МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОСИЙССКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

«АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ» (ФИЛИАЛ)

**ОТЧЕТ**

**по преддипломной практике**

Студент Делавин Виктор Васильевич

Направление 11.04.03

Магистерская программа Информационные технологии проектирования ЭС

Группа ЗМАР 2018-1

Тема магистерской диссертации «Разработка конструкции устройства управления рулевым приводом подводного беспилотного аппарата

Руководитель практики Ямпурин Н.П., д.т.н., профессор

( Ф.И.О., ученая степень, звание)

Научный руководитель Баранова А.В. к.п.н., доцент

( Ф.И.О., ученая степень, звание)

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОСИЙССКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

«АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ» (ФИЛИАЛ)

**Индивидуальный план**

**прохождения преддипломной практики**

Выполнил студент группы Делавин Виктор Васильевич

(Ф.И.О)

№ группы ЗМАР 2018-1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №  п/п | Формулировка задания | Время  исполнения |
| 1. | Цель: разработка основ главы 3 магистерской диссертации (моделирование и экспериментальные исследования, апробация теоретических исследований) |  |
| 2. | **Содержание практики**:   1. Изучить: особенности конструкции устройства управления электромеханическим приводом | 25.11 – 29.11 |
| 2. Практически выполнить: сравнить разработанное устройство управления электромеханическим приводом с прототипом, снять АФЧХ | 30.11 –07.12 |
| 3. Приобрести навыки практического использования устройства управления приводом в беспилотном подводном аппарате | 08.12 – 15.12 |
| 3. | **Дополнительное задание:**  Подготовить слайды для презентации. | 16.12 – 22.12 |
| 4. | **Организационно-методические указания:**  – | – |

Задание выдал: Ямпурин Николай Петрович

( Ф.И.О., ученая степень, звание) подпись « 23 » 11 2020г.

Задание получил: Делавин Виктор Васильевич

( Ф.И.О., ученая степень, звание) подпись « 23 » 11 2020-г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОСИЙССКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВПО «НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ

УНИВЕРСИТЕТ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА»

«АРЗАМАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ» (ФИЛИАЛ)

**ОТЗЫВ**

**руководителя о прохождении преддипломнойой практики**

Студент Делавин Виктор Васильевич группа ЗМАР 2018-1

Ф.И.О.

Срок прохождения практики с « 25 » 11 2020г. по « 22 » 12 2020г.

1. Степень раскрытия темы

1. Обоснованность выбранных методов исследования

1. Достоверность результатов исследования

1. Положительные стороны отчета

1. Недостатки отчета

1. Самостоятельность и инициативность магистранта

1. Навыки, приобретенные во время выполнения НИР

1. Отношение магистранта к работе

Рекомендуемая оценка за НИР

«отлично», «хорошо», «удовлетворительно»

Руководитель Ямпурин Николай Петрович

Ф.И.О подпись

« 22 » 12 2020г.

# Объем практики в зачетных единицах и ее продолжительность в неделях

трудоемкость практики составляет 6 зачетных единиц (216 часов или 4 недели)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Этап работы** | **Код контролируемой компетенции** | **Объем, час** | **Формы текущего**  **контроля** |
| 1 | Подготовительный этап | - | - | Собеседование с руководителем практики от кафедры |
| 1.1 | Выбор базы практики | - | - |
| 1.2 | Планирование видов работ, которые необходимо выполнить студентам во время практики, формулировка индивидуальных заданий для студентов, формирование плана учебной практики магистранта, проведение организационного собрания студентов | - | - |
| 1.3 | Прохождение инструктажа по технике безопасности | - | - |
| 2 | Этап проведения практики (производственный этап) |  | **216** | Контроль со стороны руководителя практики |
| 2.1 | Уточнение магистрантом темы диссертационного исследования. Магистранты могут предложить либо свое направление НИР, либо связанное с тематикой какого либо предприятия города Арзамаса и Нижегородской области. | ПК-1 | 32 |
| 2.2 | Формулировка темы и гипотезы исследования. Определение актуальности темы, предмета, объекта, целей и задач исследования | ПК-1 | 16 |
| 2.3 | Обоснования темы и плана диссертационной работы | ПК-1,2 | 32 | Контроль со стороны руководителя практики |
| 2.4 | Обзор литературных источников, интернет ресурсов, патентов по теме диссертации | ПК-2 | 160 |
| 2.5 | Определение методологического аппарата исследования | ПК-2,3,4 | 120 |
| 2.6 | Оформление реферата по теме диссертации | ПК-5 | 40 |
| 3 | Заключительный этап |  |  | Защита отчета |
| 3.1 | Оформление письменного отчета по практике | ПК-5 | 16 |
| 3.2 | Защита отчета практике | ПК-4,5 | 16 |
| Итого: | |  | **216** |  |

Содержание

[1 Общий раздел: обоснование необходимости разработки и ее план 2](#_Toc42498046)

[2 Работа над 3-ей главой магистерской диссертацией 4](#_Toc42498048)

[2.1 Задачи исследования 4](#_Toc42498049)

[2.2 Описание программы проверки 4](#_Toc42498050)

[2.2.1 Состав аппаратных средств 5](#_Toc42498051)

[2.2.2 Состав программных средств 6](#_Toc42498052)

[2.3 Запуск программы проверки 6](#_Toc42498053)

[2.4 Замер времени готовности и включения привода 9](#_Toc42498054)

[2.5 Определение АФЧХ привода 11](#_Toc42498055)

# Общий раздел: обоснование необходимости разработки и ее план

1.1 В аппаратах, предназначенных для автономного перемещения с автоматическим управлением положения объекта в пространстве, скоростью и направлением движения, применяются системы автоматического управления (САУ).

Как правило в САУ входят:

-Блок чувствительных элементов (БЧЭ) с устройствами и датчиками, определяющими фактические координаты положения объекта и цели в пространстве и параметры движения (направление, скорость и ускорение). В аппаратах типа ракета, беспилотный самолет, торпеда и тому подобное этот блок называют «головкой» самонаведения.

1. Устройство управления приводом (УУП), представляющий собой электронное устройство в современных аппаратах – бортовая цифровая вычислительная машина БЦВМ), которое сравнивает сигналы с БЧЭ и преобразует в управляющие сигналы для стабилизации и требуемых характеристик движения объекта по разработанному по объекту алгоритма.

2. Привод, управляемый объектом, в котором электронные сигналы управления с УУП преобразуются, как правило, в механическое перемеще-ние управляющих устройств движением объекта (рулей, элеронов, сопел, винтов и так далее). В зависимости от способа преобразования электрическо-го сигнала в механическое перемещение существуют разные типы приводов:

-электропривод, в котором перемещение управляющих органов осу-ществляется электродвигателем через систему различных передачу (редук-тор, муфты и так далее);

- пневмопривод, в котором перемещение осуществляется сжатым воз-духом (в системе трубопроводов, цилиндров, поршней, клапанов струйных реле, насосов и тому подобное);

- гидропривод, в котором перемещение осуществляется аналогично пневмоприводу, вместо воздуха применяется жидкость (вода, масло и тому подобное), которая в отличии от воздуха практически не сжимается и может передать большее усилие для перемещения органов управления.

В связи с этим исполнительные механизмы, вращающие рули беспилотных подводных аппаратов, должны обладать высоким быстродействием, точностью, значительными силовыми характеристиками, эффективным реверсированием. Это достигается различными способами, в том числе и грамотно разработанной системой управления рулевыми механизмами. Для обеспечения выполнения работы привода необходимо устройство управления, которое будет выдавать управляющие сигналы устройству на перемещение руля в заданное положение и обрабатывать сигналы обратной связи, а именно информацию о текущем местоположении рулевой поверхности, поступающей с датчиков положения.

Так как электромеханические привода в настоящее время являются актуальными, разработка устройств управления этими приводами так же является необходимым и важным. Электромеханические привода могут использоваться не только в гражданской продукции, но и в военной, из чего следует, что необходимо разрабатывать устройства управления приводами не хуже, чем зарубежные, а также полностью на отечественной элементной базе и компактных размеров.

Целью работы является разработка конструкции устройства управления рулевым электромеханическим приводом подводного беспилотного аппарата. В данной работе необходимо разработать конструкцию устройства управления, проверить работоспособность конструкции при заданных критических внешних воздействиях, выбрать комплектующие элементы и провести экспериментальное исследование в составе конечного изделия.

План диссертационной работы:

[Введение 7](#_Toc42586298)

[1Аналитический обзор разрабатываемого устройства управления электромеханическим приводом 9](#_Toc42586299)

[1.1 Выбор типа привода 9](#_Toc42586300)

[1.2 Описание электромеханического привода 11](#_Toc42586301)

[1.3 Техническое задание на разработку конструкции устройства управления электромеханическим приводом 13](#_Toc42586302)

[1.4 Цель и задачи работы 14](#_Toc42586300)

[2 Разработка конструкции устройства управления электромеханическим приводом 17](#_Toc42586303)

[2.1 Анализ технического задания 17](#_Toc42586304)

[2.2 Разработка и конструкторский анализ функциональной схемы устройства управления рулевым электромеханическим приводом. 17](#_Toc42586305)

[2.3 Анализ элементной базы блока по условиям эксплуатации 25](#_Toc42586306)

[2.3 Разработка конструкции устройства управления приводом. 26](#_Toc42586307)

[2.3.2 Выбор системы охлаждения блока. 27](#_Toc42586308)

[2.4 Выбор типа печатной платы 29](#_Toc42586309)

[2.5 Обоснование электромагнитной совместимости блока 36](#_Toc42586310)

[2.6 Описание конструкции устройства управления электроприводом 37](#_Toc42586311)

[2.7Расчет показателей качества конструкции 38](#_Toc42586312)

[3. Экспериментальное исследование 54](#_Toc42586313)

[3.1 Задачи исследования 54](#_Toc42586314)

[3.2 Описание программы проверки 54](#_Toc42586315)

[3.3 Запуск программы проверки 55](#_Toc42586316)

[3.4 Замер времени готовности и включения привода 58](#_Toc42586317)

[3.5 Определение АФЧХ привода 60](#_Toc42586318)

[Литература 84](#_Toc42586300)

# Работа над 3-ей главой магистерской диссертацией

2.1 Задачи исследования

Согласно п. 1.3.8 ТЗ, амплитудно-частотная и фазо-частотная характеристика электромеханического привода должна соответствовать условиям:

- АЧХ: в диапазоне частот от 0-4 Гц затухание должно быть не более 2,5 дБ;

на частоте от 20 Гц затухание должно быть не менее 10 дБ;

- ФЧХ: в диапазоне частот от 0-3 Гц сдвиг фазы должен быть не более 30°;

на частоте от 20 Гц сдвиг фазы должен быть не менее 60°.

Согласно п 1.3.7.3 ТЗ время готовности привода к работе с момента подачи напряжения питания не превышает 1 с, а время включения, от момента подачи управляющего сигнала до начала движения выходного вала – 0,02 с.

2.2 Описание программы проверки

Для подтверждения пунктов Технического задания снимем АФЧХ с привода с УУП с помощью имеющейся программой для проверки, а также замерим время готовности привода к работе и время включения. Также сравним полученные значения с прототипом.

Программа проверки привода предназначена для автоматизированного определения работоспособности ЭМП и его основных характеристик:

- средней угловой скорости выходного вала механизма;

- люфта выходного звена механизма;

- упругого люфта выходного звена механизма;

- времени включения (от момента подачи управляющего сигнала до начала движения выходного вала);

- времени готовности (время от момента подачи напряжения питания на механизм при подключении до приведения механизма в работоспособное состояние);

- устойчивости к воздействию рабочей пониженной и повышенной температуры среды;

- устойчивости к воздействию предельной пониженной и повышенной температуры среды;

- устойчивости к воздействию циклического изменения температуры окружающей среды;

- вибропрочности под нагрузками;

- проверка на воздействие синусоидальной вибрации под нагрузками;

- проверка на воздействие случайной вибрации под нагрузками;

- проверка работоспособности при нагрузках, действующих на выходной вал.

Для определения работоспособности привода и его основных характеристик программа выполняет следующие основные функции:

- задание управляющего воздействия;

- получение значений, отработанных изделий

- обработку полученных значений;

- вывод полученных результатов работы изделия.

2.2.1 Состав аппаратных средств

Для проверки привода необходимы следующие аппаратные средства:

- персональный компьютер;

- конвертер USB-RS-485 ICP CON i-7563U$

- кабель (для подключения конвертера к USB- порту персонального компьютера);

- электромеханический привод с устройством управления приводом;

- лабораторный источник питания SPS-3610.

На рисунке 9 приведена схема подключения аппаратных средств.

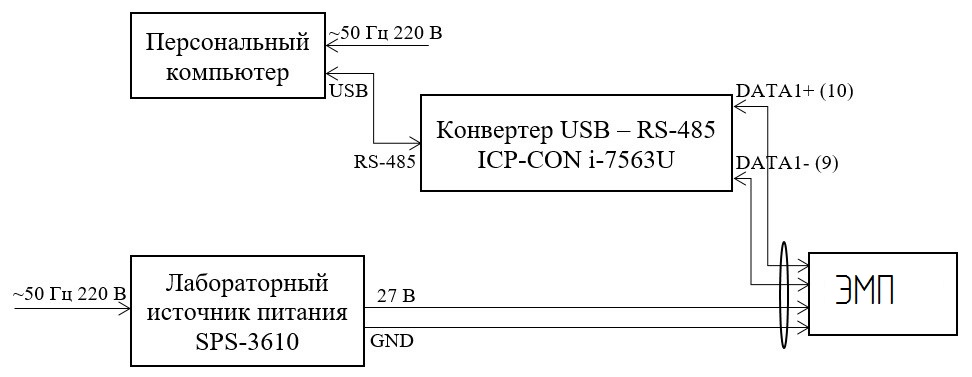


Рисунок 9 – Схема подключения аппаратных средств

2.2.2 Состав программных средств

Для выполнения программы необходимы следующие программные средства:

- операционная система Windows 7/10;

- программа проверки

2.3 Запуск программы проверки

После запуска программы проверки появляется ее главное окно, представленное на рисунке 10.

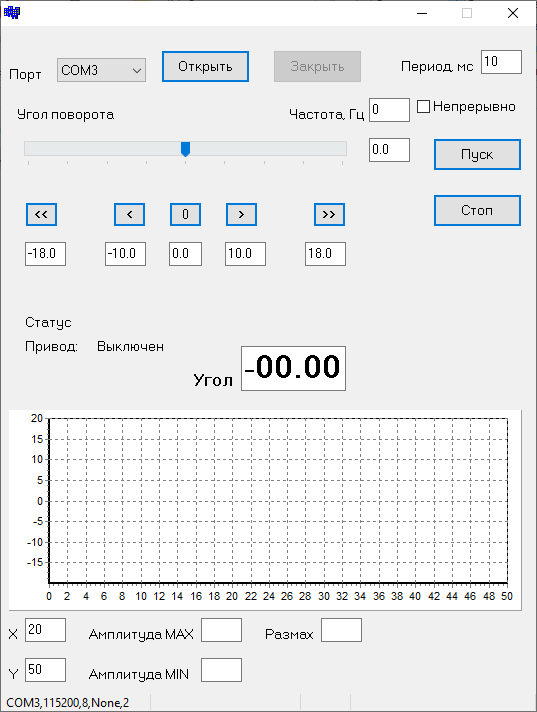


Рисунок 10 – Главное окно программы проверки ЭМП

Зададим поворот выходного звена электропривода +10° и -10°.

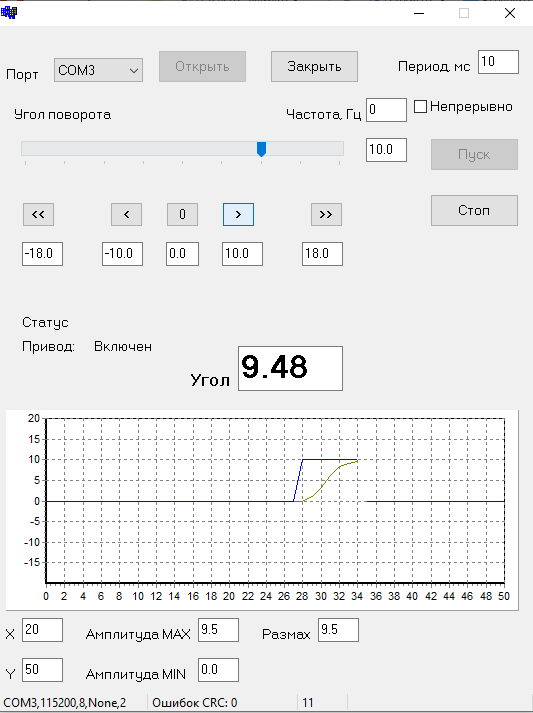


Рисунок 11 – Результат работы программы при задании угла поворота +10°

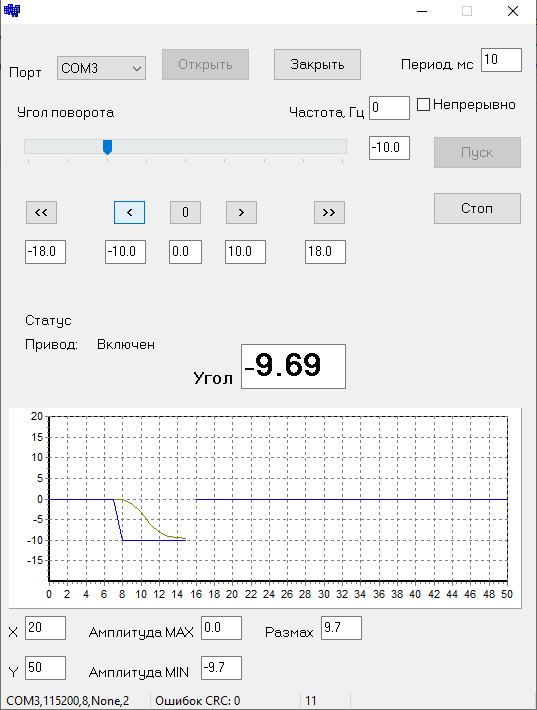


Рисунок 12 – Результат работы программы при задании угла поворота -10°

2.4 Замер времени готовности и включения привода

Для выполнения замера соберем установку по схеме управления, приведенной в п. 2.1.5 диссертации. Устройство управления приводом в составе ЭМП устанавливается в специальный нагрузочный стенд (рис. 13) и подключается через разъем СНП390 к источнику питания и персональному компьютеру.

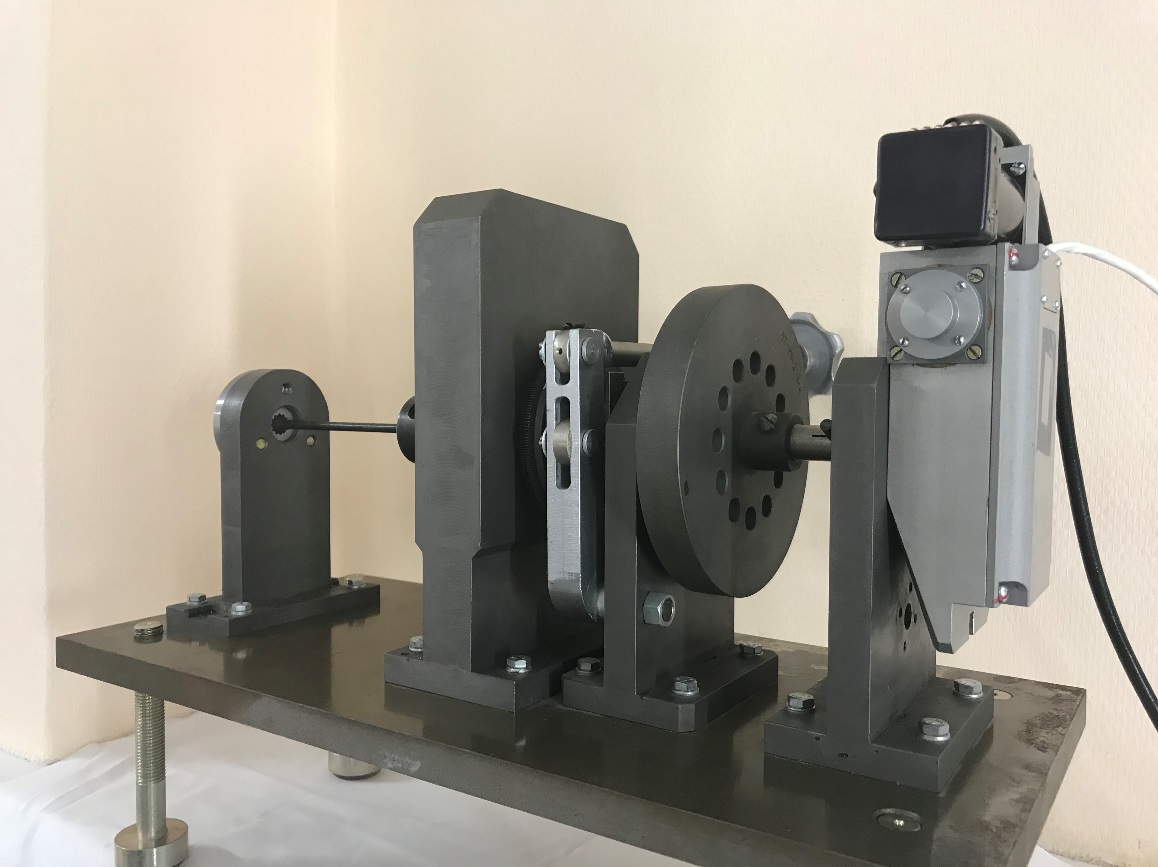


Рисунок 13 – Нагрузочный стенд

Результаты 3-ех замеров приведены в таблицах 3.1 – 3.2.

Таблица 2.1 – Замер времени включения ЭМП

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № замера | Время включения при движении от -18° до +18°, с | Время включения при движении от +18° до -18°, с |
| 1 | 0,015 | 0,017 |
| 2 | 0,015 | 0,015 |
| 3 | 0,015 | 0,015 |

Время включения (от момента подачи управляющего сигнала до начала движения выходного звена) соответствует требованиям ТЗ.

Таблица 2.2 – Замер времени готовности ЭМП

|  |  |
| --- | --- |
| № замера | Время до начала движения, с |
| 1 | 0,320 |
| 2 | 0,332 |
| 3 | 0,296 |

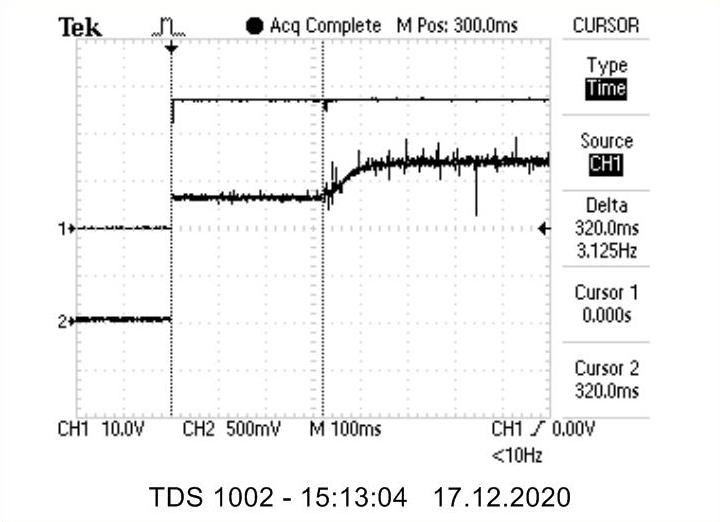


Рисунок 14 – Замер №1

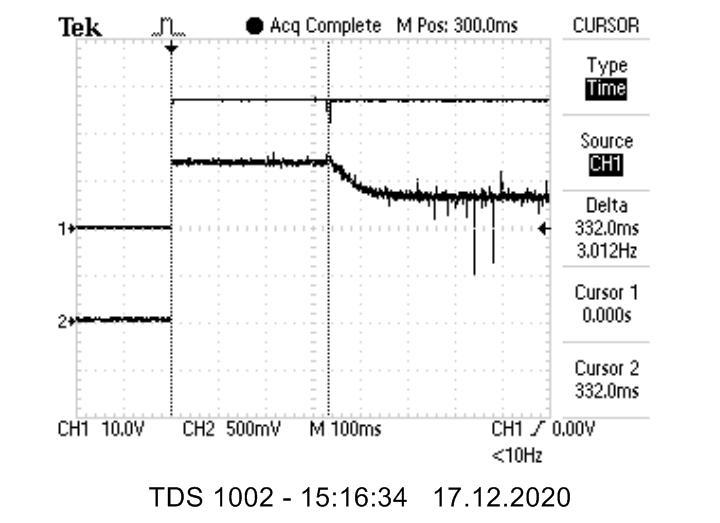


Рисунок 15 – Замер №2

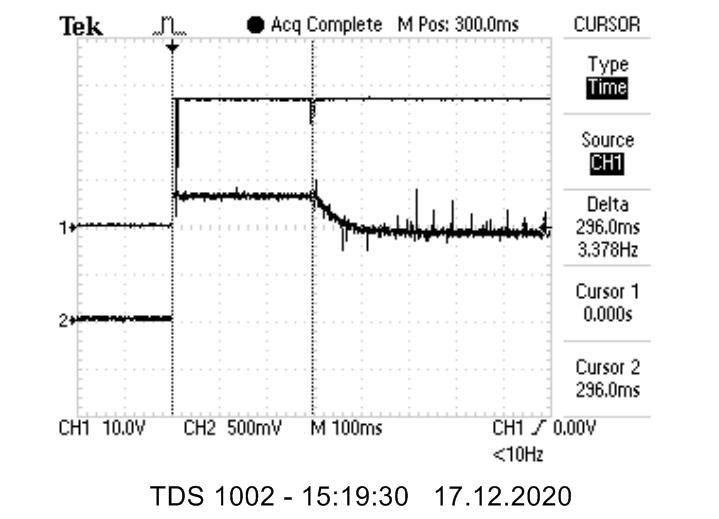


Рисунок 16 – Замер №3

Время готовности (время от подачи напряжения питания на ЭМП при подключении до приведения привода в работоспособное состояние) соответствует требованиям ТЗ.

2.5 Определение АФЧХ привода

В качестве входного воздействия использовался синусоидальный сигнал постоянной амплитуды в диапазоне частот от 0,1 до 30 Гц.

Измерения проводились для амплитуд, соответствующих 0,5°, 1°, 3°.

Для сравнения были определены АФЧХ привода – прототипа. Все измерения приведены в графиках на рисунках 17-19 для амплитуд 0,5°, 1° и 3° соответственно, полученные экспериментально. АЧХ и ФЧХ разработанного устройства управления электромеханическим приводом показаны на графиках синим и оранжевым цветом соответственно, а АЧХ и ФЧХ прототипа обозначены на графиках желтым и фиолетовым цветом соответственно.

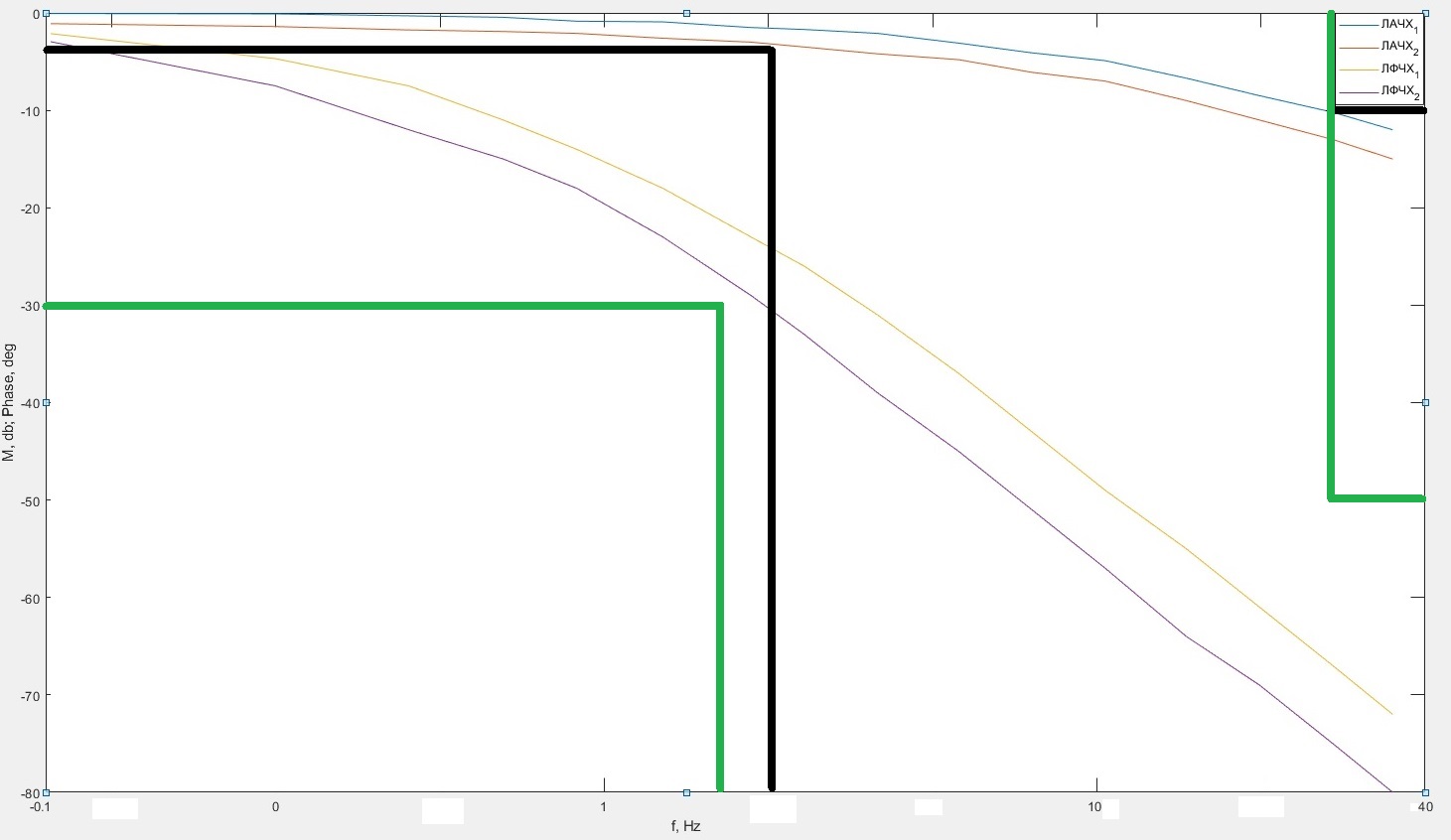


Рисунок 17 – Логарифмическая амплитудно-фазовая частотная

характеристика для 0,5°

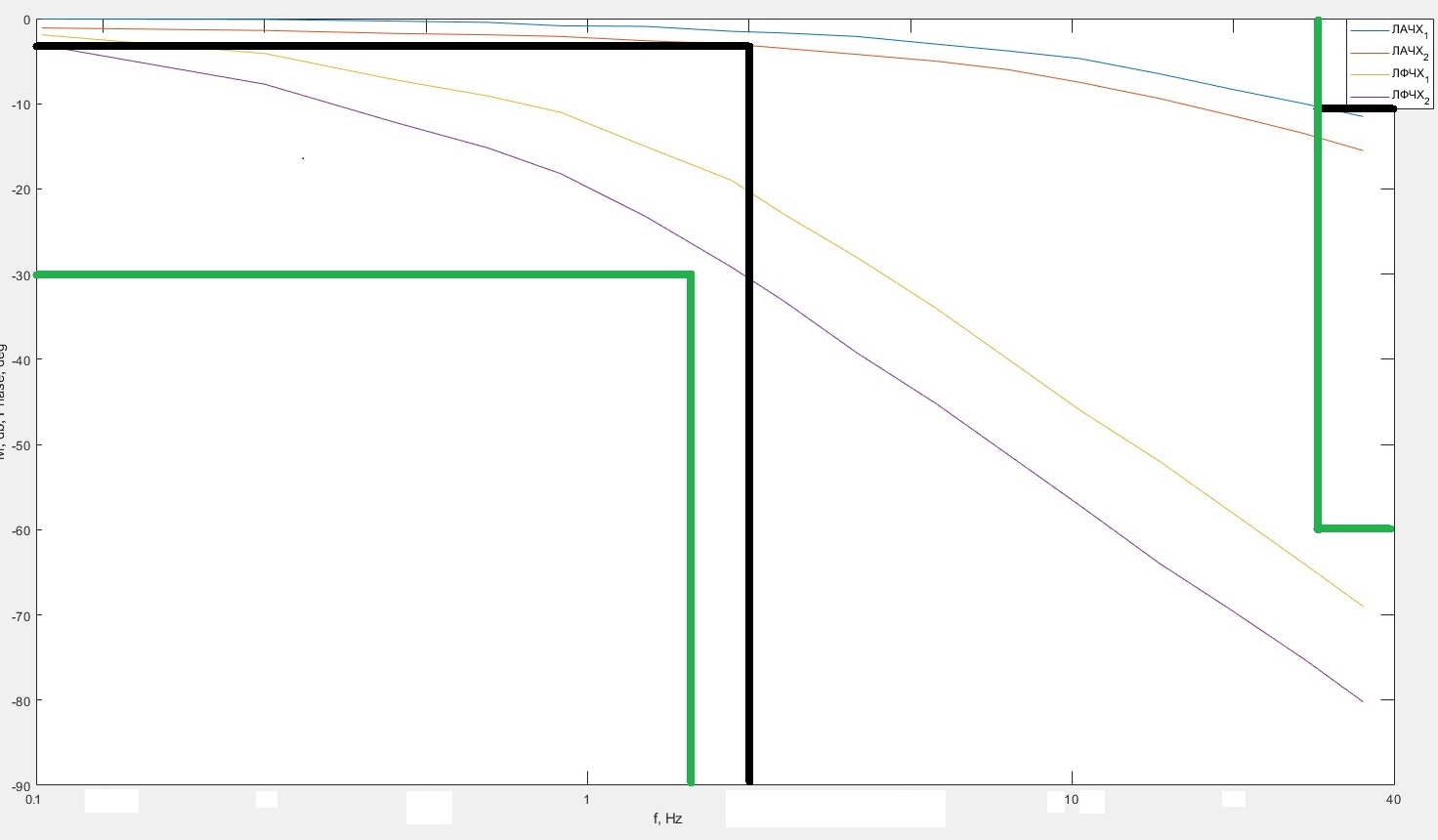


Рисунок 18 – Логарифмическая амплитудно-фазовая частотная

характеристика для 1°

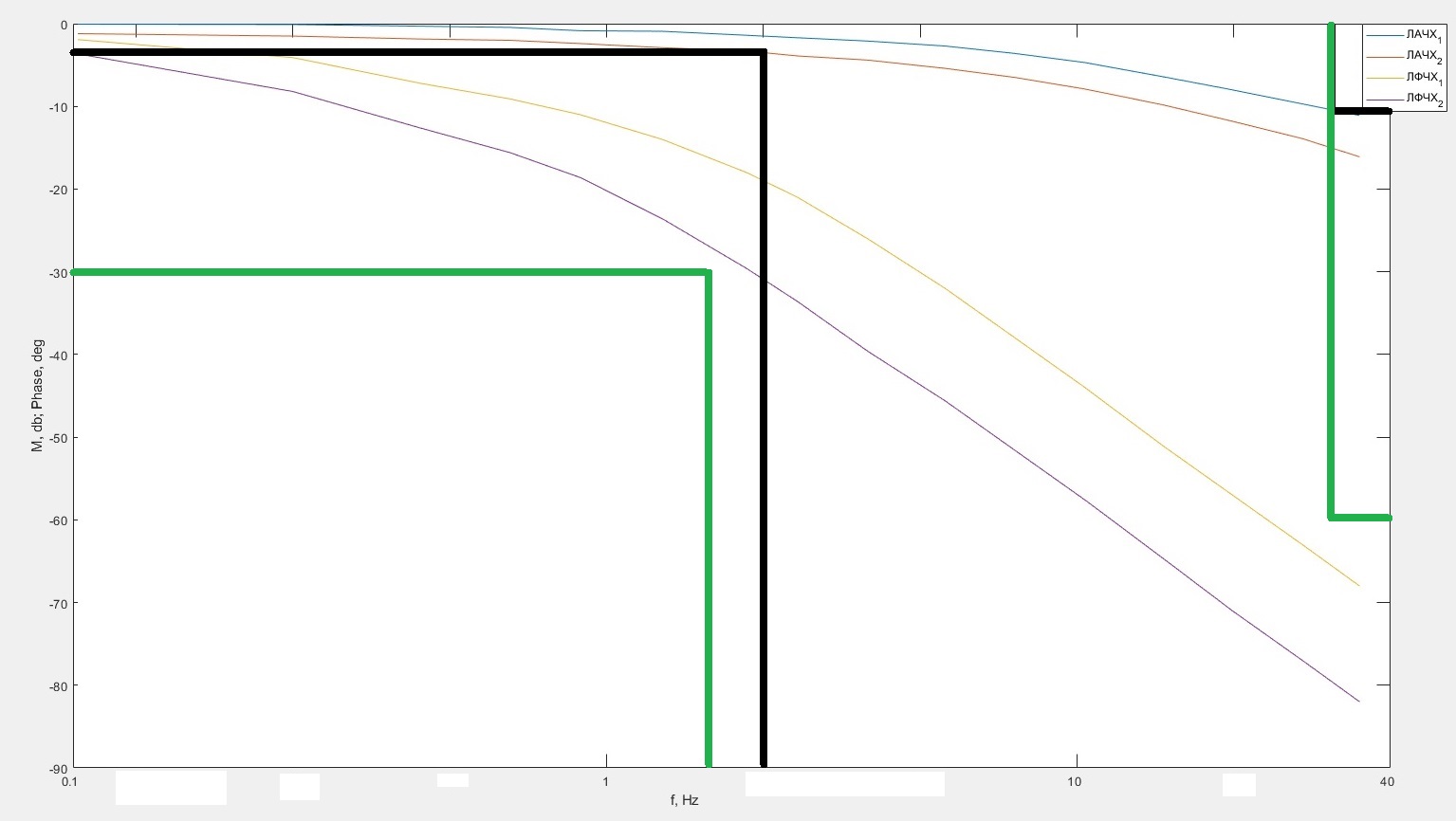


Рисунок 19 – Логарифмическая амплитудно-фазовая частотная

характеристика для 3°

Черным и зеленым цветом на рисунках 17-19 обозначены границы амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик в соответствие с техническим заданием. На графиках ЛАЧХ1 и ЛФЧХ1 – характеристики разрабатываемого электропривода со встроенным устройством управления, ЛАЧХ2 и ЛФЧХ2 – характеристики прототипа привода.

Как видно из графиков, разработанное устройство управления приводом в составе ЭМП выполняет условия Технического задания, а также превосходит прототип.

В проекте было выполнено исследование устройства управления приводом по следующим параметрам:

- замер времени готовности привода;

- замер времени включения привода.

А также были определены АФЧХ электропривода.

Сравним полученные характеристики разработанного изделия с прототипом и сведем все данные в таблицу 6.1:

Таблица 6.1 – Сравнение характеристик.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование параметра | Заданное в ТЗ | Прототип | Разработанное изделие |
| Масса УУП | Не более 0,5 кг | 0,4 кг | 0,129 кг |
| Время готовности ЭМП | Не более 1 с | ≈0,8 с | ≈0,316 с |
| Время включения ЭМП | Не более 0,02 с | ≈0,02 с | ≈0,015 с |
| Габаритные размеры | Не более 105\*65\*17мм (Д\*Ш\*В) | 100\*170\*40мм | 100\*60\*10,8мм |
| Надежность | Не ниже 0,98 | 0,998 | 0,999 |
| Потребляемая мощность | Не более 150 Вт | 103,5 Вт | 97,2 Вт |
| Срок хранения | Не менее 25 лет | 25 лет | 30,8 лет |
| Стоимость | Не регламентируется | 215780,6 руб. | 170977,8 руб. |

Все полученные данные полностью соответствуют требованиям Технического задания.

Расчеты подтвердили правильность выбора материалов и элементов, примененных в конструкции УУП.

Литература

1. Шурыгин, Б.Д. Конструирование электронных средств/ В.Ф. Борисов, А.А. Мухин, М.Ф. Митюшин, Ю.В. Чайка, А.Н. Шишков, Б. Д. Шурыгин,. – Нижний Новгород, 2013. – 111 с.
2. Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат/Е.В.Пирогова.-М.: ФОРУМ, 2005. – 560 с.
3. Леухин, В.Н. Основы конструирования и технологии производства РЭС: Учебное пособие/ В.Н. Леухин. – Йошкар-Ола: МарГТУ.2006. 344
4. Самсонович С.Л., Степанов В.С. Принципы построения силовых миниприводов. Известия ТулГУ. Серия. Вычислительная техника. Информационные технологии. Вып. 3. Системы управления. Том 2. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2006.
5. Башарин А. В., Новиков В. А., Соколовский Г. Г. Управление электроприводами: Учебное пособие для вузов. Ленинград, Издательство "Энергоиздат", Ленинградское отделение, 1982
6. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника Учебник для вузов/ Розанов Ю.К. - М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 632 с.
7. Леухин, В.Н. Радиоэлектронные узлы с монтажом на поверхность: конструирование и технология: уч. пособие/ В.Н. Леухин. - Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 248 с.
8. Проектирование РЭС: Учебное пособие по курсовому и дипломному проектированию / В.Ф. Борисов, А.А. Мухин, М.Ф. Митюшин, А.Н. Шишков, Ю.В. Чайка. - М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2008.- 96 с.: ил.
9. Парфёнов, Е.М.. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры./ Е.М. Парфёнов, Э.Н. Камышная, В.П. Усачев. - М.: Радио и связь, 1985
10. Леухин, В.Н. Основы конструирования и производства РЭС: уч. Пособие/ В.Н. Леухин. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2006. – 344 с.
11. Медведев А. Печатные платы. Конструкции и материалы. – М.: Техносфера, 2005-304с.
12. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги: Справочник. Т.5./А.В. Нефедов. - Москва: ИП РадиоСофт, 2000.
13. Отечественные полупроводниковые приборы специального назначения /А.И. Аксенов, А.В. Нефедов. - М.:СОЛОН-Р, 2002.-312 с.
14. Ямпурин, Н.П. Основы надежности электронных средств: учеб. пособие для студ. высш.учеб. заведений/ Н.П. Ямпурин, А.В. Баранова; под ред. Н.П. Ямпурина. – М.: Издательский центр "Академия", 2010. – 240 с.
15. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2005.- 560с.
16. Половко А.М., Маликов И.М. - Сборник задач по теории надежности
17. Сафронов Н.А. Экономика предприятия: Учебник/ Под ред. проф. Н.А.Сафронова - М.: "Юристъ", 2004. - 584 с
18. Волков О.И. Экономика предприятия (фирмы): Учебник / Под. ред. проф. О.И. Волкова и доц. О.В. Девяткина. – М.: ИНФА – М, 2004
19. Филонин Е.Н. Раздел «Безопасность и экологичность проектных решений» в дипломных проектах. /Сост. Е.Н. Филонин. - Аф НГТУ, 2004.
20. Девисилов В.А. Охрана труда: Учебник. – 2-е изд., испр. И доп. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006.- 448с.
21. Делавин В.В. Разработка электромеханического привода управления рулевой поверхностью/ В.В. Делавин// 11-й Всероссийский межотраслевой конкурс научно-технических работ и проектов «Молодежь и будущее авиации и космонавтики» сборник аннотаций конкурсных работ – Москва: Московский авиационный институт, 2019 – С.166-168.
22. Делавин В.В. Разработка конструкции устройства управления электроприводом/ В.В. Делавин// Программа докладов 13-го регионального научно-практического семинара магистрантов 2-го года обучения по направлению 11.04.03 «Конструирование и технология электронных средств» – Н.Новгород: НГТУ, март 2020 ( диплом 1-ой степени).