйверов NI-DAQ.

NI-DAQmx – это последняя версия драйвера NI-DAQ с новыми ВП и функциями и инструментами для управления измерительными устройствами. Преимуществами NI-DAQmx перед предыдущими версиями NI-DAQ является DAQ Assistant – помощник по настройке каналов и измерительных задач

устройства; увеличенная производительность, включающая более быстрый аналоговый ввод/вывод для создания DAQ приложений с использованием меньшего числа функций и ВП, чем в ранних версиях NI-DAQ.

2.5 Measurement & Automation Explorer

Measurement & Automation Explorer (MAX) – это приложение, которое позволяет настроить программное и аппаратное обеспечение NI, запустить систему диагностики, добавить новые каналы и интерфейсы и наблюдать подсоединенные устройства и приборы. Оно устанавливается в процессе установки драйвера NI. При использовании традиционных NI-DAQ вам придется использовать MAX для настройки DAQ-устройств. Запустить MAX можно через иконку на рабочем столе или выбором пункта главного меню Tools => Measurement & Automation Explorer непосредственно в среде LabVIEW.

MAX необходимо запускать после установки платы на компьютер.

Утилита конфигурации считывает информацию из реестра Windows, записанную диспетчером устройств (Device Manager), и присваивает логическое имя для каждой платы. По логическому имени среда LabVIEW распознает плату. Начальное окно конфигурационной утилиты показано на рисунке 5.

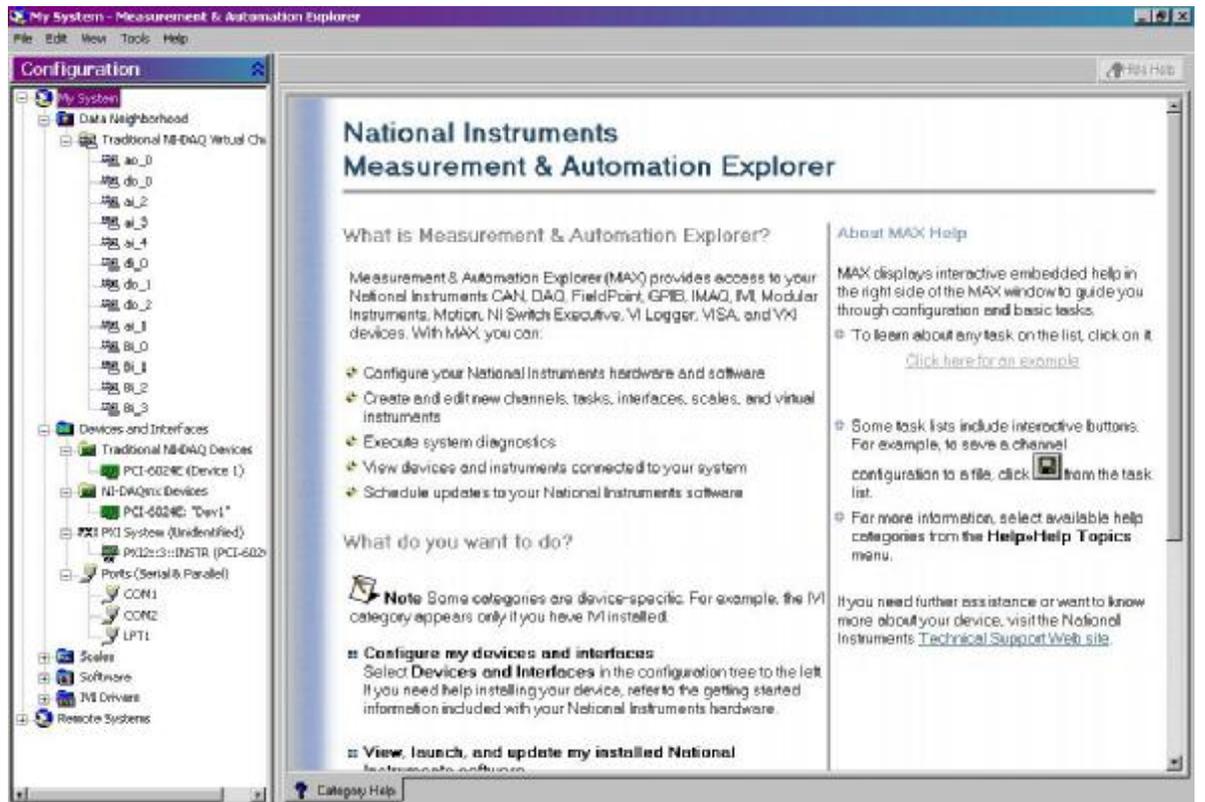
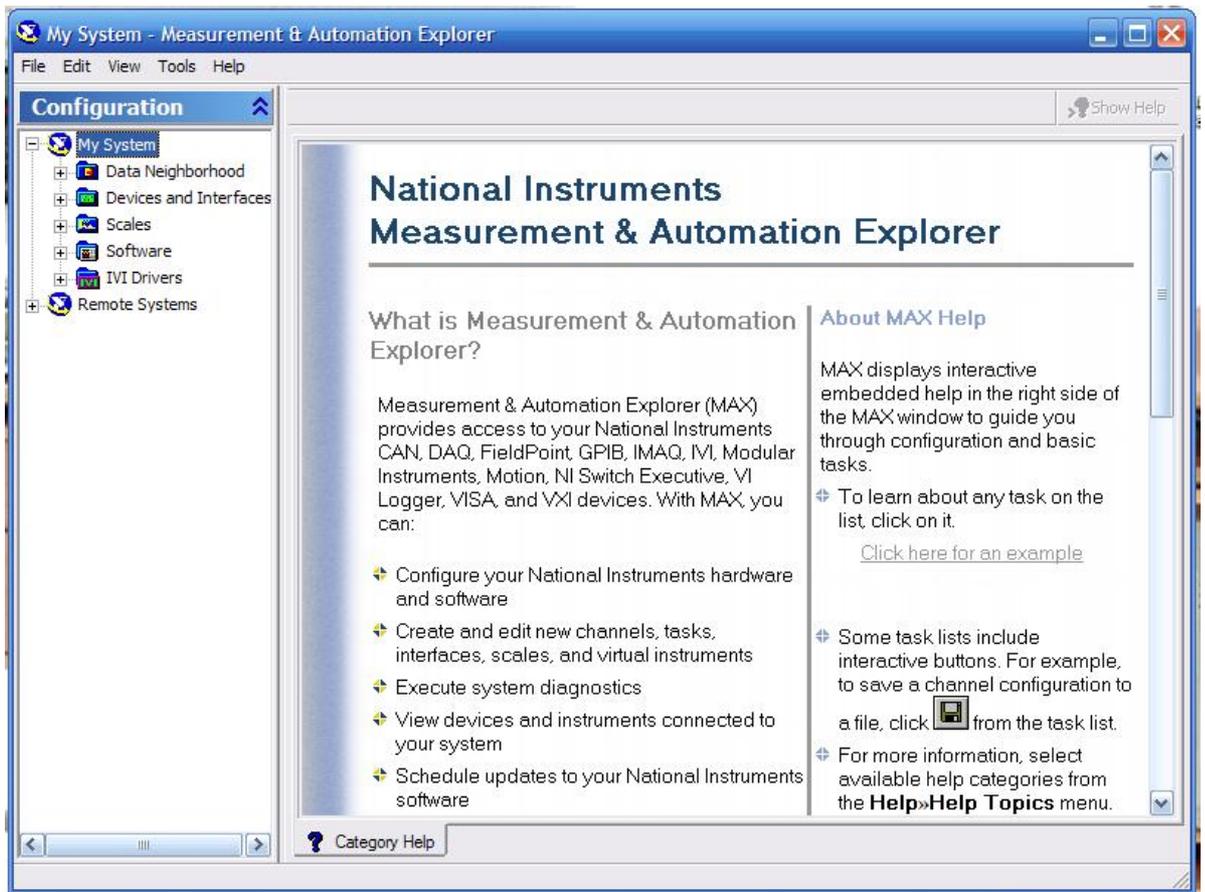


Рисунок 5– Окно MAX

Параметры устройства можно также установить с помощью утилит-конфигураций, входящих в комплект поставки устройств. Measurement&AutomationExplorer позволяет сохранить логическое имя устройства и параметры конфигураций в реестр Windows.

Windows автоматически находит и настраивает DAQ-устройства, удовлетворяющие стандарту PnP, например, карту PCI-6023-E.

В правой части окна расположена панель Configuration (рисунок 38), в которой в виде дерева показаны составляющие системы, с которыми работает MAX:

- MySystem– локальный компьютер;
- DataNeighborhood– Виртуальные каналы. Дает возможность доступа к виртуальным каналам (именованным и заранее настроенным физическим). Вы можете создать и сконфигурировать виртуальный канал, вызвать тестовую панель, скопировать, удалить;
- DevicesandInterfaces–Устройства и интерфейсы. Содержит список установленных и опознанных системой физических устройств: DAQ, FieldPoint, GPIB, IMAQ, IVI, Motion, VISA, VXI и т.п. Вы можете настроить существующие устройства, добавлять не найденные системой и удаленные устройства. Если устройство поддерживается и классическим драйвером и mx-драйвером, то оно (как показано на рисунке б) изображается в двух соответствующих категориях;
- Scales– Шкалы. Для более удобной работы с датчиками имеется возможность создать шкалу соответствия сигнала, получаемого с датчика, измеряемой датчиком величине. Шкала может быть линейной, задана полиномом или таблицей. Вы можете добавлять новые, удалять, просматривать и изменять свойства шкал;



Рисунок6- Окно «Traditional NI-DAQ Devices»

– Software– программное обеспечение. Здесь представлен список программного обеспечения National Instruments, установленного на компьютере. Вы можете просматривать запускать и посредством интернет обновлять программное обеспечение;

– RemoteSystem– удаленные системы, подключенные по сети другие компьютеры или устройства. Вы можете просматривать список удаленных систем, и конфигурировать некоторые их свойства.

Для устройств поддерживаемых классическими драйверами имеется возможность вызвать диалог configure (настройка), в котором в частности для аналогового ввода можно указать диапазон измеряемых величин и режим ввода: дифференциальный, режим с общим проводом или режим с общим проводом, заземленным в конце (рисунок 7).

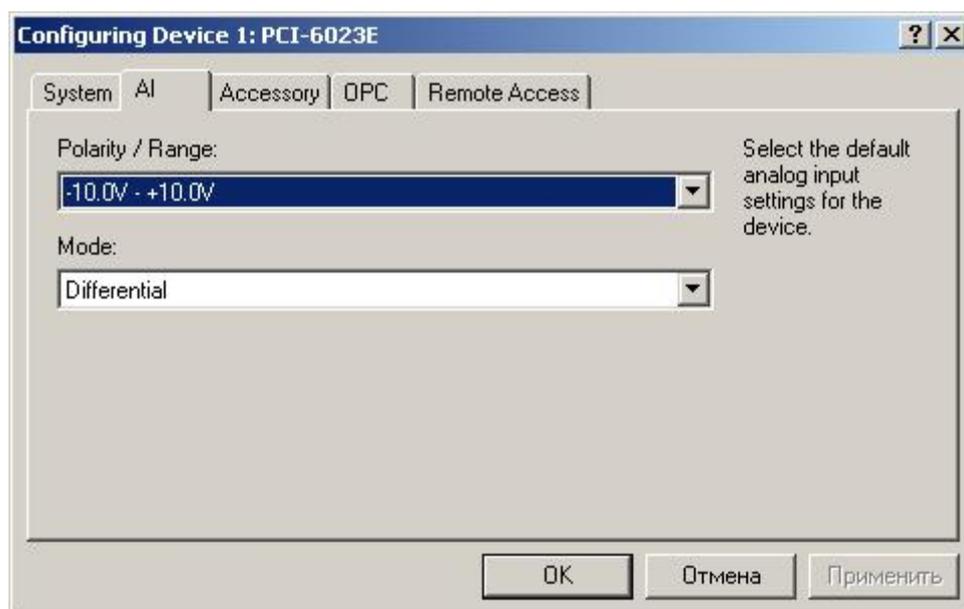


Рисунок 7 – Настройка платы

В приложении MAX имеется возможность вызвать тестовую панель, в которой можно протестировать все функции DAQ-устройства (рисунок 8).

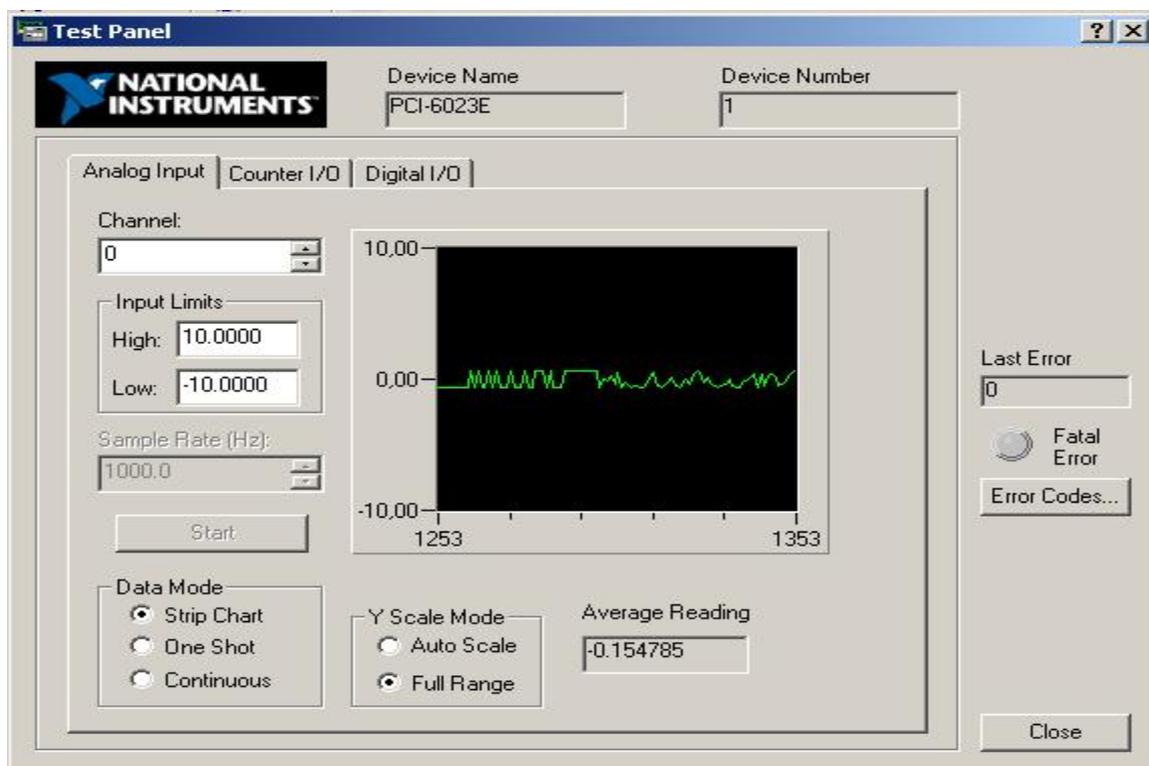


Рисунок 8– Тестовая панель

Каждой задаче соответствует своя закладка: AnalogInput– аналоговый ввод, AnalogOutput– аналоговый вывод, Counter I/O – управление счетчиком/таймером, Digital I/O – цифровой ввод-вывод.

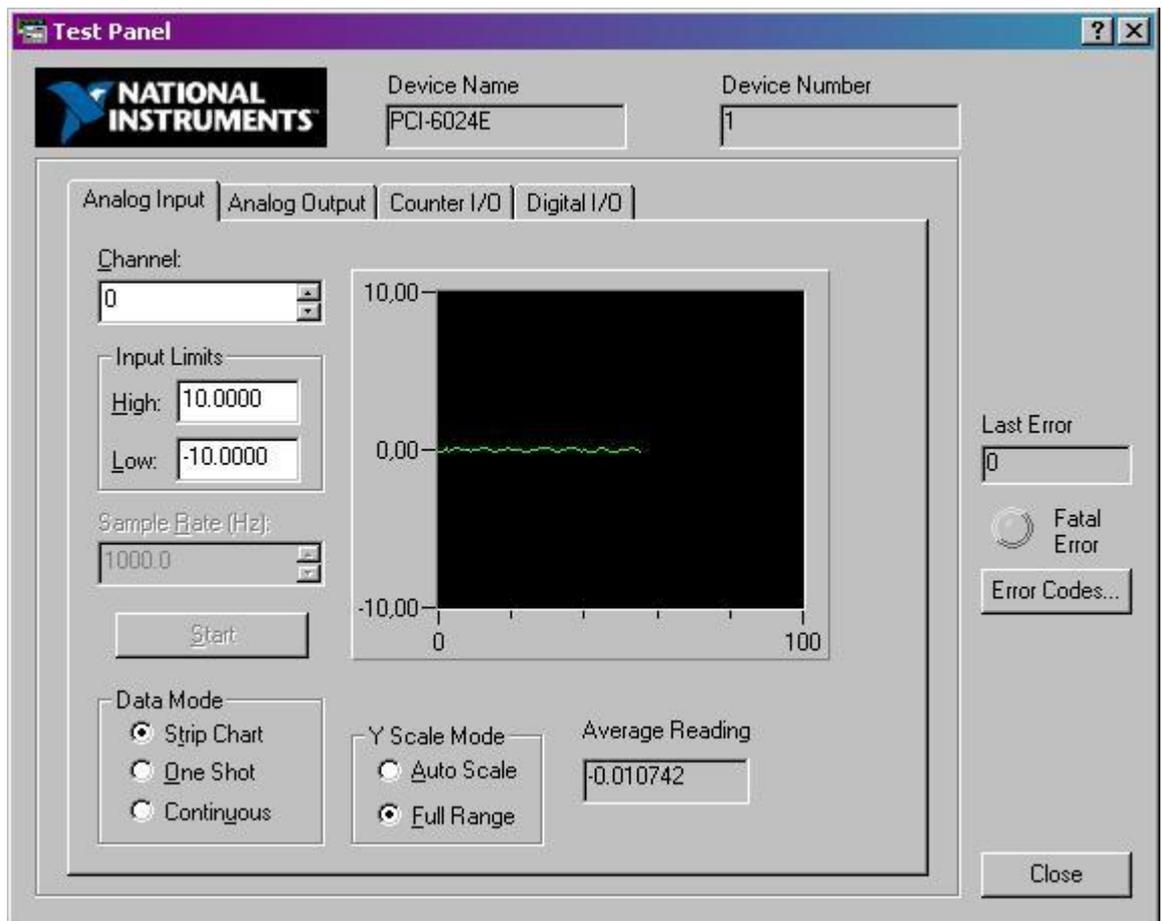


Рисунок 9 – Аналоговый ввод

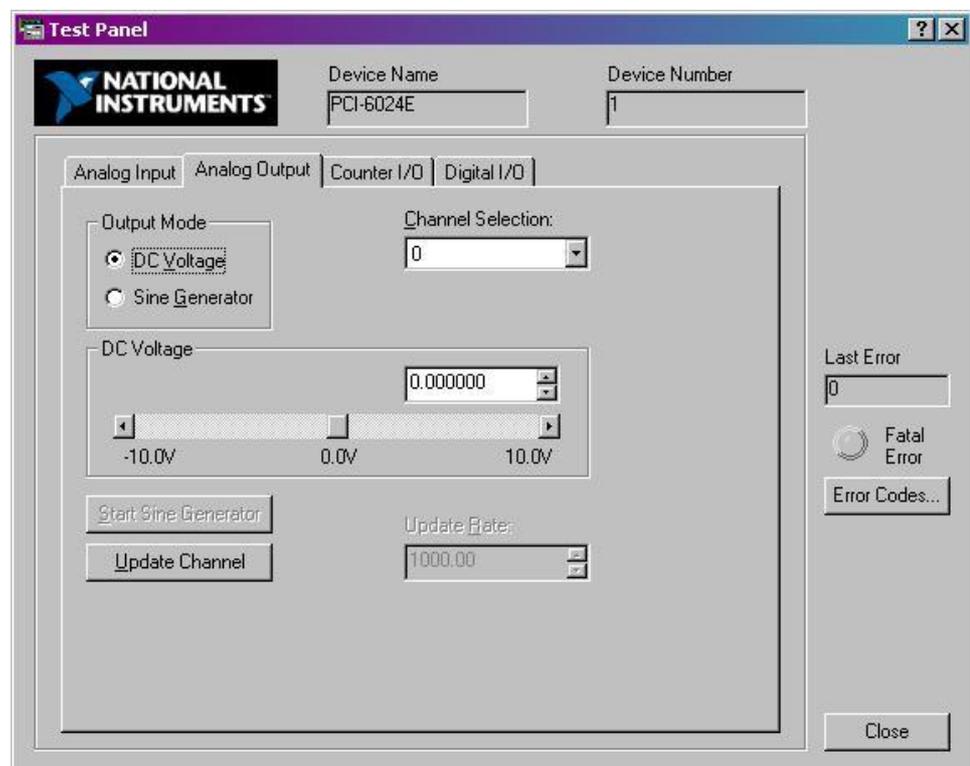


Рисунок 10 – Аналоговый вывод

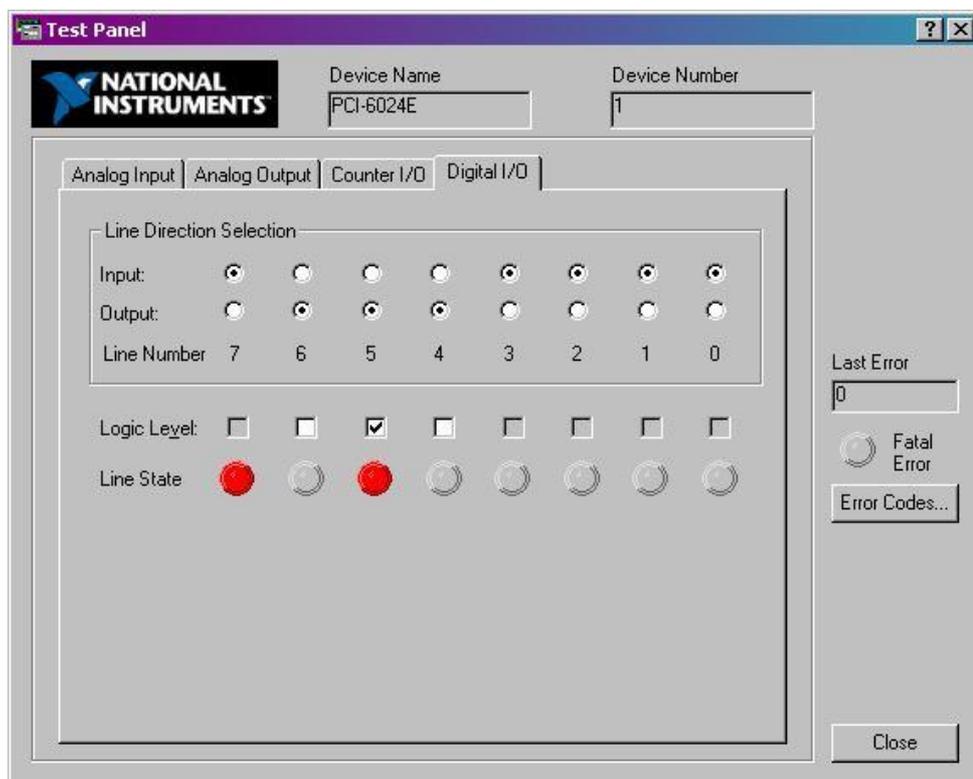


Рисунок 11 – Цифровой ввод-вывод

2.6 Настройка каналов платы

Для настройки каналов платы запускаем приложение Measurement&AutomationExplorer (Проводник Измерений и Автоматизации). При этом в папке DevicesandInterfaces (устройства и интерфейсы) появится плата, а в скобках будет указан её номер (Device 1). Для настройки нового канала необходимо нажимаем ПКМ на папку DataNeigh-borhood (область данных), выбираем пункт CreateNew... (создать новый), пункт TraditionalNI-DAQVirtualChannel (виртуальный канал) и затем нажимаем кнопку Finish.

Далее будет предложено выбрать тип настраиваемого канала: аналоговый вход (AnalogInput); аналоговый выход (AnalogOutput); цифровой вход/выход (Digital I/O). Выбираем аналоговый вход (AnalogInput) рисунок 12.



Рисунок 12 – Выбор типа настраиваемого канала

В следующем окне указываем имя канала (ChannelName – ai_5) и краткое его описание (ChannelDescription).

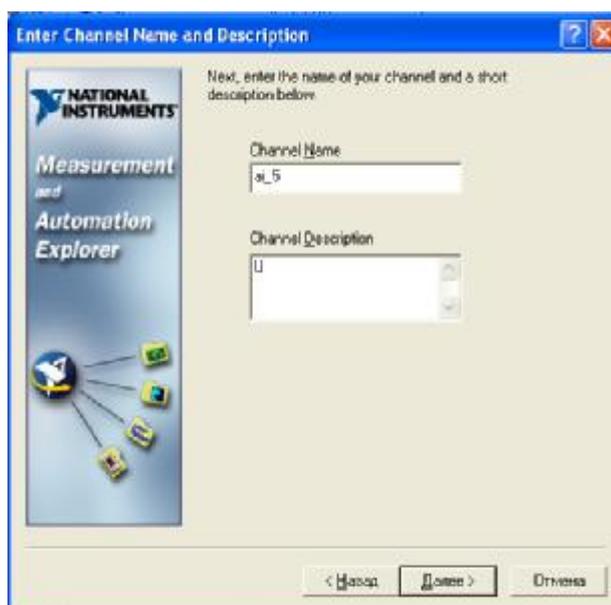


Рисунок 13 – Выбор имени канала и краткое описание

Далее указываем:

- единицы измерения (Units–V) и диапазон измерения (Range - ± 10 V);

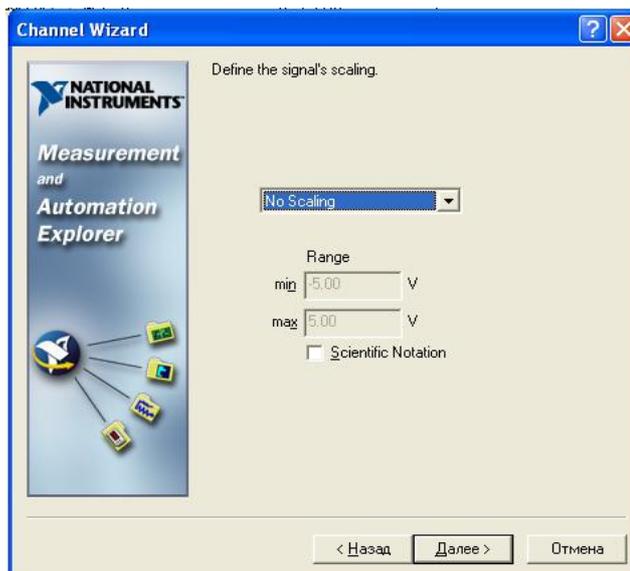


Рисунок 14 – Выбор шкалы измерений

- тип датчика (Voltage– напряжение);



Рисунок 15 – Тип датчика измеряемой величины

- устройство, для которого данный канал настраивается (What DAQ hardware will be used? – Dev1:PCI-6024E);
- номер канала и его соответствие по таблице 1 (Which channel on your DAQ hardware? И Pins – 0);
- тип ввода (Which analog input mode will be used?)
- дифференциальный (Differential);

- с общим проводом, заземленным в конце (ReferencedSingleEnded);
- с общим проводом, незаземленным в конце (NonreferencedSingleEnded). Выбираем дифференциальный, т. к. такое соединение уменьшает влияние шумов, и увеличивают защиту от них в синфазном режиме.



Рисунок 16 – Выбор устройства , порта и типа соединения

В итоге получаем созданный виртуальный канал, в нашем случае аналоговый вход.

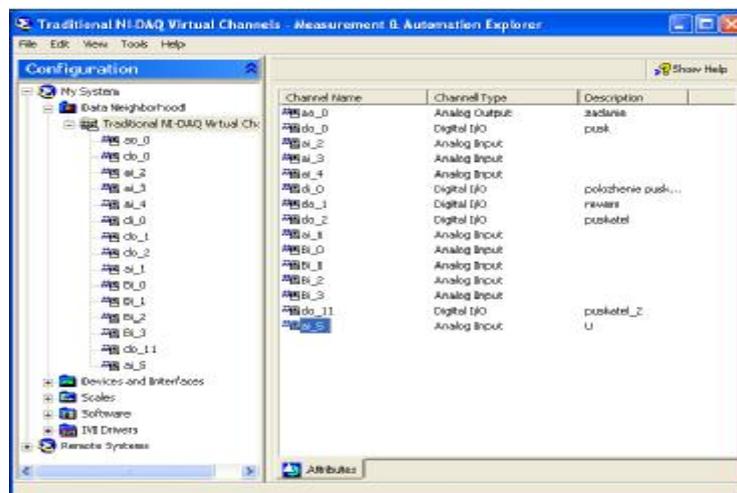


Рисунок 17 – Проводник МАХ с настроенным каналом

После настройки канала его можно использовать при создании программы.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ В СРЕДЕ LABVIEW

3.1 Графическая среда программирования компании NationalInstruments

Более 35 лет компания NationalInstruments является разработчиком и лидером технологии виртуальных приборов – революционной концепции, изменившей подходы и методику проведения измерений и разработки систем автоматизации. Максимально используя возможности компьютеров и современных информационных технологий, виртуальные приборы позволили повысить производительность и снизить стоимость решений за счет применения гибкого и простого в освоении программного обеспечения, такого как среда графического программирования LabVIEW, а также модульного оборудования, такого как, например, модули стандарта PXI, предназначенного для сбора данных и управления приборами. Заказчиками компании являются инженеры, ученые и технические специалисты, работающие в самом широком спектре отраслей и технологий.

LabVIEW или LaboratoryVirtualInstrumentEngineeringWorkbench (Среда разработки лабораторных виртуальных приборов) обеспечивает неразрывную связь теоретических расчетов и экспериментальных исследований. С 1986 года – момента появления первой версии программной среды LabVIEW – инженеры и преподаватели используют в своих разработках и обучении все преимущества интерактивного интерфейса и многочисленные функции библиотек графического программирования, широчайшие возможности интеграции оборудования и программного обеспечения для построения систем сбора данных и управления. Это дает возможность автоматизировать учебные

практикумы и учебные стенды, разрабатывать прототипы устройств и создавать законченные системы в различных приложениях.

LabVIEW – это:

- интуитивно понятный интерфейс графического создания приложений для измерений, управления и тестирования;
- полноценный язык программирования;
- встроенные средства для сбора данных, управления приборами, обработки результатов, генерации отчетов, передачи данных и др.;
- совместимость с разнообразными приборами благодаря наличию огромной библиотеки драйверов и возможности генерации кода интерактивным мастером;
- шаблоны приложений;
- высокая скорость выполнения откомпилированных приложений;
- обучение и техническая поддержка мирового уровня.

LabVIEW может работать под управлением операционных систем Windows 2000/NT/XP/Vista, MacOSX, Linux, Solaris.

Технология модульных приборов NI основана на использовании компактного, высокопроизводительного оборудования, функционального программного обеспечения и встроенных систем синхронизации и тактирования, обеспечивающих проведение гибких, точных и высокопроизводительных измерений и тестов. NI предлагает модульные приборы для проведения измерений, выполненные в форматах PCI, PXI, PCMCIA и USB, и работающие в диапазоне частот сигналов от постоянного тока до радиочастот.

На основе LabVIEW и модульных приборов, разработанных компанией National Instruments, в настоящее время, разработано множество различных систем, таких как;

- система сбора и обработки сигналов с датчиков;

- проектирование электронных схем;
- системы управления и механотроника;
- цифровая обработка сигналов;
- радиотехника и система связи;
- диагностика машин и механизмов;
- автоматизированный стенд магнито-люминесцентного контроля железнодорожных колес;
- измерительно-испытательный комплекс для проведения тестового испытания газотурбинных двигателей;
- мобильный испытательный комплекс для наладки испытаний электровозов и д.р..

На NIDeveloperZone (ni.com/zone) находится более 3 тысячи примеров, созданных инженерами NI, системными интеграторами и клиентами, в виде исходного кода LabVIEW, C и VisualBasic. Эти бесплатные примеры иллюстрируют аналоговый и цифровой ввод/вывод, работа со счетчиками/таймерами и обработку сигналов. Также можно найти примеры по измерению температуры, деформации и виброакустических сигналов, решению задач машинного зрения и управления движением.

3.2 Основы разработки ППО в среде программирования LabVIEW

Персональные компьютеры являются более гибкими инструментами, чем традиционные измерительные приборы, поэтому создание собственной программы на LabVIEW, является довольно несложным делом, а интуитивно понятный пользовательский интерфейс в среде LabVIEW делает разработку программ и их применение весьма интересным и увлекательным занятием.

Программные приложения, создаваемые в LabVIEW носят название виртуальных приборов (ВП), включают две основные панели:

- передняя или лицевая панель осуществляющая интерактивный интерфейс пользователя и имитирующая панель некоторого пульта управления

с размещением на нем различных кнопок, графических индикаторов, диалоговых объектов, средств управления и индикации и т.д.

3.3 Основные понятия и панели LabVIEW

Запуск среды программирования LabVIEW осуществляется либо двойным кликом мыши на ярлыке LabVIEW, который находится на рабочем столе, либо из раздела Программы – NationalInstrumentsLabVIEW (изложение для Windows 9x, NT, 2000). При входе в главное меню LabVIEW (версия 6.0) пользователю предлагается создание нового виртуального инструмента (New VI) или открытие уже существующего (Open VI).

Разработка VI осуществляется на двух панелях, находящихся в двух окнах, - передней и функциональной. На передней панели визуально размещаются средства управления и индикации, на функциональной – составляется блок-схема или исходный код будущего VI. Структура панелей одинакова. Основным элементом каждой панели является рабочая область, снабженная горизонтальным и вертикальным скролингами, в которой и размещаются элементы. Также на панелях имеется верхнее меню и набор функциональных кнопок. Размер окон может регулироваться пользователем. Размещение одновременно двух окон на экране – Ctrl+T. Активизация одной из панелей осуществляется посредством клика мыши в ее области или Ctrl+E. Имя панели соответствует имени загруженного в него VI. Если VI новый, то панель носит название Untitled. Сохранение VI осуществляется через верхнее меню любой из панелей – File-Save или File-SaveAs для сохранения под новым именем.

Для обеих панелей доступна панель ToolsPalette (рисунок 18), включающая набор управляющих кнопок для изменения режима редактирования.



Рисунок 18 - Панель Tools

При активной передней панели становится доступной панель Controls (рисунок 14). С ее помощью осуществляется визуальное размещение регуляторов и индикаторов на передней панели VI. Регуляторы предназначены для ввода информации в ходе выполнения программы, индикаторы – для вывода. Если панель Controls не видна на экране, ее можно открыть через верхнее меню Windows – ShowControlsPalette.



Рисунок 19 - Панель Controls

При активировании функциональной панели становится доступной панель Functions (рисунок 19), которая аналогично панели Controls включает систематизированные наборы стандартных элементов в виде отдельных пиктограмм, из которых осуществляется составление блок-схемы VI. Если

панель Functions не видна на экране, ее можно открыть через верхнее меню Windows – ShowFunctionsPalette.

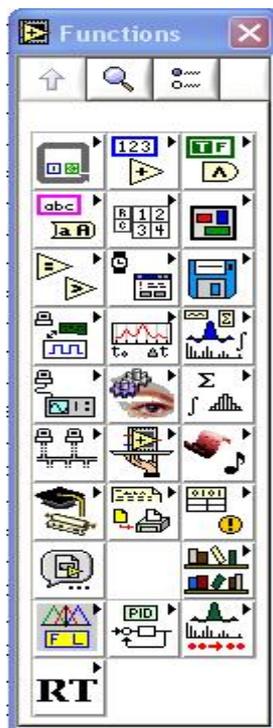


Рисунок 20 - Панель Functions

На передней и функциональной панелях также размещаются управляющие кнопки (рисунок 20), такие как:

- кнопка «стрелка» – пуск выполнения программы; если в программе имеются ошибки, то данная кнопка расколота на две части;
- кнопка «стрелки в цикле» – запуск программы в циклическом режиме;
- кнопка «красный круг» – остановка выполнения программы;
- кнопка «две вертикальные черты» – пауза в выполнении программы.

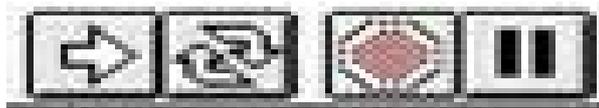


Рисунок 21- Управляющие кнопки

Процесс разработки VI включает (рисунок 22):

1. Размещение регуляторов и индикаторов на передней панели VI. Для этого из панели Controls выбирается объект требуемого типа и внешнего вида и размещается в требуемом месте на передней панели. При этом его размер, цвет, описание и название могут в последующем меняться.

2. Добавление требуемых для прикладной задачи структур и функций на функциональной панели. Для этого из панели Functions выбираются соответствующие структуры и функции, пиктограммы которых размещаются на функциональной панели.

3. Соединение регуляторов, индикаторов, констант, функций и др. на функциональной панели при помощи проводки.

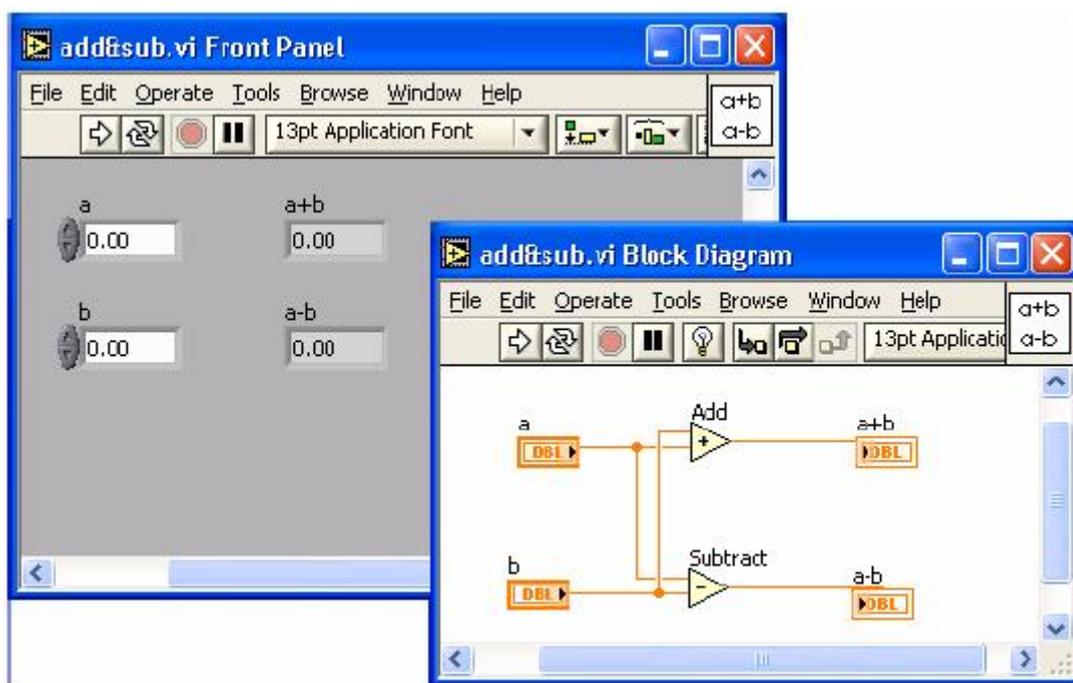


Рисунок 22 – Виртуальный прибор

3.4 Проектирование ВП

Большинство реальных сигналов являются непрерывными функциями (если пренебречь квантовыми эффектами). Для обработки на компьютере требуется перевести сигналы в цифровую форму.

Один из способов сделать это – равномерно по времени измерить значения сигнала на определенном промежутке времени и ввести полученные

значения амплитуд в компьютер. Если делать измерения достаточно часто, то по полученному дискретному сигналу можно будет достаточно точно восстановить вид исходного непрерывного сигнала.

Процесс замера величины сигнала через равные промежутки времени называется равномерной (по времени) дискретизацией. Многие устройства для ввода данных в компьютер осуществляют дискретизацию. В результате дискретизации непрерывный (аналоговый) сигнал переводится в последовательность чисел. Устройство, выполняющее этот процесс, называется аналогово-цифровым преобразователем ADC (АЦП, analogue-to-digitalconverter). Частота, с которой АЦП производит замеры аналогового сигнала и выдает его цифровые значения, называется частотой дискретизации.

Как известно из анализа, любая непрерывная функция может быть разложена на конечном отрезке в ряд Фурье. Смысл этого разложения состоит в том, что функция представляется в виде суммы ряда синусоид с различными амплитудами и фазами и с кратными частотами. Коэффициенты (амплитуды) при синусоидах называются спектром функции. У относительно гладких функций спектр быстро убывает (с ростом номера коэффициенты быстро стремятся к нулю). Для относительно «изрезанных» функций спектр убывает медленно, т.к. для представления разрывов и «изломов» функции нужны синусоиды с большими частотами.

Существует несколько видов преобразования Фурье.

1. Непериодический непрерывный сигнал можно разложить в интеграл Фурье.
2. Периодический непрерывный сигнал можно разложить в бесконечный ряд Фурье.
3. Непериодический дискретный сигнал можно разложить в интеграл Фурье.
4. Периодический дискретный сигнал можно разложить в конечный ряд Фурье.

Компьютер способен работать только с ограниченным объемом данных, следовательно, реально он способен вычислять только последний вид преобразования Фурье. Его и будем применять.

Как известно, ряд Фурье для периодической функции с периодом 2π , отвечающей условиям Дирихле, имеет вид:

$$f(x) = A_0 + B_1 \sin(x) + B_2 \sin(2x) + \dots + C_1 \cos(x) + C_2 \cos(2x) + \dots, \quad (13)$$

где A_0 – постоянная составляющая;

$$x = \omega t;$$

B_1, B_2, B_3 – амплитуды синусных составляющих первой гармоники и всех последующих;

C_1, C_2, C_3 – амплитуды косинусных составляющих первой гармоники и всех последующих.

Аналитическое определение постоянной составляющей и амплитуд синусных и косинусных составляющих производится по формулам:

$$A_0 = \frac{1}{2p} \int_0^{2p} f(x) dx \quad B_k = \frac{1}{p} \int_0^{2p} f(x) \cdot \sin(kx) dx \quad C_k = \frac{1}{p} \int_0^{2p} f(x) \cdot \cos(kx) dx, \quad (14)$$

где k – порядок гармоник.

По амплитудам синусных и косинусных составляющих гармоник определяются амплитуды и начальные фазы самих гармоник с помощью определения комплексных амплитуд:

$$A_{km} = B_k + jC_k = A_{km} e^{j\gamma_k}, \quad (15)$$

После чего ряд Фурье записывается в виде:

$$f(\omega t) = A_0 + A_{1m} \sin(\omega t + \psi_1) + A_{2m} \sin(2\omega t + \psi_2) + A_{3m} \sin(3\omega t + \psi_3) + \dots, (16)$$

3.5 Разработка виртуального подприбора «Управление асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в автоматическом режиме»

Процесс создания начинаем с:

Определения функциональных действий подприбора, а именно: управление реверсивным ходом асинхронного двигателя осуществляется при помощи двух выключателей, управление выключателями будет осуществляться с помощью воздействия сигнала 24 В на катушку, имеющую выводы 1-2 к терминальному шлейфу, терминальный шлейф подключен к терминалу, который соединён с блоком усиления цифровых сигналов. Так же выключатель конструктивно реализует блокировку от одновременного включения движения «вперёд» и «назад», для реализации блокировки используются выводы 7-8 к терминальному шлейфу. Следовательно, необходимо задействовать два дискретных выхода 5В, которые соединены шлейфом с блоком усиления цифровых сигналов, и на выходе дают сигнал в 24В.

Электрическая схема соединения представлена на рисунках 23 и 24.

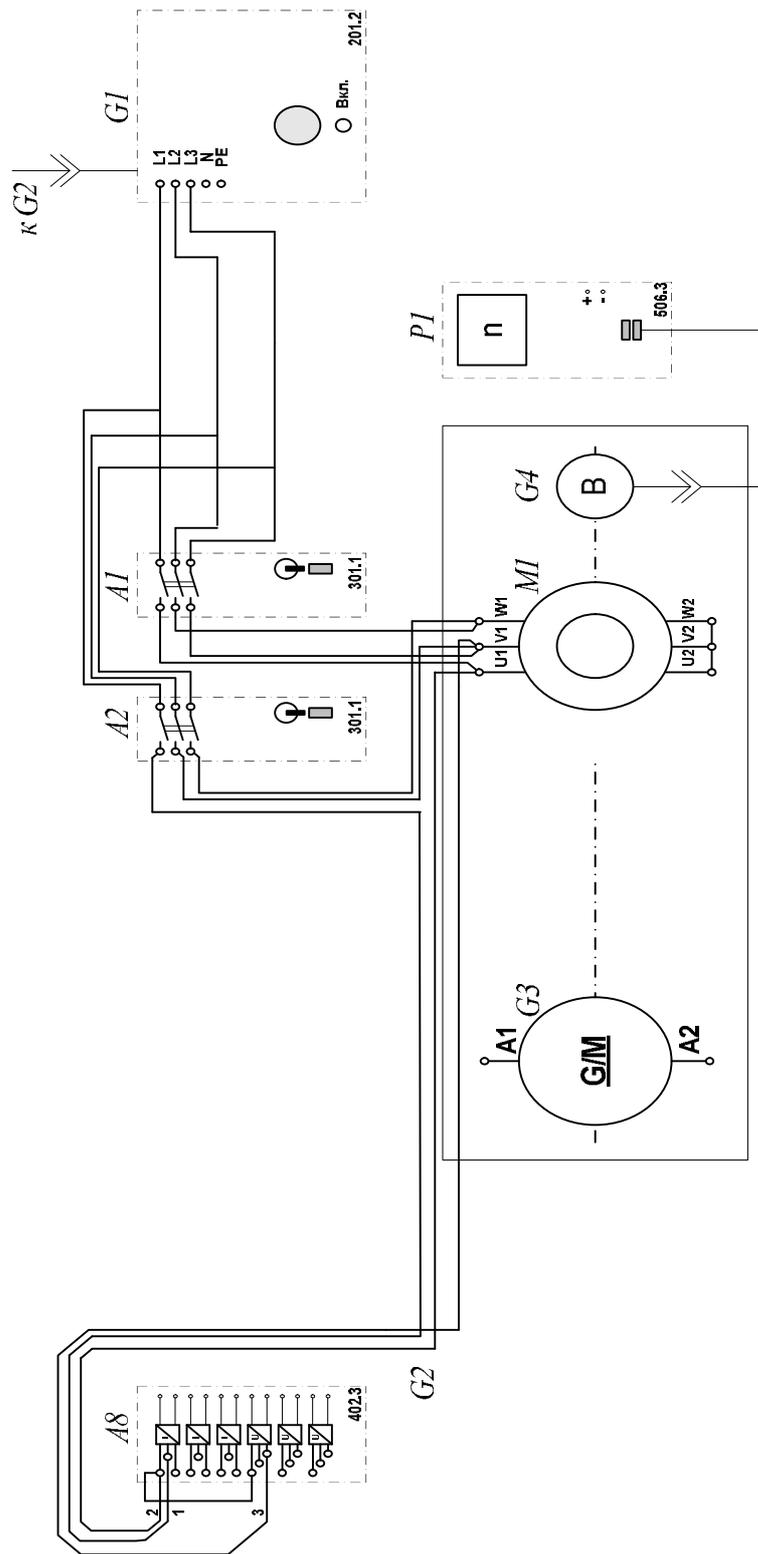


Рисунок 23 – Электрическая схема

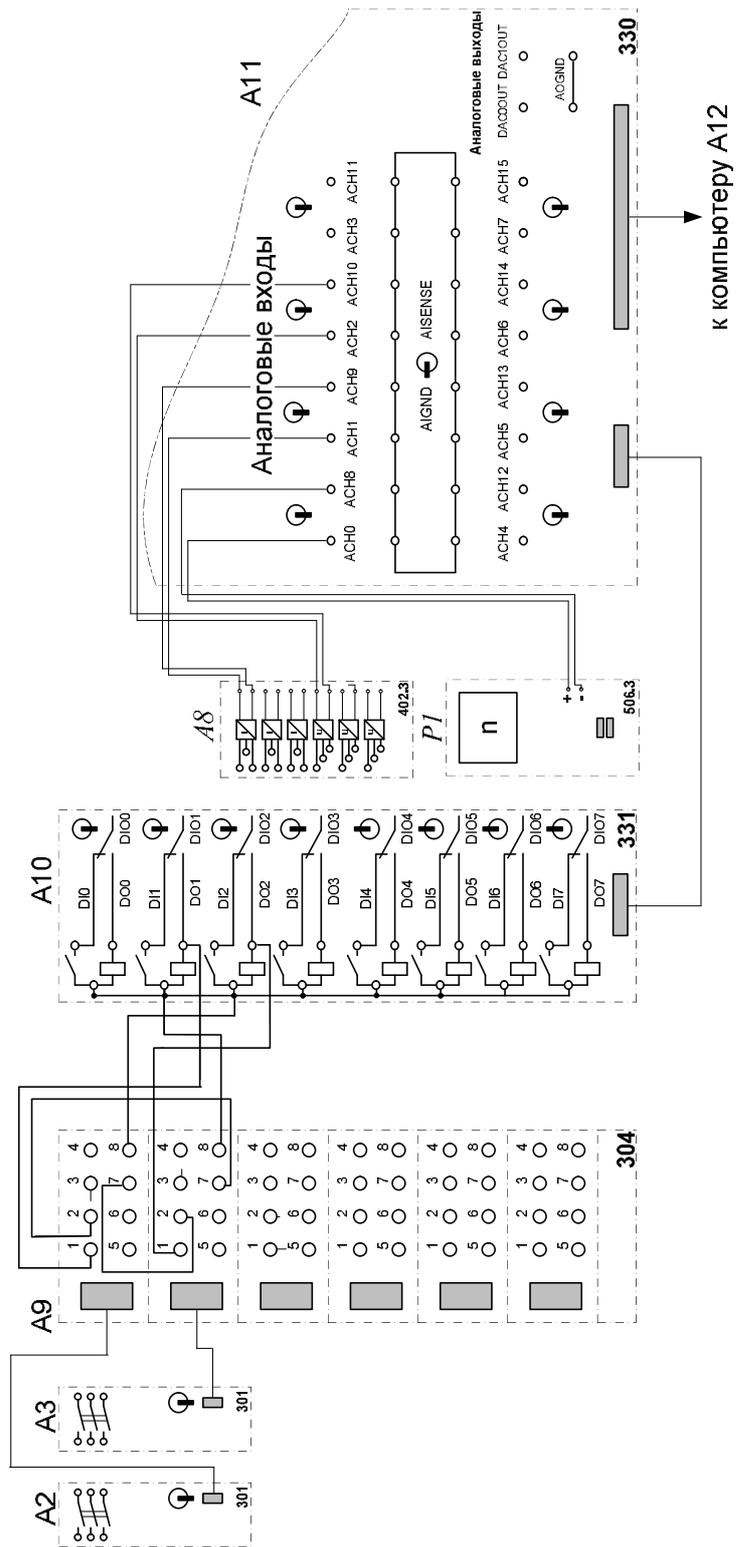


Рисунок 24 – Электрическая схема продолжение

Измеряемыми величинами в виртуальном прибору будут ток и напряжение одной из фаз асинхронного двигателя, а так же частота вращения

асинхронного двигателя. Для измерения величин нам необходимы 3 аналоговых выхода.

Для управления аналоговыми и дискретными сигналами необходимо в приложение Measurement&AutomationExplorer создать соответствующие каналы.

Для канала тока создаём виртуальный канал аналогового входа, в нашем случае он будет назван Ai_6, и соединён с выходами АСН3-АСН11, что соответствует виртуальному аналоговому выводу номеру3. Для напряжения создаём виртуальный канал аналогового входаVI_1, который соединён с выводами АСН1-АСН9, который соответствует виртуальному аналоговому выходу 1. Для канала измерения частоты вращения создаём виртуальный канал аналогового выхода n, соединённый с выводами АСН1-АСН8, который соответствует виртуальному аналоговому выходу 0.

Для дискретного сигнала движения вперёд создаём виртуальный канал дискретного выхода d0_0, который соединён с выводами GRNi DO1

Размещаем регуляторы и индикаторы на передней (лицевой) панели. Если на экран выведено окно блок-схемы (Diagram), переключиться на лицевую панель можно, выбрав из меню панели управления окна Window=>ShowFrontPanel. Из меню в верхней строчке окна лицевой панели выбираем Window=>ShowControlsPalette и Window=>ShowToolsPalette, чтобы вывести на экран палитры Controls (органы управления) и Tools (инструменты).

Из подменю Graph палитры Controls выбираем один графический индикатор (WaveformGraph) для отображения вида сигнала и переносим его на лицевую панель. Разместим в правой стороне лицевой панели. В появившейся метке тут же с клавиатуры вводим название «Сигнал». Вызовем объектное меню индикатора, снимем в нем выделение с опции XScale=>AutoScaleX. Этим действием выключается автоматическое масштабирование оси X графического индикатора.

Из подменю Numeric палитры Controls выбираем элемент DigitalIndicator для индикатора «Кол-во выборок на интервале» и Gauge для «Частота сигнала». Размещаем их в центральной части лицевой панели и вводим названия в метки.

Устанавливаем формат представляемых данных, для этого нужно подвести указатель мыши к созданному регулятору, нажать правую клавишу мыши, затем выбрать пункт меню Representation, а в подменю выбрать нужный формат:

– для индикатора «Кол-во выборок на интервале» и «Частота сигнала» -  (Число с плавающей запятой двойной точности (Doubleprecisionfloatingpointnumeric));

– для регулятора «Задержка» -  (Целое 32х битовое число без знака (Unsigned 32bit integernumeric)).

Из подменю I/O палитры Controls выбираем 3 элемента DAQChannelName, который предназначены для выбора каналов, переносим их на лицевую панель и размещаем в левой части. Вводим название «Выберите канал тока», «Выберите канал напряжения». «Выберите канал частоты». С помощью 3 элементов DAQChannelName мы можем одновременно получать данные с 3 каналов, в нашем случае считываем информацию о токе и напряжении действующих в сети, а так же частоте вращения ротора асинхронного двигателя.

Из подменю Numeric палитры Controls выбираем 3 элемента Meter для обозначения амперметра и вольтметра, а так же тахометра, предназначенные для регистрации мгновенного значения тока и напряжения, а так же частоты вращения.

Так как частота дискретизации платы ограничена 200 кГц, то необходимо предусмотреть какое-либо предупреждение при превышении данной скорости. Для этого расположим на лицевой панели светодиод, который будет загорать при превышении частоты 200 кГц. Из подменю Boolean палитры Controls выбираем индикатор (RoundLED) и переносим его на лицевую панель.

В процессе выполнения задания воспользуемся дополнительными функциями, связанными с нажатием на интерфейсные кнопки/переключатели. Речь идет о реакции (поведении) кнопки на нажатие, т.е. возвращается ли кнопка после нажатия в исходное состояние или же остается в нажатом

состоянии и т.д. В LabVIEW реализовано шесть вариантов реакций на нажатие кнопки:

- Switch When Pressed (Реагирует на нажатие);
- Switch When Released (Реагирует на отжатие);
- SwitchUntilReleased (Реагирует на нажатие и отжатие);
- LatchWhenPressed (Изменяет управляемое значение при нажатии и обеспечивает автовозврат не раньше, чем произойдет чтение в программе);
- LatchWhenReleased (Изменяет управляемое значение только после отпускания кнопки и обеспечивает автовозврат);
- LatchUntilReleased (Изменяет управляемое значение при нажатии и обеспечивает автовозврат не раньше, чем произойдет чтение в программе или будет отпущена кнопка).

В нашей программе нужно установить такие опции реакции на нажатие, чтобы кнопка возвращалась в предыдущее положение. Если этого не сделать, то после нажатия на кнопку во время работы программы, будет циклически «выскакивать» меню записи файла на диск, т.е. в результате получится, что осуществить остановку программы будет невозможно.

Для реализации этого небольшого нововведения необходимо подвести указатель мыши к одной из кнопок и нажать правую кнопку мыши. В выпадающем меню выбрать MechanicalAction, а в нем LatchWhenReleased.

Следует отметить, что реализация CASE – структуры при нажатии (т.е. когда условие «True»), вызывается диалоговое меню записи файла на диск и осуществляется запись данных. Если же условие «False», то запись не происходит.

Для реализации управления направлением движения разместим 2 кнопки, визуально оформленные как выключатели. Назовём их соответственно «Вперёд» и «Назад». Для построения механической характеристики расположим кнопку «Построить механическую характеристику» ниже графика.

В итоге получим лицевую панель, представленную на рисунке 25.

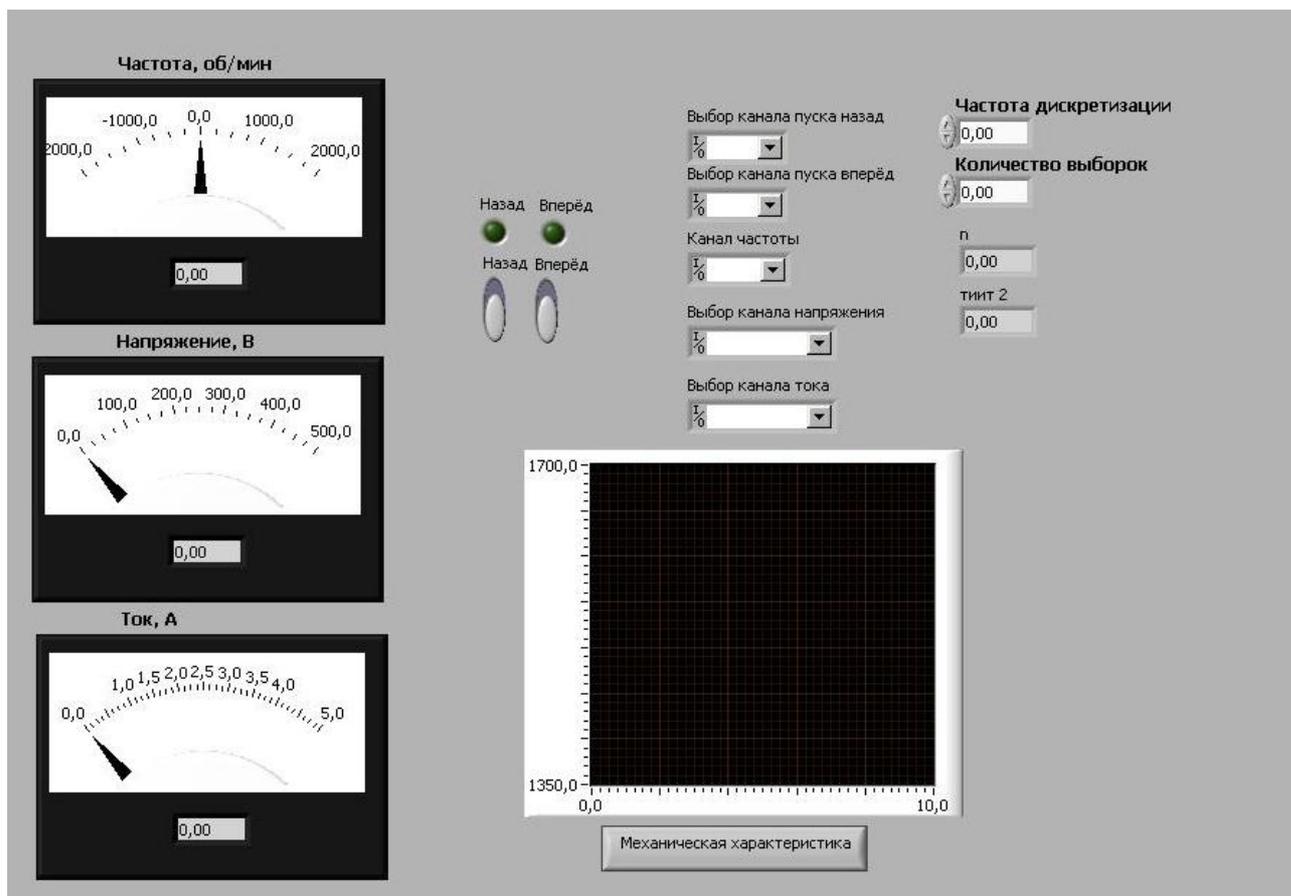
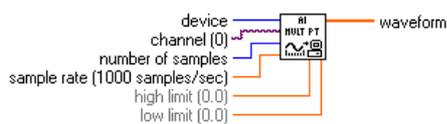


Рисунок 25 – Лицевая панель подприбора

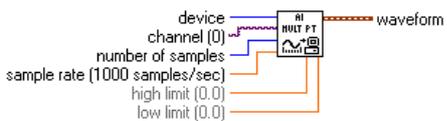
Добавим требуемые для прикладной задачи структуры и функции на функциональную панель (блок-схему). Чтобы сделать это, выберем в меню Window=>ShowBlockDiagram. На блок схеме видны прямоугольные терминалы, соответствующие органам управления и индикаторам лицевой панели. Терминалы окрашены в различные цвета (в зависимости от формата представляемых данных) и имеют те же метки, что и соответствующие им объекты на лицевой панели. Чтобы вывести на экран палитру Functions (функции), выберем из меню Window=>ShowFunctionsPalette.

Функции для получения и формирования аналоговых сигналов располагаются в палитре Functions – DataAcquisition. Перечислим основные из них (рисунок 26):



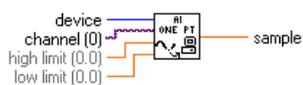
AI Acquire Waveform

Получить осциллограмму - считывание серии выборок по одному каналу



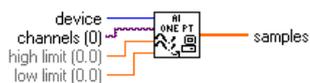
AI Acquire Waveforms

Получить осциллограммы - считывание одновременной серии выборок по нескольким каналам



AI Sample Channel

Выборка из канала - однократное считывание по одному каналу



AI Sample Channels

Выборка из каналов - однократное считывание по нескольким каналам

Рисунок 26 – Функции сбора данных

Для всех функций входными параметрами являются:

- Device (устройство) – номер устройства присвоенный плате;
- Channel (канал) – определяет физический канал на DAQ устройстве;
- Numberofsamples– количество выборок на канал;
- Samplerate– частота, с которой производится считывание;
- High, Lowlimit– верхнее и нижнее ограничение по уровню сигнала.

Из

ПОДМЕНЮ

DataAcquisitionпалитрыFunctionsвыбираем3элементаAIAcquireWaveform, так как нам необходимо непрерывное считывание по одному каналу и записать данные в виде одномерного массива чисел.

Для расчета значений тока и напряжения, а так же частоты вращения на блок-схему добавляем элементыBasicAveragedDC-RMS, из палитры Functions меню Analyze (Базовое среднее DC-RMS, рисунок 27).

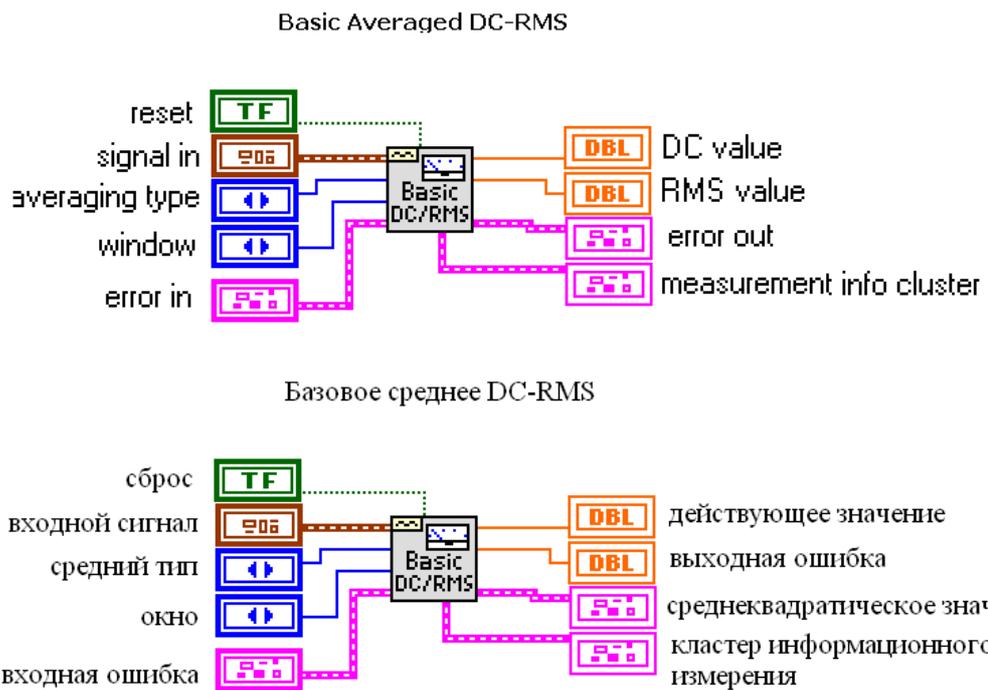


Рисунок 27 – Элемент BasicAveragedDC-RMS (Базовое среднее DC-RMS)

Функция рассчитывает действующее значение напряжения (DC value), среднеквадратичное значение (RMS value), также добавляем индикатор «Действующее значение», для вывода на лицевую панель числа, а также различные математические операции.

RMS – это среднеквадратичное значение, вычисляемое путем возведения значений отсчетов сигнала в квадрат, усреднения их и извлечения арифметического квадратного корня. RMS это то значение, которое приводит к такой потере мощности, как если бы непрерывное напряжение было бы приложено к чисто резистивному (активному) сопротивлению. Имея дело с искаженными сигналами, необходимо использовать приборы, измеряющие RMS значения. В противном случае отсчеты сигнала могут показывать не то, что происходит на самом деле.

Так как сигнал от блока датчиков тока и напряжения, а так же с датчика частоты вращения имеют диапазон в 5В и 4В соответственно, то необходимо добавить множители для преобразования сигналов в соответствующий вид: для напряжения это 0-1000В, для тока 0-5А, для частоты вращения 0-2000 об/мин.

Для преобразования напряжения введём коэффициент 196,6, так как «блок датчиков тока и напряжения» преобразует сигнал напряжения из 0-1000В в 0-5В. Этим коэффициентом проводится как калибровка канала напряжения, так и приведение напряжения к виду 0-1000 В. Для преобразования сигнала тока вводим коэффициент 1, так как «блок датчиков тока и напряжения» преобразует входной сигнал 0-5 А в 0-5В. Для преобразования сигнала частоты вращения используем коэффициент 833, что соответствует преобразованию сигнала из 0-4 В в сигнал 0-2000 об/мин.

Из подменю ArrayFunctions выбираем элемент BuildArray

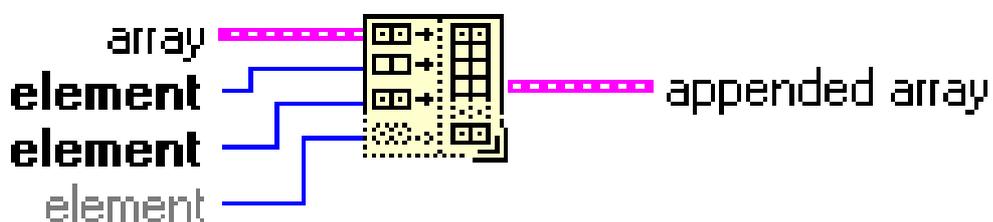


Рисунок 28 – Элемент BuildArray

Функция объединяет набор массивов или добавляет элементы к n-мерному массиву.

Входы массив или элемент могут быть n-мерным массивом или скалярным элементом. Все выходы должны быть элементами и одномерными массивами. При помещении функции на блок-диаграмму она имеет только один доступный вход. Использование её в таком виде позволяет преобразовать скалярную величину в одномерный массив, содержащий один элемент.

Количество входов можно увеличить с помощью вызова строки добавить вход (AddInput) контекстного меню или увеличивая размер функции в вертикальном направлении с помощью инструмента перемещения. Нам необходимы два входа для сложения массивов данных сразу с двух каналов.

Для управления дискретными выходами из меню Data Acquisition выберем 2 объекта Write To Digital Line из подменю Digital I/O, изображённый на рисунке 29.



Рисунок 29 – Дискретный канал и объект WriteToDigitalLine

Объект WriteToDigitalLine управляет дискретным каналом. Управление осуществляется логическим сигналом, в нашем случае логический сигнал формируют кнопки «Назад» и «Вперёд». Выход объекта «WriteToDigitalLine» соединён с дискретным каналом.

Соединяем регуляторы, функции и индикаторы на блок-схеме при помощи кнопки  (катушка) на панели Tools.

Подключим терминал «Выборка» к терминалу AIAcquireWaveform «Numberofsample».

Подключим терминал «Частота дискретизации выборки» к терминалу AIAcquireWaveform «Samplerate».

В итоге получили следующую функциональную панель (рисунок 30).

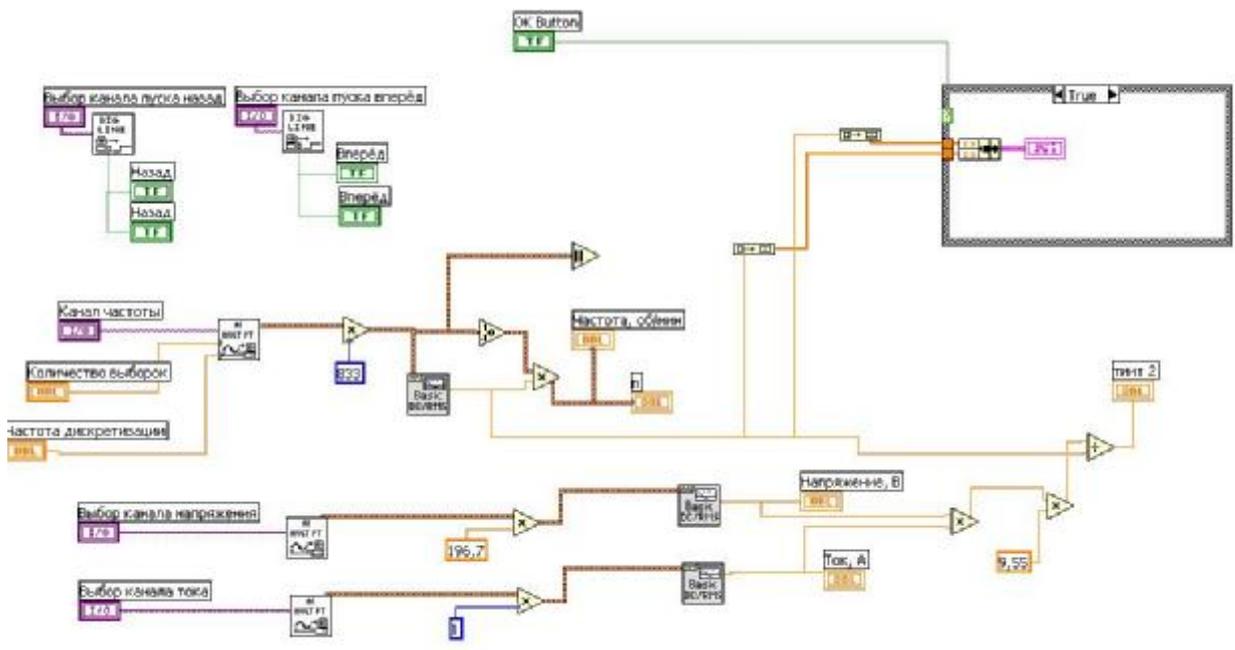


Рисунок 30 – Функциональная панель подприбора

Создание иконки ВП. Основное функциональное назначение иконки ВП – это возможность встраивания ВП в более сложную блок-схему ВП в качестве подприбора (subVI). На блок схеме иконка занимает мало места, что позволяет создавать весьма сложные ВП, состоящие из большого множества подприборов.

1. Щелчком ПКМ по иконке. Вызовем *Редактор иконки (IconEditor)*.
2. При помощи набора инструментов в левой части появившегося окна отредактируем иконку. Инструментом *Выбор* выделим удаляемый фрагмент иконки. Нажав кнопку клавиатуры **Delete**, удалим выбранный фрагмент.
3. Инструментом *Прямоугольник* создадим рамку по периметру иконки.
4. Инструментом *Ввод текста* напечатаем названия ВП – «Сбор данных».
5. Выберем режим цветности иконки, получим иконку представленную на рисунке 31.

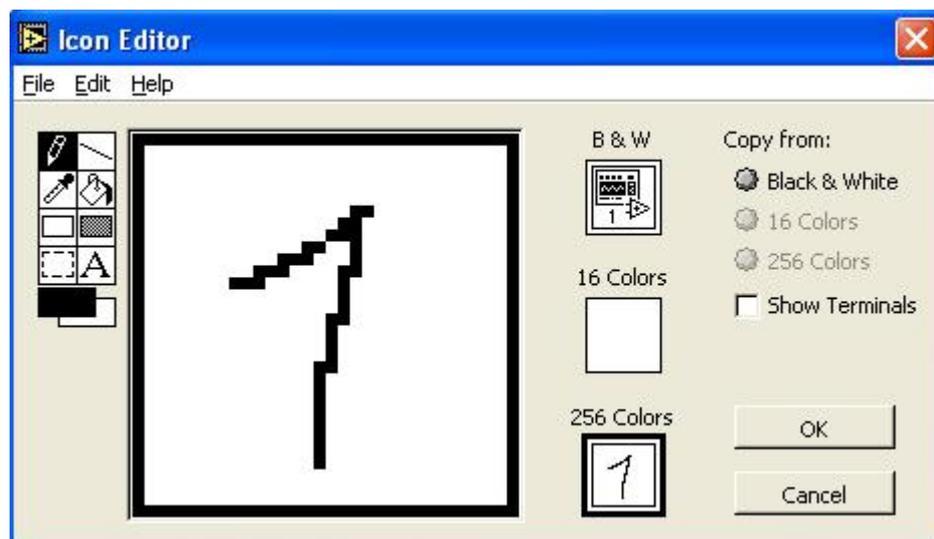


Рисунок 31 – Создание и редактирование иконки

6. После завершения редактирования иконки нажмем **ОК** и закроем окно **IconEdit**. В правом верхнем углу появится наша новая иконка.

7. Теперь перейдем к формированию соединительной панели ВП. Откроем лицевую панель прибора. Щелкнем ПКМ по иконке и выберем **ShowConnector** (*Показать соединитель*). На иконке появятся поля ввода-вывода. Количество входов и выходов соответствует количеству управляющих и отображающих элементов лицевой панели.

8. Щелкнем ЛКМ на левом верхнем поле соединительной панели иконки. Выбранное поле окрасится в черный цвет. Подведем курсор на элемент «Задержка» и щелкнем ЛКМ. Поле ввода окрасится в цвет типа данных элемента управления.

9. Аналогично повторим п. 8 для формирования остальных четырех входных полей «Кол-во выборок», «1канал», «2канал», «Частота сигнала», «Запись в файл» и выходных полей «Сигнал1», «Сигнал2», «Частота выборки» и «Ошибка».

10. Сохраним ВП под именем АМ+В, выбрав из главного меню **File=>SaveAs**.

11. Вызвав из главного меню **Help=>ContextHelp** и направив курсор на иконку, в окне контекстной справки увидим результат нашей работы в виде рисунка 32.

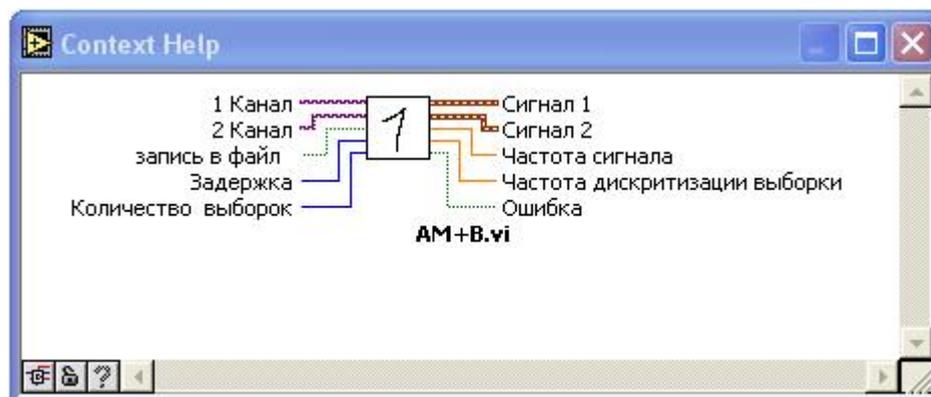


Рисунок 32 – Иконка ВП

3.6 Разработка виртуального подприбора «Управление асинхронным двигателем с КР преобразователем частоты».

3.6.1 Электрическая схема соединения асинхронного двигателя с лабораторным комплексом ЭМП1-Н-К

Для разработки виртуального прибора нужно сначала рассмотреть электрическую схему соединения асинхронного двигателя с лабораторным комплексом ЭМП1-Н-К, представленную на рисунках 33 и 34.

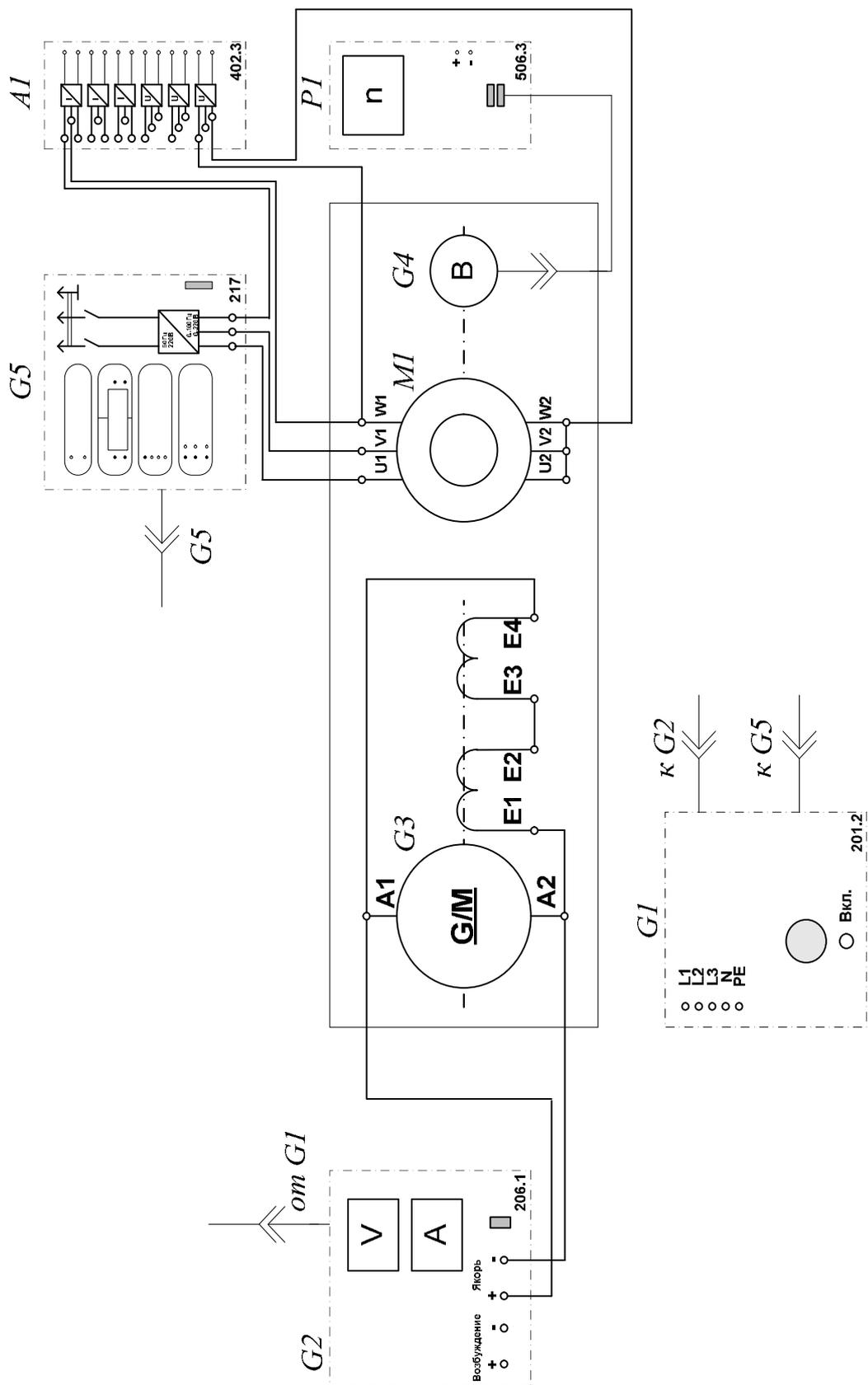


Рисунок33 - Электрическая схема соединений

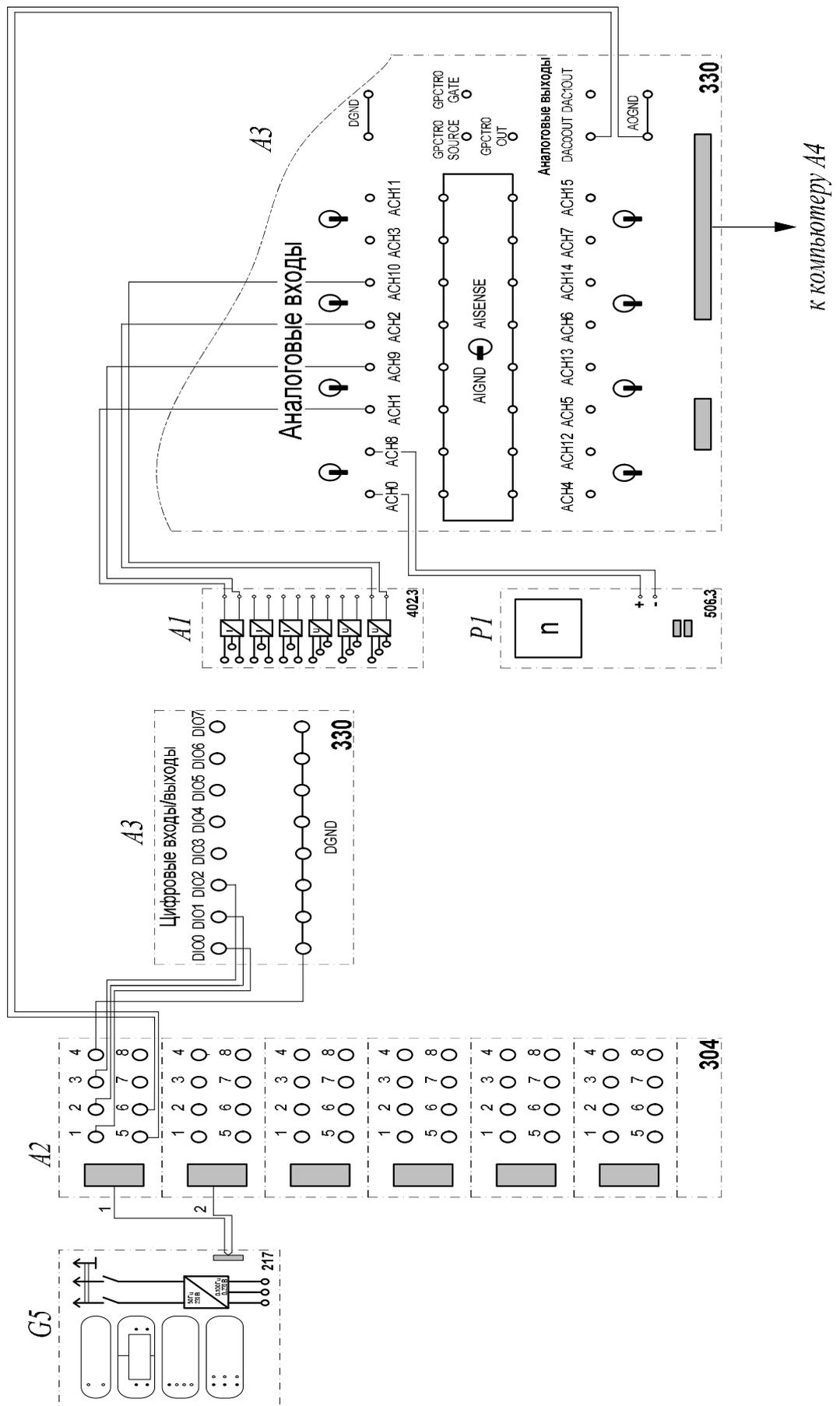


Рисунок 34 - Электрическая схемы соединений (продолжение)

3.6.2 Перечень аппаратуры

Таблица 2 – Перечень аппаратуры

Обозначение	Наименование	Тип	Параметры
1	2	3	4
A1	Блок датчиков тока и напряжения	402.3	3 измерительных преобразователя «ток – напряжение» 5 А/1 А/5 В; 3 измерительных преобразователя «напряжение – напряжение» 1000 В/100 В/5 В
A2	Терминал	304	6 розеток с 8 контактами; 6×8 гнезд
A3	Коннектор	330	8 аналог.дифф. входов; 2 аналог.выхода; 8 цифр.
A4	Персональный компьютер	550	IBM-совместимый плата сбора информации PCI 6024E
G1	Трехфазный источник питания	201.2	400 В ~; 16 А

1	2	3	4
G2	Источник питания двигателя постоянного тока	206.1	0...250 В– 3 А (якорь) 200 В–; 1 А
G3	Машина постоянного тока	101.1	90 Вт; 220 В 0,76 А (якорь) 220 В (возбуждение)
G4	Преобразователь угловых перемещений	104	6 выходных сигналов
P1	Преобразователь частоты	217	0...100 Гц 3×0...220 В; 3 А
M1	Двигатель переменного тока	507.2	15,60, 150, 300, 600 В, 0,05 ;0,1; 0,2;0,5 А
P1	Указатель частоты вращения	506.3	2000...0...2000 мин ⁻¹

3.6.3 Описание электрической схемы соединений

Источник G1 – источник синусоидального напряжения промышленной частоты.

Источник питания двигателя постоянного тока G2 используется для питания регулируемым напряжением обмоток машины постоянного тока G3 с параллельным возбуждением, работающей в режиме тормоза.

Преобразователь угловых перемещений G4 генерирует импульсы, поступающие на вход указателя частоты вращения P1 электромашинного агрегата.

Преобразователь частоты G5 служит для получения регулируемого трехфазного напряжения для питания двигателя M1.

Датчики тока и напряжения блока A1 гальванически изолируют от силовой электрической цепи и нормирует сигналы о токе и напряжении фазы «А» двигателя M1.

Терминал A4 служит для разветвления на отдельные проводники кабеля, подключенного к преобразователю частоты G5.

Коннектор A3 выполняет функцию связующего звена между компьютером A4 и блоком измерительных трансформаторов A1.

Блок A4 выполняет функцию усилителя цифровых сигналов.

Компьютер A5 используется в режиме информационно-измерительной системы

3.6.4 Разработка прибора Программе LabView

Начнём разработку с принципиального алгоритма работы системы. Объектом управления является асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором, исследуемыми величинами: ток, напряжение и частота вращения. Управление движением и частотой вращения асинхронного двигателя осуществляется при помощи преобразователя частоты. Преобразователь частоты имеет возможность работы в ручном и автоматическом режимах. В ручном режиме выбор направления вращения осуществляется нажатием на кнопки «вперед» и «назад» на блоке преобразователя частоты, изменение частоты питающей сети осуществляется при помощи вращения регулятора. В автоматическом режиме пуск, выбор направления вращения и останов осуществляются посредством дискретных сигналов, изменение частоты осуществляется аналоговым сигналом 0-10В, что соответствует изменению частоты с 0-100Гц.

Из подменю I/O палитры Controls выбираем 3 элемента DAQChannelName, который предназначены для выбора каналов, переносим их на лицевую панель и размещаем в левой части. Вводим название «Выберите канал тока», «Выберите канал напряжения». «Выберите канал частоты». С помощью 3 элементов DAQChannelName мы можем одновременно получать данные с 3 каналов, в нашем случае считываем информацию о токе и напряжении действующих в сети, а так же частоте вращения ротора асинхронного двигателя.

Из подменю I/O палитры Controls выбираем 3 элемента DAQChannelName, который предназначены для выбора каналов, переносим их на лицевую панель и размещаем в левой части. Ставим галочку в настройках объекта на digitaloutput, тем самым мы создали каналы для управления пуском вперед, назад и остановом.

Из подменю Numeric палитры Controls выбираем 3 элемента Meter для обозначения амперметра и вольтметра, а так же тахометра, предназначенные для регистрации мгновенного значения тока и напряжения, а так же частоты вращения.

Из подменю Numeric палитры Controls выбираем один элемент Dial, который будет служить регулятором частоты.

Добавляем 2 кнопки и 3 светодиода, которые будут соответствовать кнопки движения вперед, кнопки движения назад, а так же индикатором движения вперед, назад и останов.

В итоге получаем лицевую панель нашего виртуального прибора, представленную на рисунке 35.

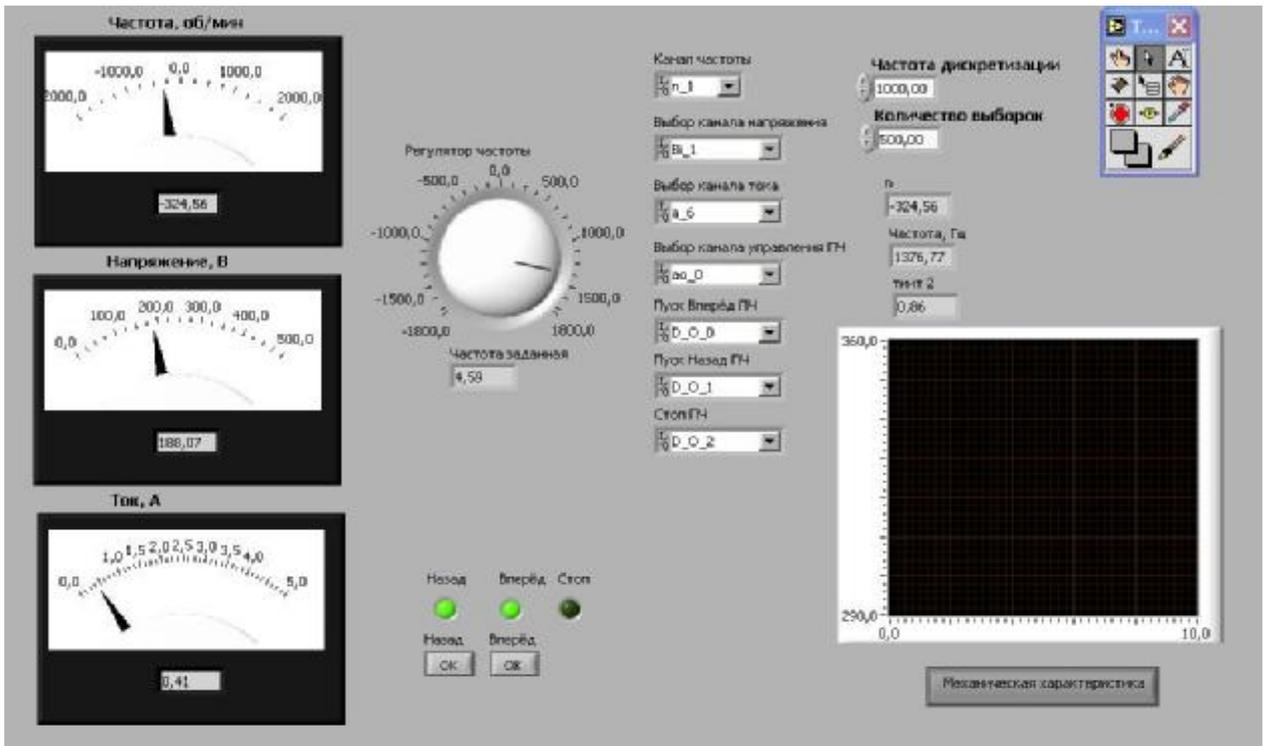


Рисунок 35 – Лицевая панель виртуального прибора

Для достижения необходимой задачи на функциональной панели (блок диаграмме) добавим необходимые математические функции.

Из подменю DataAcquisition палитры Functions выбираем 3 элемента AIAcquireWaveform, т. к. нам необходимо непрерывное считывание по 3 каналам и запись данных в виде одномерного массива чисел.

Для расчета значений действующих величин добавим BasicAveragedDC-RMS для каждого измеряемого параметра, из палитры Functions меню Analyze .

Построение механической характеристики происходит с помощью функции Bundle (объединение в кластер), находится она в подменю Cluster меню Function .

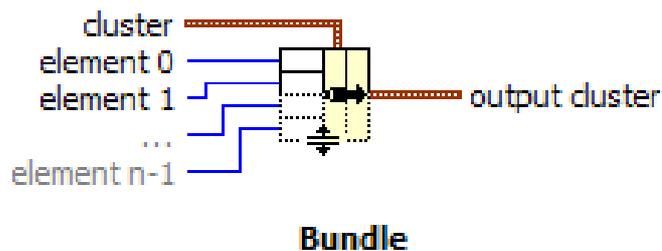


Рисунок 36 -ФункцияBundle (объединение в кластер)

Функция Bundle предназначена для сбора кластера из элементов различного типа, создания так называемой «кластерной связки». Подобные связки очень удобны для передачи группы параметров по одному проводу (например, несколько параметров в подпрограмму можно передать через один кластер). В нашем случае входными элементами функции служат массивы данных, а выходным служит кластер массивов, который в последующем отражает на графике зависимость одного массива от другого.

Для построения нескольких зависимостей на одном графике воспользуемся функцией BuildArray из подменю ArrayFunctions , входными элементами которой будут являться кластеры массивов. Построение рабочих и механической характеристики происходит на XYGraph диаграммах , которые в свою очередь находятся в CaseStructure.

CaseStructure (структура варианта) является методом выполнения текста, содержащего условие. Структура варианта показанная на рисунке 31, имеет две поддиаграммы или варианта. Лишь одна из них выполняется в зависимости от логического, числового или строкового значения, которое подается на терминал селектора структуры варианта. Если к терминалу будет подключено логическое значение, то структура будет иметь два варианта: ЛОЖЬ и ИСТИНА.

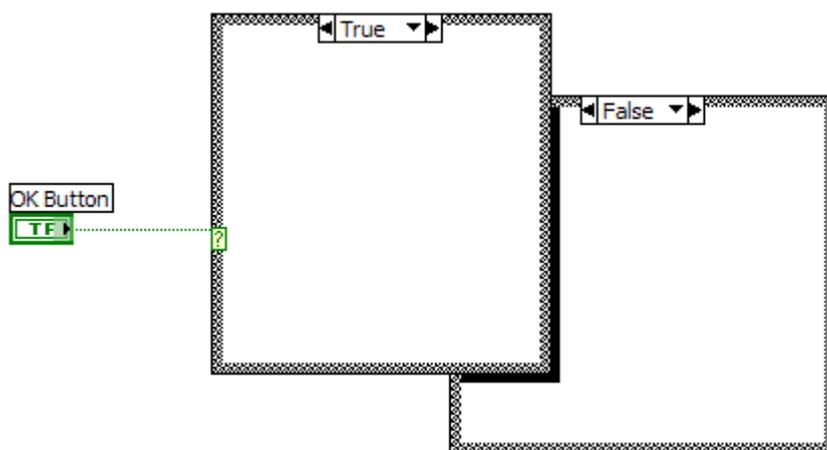


Рисунок 37 - CaseStructure (структура варианта)

Реализуем программную блокировку от одновременного включения движения вперёд и назад. Для реализации блокировки необходимо подробнее рассмотреть процесс автоматического управления преобразователем частоты.

Управление преобразователем частоты осуществляется отрицательной логикой, то есть логическому сигналу «ИСТИНА» соответствует низкий уровень сигнала напряжения, в нашем случае 0В, логическому сигналу «ЛОЖЬ» соответствует высокий сигнал напряжения 5В.

Рассмотрим 3 варианта событий преобразователя частоты:

1. Начальный момент, либо останов асинхронного двигателя. В данном режиме на дискретных выходах, соответствующих сигналам движения вперёд и назад выставляется высокий сигнал напряжения (логическая ЛОЖЬ), а на дискретном выходе останова выставляется низкий сигнал напряжения (логическая ИСТИНА).

2. Движение вперёд. В данном режиме на дискретном выходе, соответствующем сигналу движения вперёд выставляется низкий сигнал напряжения (логическая истина), а на дискретных каналах останова и движения назад выставляется высокий сигнал напряжения (логическая ЛОЖЬ).

3. Движение назад. В данном режиме на дискретном выходе, соответствующем сигналу движения назад выставляется низкий сигнал напряжения (логическая истина), а на дискретных каналах останова и движения вперёд выставляется высокий сигнал напряжения (логическая ЛОЖЬ).

Реализацию данных режимов можно наблюдать на рисунке 38.

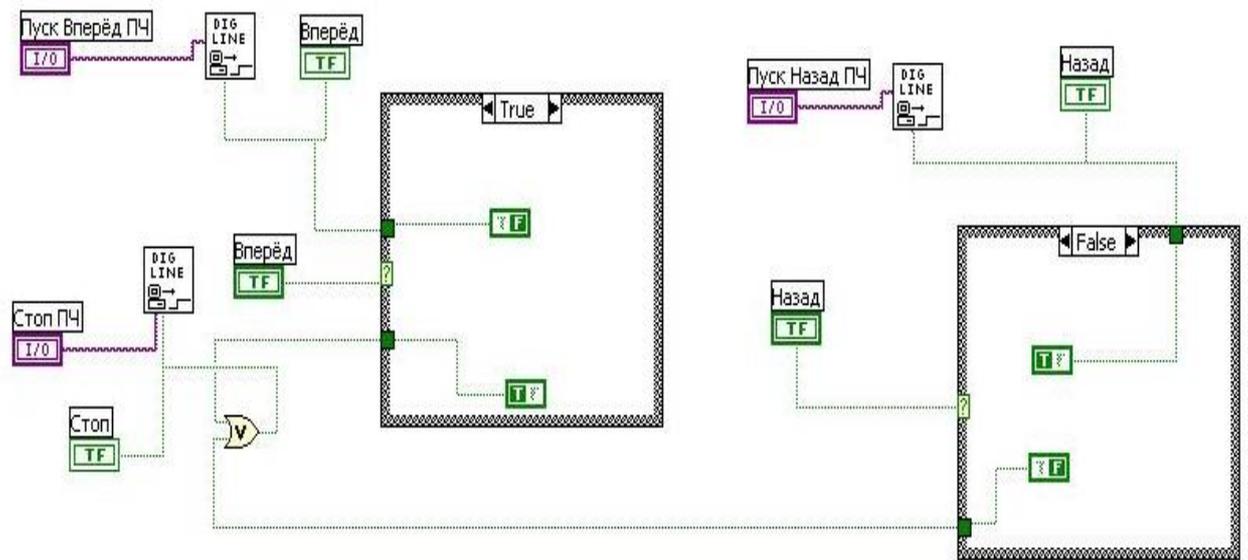


Рисунок 38 – Программная блокировка

Соединяем регуляторы, функции и индикаторы на блок-схеме при помощи кнопки  (катушка) на панели Tools.

В итоге получили следующую функциональную панель, представленную на рисунке 39.

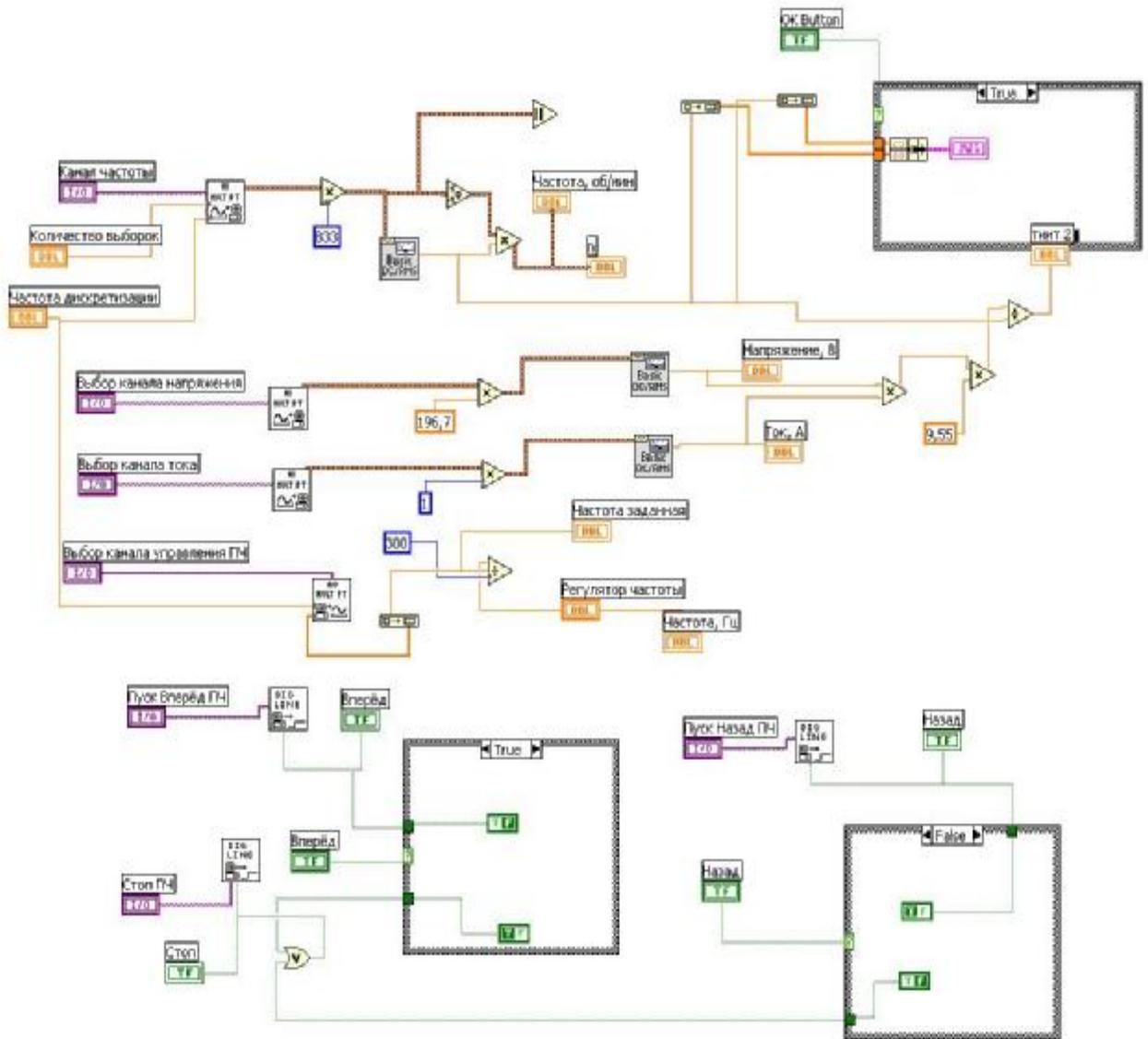


Рисунок 39 - Функциональную панель

Создаём иконку нашего подприбора, задаём параметры соединительной панели, сохраняем подприбор под названием ASDV. В итоге получим очередной subVI, который можно использовать в блок схеме другого VI.

4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

В процессе использования автоматизированной подсистемы экспериментальных испытания электротехнических устройств на базе лабораторного комплекса ЭМП1-Н-К важным является использование персонального компьютера. При любой работе на человека воздействует отрицательно большое количество факторов. Их источником является сам персональный компьютер, а также многие факторы внешней среды. ПЭВМ излучает в окружающее пространство широкий спектр электромагнитных полей, таких как:

- электростатическое излучение;
- электромагнитное излучение низкочастотного излучения.

К вредным факторам, исходящими от сторонних источников относятся:

- повышенный шум на рабочем месте;
- недостаточность освещения рабочего места (недостаток естественного света, неправильно подобранный цвет стен);
- недостаток свежего воздуха в помещении (наличие пыли, наличие положительных ионов);
- превышение нормы параметров микроклимата.

4.1 Вентиляция.

СанПин2.2.2/2.4.1340-03 устанавливает в рабочем помещении эксплуатацию искусственной и естественной вентиляции для обеспечения параметров микроклимата и чистоты воздуха.

Искусственная вентиляция присутствует в виде системы кондиционирования, которая выполняет роль механической вентиляции. Естественная вентиляция присутствует в виде проветривания. Никаких дополнительных рекомендаций по вентиляции рабочего помещения не требуется.

4.2 Уровень шума и вибрации.

СанПин 2.2.2.542-96 устанавливает предельно допустимое значение уровня шума для высококвалифицированной работы, требующей сосредоточенности, административно-управленческой деятельности, измерительных и аналитических работ в лаборатории; рабочих местах в помещениях цехового управленческого аппарата, в рабочих комнатах конторских помещений, в лабораториях в 60 дБ.

Шумы и вибрации на рабочем месте практически отсутствуют. В помещении основными источниками акустических шумов являются компьютер, но они создают максимальный уровень шума до 48-50 дБ (по техническому паспорту), что соответствует СанПин2.2.2.542-96.

4.3 Параметры микроклимата

На рабочих местах пользователей персональных компьютеров должны обеспечиваться оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Согласно этому документу для категории тяжести работ 1б температура воздуха должна быть в холодный период года не более 22–24°С, в теплый период года 20–25°С.

Относительная влажность должна составлять 40–60%, скорость движения воздуха — 0,1 м/с.

Рабочее место удовлетворяет требованиям СанПин, для поддержания оптимальных значений микроклимата используется система отопления и кондиционирования воздуха.

4.4 Эргономичность интерфейса разработанного прибора.

4.4.1 Общая визуализация

Интерфейс разработанного ВП является нормальной визуальной средой, гомогенные и агрессивные поля иногда встречаются, но не оказывают влияние на общую визуальную обстановку и не вызывают отрицательных эмоций.

Использована комбинация различных элементов фона и создана иллюзия разной удалённости объектов. В интерфейсе осуществлены плавные цветовые переходы и преобладают тёплые тона.

4.4.2 Цветовые характеристики

Выполнено необходимое равномерное распределение яркости объектов по отношению к фону. Учтено соответствие цветов зрительным ассоциациям (сигналы предупреждения выполнены в красном цвете) и не допущено гомогенных полей.

Одни и те же элементы в интерфейсе ВП обозначены одинаковыми цветами. При разработке лицевых панелей ВП выбиралось не более 3 видов цветов для создания цветового стиля. Предусмотрено сочетания цвета и диапазона яркости.

Графическая информация в большинстве своём представлена в прямом контрасте (предметы и их изображения темнее фона), а текстовая информация представлена в обратном контрасте (предметы и их изображения светлее фона).

Соответствие требованиям цветовых характеристик не приводит к быстрому развитию утомлению и потере рабочего времени.

4.4.3 Пространственное расположение информации на экране

На интерфейсной панели ВП располагается текстово-графическая информация. Для оптимизации изучения информации использованы логические ударения. Логические ударения – приёмы, направлены на привлечения внимания пользователя к определённом объекту.

Главный объект изображён более ярким цветом и имеет значительные размеры. Формы объектов на ВП (вольтметр, амперметр, цифровые дисплеи, экран осциллографа и т.д.) максимально приближены к формам реальных предметов. Расположение текста и графических элементов сбалансировано и упорядочено. Объекты с одинаковыми функциональными характеристиками (индикаторы, контроллеры и т.д.) расположены группой, тем самым упрощают чтение информации.

При написании текста осуществлено максимальное использование безопасной площади интерфейса, т.е. информация предоставлена более крупно.

4.4.4 Буквенно-цифровая символика и знаки

Эффективность считывания буквенно-цифровой информации с экрана монитора во многом зависит от разборчивости изображения и читабельности текста.

Разборчивость изображения зависит от качества монитора, а также от способов начертания букв и цифр, высоты, ширины, толщины линии обводки. Легче распознаются простые геометрические фигуры, буквы и цифры, составленные из прямых линий, чем фигуры, имеющие кривизну и много углов.

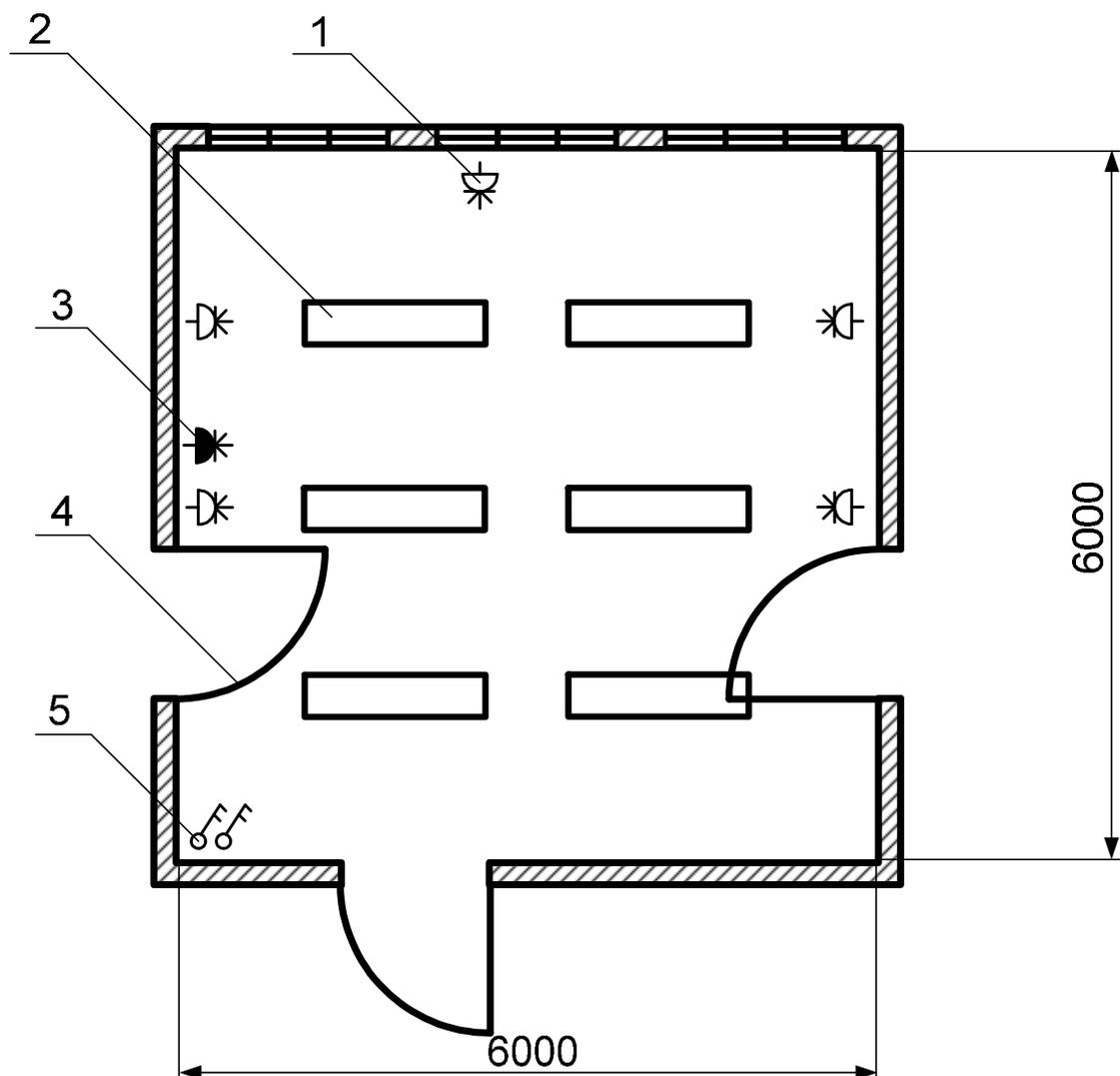
При больших размерах (24 - 46 угловых минут \approx высоте 3.5-7 мм) и высоких уровнях яркости (29- 140 нт) способы начертания букв и цифр не влияют на разборчивость изображения. При средних размерах знака (12 - 24 угловых минут \approx высоте 2-3,5 мм) и низких уровнях яркости (0.6 -6 нт) лучше различаются знаки, составленные из прямых линий и с большей толщиной линии обводки. При больших размерах и низких уровнях яркости лучше различаются знаки с меньшей толщиной линии обводки. Мелкие шрифты не должны использоваться в программных средствах образовательного назначения, поскольку приводят к быстрому утомлению учащихся.

Читабельность текстов определяется соответствием оптимального соотношения основных параметров знаков (высоты, ширины, толщины линии обводки), а также расстоянием между знаками в тексте и расстоянием между строками.

Оптимальные характеристики буквенно-цифровой символики имеют следующие параметры:

- конфигурация символов должна содержать по возможности меньше криволинейных участков;
- высота знаков должна быть не менее 3 мм;
- отношение ширины буквы и цифры к высоте допускается в пределах 0.75-0.80;
- толщина линии обводки в прямом контрасте допускается в пределах 10- 15% высоты, для обратного контраста 12- 16%;

Рисунок 40 - План расстановки оборудования



1 – Розетка трех контактная с заземлением и занулением; 2 – Светильник СВЛ 6*40 Вт; 3 – Трехфазная розетка с занулением и заземлением; 4 – дверь; 5 – выключатель двухполюсный

Рисунок 41 – Схема электроснабжения

4.6 Расчет освещения для лаборатории.

Помещение лаборатории имеет следующие размеры 6 ширина, 6 метров длина и высотой 2,8 метров, имеет естественное и искусственное освещение.

Естественное освещение осуществляется через светопроемы (2 окна) размером 2,4×1,5 м. Искусственное освещение в помещении осуществляется системой общего освещения. В качестве источников света искусственного

освещения применяются люминесцентные лампы ЛБ Х40Вт. Освещенность 200лк.

Газоразрядные лампы предпочтительнее для применения в лабораторных помещениях (они имеют высокую световую отдачу и большой срок службы). Обычно применяют люминесцентные газоразрядные лампы, в данном случае – ЛБ 40.

Необходимо произвести расчет требуемой системы освещения:

1. Для данного помещения выбираем систему искусственного общего равномерного освещения.

2. Для освещения применяем люминесцентные лампы.

3. Для данного типа помещения наиболее оптимально подходит светильник типа ШОД (2×80).

Длина такого светильника $l_{ce} = 1530 \text{ мм}$.

4. Определяем по СНиП нормируемую освещенность

$$E_n = 500$$

5. Расстояние между рядами светильников определяется по следующей формуле:

$$L = \lambda \cdot N_p \quad (17)$$

λ выбирается в пределах $l = (1,1 \dots 1,3)$.

N_p находится по следующей формуле:

$$N_p = H - h_p - h_{ce}, \quad (18)$$

$$h_{ce} = (0,5 \dots 0,7) \text{ м},$$

$$N_p = 2,8 - 1,2 - 0,5,$$

$$N_p = 1,1,$$

$$L = 1,3 \times 1,1 = 1,43,$$

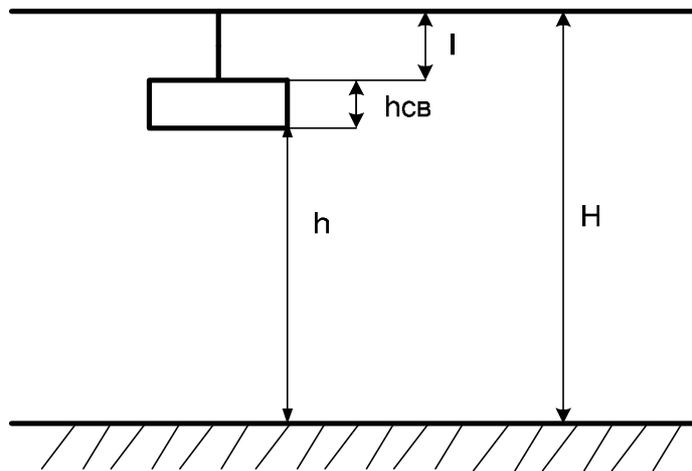


Рисунок 42 – Основные величины.

6. Определим общее количество рядов:

$$n_{\text{ряд}} = \frac{B}{L}, \quad (19)$$

$$n_{\text{ряд}} = \frac{6}{1,43} = 4,2 \approx 4,$$

7. Определим количество светильников в ряду:

$$n_{\text{св}} = \frac{A - \frac{2}{3}L}{l_{\text{св}}},$$

$$n_{\text{св}} = \frac{6 - \frac{2}{3} \cdot 1,43}{1,53} = 2,83 \approx 2, \quad (20)$$

8. Определим общее количество светильников:

$$N_{\text{св}} = n_{\text{ряд}} n_{\text{св}} = 4 \times 2 = 8, \quad (21)$$

9. Определим количество ламп:

$$N_{\text{ламп}} = 8 \times 2 = 16 \quad (22)$$

Расчет осветительной установки будем производить методом коэффициента использования светового потока.

10. Метод коэффициентов использования:

$$\sum \Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot k \cdot z}{h}, (23)$$

Для определения коэффициента использования необходимо рассчитать индекс помещения

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A + B)} = 2,73$$

$$R_n = 70\%$$

$$R_{cm} = 50\%$$

$$h = 55\% \quad (24)$$

$$\sum \Phi = \frac{500 \cdot 36 \cdot 1,8 \cdot 1,2}{0,55} = 70691_{лм}$$

$$\Phi_{1л} = \frac{\sum \Phi}{N_l} = \frac{70691}{16} = 4418_{лм}$$

11. Выбираем ближайшее значение:

$$E_{раб.мин.} = \frac{\Phi_{1л} \cdot N_l \cdot h}{S \cdot k \cdot z}, (25)$$

$$\Phi_{2л} = 4450_{лм} \text{ ЛБ} \times 80 \text{ Вт}$$

$$E_{p1}(4450) = \frac{4450 \cdot 16 \cdot 0,55}{36 \cdot 1,8 \cdot 1,2} = 503,6_{лк}$$

Выбираем лампу с потоком, равным 4450лм ЛБ×80Вт.

12. Расчет мощности осветительной установки (мощность ламп 80Вт)

$$P_{осв} = N_{лампы} \times P_{лампы} (26)$$

$$P_{осв} = 16 \times 80 = 1560 \text{ Вт} = 1,28 \text{ кВт}$$

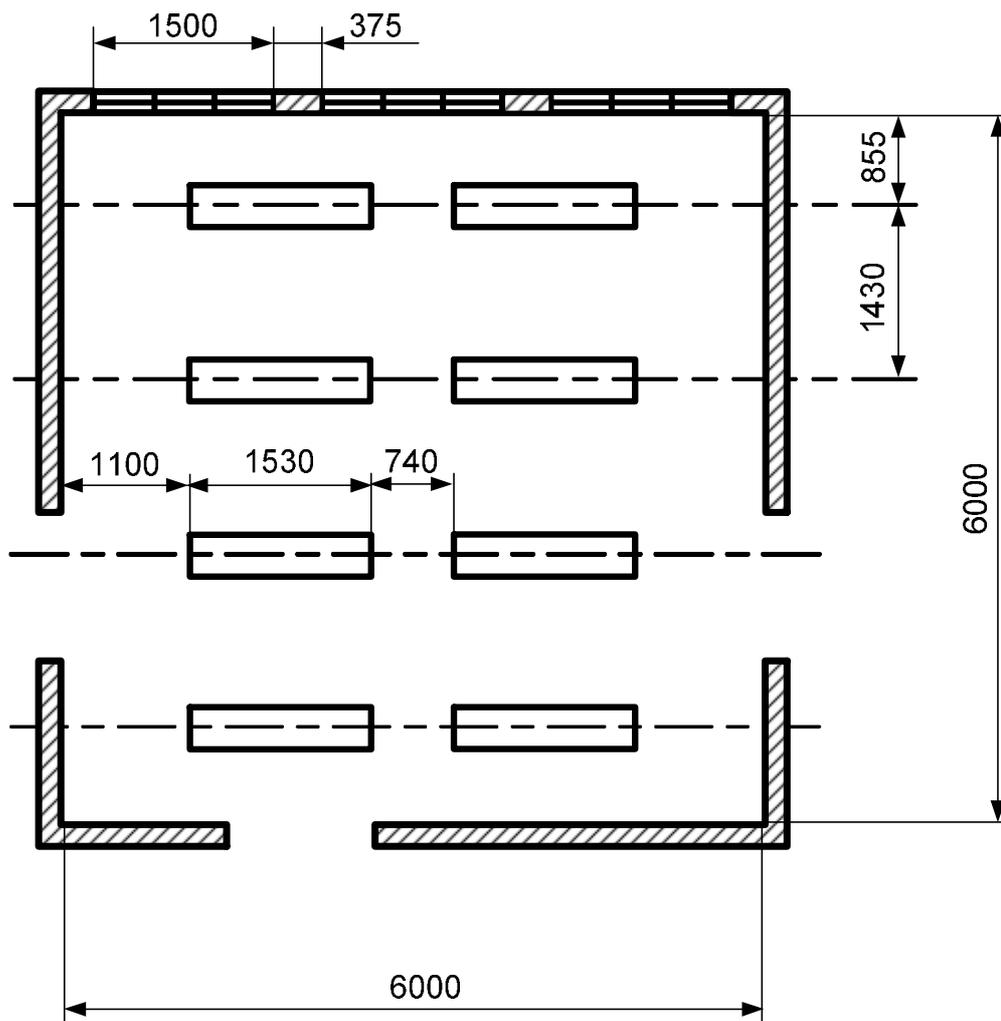


Рисунок 43 – Графическое расположение светильников

Действующая система освещения не соответствует нормам (СП 23-05-95^{*}), так как система освещения состоит из 6 светильников. Разработанная система освещения соответствует нормам (СП 23-05-95^{*}).

4.7 Электробезопасность.

Источником питающего напряжения является сеть переменного тока с напряжением 220 В, на которую распространяется ГОСТ 25861-83 /8/.

В соответствии с требованиями «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей» для снижения вероятности возникновения аварийных ситуаций следует выполнять данные рекомендации:

1. Электропитание ПЭВМ следует применять стабилизированное (с отклонением от 220 В не более – 10% ÷ 15%);

2. Подводка сети для подключения устройств должна быть трехпроводной: ноль электропитания, фаза, защитное заземление (или зануление – в зависимости от типа сети);

3. Заземлить (занулить) корпуса электрических машин, металлические оболочки кабелей и проводов, металлические ограждения частей, находящихся под напряжением;

4. Защитный заземляющий проводник не должен иметь выключателей и предохранителей, а также должен быть надёжно изолирован;

5. Исключить возможность доступа оператора к частям оборудования, работающим под опасным напряжением, неизолированным частям, предназначенным для работы при малом напряжении и не подключенным к защитному заземлению;

6. Применять изоляцию, служащую для защиты от поражения электрическим током, выполненную с применением прочного сплошного или многослойного изоляционного материала, толщина которого обусловлена типом обеспечиваемой защиты;

7. Защитить от перегрузок по току, рассчитывая на мощность, потребляемую от сети; а также защитить от короткого замыкания оборудование, встроенное в сеть здания.

Основные обязанности оператора ЭВМ в аварийных ситуациях.

Оператор ЭВМ обязан:

1. При обнаружении обрыва проводов питания, неисправности заземления и других повреждений электрооборудования, при появлении запаха гари отключить питание, и сообщить руководителю и дежурному электрику;

2. При обнаружении человека под напряжением освободить его от действия тока путем отключения электропитания и до прибытия врача оказать первую медицинскую помощь;

3. При любых случаях сбоя технического оборудования или программного обеспечения вызвать представителя инженерно-технической службы эксплуатации вычислительной техники;

4. В случае появления рези в глазах, ухудшения видимости, боли в пальцах и кистях рук, учащения сердцебиения – немедленно покинуть рабочее место, сообщить о происшедшем руководителю работ и обратиться к врачу;

5. При возгорании оборудования отключить питание и принять меры к тушению пожара с помощью углекислотного или порошкового огнетушителя, вызвать пожарную команду и сообщить руководителю работ.

4.8 Техника безопасности при проведении лабораторных работ.

Настоящие правила разработаны в соответствии с "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".

Настоящие правила распространяются на преподавателей, инженерно - технических работников и студентов, проходящих и выполняющих лабораторные работы.

Требования настоящих правил являются обязательными, отступления от них не допускаются.

Запрещается: выполнение распоряжений и заданий противоречащих требованиям настоящих правил. Каждый работающий в лаборатории, если он сам не может принять меры к устранению нарушений правил, обязан немедленно сообщить вышестоящему руководству обо всех замеченных им нарушениях правил, представляющих опасность для жизни людей.

При несчастных случаях с людьми снятие напряжения для освобождения пострадавшего от воздействия электрического тока должно быть произведено без предварительного разрешения.

Выполнение лабораторных работ на лабораторном стенде осуществляется группой студентов в количестве не более 4 человек под руководством преподавателя, который является производителем работ.

Производитель работ отвечает:

– за соответствие рабочего места методическим указаниям;

- за четкость и полноту инструктажа членов бригады (студентов);
- за наличие, исправность и правильное применение необходимых средств защиты, инструктажа, инвентаря и приспособлений;
- за безопасное проведение лабораторной работы и соблюдение настоящих Правил ТБ;
- осуществляет постоянный надзор за членами бригады.

Каждый член бригады обязан соблюдать настоящие Правила ТБ и инструктивные указания полученные при допуске к работе и во время работы, а также требования методических указаний по выполнению лабораторных работ и местных инструкций по охране труда.

Лица, нарушившие настоящие Правила, отстраняются от выполнения лабораторной работы.

Перед началом выполнения лабораторных работ:

Преподавателем назначается старший в бригаде и производится распределение обязанностей, т.е. определяется, кто включает и отключает установку, кто следит за показаниями приборов и производит отчет, кто делает записи результатов.

Перераспределение обязанностей во время лабораторной работы не допускается.

Члены бригады изучают методические указания по выполнению лабораторной работы, знакомятся с установкой, ее схемой, приборами, расположением оборудования.

Изучают особые Правила техники безопасности при выполнении данной лабораторной работы и использованию оборудования, приборов и приспособлений.

Сдают зачеты по знанию настоящих Правил ТБ, а также схем и методических указаний по выполнению лабораторной работы.

Зачитывают черновик работы, куда зарисовывают схему установки, составляют таблицы для записей и результатов.

4.9 Рабочее место.

Рабочее место должно быть приспособлено для конкретного вида труда и для работников определенной квалификации с учетом их физических и психических возможностей и особенностей. Для некоторых групп рабочих мест можно определить общие требования. При конструировании рабочих мест должны быть соблюдены следующие основные условия:

1. Достаточное рабочее пространство для работающего человека, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и техническом обслуживании оборудования;

2. Достаточные физические, зрительные и слуховые связи между работающим человеком и оборудованием, а также между людьми в процессе выполнения общей трудовой задачи;

3. Оптимальное размещение рабочих мест в производственных помещениях, а также безопасные и достаточные проходы для работающих людей;

4. Необходимое естественное и искусственное освещение для выполнения трудовых задач, технического обслуживания;

5. Допустимый уровень акустического шума и вибрации, создаваемых оборудованием рабочего места или другими источниками шума и вибрации;

6. Должны быть предусмотрены необходимые средства защиты работающих от действия опасных и вредных производственных факторов (физических, химических, биологических и психофизиологических).

При организации рабочего места необходимо принимать во внимание:

1. Рабочую позу (работа «сидя», «стоя», «сидя-стоя»);

2. Конфигурацию и способ размещения панелей индикаторов и органов управления;

3. Потребность в обзоре рабочего места (пульта);

4. Необходимость использования рабочей поверхности для письма или других работ, для установки телефонных аппаратов, а также хранения

инструкций и других материалов, используемых работающими людьми или обслуживающим персоналом;

5. Пространство для ног и стоп при работе «сидя».

Если рассматривать данный лабораторный комплект с точки зрения эргономики, то он удовлетворяет основным требованиям. Рабочее место, также удовлетворяет требованиям:

- достаточное рабочее пространство;
- достаточные физические, зрительные и слуховые связи;
- необходимое естественное и искусственное освещение;
- допустимый уровень акустического шума и вибрации и др..

4.10 Чрезвычайные ситуации

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника чрезвычайной ситуации на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В нашем случае в качестве ЧС рассматривается возникновение пожара.

Под пожаром обычно понимают неконтролируемый процесс горения, сопровождающийся уничтожением материальных ценностей и создающий опасность для жизни людей. Пожар может принимать различные формы, однако все они, в конечном счете, сводятся к химической реакции между горючими веществами и кислородом воздуха (или иным видом окислительных сред), возникающей при наличии инициатора горения или в условиях самовоспламенения.

Анализ пожарной опасности заключается в определении наличия горючих веществ и возможных источников зажигания, вероятных путей распространения пожара, необходимых средств технической и конструктивной защиты, а также систем сигнализации и пожаротушения, имеющих параметры инерционности срабатывания соответствующие динамике развития пожара на предприятии.

Противопожарные мероприятия предотвращения пожара разрабатываются исходя из требований об исключении источника зажигания и (или) горючего вещества из системы, приводящей к пожару. Если источник зажигания и горючее вещество не могут быть изолированы по условиям технологического процесса производства, объект обеспечивается надежной системой противопожарной защиты.

Противопожарная защита на предприятии реализуется техническими (конструктивными) и пожарно-техническими мероприятиями. В зданиях и сооружениях необходимо предусмотреть технические средства (лестничные клетки, противопожарные стены, лифты, наружные пожарные лестницы, аварийные люки и т.п.), имеющие устойчивость при пожаре и огнестойкость конструкций не менее времени, необходимого для спасения людей при пожаре и расчетного времени тушения пожара.

Каждый объект должен иметь такое объемно-планировочное и техническое исполнение, чтобы эвакуация людей из него была завершена до наступления предельно допустимых значений опасных факторов пожара, а при нецелесообразности эвакуации была обеспечена защита людей в объекте. На каждом объекте должно быть обеспечено своевременное оповещение людей и (или) сигнализация о пожаре в его начальной стадии техническими или организационными средствами.

В здании, где расположено рабочее место, предусмотрен план эвакуации, существует система сигнализации о пожаре. Реализованы конструктивные мероприятия противопожарной защиты, а именно: лестницы, пожарные выходы.

Требования к путям эвакуации.

Эвакуация людей — вынужденный процесс движения людей из зоны, где имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара.

Эвакуационный выход — выход, ведущий в безопасную при пожаре зону

Путь эвакуации — безопасный при эвакуации людей путь, ведущий к эвакуационному выходу.

Требования СП 1.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»:

Эвакуационные пути должны обеспечить безопасную эвакуацию всех людей, находящихся в помещениях зданий, через эвакуационные выходы. При устройстве эвакуационных выходов из двух лестничных клеток через общий вестибюль одна из лестничных клеток кроме выхода в вестибюль должна иметь выход непосредственно наружу. Выходы наружу допускается предусматривать через тамбуры. Из зданий, с каждого этажа и из помещения следует предусматривать не менее двух эвакуационных выходов.

В учебном корпусе 6 предусмотрены 2 эвакуационных выхода, одна из лестничных клеток имеет выход непосредственно наружу, что соответствует требованиям.

Ширина путей эвакуации в свету должна быть не менее 1 м, дверей не менее 0,8 м. Высота прохода на путях эвакуации должна быть не менее 2 м.

Ширина путей эвакуации в учебном корпусе 6 превышает 1 м, а дверей 0,8 м, высота прохода на пути эвакуации свыше 2 м. Данные требования СП 1.13130.2009 выполняются.

В общих коридорах не допускается предусматривать устройство встроенных шкафов, за исключением шкафов для коммуникаций и пожарных кранов.

Наружные эвакуационные двери здания не имеют запоров, которые не могут быть открыты изнутри без ключа.

Требования СП 21-01 «Пожарная безопасность зданий и сооружений».

Выходы являются эвакуационными, если они ведут:

а) из помещений первого этажа наружу: непосредственно; через коридор; через вестибюль (фойе); через лестничную клетку; через коридор и вестибюль (фойе); через коридор и лестничную клетку;

б) из помещений любого этажа, кроме первого: непосредственно в лестничную клетку или на лестницу 3-го типа; в коридор, ведущий непосредственно в лестничную клетку или на лестницу 3-го типа; в холл

(фойе), имеющий выход непосредственно в лестничную клетку или на лестницу 3-го типа;

в) в соседнее помещение (кроме помещения класса Ф5 категории А и Б) на том же этаже, обеспеченное выходами, указанными в "а" и "б"; выход в помещение категории А или Б допускается считать эвакуационным, если он ведет из технического помещения без постоянных рабочих мест, предназначенного для обслуживания вышеуказанного помещения категории А или Б.

Выход из 406 учебной аудитории в коридор, ведущий непосредственно к лестничной клетке, ведущей к эвакуационному выходу, что соответствует требованиям.

Количество и общая ширина эвакуационных выходов из помещений, с этажей и из зданий определяются в зависимости от максимально возможного числа эвакуирующихся через них людей и предельно допустимого расстояния от наиболее удаленного места возможного пребывания людей (рабочего места) до ближайшего эвакуационного выхода.

Не менее двух эвакуационных выходов должны иметь: помещения класса Ф1.1, предназначенные для одновременного пребывания более 10 чел.; помещения подвальных и цокольных этажей, предназначенные для одновременного пребывания более 15 чел.; в помещениях подвальных и цокольных этажей, предназначенных для одновременного пребывания от 6 до 15 чел., один из двух выходов допускается предусматривать в соответствии с требованиями; помещения, предназначенные для одновременного пребывания более 50 чел.; и т.д.

Высота эвакуационных выходов в свету должна быть не менее 1,9 м, ширина не менее: 1,2 м — из помещений класса Ф1.1 при числе эвакуирующихся более 15 чел., из помещений и зданий других классов функциональной пожарной опасности, за исключением класса Ф1.3, — более 50 чел.; 0,8 м — во всех остальных случаях.

Эвакуационные пути.

Пути эвакуации должны быть освещены в соответствии с требованиями СНиП 23-05-2010.

Освещение путей эвакуации в помещениях или в местах производства работ вне зданий следует предусматривать:

- а) в местах изменения (перепада) уровня пола или покрытия;
- б) в зоне каждого изменения направления маршрута;
- в) при пересечении проходов и корпусов;
- г) на лестничных маршах, при этом каждая ступень должна быть освещена прямым светом;
- д) перед каждым аварийным выходом;
- е) перед каждым эвакуационным выходом;
- ж) перед каждым пунктом медицинской помощи;
- з) в местах размещения средств экстренной связи и других средств, предназначенных для оповещения о чрезвычайной ситуации;
- и) в местах размещения первичных средств пожаротушения;
- к) в местах размещения плана эвакуации.

Освещение путей эвакуационных путей в учебном корпусе 6 соответствует требованиям СП 23-05-2010.

Предельно допустимое расстояние от наиболее удаленной точки помещения, а для зданий класса Ф5 — от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода, измеряемое по оси эвакуационного пути, должно быть ограничено в зависимости от класса функциональной пожарной опасности и категории взрывопожароопасности помещения и здания, численности эвакуируемых, геометрических параметров помещений и эвакуационных путей, класса конструктивной пожарной опасности и степени огнестойкости здания.

Высота горизонтальных участков путей эвакуации в свету должна быть не менее 2 м, ширина горизонтальных участков путей эвакуации и пандусов должна быть не менее: 1,2 м — для общих коридоров, по которым могут эвакуироваться из помещений класса Ф1 более 15 чел., из помещений других классов функциональной пожарной опасности — более 50 чел.; 0,7 м — для проходов к одиночным рабочим местам; 1,0 м — во всех остальных случаях.

Ширина и высота путей эвакуации в корпусе 6 соответствует требованиям СП 21-01.

План эвакуации в нашем случае изображен на рисунке 44.

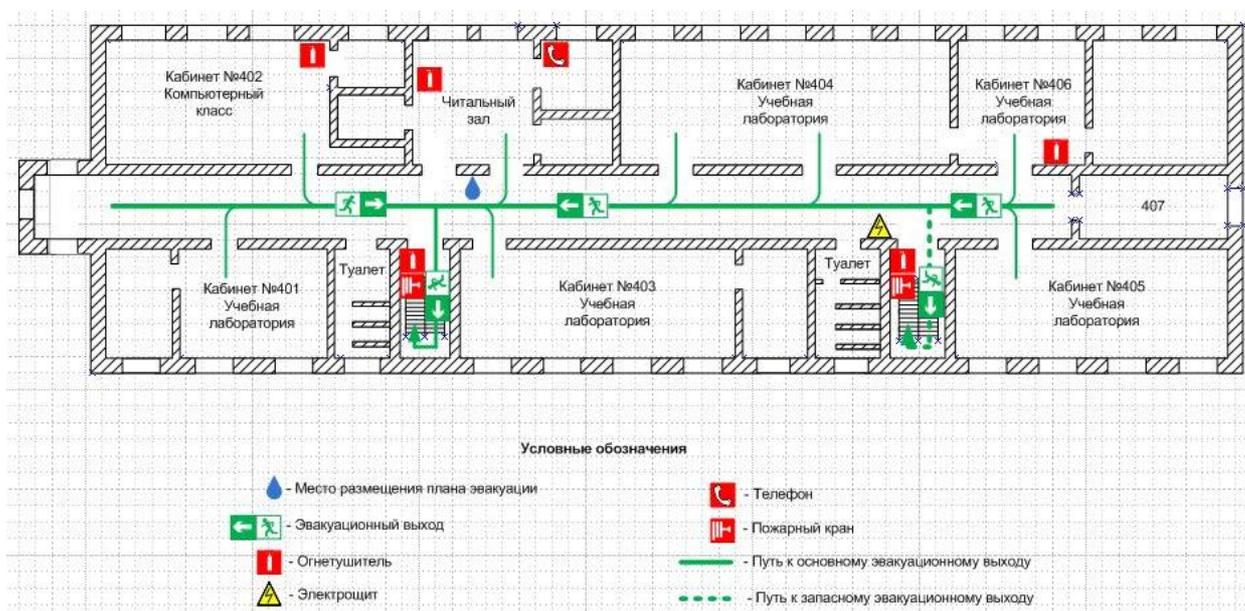


Рисунок 44 – План эвакуации

Таким образом, в данном разделе были рассмотрены основные аспекты безопасной работы с проектируемой системой. Указаны необходимые условия обеспечения безопасности жизни и здоровья студентов, занимающихся на лабораторном стенде, пожарные требования к помещениям и пути эвакуации, требования к ним.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработанная автоматизированная подсистема на базе LabVIEW, которая даёт возможность по новому, на более высоком уровне организовать проведение практических экспериментальных испытаний и научных исследований. Разработаны виртуальные приборы, на базе которых можно проводить испытание электротехнических устройств. Областью применения автоматизированной подсистемы служит процесс проведения лабораторных работ по электротехническим дисциплинам кафедры АППиЭ : «Электромеханика», «Электромеханотроника» и «Электропривод». Процесс создания виртуальных приборов, описанный в дипломном проекте, является инструкцией для создания новых ВП и расширения автоматизированной подсистемы экспериментальных испытаний электротехнических устройств.

Был сделан анализ дипломного проекта с точки зрения безопасности и экологичности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Руководства по выполнению базовых экспериментов «Электрические машины»
- 2 Руководства по выполнению базовых экспериментов «Электрический привод»
- 3 Сборник руководств по эксплуатации компонентов аппаратной части комплекта.
- 4 Автоматизация физических исследований и эксперимента: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе Lab VIEW 7/ Под ред. Бутырина П. А. -М.: ДМК Пресс, 2005. - 264 с.
- 5 Беглецов Н.Н., Галишников Ю.П., Сенигов П.Н. Электрические цепи переменного тока. Руководство по выполнению базовых экспериментов. – Челябинск.: ООО «Учебная техника», 2006. – 138 с.
- 6 Беглецов Н.Н., Галишников Ю.П., Сенигов П.Н. Электрические цепи постоянного тока. Руководство по выполнению базовых экспериментов. – Челябинск.: ООО «Учебная техника», 2006. – 77 с.
- 7 Беглецов Н.Н., Галишников Ю.П., Сенигов П.Н. Электронные цепи постоянного тока. Руководство по выполнению базовых экспериментов. – Челябинск.: ООО «Учебная техника», 2006. – 77 с.
- 8 Виноградова Н. А., Листратов Я. И., Свиридов Е. В. Разработка прикладного программного обеспечения в среде Labview: Учебное пособие. – М.: МЭИ, 2005. – 47 с.
- 9 Гёлль П. Как превратить ПК в измерительный комплекс. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 144 с.
- 10 ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 21 с.
- 11 Евдокимов Ю. К. Labview для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора / Ю. К. Евдокимов, В. Р. Линдваль, Г. И. Щербаков. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 400 с.

- 12Зевеке Г. В., Ионкин П. А. Основы теории цепей. – М.: Энергия, 1975. – 752 с.
- 13Идельчик В. И. Электрические системы и сети. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 592 с.
- 14 Климентьев К. В. Основы графического программирования в среде Labview: Учебное пособие – Самара, 2002. – 65 с.
- 15 Лукин А. Введение в цифровую обработку сигналов: Учебное пособие – МГУ, 2002. – 44 с.
- 16 Михеев П. М., Крылова С. И., Лукьянченко В. А., Урюпина Д. С. Основы Labview: Учебный курс – МГУ, 2007. – 365 с.
- 17Нуссбаумер Г. Быстрое преобразование Фурье и алгоритмы вычисления сверток. – М.: Радио и связь, 1985. – 248 с.
- 18Пеич Л. И., Точилин Д. А., Поллак Б. П. Labview для новичков и специалистов. – М.: Горячая линия - Телеком, 2004. – 384 с.
- 20 Руководства по выполнению базовых экспериментов «Электрические машины»
- 21 Руководства по выполнению базовых экспериментов «Электрический привод»
- 22 Сборник руководств по эксплуатации компонентов аппаратной части комплекта.
- 23 СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.- М.: Издательство стандартов, 1994. – 25 с.
- 24 Суранов А. Я. Labview 7: справочник по функциям. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 512 с.
- 25Трэвис Дж. Labview для всех. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 544 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Техническое задание

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Наименование системы: Автоматизированная система функциональных испытаний электромеханических устройств на кафедре АППиЭ.

Плановые сроки начала и окончания по созданию системы:

Начало: 1 апреля 2017 г.

Окончание: 1 октября 2017 г.

Порядок оформления и предъявления результатов:

Сдача КП по дисциплине АТПиП: 23 октября 2017 г.

- Основные схемотехнические решения;

Защита преддипломной практики: 15 декабря 2017 г.

- Принципиальные монтажные схемы;

Предзащита и защита ВКР: 16 февраля 2018 г.

- Эскизный проект;

2 НАЗНАЧЕНИЯ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ АС

2.1 Назначение АС

АСУ ТП предназначена для:

- Создания подсистемы для проведения экспериментальных испытаний;

- Изучению и обучению пользователей работы с программой LabView;

- Контроля и автоматического управления работой лабораторного комплекса ЭМП1-Н-К;

- Отображения информации о ходе технологического процесса: состояний технологических параметров, состояний оборудования;

- Безаварийного останова технологических объектов при аварийных ситуациях;

2.2 Цели создания системы:

- Визуализацию параметров, отображающих протекание технологического процесса и состояние технологического оборудования;
- Дистанционное автоматизированное управление технологическим оборудованием;
- Автоматический контроль параметров, обеспечивающих штатный режим функционирования технологических объектов в соответствии с утвержденным регламентом работы;
- Предоставление обслуживающему персоналу оперативной информации о нарушениях функционирования технологического оборудования для выработки решений по их устранению;
- Повышение надежности и долговечности работы технологического оборудования и сокращение затрат на его ремонт и эксплуатацию, благодаря проведению постоянной диагностики состояния оборудования;
- Повышение безопасности технологических процессов;
- Повышение экономической эффективности за счет экономии электроэнергии.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

Объектами существующей ТП являются:

- Лабораторный комплекс ЭМП1-Н-К;
- АРМ, состоящий из ПК и платы ввода-вывода;

Оборудование располагается в закрытом и отапливаемом помещении, в котором поддерживается температура 20+/-5 град.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

4.1 Требования к системе в целом

АСУТП должна состоять из следующих подсистем:

- Управления электродвигателями, обеспечивающими поддержание стабильной работы комплекса;
- Управление комплексом, визуальный вывод данных и программирование лабораторных испытаний;

Система включает два уровня управления:

- управления со стенда по месту;
- управление с АРМ;

Система должна предоставлять полную информацию о ТП.

АСУ должна иметь возможность функционирования в следующих режимах:

- Ручное управление электродвигателями непосредственно со щита управления;

- Автоматическое управление по заданным режимам ПЧ;

Выбор между режимами ручного и автоматического/дистанционного управления должен осуществляться щитовыми средствами.

АСУ должна допускать возможность развитие функциональности, в том числе по диагностике и самодиагностике.

Оперативный персонал АСУ включает двух человек работающих посменно. К работе допускаются лица, имеющие соответствующую группу допуска, прошедшие специальную подготовку по работе с оборудованием.

4.1.1 Требования к структуре и функционированию системы

Функциональная структура АСУ ТП должна состоять из взаимосвязанных подсистем, выделяемых по исполняемым функциям:

- Информационная подсистема, выполняющая функции сбора информации о состоянии технологического процесса, обработки, архивирования и передачи информации о состоянии оборудования эксплуатационному персоналу и в вышестоящие системы, решения расчетно-диагностических задач;

- Управляющая подсистема, выполняющая функции обработки информации о состоянии технологического объекта управления, оценки информации, выбора управляющих воздействий и их реализации - включает в себя функции технологических защит и блокировок, дистанционного управления;

- Вспомогательная подсистема, выполняющая сбор и обработку данных о состоянии АСУ ТП, архивирование и представление этой информации персоналу, осуществление управляющих воздействий на соответствующие технические и (или) программные средства.

Иерархическая структура АСУ ТП должна состоять из следующих уровней:

- Операторский уровень, реализующий функции отображения информации, оперативного (дистанционного и автоматизированного) управления как установкой в целом, так и отдельными ее элементами, а также все неоперативные функции АСУ ТП (протоколирование, архивация, информационно-вычислительные задачи и т.п.);

- Контроллерный уровень, реализующий функции сбора и предварительной обработки информации, автоматического управления силовым оборудованием.

4.1.2 Требования к численности и квалификации персонала, режиму его работы

Для работы АСУ ТП необходим персонал следующих категорий:

- Оперативный персонал и персонал СТСУ – пользователи АСУ ТП;

- Технический обслуживающий персонал, осуществляющий оперативное и неоперативное обслуживание и ремонт программных и технических средств АСУ ТП.

Технический обслуживающий персонал должен иметь техническое образование по специальностям, относящимся к системам управления. Оперативный персонал должен пройти обучение навыкам управления технологическим процессом с использованием АСУ ТП.

4.1.3 Требования к надежности

При проектировании АСУ ТП должны использоваться следующие системные методы обеспечения надежности:

- Выбор надежных технических средств, включая устройства связи, обеспечение надежного бесперебойного электропитания;

- Разработка надежно работающих программных средств;
- Защита от выдачи ложных команд и ложной информации;
- Рациональное распределение задач между техническими и программными средствами и между техникой и персоналом;
- Наличие различных видов избыточности (аппаратной, информационной, временной, функциональной, алгоритмической);
- Использование методов и средств технической диагностики;
- Организация рациональной эксплуатации ЭК АПК-2 и обеспечение запасными частями до минимального сменного устройства/элемента;

4.1.4 Требования к безопасности

АСУ ТП должна быть построена таким образом, чтобы отказы технических средств не приводили к ситуациям, опасным для жизни и здоровья людей и повреждению оборудования.

Технические средства АСУ ТП должны быть выполнены в соответствии с требованиями по безопасности используемых электротехнических изделий по ГОСТ 12.2.007.0-75.

При проектировании помещений для средств ПТК должны выполняться действующие санитарные и противопожарные нормы.

Все внешние элементы технических средств АСУ ТП, находящиеся под напряжением, должны иметь защиту от случайного прикосновения, а сами технические средства иметь зануление или защитное заземление в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81 и «Правилами устройства электроустановок».

Технические средства должны быть установлены таким образом, чтобы обеспечивались их безопасная эксплуатация и техническое обслуживание.

Все механизмы (двигатели, задвижки, котлы) должны быть промаркированы в соответствии с технологическими схемами.

4.1.5 Требования к эргономике и технической эстетике

Общие эргономические требования, регламентирующие организацию рабочих мест оперативного персонала АСУ ТП, взаимное расположение

органов управления, средств отображения и связи в пределах каждого рабочего места должны соответствовать положениям государственных стандартов системы «человек-машина» и эргономическим требованиям.

Уровни шума и звуковой мощности в рабочих помещениях оперативного персонала не должны превышать значений, установленных санитарными нормами.

Основным средством управления и представления информации должны быть автоматизированные рабочие места, оборудованные цветными дисплеями. Для возможности останова ЭК в случае отказа оборудования должен быть предусмотрен аварийный пульт управления.

Должна быть реализована возможность настройки вывода сигнализации как по характеристике (по группам оборудования) так и по приоритету (аварийная, предупредительная).

Используемые цвета на дисплеях должны быть легко различимы. Для индикации аварийной и предупредительной сигнализации должны быть использованы специально оговоренные цвета.

4.1.6 Требования к эксплуатации, техническому обслуживанию, ремонту и хранению компонентов системы

Для АСУ ТП должны быть предусмотрены следующие виды технического обслуживания:

- Профилактические осмотры и ремонты с периодичностью профилактических и ремонтных остановов объектов управления, предусмотренных в инструкциях на эксплуатацию технических изделий;
- Внеплановые ремонты АСУ ТП, осуществляемые при обнаружении неисправностей в процессе эксплуатации;
- Контроль и выполнение работ по внедрению, наладке, приемке в эксплуатацию, аттестации вновь вводимых технических средств АСУ ТП;
- Метрологический контроль, периодическая калибровка (поверка) измерительных каналов.

На оборудование должно быть представлено отдельное руководство по эксплуатации.

Сохранение работоспособности ЭК и обеспечение работы технологического оборудования без изменения несущей нагрузки.

4.1.7 Требования к защите от влияния внешних воздействий

Технические средства верхнего уровня оперативного контура, устанавливаемые в помещениях ГЩУ, ЦЩУ и неоперативного контура, должны соответствовать ГОСТ 12997-84 и надежно функционировать при следующих показателях окружающей среды:

- Рабочая температура окружающей среды +20...+30 °С;
- Предельная температура окружающей среды (кратковременное изменение на период не более 2-х часов, при котором гарантируется неразрушение технических средств) +10...+40 °С;
- Относительная влажность воздуха 20...80%;
- Атмосферное давление 84,6...106,7 кПа (630 - 800 мм рт. ст.).

5 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ

Этапы работ:

- Предпроектное обследование контура регулирования;
- Выбор необходимого оборудования;
- Создание полной электрической схемы объекта;
- Пусконаладочные работы
 - Испытание полной полученной системы.

6 ПОРЯДОК КОНТРОЛЯ И ПРИЕМКИ СИСТЕМЫ

Порядок контроля производится плановыми отчетами о выполненных этапах проектирования руководителю выпускной квалификационной работы.

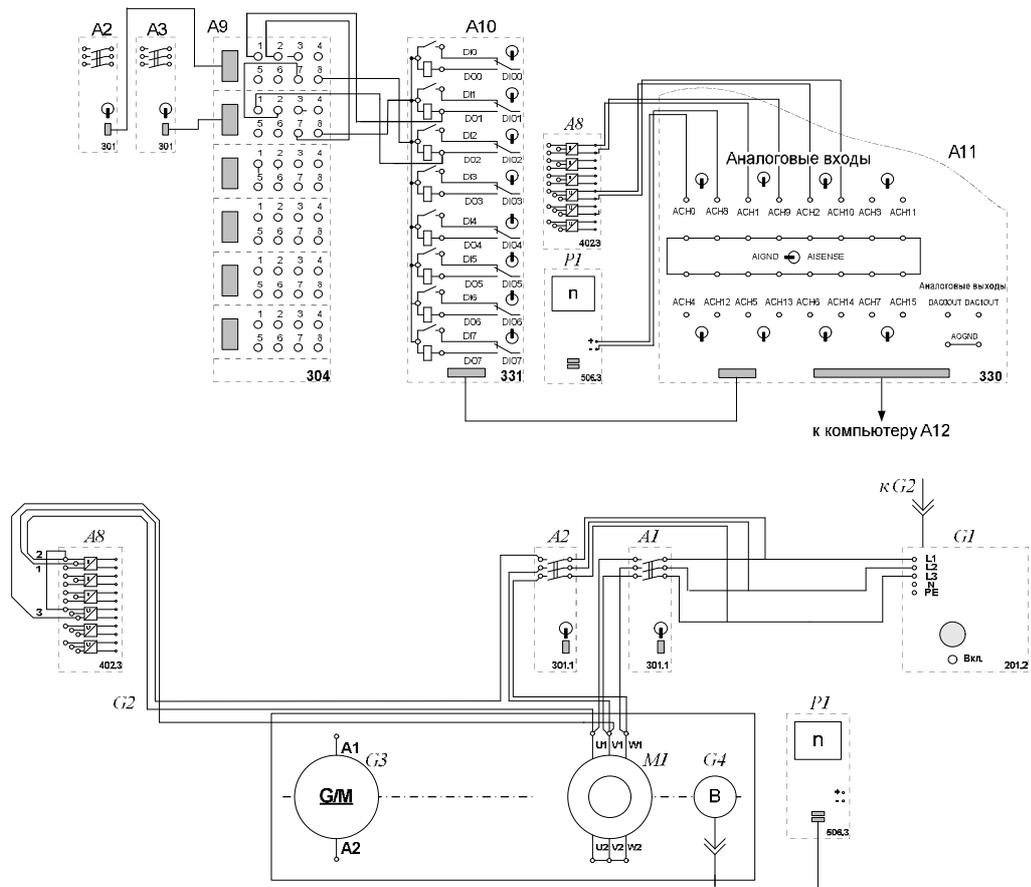
Прием разработанной системы осуществляется в виде предзащиты и защиты выпускной квалификационной работы.

7 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ

Общие требования:

- Провести подготовку помещений для размещения оборудования АСУ ТП;
- Обеспечить необходимые условия хранения технических средств АСУ ТП.
- Исключить доступ посторонних лиц к техническим средствам АСУ ТП во время хранения, монтажа, эксплуатации (охрана, использование средств сигнализации и т.п.);
- Обеспечить подачу требуемого электропитания системы;
- Обеспечить рабочее состояние используемых для АСУ ТП датчиков и др. аппаратуры полевого уровня не подлежащих замене;
- Обеспечить выполнение заданных условий эксплуатации в помещениях, где размещается оборудование АСУ ТП.

Приложение Б. Структурная схема автоматизации



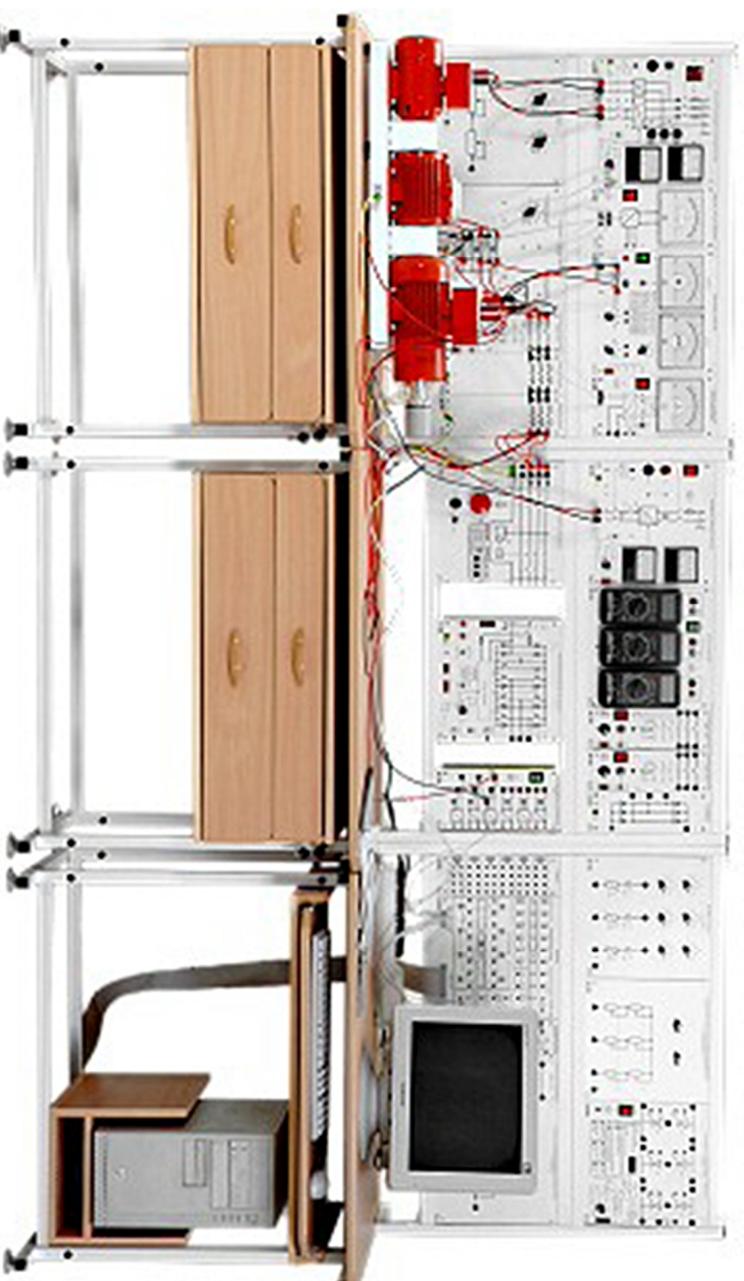
Приложение В. Принципиальная схема автоматизации



Приложение Г. Перечень элементов принципиальной схемы

<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Тип</i>	<i>Кол.</i>
1	A1	Блок датчиков тока и напряжения	402.3	1
2	A2	Терминал	304	1
3	A3	Коннектор	330	1
4	A5	Трехполюсный выключатель	3011	1
5	G1	Трехфазный источник питания	2012	1
6	G2	Источник питания двигателя постоянного тока	206.1	1
7	G3	Машина постоянного тока	1011	1
8	G4	Преобразователь угловых перемещений	104	1
9	P1	Указатель частоты вращения	506.3	1
10	P2	Измеритель мощностей	217	1
11	A4	Персональный компьютер	550	1
12	M1	Двигатель переменного тока	507.2	1

Электромашинный Агрегат



Машина постоянного тока(тип 101.2) Номинальная мощность 90 Вт,

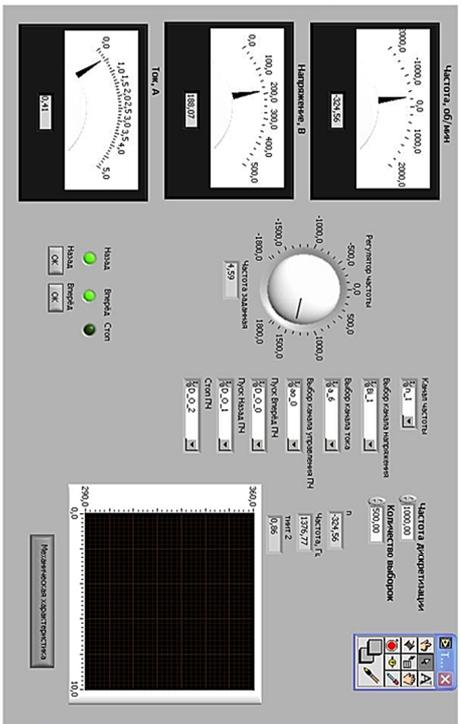
*Номинальное напряжение якоря 220 В, Номинальный ток якоря 0,56 А, Номинальная частота вращения 1500мин⁻¹, Возбуждение Независимое / параллельное/ последовательное, Номинальное напряжение возбуждения 220 В, Номинальный ток обмотки возбуждения 0,2 А, КПД 57,2%,
Направление вращения любое, Режим работы двигательный/генераторный*

Асинхронный двигатель (тип 106) Число фаз на статоре 3, Частота тока Гц50, Номинальная полезная активная мощность 120 Вт, Номинальное напряжение 220В/380В, Номинальный ток статора 0,73 А / 0,42 А, КПД 63%, cos φ 0,66, Номинальная частота вращения 1350 мин⁻¹, Маховик: Момент инерции 0,009 нмс², Масса не более 7 кг

Преобразователь угловых перемещений (тип 104) Модель ВЕ 178А, Количество выходных каналов 6, Выходные сигналы серия импульсов с опорным импульсом, Число импульсов за оборот в серво 2500, Диапазон изменения рабочих частот вращения вала 0.6000мин⁻¹

ВНР 064111.220301.65.В0		Лист	Масштаб
ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЕ		У	Минимум
Исполн.	Проверен.	Дата	Дата
Группа	Школа №		
Лист 01	Листов 6		

ЛИЦЕВАЯ ПАНЕЛЬ ВИРТУАЛЬНОГО ПОДРИБОРА <<ИСПЫТАНИЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ ПРИ ПОМОЩИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ>>



ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ БЛОКИ LABVIEW

Цифровые преобразователи
Digital Control и Digital Indicator



DAQ Channel Наблюдательские преобразователи
(индикатор выбора виртуальных каналов)
Вултон

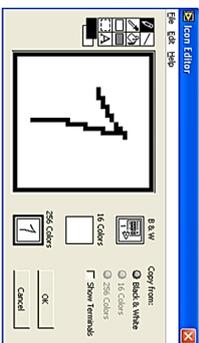


LED и

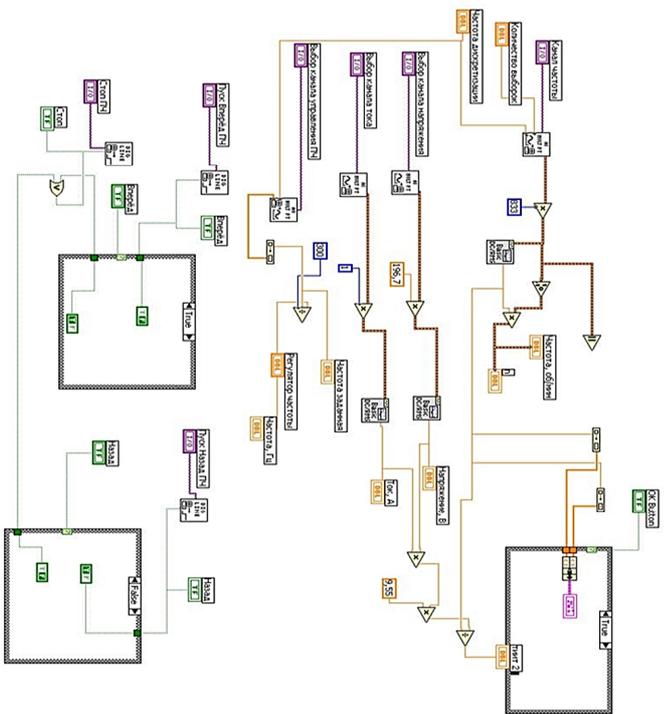
AI Acquire Waveform



СОЗДАНИЕ И РЕДАКТИРОВАНИЕ ИКОНКИ ВП



ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПАНЕЛЬ ВИРТУАЛЬНОГО ПОДРИБОРА <<ИСПЫТАНИЕ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ ПРИ ПОМОЩИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТЫ>>

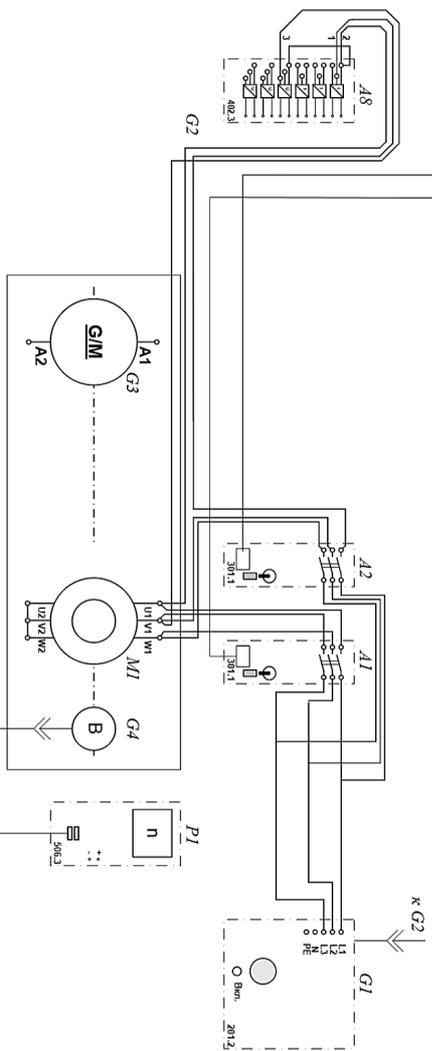
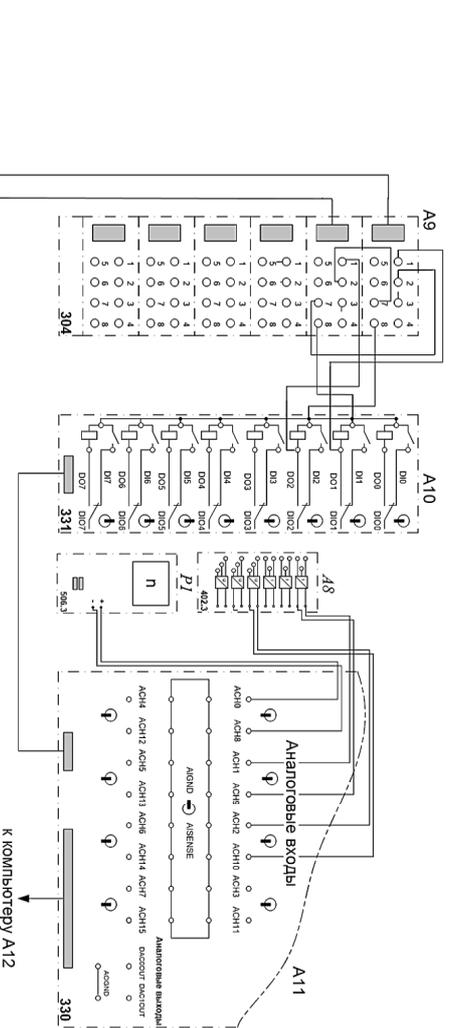


Подрибор <<Испытание асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором>> определяет действующие значения тока и напряжения, частоту вращения. Позволяет изменять частоту питающей сети и направление вращения двигателя.

Основное функциональное назначение иконки ВП – это возможность отображения ВП в более сложную блок-схему ВП в качестве подрибора (subVI). На блок-схеме иконка занимает мало места, что позволяет создавать весьма сложные ВП, состоящие из большого количества подриборов.

ВНР 0641111.220301.65.В0		Лист	Маска	Масштаб
ДЛЯ ВП ВИРТУАЛЬНОГО ПОДРИБОРА <<ИСПЫТАНИЕ ГЕНЕРАТОРА ПЕРЕМЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ>>				
Имя файла	Имя файла	Польз.	Дата	
Группа	Лицензия	У		
Возраст	Шрифт	В.Д.		
Репродукция оригинала		Лист	В	Листов
		В		
АМУ				

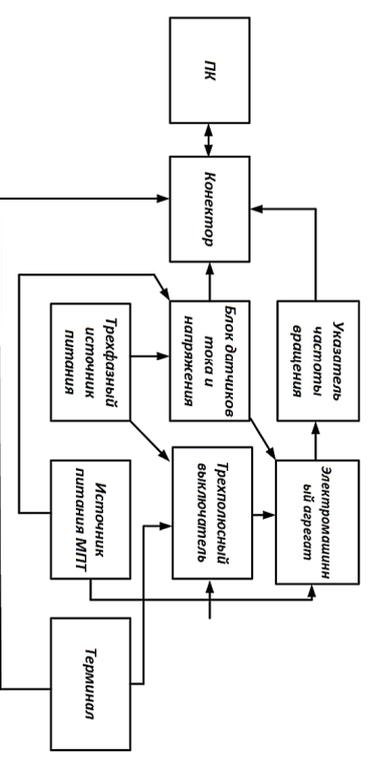
СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ



СПЕЦИФИКАЦИЯ

Поз.	Обозначение	Наименование	Тип	Кол.
1	A1	Блок датчиков тока и напряжения	402.3	1
2	A2	Терминал	396	1
3	A3	Коннектор	330	1
4	A5	Терминальный блок/кабель	304.1	1
5	G1	Терминалы источник питания	202.2	1
6	G2	Ключевые шины блока питания ипотенциала	206.1	1
7	G3	Мешающая ипотенциала	011	1
8	G4	Преобразователь устройств прецизионной индикации	06	1
9	P1	Указатель, шкалы	506.3	1
10	P2	Кнопка/переключатель	217	1
11	A4	Параллельный коннектор	550	1
12	M1	Дискретный переключатель	507.2	1

ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ

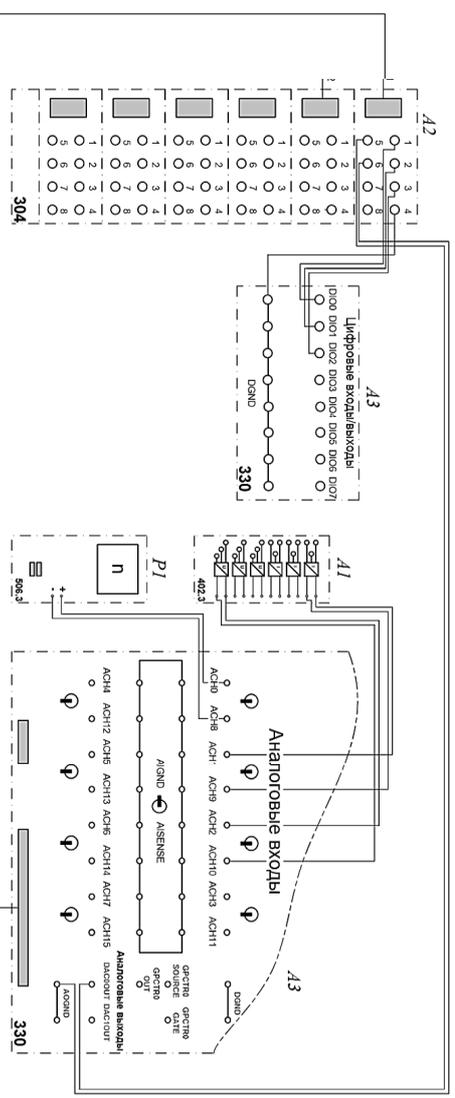
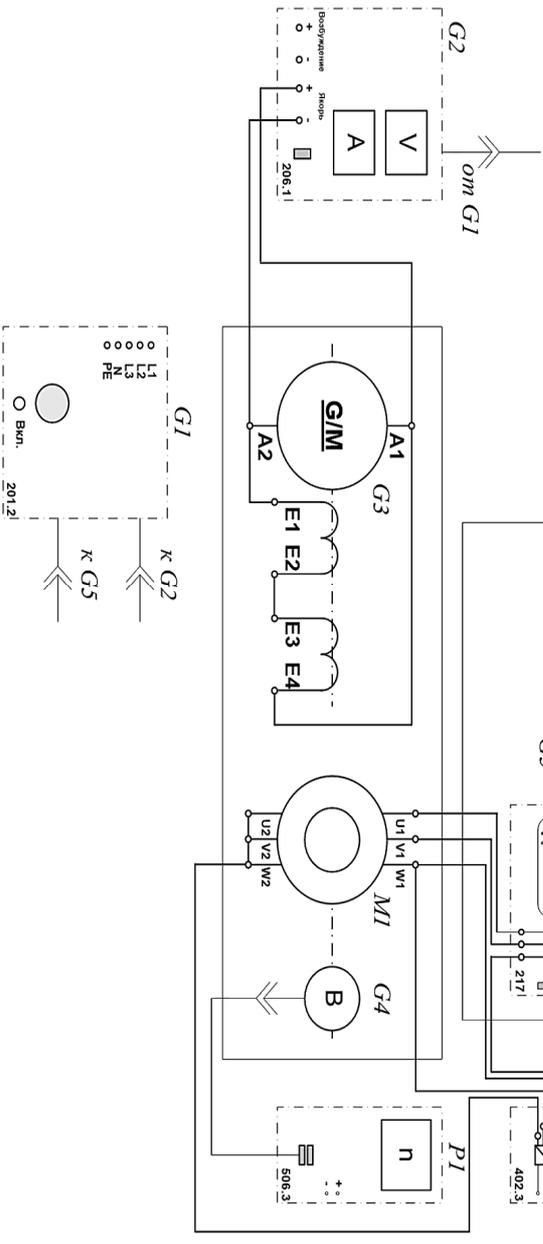
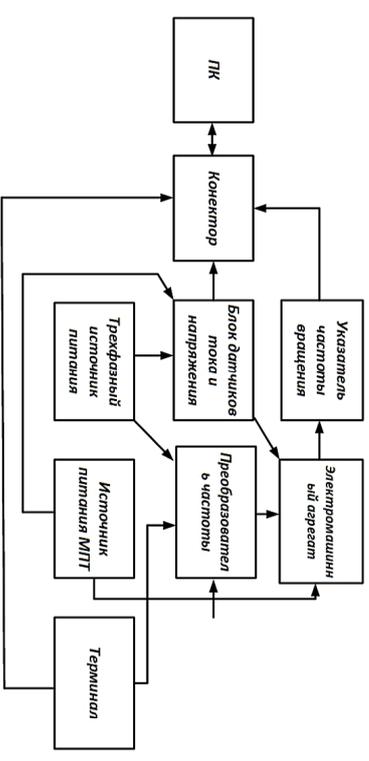


ВКР.064111.220301.65.СХ			
СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ К УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПЛЕКСУ ЭИИД-4Н			
Исполн.	Провер.	Датум	Масштаб
Григорьев	Лавренко С.А.	У	1:1
Горюх	Шумкин И.А.	Листов 01	Листов 01
Разработано в соответствии с требованиями			
Андр			

СПЕЦИФИКАЦИЯ

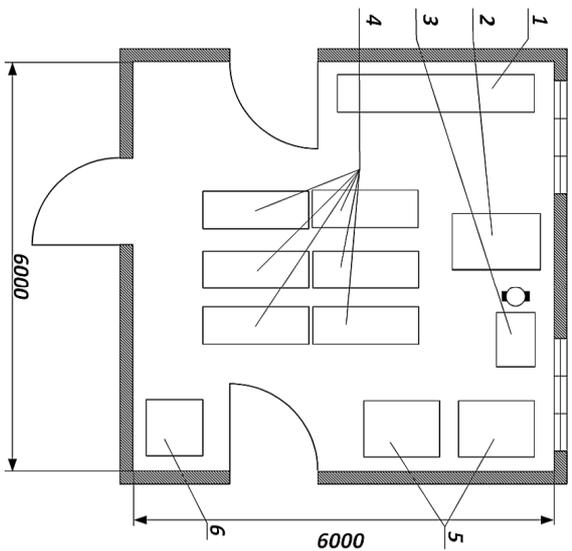
Поз.	Обозначение	Наименование	Тип	Кол.
1	A1	Блок датчиков тока и напряжения	402.3	1
2	A2	Терминал	304	1
3	A3	Коннектор	330	1
4	A5	Трёхполосный выключатель	301.1	1
5	G1	Трёхфазный источник питания	201.2	1
6	G2	Ключевые питание объектов исполняемого объекта	206.1	1
7	G3	Машинное реле	011	1
8	G4	Преобразователь, умнож. пременения	04	1
9	P1	Указатель, чистота вращения	506.3	1
10	P2	Механический выключатель	217	1
11	A4	Персональный компьютер	509	1
12	M1	Двигатель переменного тока	507.2	1

ПРИНЦИПАЛЬНАЯ СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ

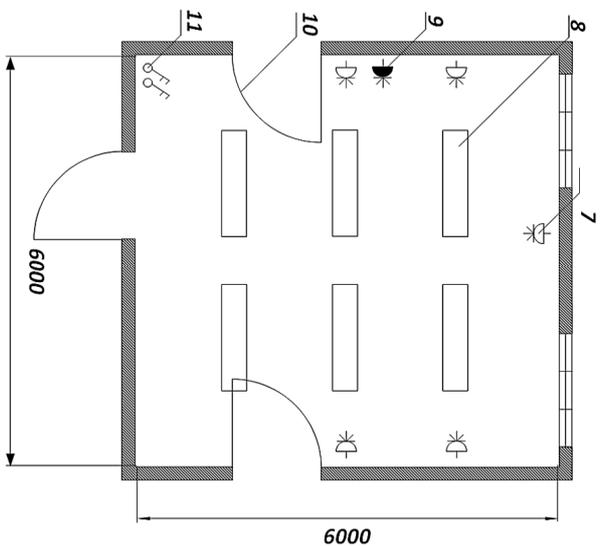


ВКР 06.41111.20301.65.В0		Лист 9	Листов 6
Проект: ВКР 06.41111.20301.65.В0		У	
Исполнитель: Д.В.С.			
Проверка: Д.В.С.			
Апробация: Д.В.С.			
Согласование: Д.В.С.			
Исполнение: Д.В.С.			
Согласование: Д.В.С.			
Исполнение: Д.В.С.			

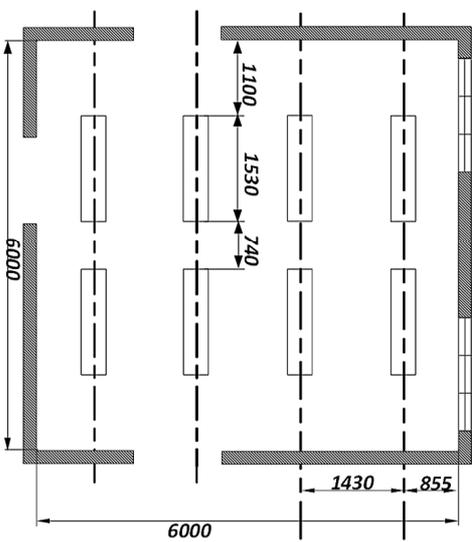
ПЛАН РАСТАНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ



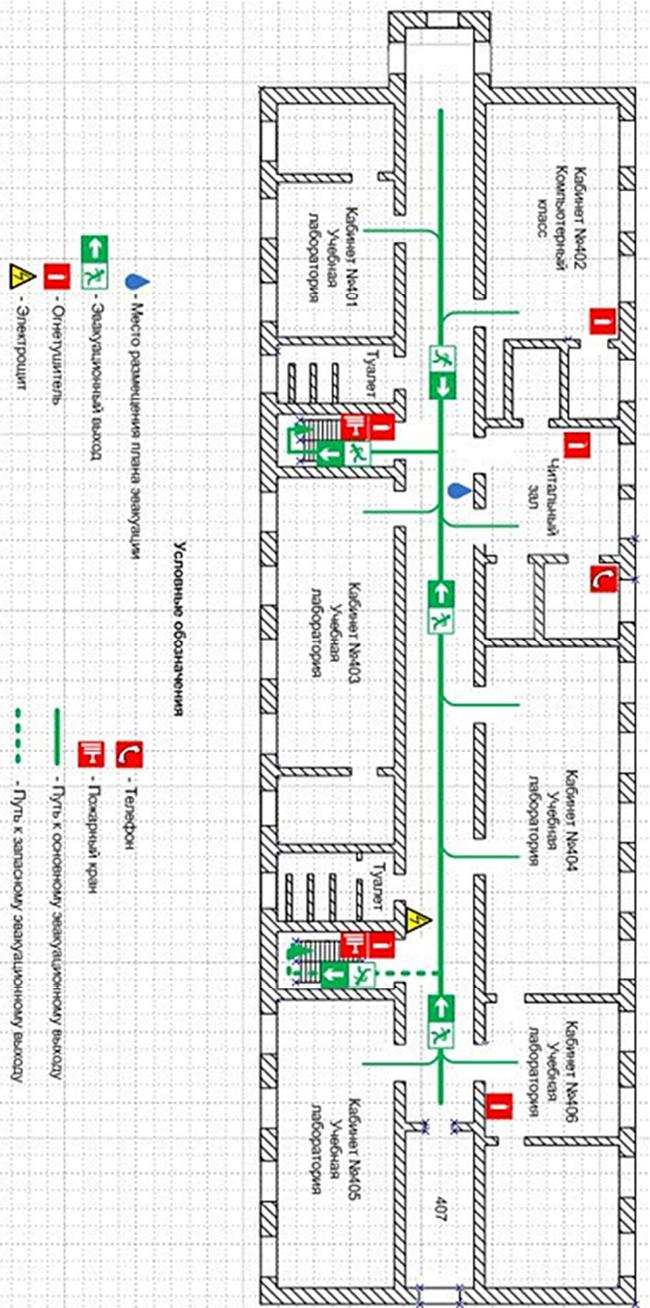
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ИМЕЮЩЕЕСЯ



ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ РАСЧЕТНОЕ



- 1 – учебный стенд ЭМТ – Н – К
- 2 – установка с асинхронным электродвигателем
- 3 – установка ЭМУ-12А с электродвигателем ПТ
- 4 – столы
- 5 – стенд ЭВ4
- 6 – сейф
- 7 – Розетка трех контактная с заземлением и занулением
- 8 – Светильник СВЛ 6*40 Вт
- 9 – Трехфазная розетка с занулением и заземлением
- 10 – дверь
- 11 – выключатель двухполюсный



ВНР 064111.220301.65 Л/Л		Лист	Масштаб
Безопасность и экологичность		У	Масштаб
Исполнитель	Проверенный	Лист	Листов
Григорьев	Лавренко С.А.	61	61
Григорьев	Шарыгин И.В.		

Разработано в соответствии с требованиями стандарта
 АИТУ