

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»
Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка документации на усилитель мощности низкой частоты
УДК 621.375.026.029.4:658.512

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Г41	Михеева Валерия Андреевна		

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ВКР	Солтанова Диана Гульмамедовна			
Руководитель ООП	Казаков Вениамин Юрьевич	к.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель ОАР	Леонов Сергей Владимирович	к.т.н.		

Томск – 2018 г.

Планируемые результаты обучения по направлению

27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
Р1	Применять современные базовые и специальные естественнонаучные, математические и инженерные знания для решения комплексных задач метрологического обеспечения, контроля качества, технического регулирования и проверки соответствия с использованием существующих и новых технологий, и учитывать в своей деятельности экономические, экологические аспекты и вопросы энергосбережения	Требования ФГОС (ОК-12, 13, 15, 16, 19; ПК- 17, 18, 19, 21, 22, 26). Критерий 5 АИОР (п.1.1, 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р2	Выполнять работы по метрологическому обеспечению и техническому контролю, определять номенклатуру измеряемых и контролируемых параметров, устанавливать оптимальные нормы точности и достоверности контроля, выбирать средства измерений и контроля, предварительно оценив экономическую эффективность техпроцессов, кроме того, уметь принимать организационно-управленческие решения на основе экономического анализа	Требования ФГОС (ОК-5, ПК-3, 4, 8, 12, 23, 24). Критерий 5 АИОР (п.1.4, 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р3	Выполнять работы в области стандартизации и сертификации: по созданию проектов стандартов, методических и нормативных материалов и технических документов, по нормоконтролю и экспертизе технической документации, участвовать в проведении сертификации продукции, услуг, систем качества и систем экологического управления предприятием, участвовать в аккредитации органов по сертификации, измерительных и испытательных лабораторий	Требования ФГОС (ОК-17, 19; ПК- 1, 6, 7, 8, 11, 14, 16, 17, 18, 21, 24). Критерий 5 АИОР (п.1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р4	Выполнять работы в области контроля и управления качеством: участвовать в оперативной работе систем качества, анализировать оценку уровня брака и предлагать мероприятия по его предупреждению и устранению, участвовать в практическом освоении систем менеджмента качества	Требования ФГОС (ОК-3, 9, 15, ПК-2, 5, 11, 12, 13, 15, 21). Критерий 5 АИОР (п. 1.5, 1.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
Р5	Использовать базовые знания в области экономики, проектного менеджмента и практики ведения бизнеса, в том числе менеджмента рисков и изменений, для ведения комплексной инженерной деятельности; проводит анализ затрат на обеспечение требуемого качества и деятельности	Требования ФГОС (ОК-8, 9, 18, ПК-10, 25). Критерий 5 АИОР (п.2.1, 1.3, 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов

	подразделения, проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений	EURACE и FEANI
Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС ВПО, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Универсальные компетенции</i>		
P6	Понимать необходимость и уметь самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-3, 4, 5). Критерий 5 АИОР (п.2.6), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P7	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена команды по междисциплинарной тематике, а также руководить командой, демонстрировать ответственность за результаты работы	Требования ФГОС (ОК-3, 18, ПК- 26). Критерий 5 АИОР (п.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде, разрабатывать документацию, представлять и защищать результаты инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-17,19). Критерий 5 АИОР (п.2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P9	Ориентироваться в вопросах безопасности и здравоохранения, юридических и исторических аспектах, а также различных влияниях инженерных решений на социальную и окружающую среду	Требования ФГОС (ОК-1, 13, 14, ПК-26). Критерий 5 АИОР (п.2.5), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI
P10	Следовать кодексу профессиональной этики, ответственности и нормам инженерной деятельности	Требования ФГОС (ОК-6, 7). Критерий 5 АИОР (п.1.6, 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов EURACE и FEANI

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»
Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
В.Ю.Казаков
(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Г41	Михеевой Валерии Андреевны

Тема работы:

Разработка документации на усилитель мощности низкой частоты	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№ 2184/с от 28.03.2018 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.06.2018 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Объектом исследования является усилитель мощности низкой частоты класса D «УНЧ-Д1000»; требования к объекту установлены в нормативно-правовых актах в области обеспечения единства измерений.</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1 Обзор нормативно-правовых документов в области метрологического обеспечения. 2 Анализ процедуры управления оборудованием для мониторинга и измерений. 3 Обзоры усилителя и актуальных к нему требований. 5 Разработка методики проверки на усилитель. 6 Разработка эксплуатационной документации на усилитель.</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация, выполненная в программе Microsoft Power Point</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Старикова Екатерина Васильевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Авдеева Ирина Ивановна</p>

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>1.03.2018</p>
--	------------------

Задание выдал руководитель:

<p>Должность</p>	<p>ФИО</p>	<p>Ученая степень, звание</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>Инженер по метрологии АО «НПЦ «Полюс»</p>	<p>Солтанова Диана Гульмамедовна</p>			

Задание принял к исполнению студент:

<p>Группа</p>	<p>ФИО</p>	<p>Подпись</p>	<p>Дата</p>
<p>8Г41</p>	<p>Михеева Валерия Андреевна</p>		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Г41	Михеевой Валерии Андреевне

Инженерная школа	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	-анализ потенциальных потребителей; -анализ конкурентных технических решений.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	-расчет материальных затрат НИИ; -расчет основной заработной платы исполнителей темы; -расчет дополнительной заработной платы исполнителей темы; -расчет отчислений во внебюджетные организации; Расчет накладных расходов; -формирование бюджета затрат НИИ.
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	-расчет интегрального показателя эффективности НИИ.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта сегментирования рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. График проведения и бюджет НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Старикова Екатерина Васильевна	к.ф.н.		01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Г41	Михеева Валерия Андреевна		01.03.2018

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа 8Г41	ФИО Михеевой Валерии Андреевне
-----------------------	--

Школа	ИШИТР	Отделение	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	27.03.01 «Стандартизация и метрология»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Рабочее место представляет собой компьютерный стол с персональным компьютером. Данные условия необходимы для разработки документации на исследуемое средство измерения. Объектом исследования является усилитель мощности низкой частоты D класса «УНЧ-Д1000».
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p>	<p>Анализ выявленных вредных факторов производственной среды, таких как:</p> <ul style="list-style-type: none"> - недостаточная освещенность рабочей зоны; - отклонение показателей микроклимата; - повышенный уровень электромагнитных излучений; - повышенный уровень шума; - психофизические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность работы). <p>Анализ выявленных опасных факторов производственной среды, таких как:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электробезопасность.
<p>2. Экологическая безопасность</p>	<p>Анализ воздействия объекта на литосферу. Отходы, связанные с поломкой или утилизацией</p>

	персонального компьютера, усилителя мощности низкой частоты. Утилизация люминесцентных ламп.
3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	Защита в чрезвычайных ситуациях: - наиболее возможное ЧС при данных рабочих условиях – пожар; - обзор возможных источников пожара и предотвращение их появлений; - обзор способов обеспечения пожарной безопасности.
4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	Обзор специальных правовых норм ТК РФ и рекомендаций по организационным мероприятиям при компоновке рабочей зоны.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2018
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Авдеева Ирина Ивановна			01.03.2018

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Г41	Михеева Валерия Андреевна		01.03.2018

Министерство образования и науки Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки 27.03.01 «Стандартизация и метрология»
 Уровень образования Бакалавриат
 Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения (осенний / весенний семестр 2017/2018 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа (бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.06.2018
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
30.03.2018	Обзор нормативно-правовой документации в области метрологического обеспечения	
10.04.2018	Анализ процедуры управления оборудованием для мониторинга	
15.04.2018	Обзор работы усилителя и актуальных к нему требований	
20.04.2018	Оформление раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	
01.05.2018	Оформление раздела «Социальная ответственность»	
15.05.2018	Разработка методики проверки на усилитель	
30.05.2018	Разработка эксплуатационной документации на усилитель	
10.06.2018	Оформление пояснительной записки	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Инженер по метрологии АО «НПЦ «Полус»	Солтанова Диана Гульмамедовна			

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР	Казаков Вениамин Юрьевич	к.ф.-м.н.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 164 страницы, 6 рисунков, 22 таблицы, 33 источника, 3 приложения.

Ключевые слова: метрологическое обеспечение, управление оборудованием для мониторинга, метрологическое подтверждение пригодности, средства контроля, методика проверки.

Актуальность работы заключается в разборе процедуры метрологического подтверждения пригодности объекта исследования и разработке необходимой документации для ее проведения.

Объектом исследования является усилитель мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000».

Цель работы: разработка комплекта документов, необходимого для проведения метрологического подтверждения пригодности усилителя мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000» в отделе главного метролога АО «НПЦ «Полус».

В процессе выполнения работы были выполнены следующие задачи: обзор нормативно-правовых документов в области метрологического обеспечения, анализ процедуры управления оборудованием для мониторинга и измерений, обзор усилителя и актуальных к нему требований, разработка методики проверки и эксплуатационной документации на усилитель мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000».

В результате выполнения выпускной квалификационной работы был разработан комплект документов на усилитель мощности низкой частоты, который впоследствии будет применяться в процедуре метрологического подтверждения пригодности.

Область применения разработанных документов – обеспечение единства измерений при проверке работоспособности средства контроля в отделе главного метролога АО «НПЦ «Полус».

Определения, обозначения и сокращения, нормативные ссылки

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Система менеджмента качества. Требования.

ГОСТ 2.102-2013 Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторских документов.

ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи.

ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.

ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы.

ГОСТ 2.610 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационной документации.

ГОСТ Р 8.000-2015 Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения.

ГОСТ 11478-88 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Нормы и методы испытаний на воздействие внешних механических и климатических факторов.

ГОСТ 23849-87 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Методы измерения электрических параметров усилителей сигналов звуковой частоты.

Определения

В настоящей работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

метрологическое обеспечение измерений: Систематизированный, строго определенный набор средств и методов, направленных на получение измерительной информации, обладающей свойствами, необходимыми для выработки решений по приведению объекта управления в целевое состояние [5];

метрологическая экспертиза документации: Анализ и оценивание экспертами-метрологами правильности применения метрологических требований, правил и норм, в первую очередь связанных с единством измерений [7];

единство измерений: Состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы [1];

метрологическое подтверждение пригодности элементов метрологического обеспечения измерений: Совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения пригодности элементов МОИ к решению конкретной задачи измерений в конкретных условиях [5].

Обозначения и сокращения

АО - акционерное общество;

ЖЦП – жизненный цикл продукции;

ОЕИ – обеспечение единства измерений;

ГСИ – государственная система обеспечения единства измерений;

ЕСКД – Единая система конструкторской документации;

ЕСТД – Единая система технологической документации;

ЕСТПП – Единая система технологической подготовки производства;

СРПП – Система разработки и постановки продукции на производство;

ТЗ – техническое задание;

МЭ - метрологическая экспертиза;

СИ - средство измерений;

СрК - средство контроля;

НИР – научно-исследовательская работа;

ОКР – опытно-конструкторская работа;

СМК – система менеджмента качества

Содержание

	С.
Введение	19
1 Метрологическое обеспечение в АО «НПЦ «Полус»	21
1.1 Метрологическое обеспечение	21
1.2 Управление оборудованием для мониторинга и измерений	23
1.3 Метрологическое подтверждение пригодности средств контроля	27
1.3.1 Первичная проверка	29
1.3.2 Периодическая проверка	32
1.3.3 Повторная проверка	33
1.4 Планирование и организация работ по метрологическому обеспечению	33
1.5 Метрологическая экспертиза документации	35
2 Требования к средствам контроля	39
2.1 Основные характеристики усилителя	39
2.2 Требования к средствам контроля	40
2.3 Учет средств контроля	41
2.4 Порядок эксплуатации, технического обслуживания и хранения средств контроля	42
3 Разработка документации на усилитель\	46
3.1 Разработка эксплуатационной документации	46
3.1.1 Разработка руководства по эксплуатации	47
3.1.2 Разработка паспорта	48
3.2 Разработка методики проверки усилителя	54
3.2.1 Основные требования к построению, изложению, оформлению и содержанию методики проверки	56
3.2.2 Методы и средства измерения основных характеристик усилителя	59

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	64
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	
положения эксплуатационной документации	64
5.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	65
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений	65
5.2 Планирование работы	69
5.2.1 Структура работы	69
5.2.2 Определение трудоемкости работы	70
5.2.3 Разработка графика проведения научного исследования	71
5.3 Расчет бюджетно научно-технического исследования	75
5.3.1 Расчет материальных затрат	75
5.3.2 Расчет основной заработной платы	76
5.3.3 Расчет дополнительной заработной платы	78
5.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды	79
5.3.5 Расчет накладных расходов	80
5.3.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательской работы	80
5.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	81
5.5 Оценка экономической эффективности работы	83
6 Социальная ответственность	84
6.1 Профессиональная социальная безопасность	84
6.1.1 Анализ вредных и опасных факторов	84
6.1.1.1 Микроклимат	86
6.1.1.2 Повышенный уровень электромагнитных излучений	88
6.1.1.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте	89
6.1.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны и расчет искусственного освещения	90

6.1.1.5 Психофизические факторы	93
6.1.1.6 Электробезопасность	93
6.2 Экологическая безопасность	96
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	97
6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	98
6.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства	99
6.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	99
Заключение	102
Список использованных источников	103
Приложение А Методика проверки на усилитель мощности «УНЧ-Д1000»	107
Приложение Б Руководство по эксплуатации на усилитель мощности «УНЧ-Д1000»	130
Приложение В Паспорт на усилитель мощности «УНЧ-Д1000»	144

Введение

С целью повышения конкурентоспособности в условиях современного рынка организациям следует непрерывно совершенствовать СМК, повышать её результативность и эффективность. Высшее руководство организации должно развивать обеспечение качества на всех стадиях ЖЦП и выполнять требования законодательства Российской Федерации в области ОЕИ. Данные требования регулируются Федеральным законом [1], а так же нормативными правовыми актами, принятыми в целях его реализации. [2]

Планирование мероприятий по обеспечению качества в организациях, достигается в виде выполнения программных и плановых документов по качеству, констатирующих цели, этапы, виды и содержание мероприятий по обеспечению качества на всех этапах ЖЦП.

В состав таких документов по качеству входят программы метрологического обеспечения, предусмотренных направленностью организации. Согласно ГОСТ Р ИСО 9001 в программу метрологического обеспечения должны входить процессы по проведению мониторинга, измерения, анализа и оценки используемого оборудования, необходимого для подтверждения соответствующего качества выпускаемой продукции.

Актуальность работы обусловлена необходимостью более полного разбора процедуры метрологического подтверждения пригодности средств контроля, в связи с недостаточной информацией, представленной в технической документации.

Предмет исследования – метрологическое подтверждение пригодности СрК.

Объектом исследования являются усилитель мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000» (далее – усилитель).

Таким образом, целью работы является разработка документации (методики проверки, руководства по эксплуатации, паспорт), необходимой для проведения метрологического подтверждения пригодности (проверки) СрК.

В соответствии с поставленной целью были решены следующие задачи:

1 Обзор нормативно-правовых документов в области метрологического обеспечения.

2 Анализ процедуры управления оборудованием для мониторинга и измерений.

3 Обзор усилителя и актуальных к нему требований.

5 Разработка методики проверки на усилитель.

6 Разработка эксплуатационной документации на усилитель.

Практическая значимость разработки документации на усилитель «УНЧ-Д1000» состоит в возможности внедрения документации в АО «НПЦ «Полус», а следовательно – в возможности осуществления метрологического подтверждения пригодности (проверки) усилителя и ввода его в эксплуатацию.

1 Метрологическое обеспечение в АО «НПЦ «Полюс»

1.1 Метрологическое обеспечение

ОЕИ в пределах организации осуществляется установленной метрологической службой организации. Цель ГСИ определить правовые и нормативные условия для решения задач по ОЕИ, предоставляя всем подразделениям возможность оценить достоверность, полученных результатов ходе измерений, которые впоследствии будут правильно восприняты и однозначно интерпретированы для принятия управленческих решений.

Основные задачи ГСИ, которые можно выделить в ГОСТ Р 8.000, направлены на метрологическое обеспечение, контроль и надзор за выпуском, состоянием и применением средств измерений, эталонов единиц величин, испытательного оборудования и средств контроля. Выстраивание оптимальных условий для получения достоверной измерительной информации, относящейся к сфере ГР ОЕИ, так и вне этой сферы является основополагающей целью метрологического обеспечения.

Термин «метрологическое обеспечение» означает определение норм и правил, необходимых для достижения единства и требуемой точности изменений. Как заметил А.С. Капустин в своей статье [3] на современном промышленном предприятии данный термин понимают как комплекс мероприятий, правил и норм в области метрологии, направленных на обеспечение разработки производства, утилизации и эксплуатации качественной конкурентоспособной продукции.

В АО НПЦ «Полюс» (далее – организация) данный термин понимают как установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. [4] Так как НИР и ОКР, в основном ведущиеся впервые, несут ценность государственного значения, метрологическое

обеспечение реализовывается в организации согласно правилам и положениям, регламентированным в следующих документах:

- государственными контрактами;
- государственными военными стандартами;
- Положениями ракетно-космической техники;
- стандартами ГСИ;
- стандартами ЕСКД;
- стандартами ЕСТД;
- стандартами ЕСТПП;
- стандартами системы СРПП;
- стандартами СМК;
- методическими указаниями и другими документами по стандартизации государственной системы ОЕИ Российской Федерации;
- стандартами организации. [4]

Целью метрологического обеспечения является создание благоприятных условий для получения достоверной измерительной информации, получаемой при производстве, эксплуатации продукции, проведении НИР, ОКР, экспериментов и испытании изделий, обладающих свойствами, необходимыми и достаточными для заключения определенного решения. [5]

Основными задачами метрологического обеспечения, зафиксированными в [4] и решаемыми в организации являются:

- повышение эффективности и выполнение НИР и ОКР, испытаний и экспериментов;
- разработка и изготовление средств измерений, отвечающим высоким метрологическим требованиям и удовлетворяющим запросы организации;

- выбор номенклатуры и числовых значений показателей точности результатов измерений, испытаний и контроля, форм их представления, обеспечивающих оптимальное решение задач;
- проведение метрологической экспертизы проектов стандартов, конструкторской и технологической документации с целью контроля правильности решений предыдущей задачи;
- аттестация эталонов единиц величин и поверка средств измерений аккредитованной метрологической службой организации на основании аттестата аккредитации, выданного федеральной службой по аккредитации
- управление и контроль оборудования для мониторинга: проверка средств контроля и индикаторов, аттестация испытательного оборудования;
- снабжение в ходе измерений, испытаний и контроля соответствующими техническими средствами (средствами измерений, испытательным оборудованием, средствами контроля и индикаторами);
- проведение метрологического надзора за состоянием и применением средств измерений.

Одно из основных направлений деятельности подразделений в области метрологического обеспечения в организации является всех обеспечение отделов и исполнителей годными к применению средствами измерений, испытаний и контроля. Для этого, согласно ГОСТ Р ИСО 9001, организация должна установить процессы, удостоверяющие, что предоставляемые средства измерений, испытаний и контроля соответствуют установленным требованиям.

1.2 Управление оборудованием для мониторинга и измерений

Документальная процедура управления устройствами для мониторинга и измерения, входящая в состав метрологического обеспечения, определяет:

- основные положения метрологического обеспечения государственного заказа, его участников, их функции и взаимодействие, измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;

- ответственность подразделений и их руководителей за состояние и управление отдельными видами оборудования для мониторинга и измерений;

- порядок отнесения технических средств к отдельным видам оборудования для мониторинга и измерений и разработку их перечней;

- организацию и порядок поверки и калибровки средств измерений, аттестации испытательного оборудования, проверки средств контроля и индикаторов;

- организацию эксплуатации оборудования для мониторинга и измерений и его восстановления;

- организацию метрологической экспертизы и метрологического надзора [6].

В организации должны быть разработаны, согласованы и утверждены ее руководителем перечни следующих видов технических средств (при их наличии), относящиеся к оборудованию для мониторинга измерений, с указанием их наименования, типа, заводского номера и характеристик:

- средства измерений (меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, включая датчики, измерительные каналы, измерительные системы, средства измерительного контроля и диагностики, и другие технические средства, предназначенные для измерений и имеющие нормированные метрологические характеристики (показатели точности));

- эталоны единиц величин;

- стандартные образцы;

- испытательное оборудование и технические системы (комплексы) полигонов, испытательных организаций;

- средства контроля;
- индикаторы. [4]

Для обеспечения единства измерений, согласно Федеральному закону [1], нормативно-правовым актах Минпромторга России, а также технической документации:

- должен быть выполнен выбор технического средства в соответствии с проводимыми видами измерений, контроля и испытаний выпускаемой продукции;

- средства измерений должны быть поверены (откалиброваны), средства контроля и индикаторы должны быть проверены в установленные периоды межповерочного (межпроверочного) интервала;

- технические средства должны быть отрегулированы, и защищены от непредвиденных регулировок, сбивающих метрологические и технические характеристики прибора;

- технические средства должны быть идентифицированы в целях установления статуса поверки, калибровки, или проверки, а также их местоположения;

- технические средства должны быть защищены от повреждений и загрязнений, в ходе эксплуатации, технического обслуживания, хранения и транспортировки.

Каждое техническое средство должно быть определено к конкретному виду оборудования для мониторинга и измерения в соответствии с интерпретацией их терминов.

Рассмотрим основные виды оборудования, применяемых для мониторинга и измерения, а также требования, предъявляемые к ним при эксплуатации.

Средства измерений, применяемые в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. должны иметь утвержденный

тип, быть работоспособны, поверены и иметь действующие свидетельства (знаки) о поверке и (или) знаки поверки.

Средства измерений, применяемые вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны быть работоспособны, откалиброваны и иметь действующие сертификаты (знаки) о калибровке.

Эталоны единиц величин, применяемые для поверки и калибровки средств измерений, должны обеспечивать передачу им единиц величин от эталонов с более высокими показателями точности и прослеживаемость к государственным первичным эталонам. Эталоны единиц величин должны быть работоспособны, аттестованы и иметь действующие свидетельства об аттестации.

Стандартные образцы должны иметь утвержденный тип и соответствовать установленному сроку службы.

Испытательное оборудование должно быть работоспособным, иметь аттестаты первичной аттестации и действующие протоколы периодической аттестации. Средства измерений в составе испытательного оборудования должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и знаки поверки.

Средства контроля и индикаторы, являющиеся техническими средствами, должны быть работоспособны, проверены в соответствии с эксплуатационной документацией и иметь об этом соответствующие записи в паспорте технического средства, подтверждающие их работоспособность.

Все применяемые технические средства должны иметь защитные клейма (пломбы) в предусмотренных конструкцией местах, предохраняющие их составные части и программное обеспечение от несанкционированного доступа, способного повлиять на достоверность результатов измерений. [4]

Все применяемые технические средства, такие как средства измерений, средства контроля и индикаторы должны:

- иметь полный комплект эксплуатационной документации;
- быть укомплектованы необходимыми вспомогательными устройствами для проведения измерений или контроля;
- эксплуатироваться в соответствии с эксплуатационной документацией;
- быть идентифицированы маркировками и этикетками для установления статуса поверки/ калибровки (для средств измерений), проверки (для средств контроля и индикаторов).

1.3 Метрологическое подтверждение пригодности средств контроля

Управление средствами контроля обеспечивается:

- проведением первичной (периодической) проверки используемого СрК в соответствии с требованиями эксплуатационной документации, разработанной на конкретное техническое средство;
- техническим обслуживанием, ремонтом и правильным хранением.

Основная цель проведения проверки СрК - подтверждение работоспособности и установление пригодности использования в соответствии с ЭД.

Средства контроля должны:

- иметь методику проверки;
- иметь полный комплект эксплуатационной документации;
- быть полностью укомплектованными в соответствии с эксплуатационной документацией на техническое средство;
- иметь этикетку для установления статуса проверки;
- протокол первичной проверки (при периодической проверке).

СрК проходят первичную, периодическую и повторную проверку.

Первичной проверке подвергают СрК, изготовленные, модернизированные, вышедшие из капитального ремонта или применяемые в условиях, отличающихся от условий, для которых нормированы их характеристики.

Периодической проверке СрК подвергаются в процессе эксплуатации через временные интервалы, установленные в эксплуатационной документации на конкретное техническое средство или при его первичной аттестации.

Интервалы между периодическими проверками устанавливаются по результатам первичной проверки или во время контроля состояния технических средств в процессе эксплуатации.

Повторной проверке СрК подвергаются в случае капитального ремонта, который может вызвать изменения метрологических и технических характеристик.

СрК допускают к применению при положительных результатах первичной проверки, основными задачами которой являются:

- определение характеристик и установление пригодности СрК в соответствии с их назначением;
- установление номенклатуры характеристик СрК, подлежащих контролю в процессе эксплуатации и проверки;
- проверка обеспеченности СрК методиками и средствами проверки;
- проверка соответствия характеристик СрК технической документации на них, требованиям ТЗ и стандартов ГСИ;
- опробование методики проверки и установление интервала между проверками.

Персонал, проводящий проверку, должен быть ознакомлен с эксплуатационной документацией, методикой проверки на средство контроля, и допущен к работе на приборах с напряжением до 1000 В.

Основными критериями эффективности и результативности процедуры проверки является:

- своевременное выполнение графика периодической проверки при эксплуатации СрК;
- отсутствие отказов работы СрК по вине обслуживающего и эксплуатирующего подразделений;
- стабильная работоспособность СрК;
- отсутствие простоев производства из-за отсутствия проверок СрК.

1.3.1 Первичная проверка

Первичную проверку СрК организует отдел главного метролога. В проверке принимают участие: начальник отдела главного метролога (председатель комиссии), начальник лаборатории, ответственной за разработку СрК, разработчик СрК, представители научно-исследовательского отдела общей технологии, представитель заказывающего подразделения, ОТК.

СрК должны предъявляться на проверку со вспомогательным оборудованием (если таковое имеется) и технической документацией, прошедший метрологический контроль.

В состав технической документации должны входить:

- руководство по эксплуатации;
- паспорт (при разработке в виде отдельного документа);
- программа первичной (периодической) проверки (при отсутствии методики проверки);
- методика проверки (при отсутствии программы проверки в руководстве по эксплуатации);
- результаты первичной проверки (при отсутствии в паспорте на СрК, либо руководстве по эксплуатации).

Первичную проверку СрК проводят в соответствии с разработанной программой и (или) методикой проверки.

Программы и методики проверки СрК, применяемые при испытаниях продукции, должны пройти метрологическую экспертизу в установленном порядке.

Программа первичной проверки должна содержать разделы:

- перечень характеристик, подлежащих определению при проверке;
- операции проверки;
- средства проверки;
- условия проверки;
- результаты первичной проверки.

Объектами первичной проверки является конкретное средство контроля и контролируемые технические характеристики.

Технические характеристики СрК, подлежащие определению или контролю при первичной аттестации, выбирают из числа нормированных технических характеристик, установленных в нормативно-технической документации на конкретный тип технического средства и определяющих возможность правильной работоспособности.

Методика первичной проверки СрК не имеет ограничения по сроку действия, и если она удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к проверяемому техническому средству по точности и параметрам, она может применяться испытательным подразделением в дальнейшем для проверки однотипного технического средства аналогичного назначения независимо от сроков его введения в эксплуатацию.

При проведении первичной проверки устанавливают:

- обеспечение безопасности персонала и отсутствие вредного воздействия на окружающую среду;
- работоспособность, согласно эксплуатационной документации технического средства
- перечень характеристик СрК, которые проверяют при периодической проверки;

- методы, средства, применяемые в будущем при периодической проверки;
- межпроверочный интервал проверки.

Результатом первичной проверки является подтверждение работоспособности и пригодности использования СрК или признание их непригодными к использованию.

При положительных результатах первичной проверки оформляют протокол первичной проверки.

Протокол первичной проверки СрК содержит следующие данные:

- 1) вид проверки;
- 2) основные сведения об СрК: наименование, тип, заводской номер;
- 3) условия проведения первичной проверки: температура, влажность, давление;
- 4) характеристики используемых СИ;
- 5) проверяемые характеристики СрК;
- 6) заключение о внешнем осмотре СрК: комплектность, фиксация органов управления, отсутствие (наличие) загрязнений и дефектов;
- 7) заключение об опробовании технического средства;
- 8) значения характеристик СрК, измеренных при первичной проверке;
- 9) заключение настройщика о соответствии СрК требованиям методики проверки и эксплуатационной документации.

В паспорт устройства заносят перечень нормированных характеристик, которые будут определяться при периодической проверке в процессе эксплуатации оборудования; срок последующей периодической проверки и периодичность периодической проверки в процессе эксплуатации технического устройства. Заключение о пригодности СрК оформляется отделом главного метролога, проводившим проверку.

При отрицательных результатах первичной проверки в протоколе указывают заключение о непригодности применения данного технического

средства. Вследствие чего неработоспособный прибор отправляют на ремонт или списывают.

1.3.2 Периодическая проверка

Периодическую проверку СрК в процессе их эксплуатации проводят в объеме, необходимом для подтверждения соответствия технических и метрологических характеристик требованиям методики проверки и эксплуатационных документов и пригодности его к дальнейшему использованию.

Номенклатуру проверяемых характеристик СрК, и объем операций при его периодической проверке устанавливают при первичной проверке оборудования, исходя из нормированных технических характеристик оборудования и тех характеристик конкретной продукции, которые определяют при испытаниях.

Периодическую проверку СрК в процессе его эксплуатации проводят сотрудники отдела главного метролога, уполномоченные руководителем отдела для выполнения этой работы.

Результаты периодической проверки

При положительных результатах проверки СрК в паспорте проверяемого устройства делается соответствующая запись и на корпус технического средства прикрепляется этикетка (рисунок 1) с указанием местонахождения СрК, типа СрК, заводского номера, даты проведенной проверки и даты последующей проверки. Последним днем годности СрК является день, предшествующий дате очередной проверки. Этикетку подписывает настройщик, проводивший проверку технического средства.

Дата проверки _____
Годеи по _____
Настройщик _____
Тип, зав. номер _____

Местонахождение _____

Рисунок 1 - Форма этикетки

При отрицательных результатах периодической проверки СрК признают непригодным и к использованию не допускают. В протоколе и паспорте указывают сведения, полученные при проведении проверки и заключение о непригодности. Вследствие чего неработоспособный прибор отправляют на ремонт или списывают.

1.3.3 Повторная проверка

Повторную проверку СрК проводят после ремонта или модернизации технического средства, которые могли повлиять на метрологические и технические характеристики технического средства. Проверка проводится в порядке, установленном для первичной проверки СрК.

1.4 Планирование и организация работ по метрологическому обеспечению

Организационной основой метрологического обеспечения в АО «НПЦ «Полюс» является метрологическая служба организации – отдел главного метролога, основные обязанности и права которого регламентированы

Положением об отделе главного метролога. Отдел осуществляет организационно-методическое руководство работой подразделений по метрологическому обеспечению и несет ответственность за организацию и координацию соответствующих мероприятий.

Задания по метрологическому обеспечению включаются в годовой план повышения качества выпускаемой продукции.

План метрологического обеспечения вновь осваиваемых или модернизируемых изделий должен разрабатываться с момента получения технического задания на разработку изделия.

Разделы плана по метрологическому обеспечению составляются на основе:

- результатов анализа состояния измерений и контроля за метрологическим обеспечением;
- предложений подразделений организации.

Для отдельных изделий метрологическое обеспечение может осуществляться по специальным программам, которые регламентируют совокупность организационных и технических мероприятий, направленных на обеспечение единства и требуемой точности измерений на всех стадиях проектирования и изготовления именно этих изделий. Специальные программы на отдельные изделия, контролируются представителями заказчика, должны согласовываться с ними.

Задания по разработке стандартов организации, документов по стандартизации и технических документов по согласованию с 10 отделом включают в план по стандартизации организации на основе обобщенных предложений, поступивших от подразделений организации.

1.5 Метрологическая экспертиза документации

Понятие и цели метрологической экспертизы документации

Метрологическая экспертиза документации это анализ и оценивание экспертами-метрологами правильности применения метрологических требований, правил и норм, в первую очередь связанных с единством измерений [7].

То есть анализ и оценка технических решений по выбору параметров, подлежащих измерению, установлению норм точности и обеспечению методами и средствами измерений процессов разработки, изготовления, испытания и ремонта изделий.

Метрологическая экспертиза документации проводится в целях:

- оценки уровня и оптимальности технических решений по выбору параметров, подлежащих измерению;
- установлению норм точности измерений и обеспечения методами и средствами измерений процессов разработки, изготовления, испытания, эксплуатации и ремонта изделия;
- повышения технического уровня измерений и обеспечения автоматизированных операции.

Метрологическая экспертиза документации проводится с целью достижения результативности и достоверности измерений при эксплуатации технических средств, а также при разработке, изготовлении выпускаемой продукции.

Порядок проведения метрологической экспертизы

Метрологическая экспертиза (далее – МЭ) осуществляется аттестованными специалистами - метрологами.

Метрологическая экспертиза документации осуществляется в соответствии с правилами, нормами и положениями ГСИ, ЕСКД, ЕСТД,

ЕСТПП, а также в соответствии с требованиями других систем, устанавливающих метрологические правила, нормы и положения [6].

Опираясь на рекомендации [8] мы можем выделить следующие основные положения о проведении МЭ.

МЭ проводится в соответствии с проводимым этапом разработки документации.

Первая метрологическая экспертиза проводится на этапе согласования технического задания на разработку документации.

Метрологическая экспертиза документации осуществляется подразделениями метрологической службы с привлечением к этой работе специалистов конструкторских, технологических и других подразделений, разрабатывающих эту документацию.

При большом объеме замечаний документация может быть возвращена на доработку с последующим повторным представлением на метрологическую экспертизу.

Решение по разногласиям, возникшим по результатам метрологической экспертизы, принимает главный инженер, его заместитель или главный метролог предприятия (организации), если разработчиком документации является подразделение этого предприятия.

Для обобщения наиболее характерных и часто встречающихся недостатков документации по метрологическому обеспечению ежегодно метрологическая служба предприятия (организации) проводит анализ результатов метрологической экспертизы и разрабатывает предложения по устранению недостатков в документации.

Содержание метрологической экспертизы

В зависимости от вида конструкторских и технологических документов устанавливается основное содержание метрологической экспертизы [9]. Так как в ходе НИР были разработаны методика проверки и эксплуатационная

документация на исследуемый объект, рассмотрим содержание МЭ на программу и методику испытаний и на эксплуатационную документацию.

Экспертиза эксплуатационной документации состоит из следующих разделов:

- наличие разделов, регламентирующих контроль изделия в процессе эксплуатации;
- контроль пригодность изделия в условиях эксплуатации;
- правильность указаний по организации и проведению измерений для обеспечению безопасности труда;
- правильность применяемых метрологических терминов и определений, норм точности, а также наименований и обозначений единиц измерений;
- правильность обозначений предусматриваемых средств измерений для контроля при ремонте.

Выводы к главе 1

С целью поддержания высокого уровня качества, выпускаемой продукции, организации необходимо соблюдать процедуры метрологического обеспечения. Одно из основных направлений данной процедуры является обеспечение всех отделов организации годным оборудованием для мониторинга и измерений. Для этого вводится такая процедура, как управление оборудованием для мониторинга и измерений. Одна из главных составляющих данного процесса является организация и порядок метрологического подтверждения пригодности средств измерений, испытательного оборудования, средств контроля и индикаторов.

Объектом исследования данной выпускной квалификационной работы является усилитель, статус которого был определен, как средство контроля. В связи с чем, была детально разобрана организация метрологического подтверждения пригодности средств контроля. В следующем разделе будет рассмотрен объект исследования – усилитель и будут разобраны основные требования к учету, эксплуатации, техническому обслуживанию и хранению средств контроля.

2. Требования к средствам контроля

2.1 Основные характеристики усилителя

Усилитель представляет собой измерительный преобразователь переменного напряжения синусоидальной и треугольной формы в диапазоне частот от 1 Гц до 50 кГц предназначенный для регулировки и испытаний трансформаторов в АО «НПЦ «Полус».

Внешний вид лицевой панели усилителя представлен на рисунке 1.



Рисунок 2 - Лицевая панель усилителя

Рабочие условия эксплуатации усилителя представлены в таблице 1.

Таблица 1

Рабочие условия эксплуатации
температура окружающей среды от 10 до 50 °С
относительная влажность воздуха до 80 % при температуре 25 °С
атмосферное давление от 60 до 106 кПа (от 450 до 800 мм рт.ст.)

Основные технические характеристики усилителя представлены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование параметра	Значение
Форма сигнала	Синусоидальная, треугольная
Диапазон номинальных частот усилителя, Гц	от 1 до 50000
Неравномерность АЧХ, Дб	3
Номинальная выходная мощность, Вт, на нагрузку 10 Ом	750
Максимальная выходная мощность, Вт, на нагрузку 10 Ом	1000
Максимальное входное напряжение, В	7
Максимальное выходное напряжение, В	220
Входное сопротивление, кОм	15
Коэффициент нелинейных искажений при номинальной мощности, %, не более	0,1
Коэффициент усиления	30
Габаритные размеры усилителя, мм, не более	300x250x150
Масса усилителя, кг, не более	7

Усилитель используется для преобразования и усиления входного сигнала синусоидальной и треугольной формы. Дальнейший анализ сигнала производится с помощью стандартизированных средств измерений, разрешенных к применению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии. Поэтому исследуемое средство измерений было решено отнести в статус средств контроля.

2.2 Требования к средствам контроля

Руководствуясь стандартом организации [10], можем выделить основные требования к средствам контроля:

- СрК должны быть работоспособны и проверены в соответствии с эксплуатационной документацией;
- СрК должны иметь соответствующие записи, подтверждающие их работоспособность;
- СрК применяются только вместе со стандартизированными средствами измерений, разрешенных к применению Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии;
- ответственность за надлежащее состояние, исправность СрК, наличие необходимой документации на них, соблюдение правил эксплуатации и своевременное предъявление СрК на периодическую проверку и ремонт несут руководители подразделений, эксплуатирующих СрК. [10]

К категории СрК запрещается относить СИ, если с их помощью осуществляются измерения величины с нормируемой точностью хотя бы на одном пределе измерения или такие измерения проводятся только для одного из параметров продукции без применения поверенных СИ.

Контроль функционирования СрК осуществляется проверкой отделом главного метролога в объеме, указанном в технической документации. При отсутствии в технической документации необходимых сведений проверка работоспособности осуществляется по методикам, разработанным для конкретного или аналогичного средства контроля.

2.3 Учет средств контроля

Учету подлежат все разработанные в отделе главного метролога СрК независимо от области применения, вида и места проверки, срока ввода в эксплуатацию.

Учет СрК производится с целью:

- совершенствования их метрологического обслуживания;

- анализа номенклатуры, количества, технического уровня СрК и состояния обеспечения ими производства;
- соблюдения условий эксплуатации и хранения СрК;
- выявления морально устаревших СрК.

СрК, прошедшее первичную проверку с положительным результатом и имеющее в свидетельстве соответствующие записи, заносят в график периодической проверки.

График составляет отдел главного метролога, согласовывают с начальником лаборатории, ответственной за разработку СрК. Утверждает график главный метролог.

Отдел главного метролога согласно графику периодической проверки осуществляет контроль за состоянием СрК, находящиеся в эксплуатации или на хранении в подразделениях организации.

В ходе контроля осуществляют проверку наличия СрК, их внешнего вида, работоспособности, условий эксплуатации, хранения и т. д. в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

Указания отдела главного метролога об устранении выявленных нарушений обязательны для начальников подразделений организации, эксплуатирующих СрК.

Указания представляют в виде служебной записки на имя начальника подразделения, подписанной главным метрологом.

Разногласия, возникающие при проведении контроля за состоянием СрК в подразделениях организации, рассматривает главный инженер.

2.4 Порядок эксплуатации, технического обслуживания и хранения средств контроля

Находящиеся на рабочих местах средства контроля должны быть проверены. Рядом с конкретным СрК должны находиться соответствующие

эксплуатационные документы. Ответственность за использование непроверенных средств контроля и индикаторов несет персонал, использующий их в работе.

Не допускается эксплуатация средств контроля и индикаторов без документов, удостоверяющих их статус проверки. На рабочих местах документами, удостоверяющих статус проверки, служат этикетки, наклеенные на корпус СрК

Ответственность за правильное применение средств контроля и индикаторов возлагается на:

- персонал, непосредственно использующий СрК в своей работе;
- руководителей подразделений, в которых эксплуатируются СрК.

Персонал, эксплуатирующий СрК должен быть ознакомлен с инструкциями по эксплуатации под подпись. Инструкции по эксплуатации могут входить в рабочие инструкции.

Персонал подразделения следит за работоспособностью СрК, за отсутствием внешних повреждений, наличием клейм, пломб, документов, подтверждающих годность к применению.

Температура, влажность и давление на рабочем месте должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации средств контроля. Размещение СрК на рабочих местах должно исключать возможность механического повреждения или другой возможности их приведения в состояние непригодное к применению.

Работоспособность СрК проверяется непосредственно перед применением согласно требованиям инструкций по эксплуатации или указаний в методике проверки.

При возникновении сомнений в работоспособности средства контроля и индикаторов, работник докладывает об этом своему непосредственному начальнику. При необходимости, эти средства контроля и индикаторы могут быть отправлены на внеочередную проверку.

При необходимости, по заявке подразделений, руководитель метрологической лаборатории делает выписки из эксплуатационной документации по порядку проверки работоспособности и правилам эксплуатации СрК.

Целью хранения является сохранность установленных метрологических характеристик СрК, для поддержания в готовности обменного фонда организации.

Средства измерений, контроля и индикаторы следует хранить в условиях, установленных в эксплуатационной документации.

Консервация проводится с целью обеспечения сохранности установленных характеристик средств контроля и индикаторов при хранении в течение времени, превышающем межпроверочный интервал.

Консервация проводится в соответствии с требованиями эксплуатационной документации. После консервации при сроке хранения, превышающем межпроверочный интервал, средства контроля и индикаторы подлежат первичной проверке.

Ответственность за правильное хранение средств контроля и индикаторов возлагается на лицо, ответственное за хранение и на руководителя подразделения.

Выводы к главе 2

Усилитель используется для преобразования и усиления входного сигнала синусоидальной и треугольной формы. Так как дальнейшие характеристики сигнала измеряются с помощью поверенных средств измерений, усилителю был присвоен статус средства контроля.

Во втором разделе были разобраны основные требования, предъявляемые к средствам контроля в АО «НПЦ «Полнос». Детально рассмотрен порядок эксплуатации, технического обслуживания и хранения средств контроля.

Так как для ввода в эксплуатацию усилитель должен пройти метрологическое подтверждение пригодности, т.е. проверку, на усилитель необходимо разработать соответствующую документацию. Разработка данной документации является практической деятельностью данной выпускной квалификационной работы. В следующем разделе будет приведен краткий обзор на основные требования к изложению, предъявляемые к разрабатываемой документации.

3 Разработка документации на усилитель «УНЧ-Д1000»

Рассматриваемый объект исследования – усилитель находится на стадии разработки. На этой стадии жизненного цикла, проводимая работа должна быть направлена на разработку и доработку соответствующей конструкторской, технологической документации [11]. Документация должна устанавливать общие характеристики, правила и принципы работы прибора, отвечающие современному развитию науки и техники.

Цель разработки документации: проведение контроля над состоянием и применением усилителя, который является средством контроля. Разработанная документация должна помочь в проведении проверки следующих параметров:

- наличия и правильности учета средств контроля;
- исправности средств контроля и своевременности их проверки;
- соответствия условий применения средств контроля, нормированных для них, условиям эксплуатации;
- соблюдения лицами, применяющими средства контроля, правил их эксплуатации и технического обслуживания, установленных методикой проверки;
- соответствие условий хранения средств контроля требованиям обеспечения их исправности. [4]

В ходе работы над выпускной квалификационной работой были разработаны следующие документы:

- методика проверки;
- руководство по эксплуатации;
- паспорт.

Методика проверки была разработана, так как головной образец необходимо подвергнуть первичной (периодическим) проверкам, описанных на основании действующей нормативной документации и типовых методик испытаний, относящимся к данной группе приборов – усилителям. Так как

существующая нормативно-техническая документация не в полной мере описывает методику проверки [11] на данное средство контроля, было принято решение о разработки методики проверки [10].

Поскольку существующая конструкторская документация предоставляет недостаточную информацию об усилителе для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации в течение установочного срока службы, было сделано заключение о необходимости разработки эксплуатационной документации [12].

Разработанную документацию утверждает главный инженер организации [10].

3.1 Разработка эксплуатационной документации

Эксплуатационная документация предназначена для ознакомления персонала с конструкцией исследуемого оборудования и правилами его эксплуатации. Сведения об оборудовании, представленные в эксплуатационной документации охватывают такие направления как: использование по назначению; техническое обслуживание и текущий ремонт; сведения о гарантии изготовителя; значения основных параметров и характеристик оборудования и сведения по его утилизации. Вся информация, предоставленная в эксплуатационной документации, должна быть достаточной для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации оборудования в течение установленного срока службы [13].

Эксплуатационная документация разрабатывается на основе:

- рабочей конструкторской документации, выполненных по ГОСТ 2.102;
- анализа работы типовых усилителей;
- обработки информации о технических характеристиках усилителя и работе его составных частей.

3.1.1 Разработка руководства по эксплуатации

Построение, изложение и оформление руководства по эксплуатации определялось с учетом требований ГОСТ 2.105, ГОСТ 2.610 и стандарта организации [11]. Рекомендованные к построению наименования разделов изложены в таблице 3.

Таблица 3 – Рекомендованное построение руководства по эксплуатации

Рекомендации ГОСТ 2.610	Рекомендации Стандарта организации	Примечание
Назначение и состав	Наименование СрК и его назначение	Раздел 1
	Технические характеристики	
	Состав СрК	
Описание и работа	Описание, устройство и работа	
	Маркировка и пломбирование	Раздел 2
	Указания мер безопасности	
Использование по назначению	Подготовка к работе	
	Возможные неисправности	Раздел 3
Техническое обслуживание	Техническое обслуживание	
	Программа/ методика первичной (периодической) проверки	Методика проверки разработана в виде отдельного документа
Текущий ремонт		Раздел 4
Хранение	Хранение	Раздел 5
Транспортирование	Транспортирование	Раздел 6

Продолжение таблицы 3

Рекомендации ГОСТ 2.610	Рекомендации стандарта организации	Примечание
Утилизация	Утилизация	Раздел 7
Приложение	Приложение	
Примечание - Допускается отдельные разделы объединять или исключать, вводить новые в зависимости от особенностей конкретных видов оборудования		

Во вводной части указывается назначение разрабатываемого руководства по эксплуатации и наименование исследуемого объекта – усилителя.

Раздел документа «Описание и работа усилителя» состоит из следующих подразделов:

- назначение усилителя;
- рабочие условия по эксплуатации;
- основные технические характеристики;
- состав и комплект;
- устройство и работа усилителя;
- средства проверки и вспомогательное оборудование;
- маркировка и пломбирование;
- упаковка.

Подраздел «Назначение усилителя» содержит область применения усилителя и описание его лицевой панели.

Подраздел «Рабочие условия по эксплуатации» содержит условия окружающей среды и параметры питающей сети, при которых эксплуатация усилителя будет проходить без отказов и с сохранением всех технических характеристик без отклонений.

Подраздел «Основные технические характеристики» содержит технические характеристики, присущие усилителю, и контроль которых необходим для правильной работы усилителя. При изложении контролируемых

параметров указаны наименования параметров и их предельно допустимая погрешность.

Подраздел «Состав и комплект» содержит наименование и количество составных частей комплекта, идущего вместе с усилителем.

Подраздел «Устройство и работа усилителя» содержит структурную схему усилителя и сведения о принципе действия каждого блока усилителя в отдельности.

Подраздел «Средства проверки и вспомогательное оборудование» содержит перечень СИ и вспомогательного оборудования, применяемого при техническом обслуживании, ремонте и первичной (периодической) проверки усилителя. Перечень содержит наименования СИ и их краткие основные технические и метрологические характеристики.

Подраздел «Маркировка и пломбирование» содержит сведения о маркировке на лицевой панели и о пломбировании корпуса усилителя.

Подраздел «Упаковка» содержит основные и обязательные требования к используемой упаковке усилителя.

Раздел документа «Использование по назначению» состоит из следующих подразделов:

- подготовка к использованию;
- использование

Подраздел «Подготовка к использованию» содержит перечень обязательных действий, что необходимо выполнить перед началом использования усилителя. Данный подраздел содержит правила осмотра рабочих мест и последовательность внешнего осмотра усилителя. Пренебрежение данным разделом, может привести к неправильному использованию усилителя, что в последствие недосмотра может привести к поломке.

Подраздел «Использование» содержит порядок действий обслуживающего персонала при выполнении задач применения усилителя, а

также перечень возможных неисправностей в процессе использования изделия по назначению и рекомендации по действиям при их возникновении.

Раздел документа «Техническое обслуживание» устанавливает цель профилактических работ и их периодичность.

Раздел документа «Текущий ремонт» устанавливает причину проведения ремонта; подразделение, имеющее право проводить текущий ремонт; порядок разбора усилителя; перечень возможных неисправностей, их вероятную причину и методику устранения данных неисправностей без разбора усилителя.

Раздел документа «Хранение» устанавливает правила постановки усилителя на хранение и снятия его с хранения; условия хранения усилителя (температура, влажность, вид хранилищ и т.д.).

Раздел документа «Транспортирование» содержит требования к транспортированию усилителя и условия, при которых оно должно осуществляться.

Раздел документа «Утилизация» содержит сведения и мероприятия по подготовке и отправке усилителя на утилизацию.

Разработанное руководство по эксплуатации в полной мере определяет все правила эксплуатации усилителя и отражает все сведения, удостоверяющие гарантированные изготовителем значения основных параметров и свойств изделия, гарантии и сведения по его эксплуатации в течение установленного срока службы.

Разработанное руководство по эксплуатации представлен в приложении Б.

3.1.1. Разработка паспорта

Построение, изложение и оформление паспорта определялось с учетом требований ГОСТ 2.105, ГОСТ 2.610 и стандарта организации [10]. Рекомендованные к построению наименования разделов изложены в таблице 4.

Таблица 4 – Рекомендованная структура паспорта

Рекомендации ГОСТ 2.610 и стандарта организации	Примечания
Основные сведения об изделии и технические данные	
Комплектность	
Консервация	
Движение усилителя в эксплуатации	
Сведения о ремонте	
Особые отметки	
Результаты первичной (периодической) проверки	Приложение
Свидетельство	

Титульный лист оформляют согласно требованиям ГОСТ 2.610, аналогично титульному листу разработанного руководства по эксплуатации с наименованием «Паспорт» вместо «Руководство по эксплуатации».

Во вводной части указывается назначение разрабатываемого паспорта и наименование исследуемого объекта – усилителя.

Раздел документа «Основные сведения об усилителе» состоит из следующих подразделов:

- назначение;
- рабочие условия эксплуатации;

- основные технические характеристики.

Подраздел «Назначение» содержит область применения усилителя.

Подраздел «Рабочие условия по эксплуатации» содержит условия окружающей среды, при которых эксплуатация усилителя будет проходить без отказов и с сохранением всех технических характеристик без отклонений.

Подраздел «Основные технические характеристики» содержит значения основных технических характеристик, относящиеся к усилителю, и контроль которых необходим для правильной работы усилителя.

Раздел документа «Комплектность» устанавливает составные части комплекта усилителя и сопутствующую эксплуатационную документацию усилителя.

Раздел документа «Консервация» содержит сведения о консервации, расконсервации и переконсервации усилителя. Раздел выполняют в виде таблицы, требования к которой установлены в ГОСТ 2.610.

Раздел документа «Движение усилителя при эксплуатации» состоит из следующих подразделов:

- движение усилителя при эксплуатации;
- прием и передача усилителя;
- сведения о закреплении усилителя при эксплуатации.

Подраздел документа «Движение усилителя при эксплуатации» содержит сведения о движении усилителя при эксплуатации.

Подраздел документа «Прием и передача усилителя» содержит данные о передаче изделия от одного потребителя к другому, а также сведения о техническом состоянии изделия на момент передачи.

Подраздел документа «Сведения о закреплении усилителя при эксплуатации» содержит сведения о закреплении изделия (составных частей изделия) за ответственным лицом.

Все подразделы данного раздела выполняются в виде таблиц, требования к которым установлены в ГОСТ 2.610.

Раздел документа «Ремонт и учет работы усилителя» состоит из подраздела «Краткие записи о производственном ремонте»

Подраздел документа «Краткие записи о производственном ремонте» содержит причины сдачи в ремонт изделия, наработку изделия на момент сдачи его в ремонт, наименование (условное обозначение) ремонтной организации, проводившей ремонт, краткие сведения о произведенном ремонте.

Все подразделы данного раздела выполняются в виде таблиц, требования к которым установлены в ГОСТ 2.610.

Раздел документа «Сведения об утилизации» содержит краткие сведения по подготовке и отправке усилителя на утилизацию.

Раздел документа «Особые отметки» содержит пустую страницу или несколько листов для записей, которые могут быть внесены за время эксплуатации усилителя.

По мере эксплуатации и выполнении первичной (периодических) проверки к паспорту прикрепляют:

- приложение «Результаты первичной (периодической) проверки средств контроля», где вносят полученные сведения и решения о допуске (не допуске) усилителя к эксплуатации;

- приложение «Свидетельство о прохождении проверки средств контроля», где делают запись о пригодности (непригодности) усилителя к применению для целей и условий, определенных технической документацией на их разработку.

Разработанный паспорт усилителя представлен в приложении В.

3.2. Разработка методики проверки

Исследуемый усилитель относится к оборудованию для мониторинга измерений, средству контроля [10]. Приборы, входящие в группу средства контроля и индикаторы, являются техническими средствами,

работоспособность которых должна быть проверена в соответствии с эксплуатационной документацией и установленной методикой проверки [4]. Полученные результаты заносятся в паспорт устройства.

Разработанный документ содержит методику первичной и периодической проверки, применяемые для определения соответствия усилителя обязательным требованиям, установленным в Федеральном законе [1].

Документы по проверке основных характеристик и параметров прибора разрабатываются в виде:

- разделов технических условий или части конструкторского, технологического документа;
- отдельного документа [5].

В качестве основополагающего стандарта для разработки методики проверки на исследуемый усилитель является ГОСТ 23849, требования которого распространяются на автономные и встроенные усилители сигналов звуковой частоты, имеющие вход для подачи электрического сигнала звуковой частоты и выход для подключения нагрузки. Методы, установленные в данном стандарте, предусматривают измерение средних квадратических значений напряжений и других величин, типовыми методами электрических низкочастотных измерений. При разработке методики проверки учитывались нормы и методы испытаний ГОСТ 11478, устанавливающие методики испытаний на усилители звуковой частоты по проверке размеров, конструкции, внешнего вида, а также параметров, определяемых при соблюдении нормальных климатических условий испытаний.

К исходным данным, необходимым для разработки методики проверки относятся:

- область применения. Необходимо знать исследуемый объект, т.е. на какой прибор разрабатывается документация. В какой сфере будет применяться данный объект. Наименование параметров, которые необходимо будет

проконтролировать. А также область использования - для одного предприятия, для сети лабораторий и т.п.;

- требования к условиям выполнения измерений;
- требования к показателям точности измерений;
- характеристики объекта измерений, если они могут влиять на точность измерений;
- при необходимости другие требования к разрабатываемой методике. [14]

Документы по проверке основных параметров усилителя разрабатываются на предприятии-изготовителе, АО «НПЦ «Полюс».

Порядок разработки и принятия методики проверки устанавливается отделом главного метролога с учетом требований ГОСТ 1.2.

3.2.1. Основные требования к построению и изложению методики проверки

Построение, изложение и оформление МП определялось с учетом требований ГОСТ 2.105 и РМГ 51 и ГОСТ Р 8.563. Рекомендованные к построению наименования разделов изложены в таблице 5.

Таблица 5 – Рекомендованная структура методики проверки

Наименование раздела	Примечание
Титульный лист	Вводная часть
Область применения	
Нормативные ссылки	
Определения	
Операции проверки	Основная часть
Средства проверки	
Требования к квалификации персонала	Дополнительный раздел

Продолжение таблицы 5

№ п/п	Наименование раздела	Примечание
7	Требования безопасности	Основная часть
8	Условия проверки	
9	Подготовка к проверке	
10	Проведение проверки	
10.1	Проверка документации	
10.2	Внешний осмотр	
10.3	Опробование	
10.4	Проверка основных характеристик	
11	Обработка результатов измерений	
12	Оформление результатов проверки	
	Приложение	
Примечание - Допускается отдельные разделы объединять или исключать, вводить новые в зависимости от особенностей конкретных видов оборудования		

Титульный лист является лицевой карточкой документа. Он выполняется на листах формата А4 по ГОСТ 2.301. Форма заполнения определяется ГОСТ 2.105. Основные надписи заполняются по ГОСТ 2.104.

В разделе «Область определения» указывается назначение разрабатываемого документа по проверке, цель проведения проверки, особенности методики и межпроверочный интервал периодической проверки.

В разделе «Операции поверки» устанавливается перечень наименований операций, проводимых при первичной и периодической проверке усилителя. В разделе также оговаривается возможность прекращения проверки средства контроля при получении отрицательных результатов той или иной операции.

В разделе «Средства поверки» устанавливается перечень СИ и вспомогательного оборудования, применяемых при проверке усилителя. Внимание уделяется средствам измерения, утвержденного типа, обозначая, что данные СИ должны быть проверены. Применяемые СИ должны обеспечивать

измерения в требуемых диапазонах, соответствуя основным техническим и метрологическим характеристикам проверяемого усилителя.

В разделе «Требования к квалификации персонала» содержится указание о допуске персонала, ознакомленного с эксплуатационной документацией усилителя и используемых средств измерений. Также данный персонал, должен быть обучен и допущен к работе с напряжением до 1000 В.

Раздел «Требования безопасности» содержит инструкцию, включающую в себя безопасность труда, производственную санитарию, охрану окружающей среды. В разделе указаны запрещающие действия при проведении проверки предотвращающие избежание поломок и аварий.

Раздел «Условия проверки» содержит перечень параметров окружающей среды, которые необходимо соблюдать при проверке. Отклонения от указанных значений может повлиять на результат проверки усилителя.

Раздел «Подготовка к поверке» содержит перечень действий по подковке усилителя к проверке, если усилитель находится в нормальных условиях, и, если усилитель находится вне приемлемых климатических условиях.

Раздел «Проведение поверки» состоит из следующих подразделов:

- проверка документации;
- внешний осмотр усилителя;
- опробование;
- определение условий проведения проверки;
- определение основных характеристик усилителя.

Подраздел «Проверка документации» является одним из важнейших подразделов, так как работоспособность средств контроля должна быть проверена в соответствии с эксплуатационной документацией. В связи с этим необходимо убедиться, что эксплуатационная документация предоставлена в полном объеме без наличия дефектов печати.

Подраздел «Внешний осмотр усилителя» содержит перечень требований к проверяемому усилителю в части комплектности и внешнего вида.

Подраздел «Опробование» содержит перечень и описание операций, которые необходимо провести для проверки работоспособности плотного крепления всех органов управления и взаимодействия его отдельных частей и элементов усилителя.

Подраздел «Определение основных характеристик усилителя» содержит описание операций, указанных в разделе «Операции проверки». Описание каждой операции выделяются в отдельный пункт в последовательности, указанной в разделе «Операции проверки». В конце каждого пункта приводится вывод о положительном или отрицательном результате операции проверки с указанием нормированного диапазона значений определяемой метрологической характеристики.

Описание операции содержит наименование и метод проверки, структурную схему подключения, указания о порядке проведения операций, формулы, графики, таблицы с пояснением входящих в них обозначений, указаниями о пределе допускаемой абсолютной погрешности, и т.д.

Раздел «Оформление результатов проверки» содержит требования к оформлению результатов проверки. Так как при проведении проверки необходимо вести протокол записи результатов измерений при поверке (протокол проверки) по определенной форме, в приложении методики проверки приведена форма протокола с указанием объема сведений, приводимых в нем.

В приложении к документу методика проверки прикрепляется форма протокола записи результатов измерений при проверке (протокола проверки).

Разработанная методика проверки представлена в приложении А.

3.2.2. Методы и средства измерения основных характеристик усилителя

ГОСТ 23849 устанавливает общие положения и требования к разрабатываемым методикам испытаний усилителей низкой частоты, коим и является исследуемый объект.

В качестве контролируемых характеристик усилителя были выбраны:

- воспроизводимый диапазон частот;
- максимальное выходное напряжение;
- максимальная выходная мощность;
- коэффициент нелинейных искажений;
- модуль полного входного сопротивления.

Средства измерений, возможных для применения в типовых испытаниях, выбранных характеристик:

- низкочастотный генератор сигналов;
- генератор сигналов специальной формы;
- электронный вольтметр переменного тока для измерения напряжения произвольной формы;
- вольтметр для измерения напряжения переменного тока;
- универсальный осциллограф;
- измеритель нелинейных искажений;
- анализатор спектра;
- ваттметр;
- магазин сопротивлений и т.п. [15]

В ходе рассмотрения предложенных вариантов в ГОСТ 23849, были выделены основные критерии выбора СИ, применимых к проверке усилителя:

- соответствие требуемым метрологическим характеристикам;
- наличие СИ в лаборатории;
- наличие действующего свидетельства о поверке;
- наличие не поврежденного клейма поверки.

Для проведения проверки усилителя был выбран генератор сигналов специальной формы AFG-72125, так как данный генератор преобразует сигналы синусоидальной и треугольной формы. Генератор представляет собой лабораторный многофункциональный измерительный прибор, принцип действия которого основан на технологии прямого цифрового синтеза, который позволяет получать стабильные сигналы с низким коэффициентом нелинейных искажений практически любой формы [16].

Из предоставленных в лаборатории СИ, измеряющих напряжение переменного тока, был выбран мультиметр цифровой 34401A, в силу подходящих метрологических характеристик. Принцип работы данного измерительного прибора заключается в преобразовании входного аналогового сигнала с помощью АЦП в цифровой код с низким уровнем шумов [17].

Выбранный осциллограф – осциллограф цифровой MSO-X 2024A имеет преимущественно более подходящие метрологические характеристики. Данный прибор предназначен для исследования форм и измерений амплитудных и временных параметров сигналов [18].

Для измерения коэффициента нелинейных искажений было выбрано два СИ. Измеритель нелинейных искажений С6-11, предназначенный для автоматического измерения коэффициента нелинейных искажений и среднеквадратических значений напряжений подаваемых на него сигналов. Анализатор спектра СК4-56, предназначенный для исследования спектров сигнала произвольной формы и модуляции.

В качестве нагрузки была выбрана нагрузка, разработанная в организации, с номинальным значением сопротивления 10 Ом.

В ГОСТ 23849 представлены типовые измерения и обработка полученных результатов.

К входным контролируемым параметрам относятся:

- полное входное сопротивление.

Во время разработки методики проверки был выбран контроль полного входного сопротивления. К установленным методам измерения данного параметра относятся:

- метод измерения для случая несимметричного входа;
- метод измерения для случая симметричного входа [15].

Различия данных методов в использовании различных источников сигнала. В первом случае, используется источник сигнала с заземленным выходом, в то время как, во втором случае, используется источник сигнала с незаземленным выходом. Разработанный метод проверки модуля полного входного сопротивления представлен в методике проверки, приведенной в приложении А.

К выходным контролируемым параметрам относятся:

- выходное напряжение;
- выходная мощность.

В ГОСТ 23849 представлено измерение выходного напряжения, ограниченного искажениями. данную характеристику измеряют с помощью заданного значения гармонического искажения. В следствии и вычисленная выходная мощность, тоже ограничена заданным числом искажений. Данная методика не соответствует выбранным характеристикам для проведения проверки усилителя. Разработанный метод проверки максимального выходного напряжения и максимальной выходной мощности соответственно представлены в методике проверки, приведенной в приложении А.

Метод измерения коэффициента нелинейных искажений и воспроизводимого диапазона частот в ГОСТ 23849 не представлен. Разработанные методы проверки коэффициента нелинейных искажений и воспроизводимого диапазона частот соответственно представлены в методике проверки, приведенной в приложении А.

Выполненные задачи в главе 3

1 Анализ причин разработки эксплуатационной документации и методики проверки на исследуемый объект – усилитель.

2 Обзор содержания и изложения основных разделов разработанной документации.

3 Рассмотрение выбранных характеристик, СИ и методик испытаний усилителя.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Цель раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» анализ коммерческой ценности выпускной квалификационной работы - разработки документации на усилитель мощности низкой частоты D класса «УНЧ-Д1000». Оценка данного параметра является необходимым условием на этапе проектирования, при поиске источников финансирования для проведения научных исследований по дальнейшей работе с этим прибором. Данный аспект важен для разработчиков усилителя, которые должны представлять перспективы дальнейших научных исследований.

Коммерческая привлекательность данного прибора определяется тем, насколько часто и для каких испытаний усилитель будет применяться в АО «НПЦ «Полус».

Для достижения цели раздела необходимо решить следующие задачи:

- оценка коммерческого потенциала и перспективности разработки документации на «УНЧ-Д1000»;
- планирование назначенной работы;
- определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности разработки.

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для анализа потребителей документации на усилитель «УНЧ-Д1000» необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар.

Документация на прибор, в первую очередь, предназначена для работников «Научно-производственного центра «Полюс». Разработанная документация поможет им быстро и без каких-либо определенных умений разобраться в использовании данного прибора. Таким образом, целевым рынком разработанной документации является непосредственно АО «НПЦ «Полюс» (коммерческая организация), а также работающие в нем инженеры (физические лица).

Было произведено сегментирование рынка, как показано в таблице 6.

Таблица 6 – Карта сегментирования рынка

Отделы	Задачи	Средство контроля «УНЧ-Д1000»	
		с комплектом документации	без комплекта документации
Отдел главного метролога, отдел электроники, основные производственные подразделения	Разработка и изготовление средства контроля	Нет	Да
Отдел главного метролога, Основные научные и производственные подразделения	Разработка и внедрение технической документации	Нет	Да
Отдел главного метролога, Основные научные и производственные подразделения	Проведение метрологической экспертизы технической документации	Да	Нет

Продолжение таблицы 6

Отделы	Задачи	Средство контроля «УНЧ-Д1000»	
		с комплектом документации	без комплекта документации
Отдел главного метролога	Проверка средств контроля	Да	Нет
Отдел главного метролога	Метрологический надзор за состоянием и применением средств контроля	Да	Нет

Из таблицы 6 следует, что основными потребителями разработанной документации (методика проверки, руководство по эксплуатации, паспорт) являются сотрудники организации, преимущественно работающие в отделе главного метролога, так как именно эта группа сотрудников чаще всего работает с данными видами документации при мониторинге за средствами контроля.

4.1.2 Анализ конкурентных решений

Анализ конкурентных решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения. В таблице 7 проведем оценку 3 усилителей и докажем, что разработка документации на усилитель «УНЧ-Д1000» более выгодна, чем разработка документации на сравниваемые приборы.

Таблица 7 - Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии ресурсоэффективности							
1.Повышение производительности труда пользователя	0,08	5	4	3	0,40	0,32	0,24
2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,17	5	3	4	0,85	0,51	0,68
3.Безопасность	0,20	5	5	5	1,00	1,00	1,00
4.Простота эксплуатации	0,15	5	4	5	0,75	0,6	0,75
Экономические критерии оценки эффективности							
1.Конкурентоспособность продукта	0,07	4	5	4	0,28	0,35	0,28
2.Уровень проникновения на рынок	0,05	3	3	5	0,15	0,15	0,25
3.Цена	0,05	4	4	5	0,20	0,20	0,25
4.Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	5	4	2	0,50	0,40	0,20
5.Финансирование научной разработки	0,13	4	5	3	0,52	0,65	0,39
Итого	1	Суммарная оценка			4,65	4,18	4,04
Примечание - Б _ф – усилитель «УНЧ-Д1000»; Б _{к1} – усилитель, разработанный другой организацией; Б _{к2} – бытовой усилитель.							

Баллы за усилители по каждому критерию, приведенному в таблице, оценивается экспертом по пятибалльной шкале.

Анализ конкурентных технических решений (усилитель «УНЧ-Д1000», усилитель с аналогичными техническими характеристиками, разработанного в другой организации и бытовой усилитель) определяется по формуле (1):

$$K = \sum V_i \cdot B_i , \quad (1)$$

где K - конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i - вес показателя (в долях единицы);

B_i - балл i -го показателя.

Таким образом, конкурентоспособность разработки составила 4,65, в то время как двух других аналогов 4,18 и 4,04 соответственно. Разработка документации на усилитель «УНЧ-Д1000» более актуальна, так как разработка документации ведется на предприятии-изготовителе, а также данный усилитель наиболее прост в использовании при испытаниях трансформаторов. Возможность использования аналогового усилителя зависит от требуемых технических и метрологических характеристик. Разработка документации, ведущаяся не на предприятии-изготовителе, не является актуальной, так как данный путь наиболее затратный. При написании документации инженер-метролог, разрабатывающий документацию, должен иметь возможность беспрепятственного консультированию с разработчиком прибора. Использование бытового усилителя не является возможным. Данный прибор не охватывает полный диапазон воспроизводимых частот.

Результаты показывают, что данный прибор является конкурентоспособным и имеет преимущества по таким показателям, как

удобство в эксплуатации, энергоэкономичность, цена и предполагаемый срок службы. Следовательно, разработка документации на этот усилитель «УНЧ-Д1000» является эффективным решением.

Так как вышеуказанные конкурентные решения являются гипотетическими, разработка документации ведется строго по нормативной документации и усилитель, требующий разработки документации один. Следовательно, дальнейший анализ конкурентных возможных альтернатив считаю не вразумительным.

4.2 Планирование работы

4.2.1 Структура работ

В данном разделе необходимо составить перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, провести распределение исполнителей по видам работ.

Разделим выполнение выпускной квалификационной работы на этапы, в каждом из которых распределим исполнителей. Составленный перечень этапов, работ и распределение исполнителей приведен в таблице 8.

Таблица 8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка задания на ВКР	1	Составление и утверждение задания ВКР	Научный руководитель
Проведение НИР			
Выбор направления исследования	2	Выбор средства измерения и решение о количестве разрабатываемой документации	Научный руководитель
	3	Календарное планирование работ	Студент

Продолжение таблицы 8

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Теоретические исследования	4	Поиск, анализ и изучение литературы и нормативно-технической документации	Студент
	5	Изучение принципа работы усилителя	Студент
Разработка документации	6	Разработка методики проверки	Научный руководитель, студент
	7	Разработка руководства по эксплуатации	Научный руководитель, студент
	8	Разработка паспорта	Научный руководитель, студент
	9	Оформление комплекта документации	Научный руководитель, студент
Обобщение и оценка результатов	10	Оценка комплекта документации	Научный руководитель
	11	Анализ замечаний и внесение исправлений	Студент
	12	Утверждение комплекта документации	Научный руководитель, студент
Проведение ОКР			
Оформление пояснительной записки и сдача ВКР	13	Оформление пояснительной записки	Научный руководитель, студент
	14	Сдача готовой ВКР	Студент

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работы

Основная часть стоимости проведения разработки образуется за счет трудовых затрат, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости $t_{ожi}$ рассчитывается по формуле (2):

$$t_{ожi} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5}, \quad (2)$$

где $t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i - ой работы чел.-дн;

t_{mini} – минимальная возможная трудоемкость работ, чел.-дн.;

t_{maxi} – максимальная возможная трудоемкость работ, чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работы, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p по формуле (3), учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (3)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i - ой работы чел.-дн;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для анализа небольших по объему научных тем, наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика следует перевести длительность каждого из этапов работ из рабочих дней в календарные. Для этого можно использовать формулу (4):

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (4)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$k_{\text{кал}}$, – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по формуле (5):

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$, – количество праздничных дней в году.

Согласно производственному календарю на 2018 год выпадает 365 календарных дня, 299 рабочих и 66 выходных, включая праздники. Следовательно, коэффициент календарности $k_{\text{кал}} = 1,22$. Все рассчитанные значения были сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Временные показатели разработки проекта

№ работы	Трудоемкость работы			Исполнитель	T_{pi} , раб. дн.	T_{ki} , кал. дн.
	t_{min} , чел.-дн.	t_{max} , чел.-дн.	$t_{ож}$, чел.-дн.			
1	1,0	3,0	1,8	Руководитель	1,8	2,2
2	1,0	3,0	1,8	Руководитель	1,8	2,2
3	1,0	3,0	1,8	Студент	1,8	2,2
4	5,0	10,0	7,0	Студент	7,0	8,5
5	7,0	14,0	9,8	Студент	9,8	12,0
6	7,0	14,0	9,8	Студент	4,9	6,0
6	7,0	14,0	9,8	Руководитель	4,9	6,0
7	7,0	14,0	9,8	Студент	4,9	6,0
7	7,0	14,0	9,8	Руководитель	4,9	6,0
8	7,0	14,0	9,8	Студент	4,9	6,0
8	7,0	14,0	9,8	Руководитель	4,9	6,0
9	7,0	14,0	9,8	Студент	4,9	6,0
9	7,0	14,0	9,8	Руководитель	4,9	6,0
10	2,0	4,0	2,8	Руководитель	2,8	3,4
11	2,0	4,0	2,8	Студент	2,8	3,4
12	1,0	2,0	1,4	Студент	0,7	0,8
12	1,0	2,0	1,4	Руководитель	0,7	0,8
13	30,0	40,0	34,0	Студент	17,0	21
13	30,0	40,0	34,0	Руководитель	17,0	21
14	1,0	1,0	1,0	Студент	1,0	1,2

Таким образом, общая длительность работ в рабочих днях составляет 68 дней, длительность работ в календарных днях – 85 дней. На основании таблицы 2 построен план-график. Календарный план график проведения научно-исследовательской работы приведен в таблице 9. График строился с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней).

Таблица 10 – Календарный план-график проведения НИР

№ работы	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ											
			Февраль			Март			Апрель			Май		
			1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	Руководитель	3	■											
2	Руководитель	3	■											
3	Студент	3	■											
4	Студент	9		■	■									
5	Студент	12			■	■	■							
6	Руководитель	6					■							
	Студент						■							
7	Руководитель	6						■						
	Студент							■						
8	Руководитель	6									■			
	Студент										■			
9	Руководитель	6									■			
	Студент										■			
10	Руководитель	4									■			
11	Студент	4									■	■		
12	Студент	1									■	■		
	Руководитель										■	■		
13	Руководитель	21										■	■	
	Студент											■	■	
14	Студент	1											■	



- студент



- руководитель

4.3 Расчет бюджета научно-технического исследования (НТИ)

Для определения бюджета, потраченного при выполнении НТИ в рамках написания ВКР, были рассчитаны следующие виды затрат:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

К материальным затратам данного НТИ относятся картриджи для принтера, пачка бумаги А4, тетрадь, ручка и карандаш.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле (6):

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m (C_i \cdot N_{расхi}), \quad (6)$$

где k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы;

m – количество видов материальных ресурсов, используемых для выполнения научного исследования;

C_i , – цена на приобретение i -ого вида приобретаемого материального ресурса;

$N_{расхi}$ – количество материального ресурса i -ого вида, которое планируется для использования при выполнении научного исследования.

Результаты расчетов материальных затрат представлены в таблице 11.

Таблица 11 – Материальные затраты

Наименование	Ед. изм.	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы Z_m , руб.
Тетрадь	шт.	1	250	250
Ручка	шт.	2	25	50
Карандаш	шт.	1	10	10
Картридж для принтера	шт.	1	1200	1200
Пачка бумага А4	шт.	1	500	500
Итого				2010

4.3.2 Расчет основная заработная плата исполнителей темы

В данном пункте приведены расчеты заработной платы каждого из участников исследовательской работы. Величина заработной платы определяется исходя из трудоемкости выполненной работы, действующей системы окладов и тарифных ставок. Расчет основной заработной платы приведен в таблице 12.

Расчет проводится по формуле (7):

$$Z_{ЗП} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (7)$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата (от 12 до 20 % от основной заработной платы).

Основная заработная плата рассчитывается по формуле (8):

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (8)$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн;

$Z_{\text{дн}}$ - среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле (9):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (9)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M - количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, рабочих дней.

Месячный оклад работника рассчитывается по формуле (10):

$$Z_m = Z_{mc} \cdot (1 + k_{np} + k_d) \cdot k_p, \quad (10)$$

где Z_{mc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

k_{np} - премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{mc});

при отпуске в 48 раб. дней $M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, примем равным 0,3;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Баланс рабочего времени представлен в таблице 12.

Таблица 12 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	66	66

Продолжение таблицы 12

Показатели рабочего времени	Руководитель	Студент
Потери рабочего времени		
Отпуск	48	48
Невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	251	251

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Разряд	k_T	Z_{mc} , руб	k_{np}	k_D	k_p	Z_M , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	6	2,44	1464	0,3	0,3	1,3	3045,1	126,2	56	7067,2
Студент	9	3,53	2118	0,3	0,3	1,3	4405,4	182,5	85	15512,5
Итого										22579,7

Тарифная заработная плата рассчитывается по формуле (11):

$$Z_{mc} = T_{ci} \cdot k_T, \quad (11)$$

где T_{ci} – тарифная ставка работника первого разряда, равная 600 руб.;

k_T - тарифный коэффициент, учитываемый по единой тарифной сетке для бюджетных организаций.

4.3.3 Расчет дополнительной заработной платы исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной плате $Z_{доп}$ рассчитывается по формуле (12):

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн}, \quad (12)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы, примем его равным 0,15.

Следовательно, дополнительная заработная плата руководителя составляет 1060 рублей, в то время как у студента – 2327 рублей.

4.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данном пункте рассчитываются обязательные отчисления органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Отчисления во внебюджетные фонды рассчитываются по формуле (13):

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (13)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент уплаты во внебюджетные фонды (для учреждений, осуществляющих научную деятельность $k_{\text{внеб}} = 27,1\%$).

Таблица 14 - Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	7067	1060
Студент	15512	2327
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,271	
Итого		
Руководитель	2202,4	
Студент	4834,4	

4.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д. Их величина определяется по следующей формуле (14):

$$Z_{\text{накл}} = (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot k_{\text{нр}}, \quad (14)$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, $k_{\text{нр}} = 16\%$.

Следовательно, накладные расходы для руководителя составляют 1653 рубля, а для студента - 3628 рублей.

4.3.6 Формирование бюджета затрат НИИ

Рассчитанная величина затрат на научно-исследовательскую работу является основой для формирования бюджета затрат на проект.

Определение бюджета затрат на НИИ представлено в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование пунктов	Сумма, руб.		Примечание
	Руководитель	Студент	
1. Материальные затраты НИИ	-	2010	Пункт 4.3.4.1
2. Затраты на осн. заработную плату	7067	15512	Пункт 4.3.4.2
3. Затраты на доп. заработную плату	1060	2327	Пункт 4.3.4.3

Продолжение таблицы 15

4.Отчисления во внебюджетные организации	2202	4834	Пункт 4.3.4.4
5.Накладные расходы	1653	3628	Пункт 4.3.4.5
6.Бюджет затрат НТИ	11982	28311	Пункт 4.3.4.6

4.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Для определения эффективности проведения НТИ необходимо рассчитать интегральный показатель эффективности. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по формуле (15):

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (15)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} - максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

При расчете получаем следующие значения.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.рук.}} = \frac{11982}{28311} = 0,4;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.рук.}} = \frac{28311}{28311} = 1.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно рассчитать по формуле (16):

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (16)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

n - число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Руководитель	Студент
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	3	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	5
3. Помехоустойчивость	0,15	5	4
4. Энергосбережение	0,20	4	5
5. Надежность	0,25	4	4
6. Материалоемкость	0,15	5	4
Итого	1		

$$I_{p-рук.} = 3 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,2;$$

$$I_{p-ст.} = 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 + 4 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 4,45.$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле (17):

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}} \quad (17)$$

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$) рассчитывается по формуле (18):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.2}}} \quad (18)$$

Результаты расчётов представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Руководитель	Студент
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,4	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,2	4,45
3	Интегральный показатель эффективности	1,05	4,45
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	0,25	1

4.5 Оценка экономической эффективности работы

В данной выпускной квалификационной работе проводится разработка документации на усилитель мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000». Никакого выбора на этапе рассмотрения альтернативных технических средств измерений – приборов, не проводится. Прибор предоставляется предприятием-изготовителем, следовательно, материальные траты, возникающие на этапе разработки документов, являются незначительными (бумага, ручки, карандаши).

В ходе разработки данного раздела, была определена трудоемкость выполнения работы, построен график выполнения НТИ и рассчитан бюджет затрат проведенных работ. В результате расчета интегральных показателей эффективности, было доказано, что ресурсным эффективным исполнителем является студент.

5 Социальная ответственность

В разделе социальная ответственность рассматриваются вопросы обеспечения безопасных условий труда на рабочем месте и минимизации негативного воздействия опасных (вредных) факторов, возникающих при работе с персональным компьютером и электрооборудованием. В разделе затрагиваются вопросы электро и пожарной безопасности, а также действий по обеспечению безопасности в чрезвычайных ситуациях.

Исследования проводились в лаборатории Акционерного Общества «Научно-Производственного Центра «Полюс», специально оборудованной и подготовленной для этих целей. Целью работы является разработка документации на усилитель мощности низкой частоты D класса «УНЧ-Д1000».

Рабочее место представляет собой помещение, оборудованное компьютерным столом с персональным компьютером. Работа с компьютером производится сидя, что вызывает достаточно ощутимой нагрузки на мышцы рук и спины, что в дальнейшем может привести к болям и отекам спинного и плечевого отделов. Также работа с компьютером вызывает умственное напряжение и зрительную напряженность. Для исключения подобных случаев необходимо поддержание рабочей позы работника и грамотное распределение рабочего времени и отдыха.

В ходе работы над данным разделом необходимо определить возможные вредные (опасные) факторы, влияющие на инженера при разработке документации; разработать и проанализировать решения по их минимизации.

5.1 Профессиональная социальная безопасность

5.1.1 Анализ вредных и опасных факторов

В ходе эксплуатации «УНЧ-Д1000» в соответствии с ГОСТ 12.0.003-2015 [19] создаются как вредные факторы, так и опасные факторы.

В таблице 18 приведены опасные и вредные факторы, с которыми может столкнуться инженер, при проведении работ с объектом исследования.

Таблица 18 – Опасные и вредные факторы, возникающие при разработке документации на усилитель «УНЧ-Д1000»

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Усилитель мощности низкой частоты D класса «УНЧ-Д1000». Проведение испытаний, необходимых для разработки методики проверки.	1) Отклонение показателей микроклимата; 2) Повышенный уровень электромагнитных излучений; 3) Повышенный уровень шума на рабочем месте; 4) Не достаточная освещенность рабочей зоны; 5) Умственные нагрузки; 6) Монотонность работы.	1. Опасность поражения электрическим током. Электробезопасность.	Параметры микроклимата: СанПиН 2.2.4.548-96 [20]. Параметры уровня электромагнитных излучений: СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 [21]. Параметры уровня шума: СанПиН 2.2.4.3359-16 [22]. Параметры освещенности: СанПиН 2.1.1.1278-03 [23]. Психофизические нагрузки: Р 2.2.2006-05 [24]. Электробезопасность: ГОСТ 12.1.030-81 [25]; ГОСТ 12.1.038-82 [26]; ГОСТ Р 12.1.019-2009 [27]; СанПиН 2.2.4.1191-03 [28]; Р 2.2.2006-05 [24].

5.1.1.1 Микроклимат

Микроклимат рабочих мест производственных помещений или внутренняя рабочая среда должна контролироваться и поддерживаться. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма. Неблагоприятные микроклиматические условия могут спровоцировать ослабление терморегуляции, ухудшение самочувствия и снижение работоспособности.

К показателям, характеризующим микроклимат рабочей зоны, относятся:

- температура воздуха;
- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения.

К неблагоприятным микроклиматическим условиям может привести неподготовленность производственного помещения к холодному сезону при резкой смене погоды.

СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [20] устанавливает оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений. Деятельность инженера-метролога относят к категории работ Ia. Для нее существуют оптимальные и допустимые параметры микроклимата, которые должны соблюдаться в помещениях, приведены в таблицах 19 и 20.

Таблица 19 – Оптимальные значения микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	22-24	21-25	60-40	0,1
Теплый	23-25	22-26	60-40	0,1

Таблица 20 – Допустимые значения микроклимата

Период года	Температура воздуха, °С		Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с	
				для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	20,0 - 21,9	24,1 - 25,0	15 - 75	0,1	0,1
Теплый	21,0 - 22,9	25,1 - 28,0	15 - 75	0,1	0,2

В рабочей лаборатории были проведены измерения, с целью выяснения соблюдения норм и поддержания благоприятного самочувствия работников.

- температура окружающего воздуха 23 °С;
- относительная влажность 55 %;
- скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Вывод: рабочее место безопасно для работника.

Микроклимат помещения поддерживается на оптимальном уровне с помощью приборов искусственного кондиционирования, системой водяного центрального отопления и естественной вентиляцией.

5.1.1.2 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Во время разработки документации инженер-метролог находится в непосредственной близости к монитору, что вызывает воздействие электромагнитных полей (далее - ЭМП). Данное излучение пагубно влияет на здоровье человека, в особенности на его кровеносную систему, зрение и иммунную систему.

СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [21] устанавливает требования к персональным электронно-вычислительным машинам (далее - ПЭВМ). Временные допустимые уровни ЭМП на рабочих местах, создаваемые ПЭВМ, представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Временные допустимые уровни (далее - ВДУ) ЭМП, создаваемые ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Так как разработка документа (компоновка и анализ измерительных данных, набор текста) предполагает постоянное взаимодействие с компьютером, то для сохранения здоровья, рекомендуется периодически переключать внимание на другие виды деятельности. Такие перерывы должны быть по 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы. Расположение экрана монитора от глаз пользователя на расстояние не ближе 0,5 м, а в лучшем случае на расстоянии от 0,6 до 0,7 м.

Современные студенты вынуждены вести сидячий образ жизнь по многу часов в день, и вследствие чего, имеют проблемы со спиной и позвоночником. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 рекомендует делать динамические упражнения расслабления мышц, улучшения кровоснабжения и снижения напряжения. Также СанПиН рекомендует комплексы упражнений для глаз, с указанием методики проведения зрительной гимнастики во время работы на компьютере.

5.1.1.3 Повышенный уровень шума на рабочем месте

На рабочем месте инженера-метролога находятся ПЭВМ, он же и является основным источником шума, шумит его система охлаждения. Согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 [22] допустимый уровень звука, создаваемый ПЭВМ, не должен превышать значения 50 дБА.

Повышенный уровень шума может нанести непоправимый вред на его нервную систему и органы слуха, что непременно повлияет на работоспособность персонала.

Для снижения уровня шума, необходимо:

- своевременно проводить техническое обслуживание приборов;
- размещать вне рабочего помещения шумящее оборудование, шум которых превышает допустимый;

- установить герметичные стеклопакеты.

В рассматриваемом помещении уровень шума не превышает 50 дБА. Кроме ПЭВМ, находящегося на рабочем месте, источником дополнительного шума является шум, проникающий через открытые окна и двери. Так как шум в пределах нормы, никаких мер защиты от шума в анализируемом помещении не предусмотрено.

5.1.1.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны и расчет искусственного освещения.

Важнейший фактор создания приемлемых условий труда – качественное освещение рабочего места. Согласно СанПиН 2.1.1.1278-03 [23] рабочее место инженера должно быть освещено как естественным, так и искусственным освещением.

Недостаточная освещенность рабочего места приводит к быстрому утомлению организма, что естественно снижает производительность труда и увеличивает количество допускаемых инженером-метрологом ошибок.

В соответствии с СНиП 23-05-95 [29] разряд зрительных работ инженера-метролога относится к разряду III подразряду г (высокой точности). Наименьший размер объекта различения от 0,30 до 0,50 мм. Согласно пункту 4.2 уровень максимальной искусственной освещенности рабочих мест должен быть 200 лк. Нормы коэффициента пульсации для обозначенного вида работ составляют не более 15%.

В рабочем помещении используется комбинированная система освещения – искусственное и естественное. Для освещения применяются люминесцентные лампы. Тип светильников выбирается с учетом следующих факторов:

- требуемое количество освещения;

- безопасность эксплуатации;
- удобство;
- экономичность.

Осуществим проверочный расчет с целью определения того, создает ли существующая система освещенности требуемую освещенность по СНИП 23-05-95. Для этого определим количество требуемых ламп и их тип.

Размеры исследуемого помещения: длина помещения $A = 6$ м, ширина помещения $B = 4$ м, высота потолка в помещении $H = 3,5$ м.

Так как помещение со светлым потолком и стенами, примем коэффициенты отражения стен $\rho_c = 30\%$ и потолка $\rho_n = 70\%$. Коэффициент k для помещений, освещаемых люминесцентными лампами, при условии чистки светильников не реже двух раз в год, берется равным от 1,4 до 1,5. Коэффициент запаса $k = 1,5$; поправочный коэффициент $z = 0,9$.

По формуле (19) определим расчетную высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью (h).

$$h = H - h_p - h_c, \quad (19)$$

где H – высота потолка в помещении, м, $H = 3,5$ м;

h_p – расстояние от пола до рабочей поверхности стола, м, $h_p = 0,8$ м;

h_c – расстояние от потолка до светильника, м, $h_c = 0,1$.

Следовательно, $h = 2,6$ м. Коэффициент использования может быть определен по индексу помещения (i), рассчитываемому по формуле (20):

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}, \quad (20)$$

где A – длина помещения, м, $A = 6$ м;

B – ширина помещения, м, $B = 4$ м.

$$i = \frac{6 \cdot 4}{2,6 \cdot 10} = 0,92$$

По таблице коэффициентов использования светового потока для соответствующих значений i , p_c и p_n примем $\eta = 46 \%$.

Световой поток создаваемой каждой из ламп рассчитывается по формуле (21):

$$F = \frac{E \cdot S \cdot z \cdot k}{n \cdot \eta}, \quad (21)$$

где F – световой поток одной лампы, $F = 1380$ лк;

E – минимальная освещенность, лк, $E = 200$ лк;

S – площадь помещения, m^2 , $S = 24 m^2$;

z – поправочный коэффициент, $z = 0,9$;

k – коэффициент запаса, $k = 1,5$;

η – коэффициент использования осветителей, $\eta = 46 \%$;

n – число светильников в помещении.

Рассчитаем количество лампочек в помещении, выразив отношение из формулы (21)

$$n = \frac{200 \cdot 24 \cdot 0,9 \cdot 1,5}{1380 \cdot 0,46} = 10,2$$

Таким образом, используемые люминесцентные лампы дневного света (ЛД) в количестве 10 шт., мощностью 30 Вт., потребляемые ток 0,34 при питании от сети 220 В, достаточны для обеспечения минимальной требуемой освещенности в анализируемом помещении.

Для обеспечения стабильной освещенности необходимо проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год. Также необходимо своевременно производить замену перегоревших ламп.

5.1.1.5 Психофизические факторы

Метролог, разрабатывающий документацию, вынужден длительное время проводить за работой с ПЭВМ. После работы в сидячем положении у работника можно диагностировать напряжение зрительного аппарата, болезненные ощущения в глазах и пояснице, головную боль и усталость. Последствия работы в таких условиях грозят спаду работоспособности.

Работа с исследуемым объектом – усилителем «УНЧ-Д1000» и пассивное наблюдением за его характеристиками может привести к монотонности производственной обстановки. Опасность монотонности труда заключается в снижении внимания к процессу работы, быстрой утомляемости и снижении интереса к трудовому процессу.

Для минимизации описанных последствий во время рабочей смены сотрудник должен выполнять комплекс физических упражнений. А также согласно [21] необходимо правильно устанавливать режим труда и отдыха. В том числе делать перерывы по 10-15 минут через каждые 45-60 минут работы.

5.1.1.6 Электробезопасность

При работе с ПЭВМ и исследуемым объектом – усилителем «УНЧ-Д1000» при нарушении правил электробезопасности возможно поражение электрическим током. Основные причины воздействия тока на человека:

- наличие проводов с поврежденной изоляцией;
- прикосновение к токоведущим частям;
- отсутствие предохранительных кожухов у розеток сети питания.

Поражающее действие электрического тока зависит от значения и длительности протекания тока через тело человека, рода и частоты тока,

индивидуальных свойств человека. Прохождение электрического тока через организм человека оказывает следующие виды воздействия:

- термическое: ожог отдельных участков тела, нагрев крови и кровеносных сосудов;
- электролитическое: разложение крови;
- биологическое действия.

Согласно [24] напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать значений, указанных в таблице 22.

Таблица 22 - Значения напряжений и токов, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электрооборудования

Род тока	U, В	I, мА
	не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Напряжения прикосновения и токи приведены при продолжительности воздействия не более 10 мин в сутки и установлены исходя из реакции ощущения.

Защиту человека от воздействия напряжений прикосновения и токов обеспечивают конструкция электроустановок, технические способы и средства защиты, организационные и технические мероприятия по [26].

Электробезопасность должна обеспечиваться:

- конструкцией электроустановок;
- техническими способами и средствами защиты;
- организационными и техническими мероприятиями.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства:

- защитные оболочки;
- защитные ограждения (временные или стационарные);
- защитные барьеры;
- безопасное расположение токоведущих частей.
- изоляция токоведущих частей (основная, дополнительная, усиленная, двойная);
- изоляция рабочего места;
- малое напряжение;
- защитное отключение;
- электрическое разделение;
- предупредительная сигнализация, блокировки, знаки безопасности.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы: -

- защитное заземление;
- зануление;
- систему защитных проводов;
- защитное отключение;
- изоляция нетоковедущих частей;
- электрическое разделение сети;
- простое и защитное разделения цепей;
- компенсация токов замыкания на землю;
- электроизоляционные средства.

Для предотвращения поражения электрическим током следует проводить мероприятия, заключающиеся в проведении первичного, внеочередного и повторного инструктажа по электробезопасности.

При соблюдении вышеуказанных действий риск поражения электрическим током сводится к минимуму.

5.2 Экологическая безопасность

Производственная деятельность человека оказывает существенное влияние на окружающую среду. Разработка комплекта документов на исследуемый объект – усилитель «УНЧ-Д1000», в следствии работа с ПЭВМ не относится к промышленной и не является источником выброса вредных веществ, поступающих в окружающую среду.

В процессе эксплуатации ни усилитель, ни ПЭВМ не выделяют паров кислот и щелочей, газов и т.п.

При завершении срока службы ПЭВМ и усилителя подлежат утилизации по технологии, принятой на предприятии, эксплуатирующем данные приборы. Если на предприятии нет отдела по утилизации, следует доверить утилизацию оборудования и оформление документов специалистам, обратившись в авторизованный центр сервисной поддержки в вашем регионе. Металлические и пластиковые составляющие прибора пойдут на переработку, а электронные платы будут отправлены на аффинажный завод для извлечения драгметаллов.

При работе может возникнуть проблема с утилизацией накопленных перегоревших люминесцентных ламп. Требования к хранению и утилизации ртутных и ртутносодержащих ламп отражены в СанПин 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления» [30] и Федеральном законе №89 «Об отходах производства и потребления» [31]. Так как при повреждении хрупкой колбы лампы, пары ртути мгновенно попадут в атмосферу, утилизация ламп, как

бытовой мусор, недопустима. Согласно требованиям и правилам, порядок действий при утилизации ламп должен начинаться с помещения данных ламп в специальные контейнеры в оборудованных под эти нужды помещениях. При накоплении определенного количества ртутьсодержащих и прочих опасных видов ламп их сортируют, помещают в отдельные ячейки и отправляют в профильную компанию для последующей нейтрализации и переработки.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 [32] чрезвычайная ситуация – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Источником чрезвычайных ситуации могут быть техногенное происшествие, авария, катастрофа, опасное природное явление, стихийное бедствие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений.

При разработке комплекта документов с использованием ПЭВМ наиболее вероятная чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть во время работы, является пожар, причиной которого может послужить:

- несоблюдение норм пожарной безопасности;
- обрыв проводов;
- курение в неполюженном месте
- замыкание электропроводки оборудования.

Обязательные требования пожарной безопасности, которые необходимо соблюдать, установлены Правилами противопожарного режима в РФ,

утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 25 апреля 2012 года N 390 (далее - ППР в РФ). [33]

Во избежание возникновения пожара:

- необходимо проводить регулярные проверки пожарной сигнализации, первичных средств пожаротушения;
- запрещается оставлять по окончании рабочего времени не обесточенными оборудование в помещениях, в которых отсутствует дежурный персонал, за исключением дежурного освещения, систем противопожарной защиты;
- запрещается размещать мебель, оборудование и другие предметы на подходах к пожарным кранам внутреннего противопожарного водопровода и первичным средствам пожаротушения, у дверей эвакуационных выходов, люков на балконах и лоджиях, в переходах между секциями и выходами на наружные эвакуационные лестницы;
- запрещается проводить уборку помещения быстровоспламеняющимися средствами;
- необходимо проведение инструктажа работников по действиям при пожаре;
- необходимо создание плана эвакуации и размещение его экземпляров в доступных местах.

Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неисправности, проводить плановый осмотр и своевременно устранять все неисправности и неисправные электроприборы и не использовать неисправные электроприборы.

В случае возникновения пожара на рабочем месте, где используется ПЭВМ, необходимо отключить электросеть в помещении (в случае возникновения пожара по причине неисправности электропроводки). Тушение пожара допускается сухим песком или углекислотным огнетушителем.

5.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.4.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства

Согласно [21] работа по разработке документации с использованием ПЭВМ относится к группе Б - работа по вводу информации. При I категории работы уровень нагрузки за рабочую смену для группы Б по суммарному числу вводимых знаков составляет до 15000 знаков. Суммарное время регламентированных перерывов при 8-часовой смене составляет 50 минут, а при 12-часовой – 80 минут.

Для предотвращения быстрой утомляемости рекомендуется организовывать рабочую смену путем чередования работ с использованием ПЭВМ и без него.

При возникновении зрительного дискомфорта и других неблагоприятных ощущениях рекомендуется ограничить время работы за ПЭВМ.

При работе с ПЭВМ в ночную смену (с 22 до 6 ч), независимо от категории и вида трудовой деятельности, продолжительность регламентированных перерывов следует увеличивать на 30%.

5.4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

Требования к рабочему месту инженера-метролога содержит СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы» [21]. При размещении рабочих мест с ПЭВМ расстояние между рабочим столом с монитором ПЭВМ, должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м.

Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на расстоянии 600-700 мм, но не ближе 500 мм с учетом размеров алфавитно-цифровых знаков и символов.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования.. Поверхность рабочего стола должна иметь коэффициент отражения 0,5-0,7.

Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления. Тип рабочего стула (кресла) следует выбирать с учетом роста пользователя, характера и продолжительности работы с ПЭВМ.

Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным, регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.

Вывод по разделу социальная ответственность

В ходе разработки раздела «Социальная ответственность» были установлены вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при разработке документации на усилитель мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000». По мере анализа данных факторов были представлены пути решения и установки мероприятий по исключению данных факторов. Так как работа по разработке документации производится сидя перед ПЭВМ, для установки более комфортного рабочего места, в разделе был рассмотрен комплекс мероприятий по организации и компоновке рабочей зоны инженера-метролога.

Выделенные вредные и опасные факторы были измерены в метрологической лаборатории. Из анализа измеренных факторов, можно заключить, что метрологическая лаборатория соответствует всем требованиям, установленным в нормативной документации.

Заключение

В ходе данной выпускной квалификационной работы был разработан комплект документов, необходимый для проведения метрологического подтверждения пригодности усилителя мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000» и его дальнейшего ввода в эксплуатацию.

На основе проведенного обзора нормативно-правовых документов в области метрологического обеспечения и установленных процедур управления оборудованием для мониторинга и измерений были разобраны требования, предъявляемые к средствам измерения и контроля в АО «НПЦ «Полус».

Изучение объекта исследования – усилителя и предъявляемых к нему типовых требований, были разработаны методики испытаний усилителя мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000», которые в последствии были включены в методику проверки его работоспособности.

Разработанная документация может применяться в метрологических отделах, где усилитель будет использоваться.

Список использованных источников

- 1 Федеральный закон № 102-ФЗ от 28 июня 2008 г. «Об обеспечении единства измерений» // Собрание законодательства РФ. – 2008. – 16 с
- 2 В.Г. Абызов, И.С Новиков. Управление оборудованием для мониторинга и измерений в системе менеджмента качества организации // Мир измерений. – 2014. - № 8. С. 31 – 34.
- 3 А.С. Капустин. Метрологическое обеспечение промышленных предприятий// Главный метролог. – 2012. - № 1. С.
- 4 СТО СК 05776739.917-2014 Метрологическое обеспечение организации
- 5 ГОСТ Р 8.820-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение. Основные положения. – М.: «Стандартинформ», 2014. – 15 с.
- 6 ГОСТ Р 56518-2015 Техничка космическая. Требования к системам менеджмента качества организации, участвующих в создании, производстве и эксплуатации. – М.: «Стандартинформ», 2015. – с.
- 7 РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения. – М.: Стандартинформ. – 2014. – 57 с.
- 8 РД 34.11.502-95 Методические указания. Организация и порядок проведения метрологической экспертизы документации на стадии разработки и проектирования.
- 9 СТО СК 05776739.909-2008 Метрологическая экспертиза документации.
- 10 СТО СК 05776739.992–2016 Средства контроля. Разработка, изготовление, проверка, ремонт и учет.
- 11 ГОСТ Р 15.000-2016 Система разработки и поставки продукции на производство. Основные положения. – М.: Стандартинформ. – 2016. – с.

12 ГОСТ 2.601-2013 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы. – М.: Стандартиформ. – 2014. – с.

13 ГОСТ 2.610-2006 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы. – М.: Стандартиформ. – 2008. – с.

14 ГОСТ Р 8.563-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Методики измерений. – М.: Стандартиформ. – 2010. – с.

15 ГОСТ 23849-87 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Методы измерения электрических параметров усилителей сигналов звуковой частоты. – М.: Издательство стандартов. – 1990. – с.

16 Описание типа средства измерений «Генераторы специальной формы» [Электронный ресурс] – URL: http://fundmetrology.ru/10_tipu_si/11/view.aspx?num=iGnTzIyOsFeM – Загл. с экрана (дата обращения 13.05.2018).

17 Описание типа средства измерений «Мультиметры цифровые» [Электронный ресурс] – URL: http://fundmetrology.ru/10_tipu_si/11/view.aspx?num=iGdZjHnTzIeM – Загл. с экрана (дата обращения 13.05.2018).

18 Описание типа средства измерений «Осциллографы цифровые» [Электронный ресурс] – URL: http://fundmetrology.ru/10_tipu_si/11/view.aspx?num=iGyOjHpWzIfL – Загл. с экрана (дата обращения 13.05.2018).

19 ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: «Стандартиформ», 2016. – 16 с.;

20 СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: «Минздрав России», 1997. – 21 с.;

21 СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы. – М.: «Минздрав России», 2003. – 36 с.;

22 СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах – М.: «Минздрав России», 2017. – 72.;

23 СанПиН 2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. – М.: «Минздрав России», 2003. – 24.;

24 Р 2.2.2006-05 Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: «Госсанэпиднадзор», 2005. – 142.;

25 ГОСТ 12.1.030-81 Система стандартов безопасности труда. Защитное заземление, зануление. – М.: «Стандартинформ», 2016. – 10 с.;

26 ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. – М.: «Стандартинформ», 2016. – 6 с.;

27 ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: «Стандартинформ», 2010. – 25 с.;

28 СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях. – М.: «Минздрав России», 2003. – 19 с.;

29 СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение. – М.: «Госстрой России», 2003. – 43 с.;

30 СанПиН 2.1.7.1322-03 Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. – М.: «Минздрав России», 2004. – 16 с.;

31 Федеральный закон Российской Федерации от 24.06.1998 N 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (ред. от 13.07.2015)[Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ – Загл. с экрана (дата обращения 13.05.2018).

32 ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения. – М.: «Стандартинформ», 2016. – 12 с.;

33 ППР - 2012. Правила противопожарного режима в Российской Федерации. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2012. - 92 с.

Приложение А
(обязательное)
Методика проверки

Акционерное Общество «Научно-производственный центр «Полнос»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Главный конструктор
АО «НПЦ «Полнос»

ФИО _____ ФИО

«__» _____ 2018 г.

«__» _____ 2018

УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ «УНЧ-Д1000»
МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ
ЕИЖА ХХХХХХ.001 МП

Заместитель главного конструктора

_____ ФИО

Начальник отдела

_____ ФИО

Начальник лаборатории

_____ ФИО

Ответственный исполнитель

_____ ФИО

ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Розроб.	Михеева В.А.			
Пров.				
Н. Контр.				
Утв.				

Усилитель мощности
низкой частоты
«УНЧ-Д1000»
Методика проверки

Лит.	Лист	Листов
	107	23

Перв. примен.	
Справ. №	

Подпись и дата	
Име. № дубл.	
Взам. име. №	
Подпись и дата	

Име. № подл.	
--------------	--

1 Область применения

Настоящая методика проверки первичной (периодической) распространяется на усилитель мощности низкой частоты D класса «УНЧ-Д1000» (далее – усилитель) предназначенный для преобразования и усиления сигнала синусоидальной и треугольной формы в диапазоне частот от 1 Гц до 50 кГц при испытаниях трансформаторов в АО «НПЦ «Полюс».

Основная цель проверки усилителя – подтверждение возможности воспроизведения работы усилителя в пределах допускаемых отклонений и установления пригодности использования усилителя для испытаний продукции.

Данная методика проверки устанавливает методы и средства первичной и периодической проверки усилителей, эксплуатируемых в АО «НПЦ «Полюс».

Первичной проверке усилители подвергаются при выпуске из производства и после ремонта.

В процессе эксплуатации усилитель подвергают периодической проверке не реже 12 месяцев.

При проверке предоставляются исправные и полностью укомплектованные усилители с соответствующим комплектом документов.

2 Операции проверки

2.1 Перечень операций, выполняемых при проведении первичной и периодической проверке, приведен в таблице 1.

2.2 При получении отрицательного результата какой-либо операции дальнейшая проверка не проводится, и результат оформляют в соответствии с пунктом 9.3.

2.3 Пример протокола проверки приведен в Приложении А.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Таблица 1 – Наименование операций, производимых при проверке

Наименование операции	Номер пункта	Проведение операции при проверке	
		первичной	периодической
Проверка документации	8.1	Да	Да
Внешний осмотр	8.2	Да	Да
Опробование	8.3	Да	Да
Определение условий проведения проверки	8.4	Да	Да
Проверка воспроизводимого диапазона частот	8.5.1	Да	Да
Проверка максимального выходного напряжения	8.5.2	Да	Да
Проверка максимальной выходной мощности	8.5.3	Да	Да
Проверка коэффициента нелинейных искажений	8.5.4	Да	Нет
Проверка модуля полного входного сопротивления	8.5.5	Да	Нет

3 Средства проверки

3.1 Перечень средств измерений, применяемых при проведении первичной и периодической проверки, приведен в таблице 2.

3.2 Все средства измерения, участвующие в первичной и периодической проверке, должны быть утвержденного типа, поверены и иметь свидетельство о поверке и (или) знак поверки с не истекшим сроком действия.

3.3 Средства измерений, необходимые для проведения проверки, должны обеспечивать измерение в требуемом диапазоне.

Таблица 2 – Перечень средств измерений, применимых при проверке

Номер пункта	Наименование СИ и обозначение типа СИ	Метрологические и технические характеристики СИ
8.4	Гигрометр психометрический ВИТ-2	Диапазон измерения температуры от 15 °С до 40 °С. Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры $\pm 0,2$ °С. Диапазон измерения относительной влажности от 40 % до 90 % при диапазоне рабочих температур от 23 °С до 26 °С; от 20 % до 90 % при диапазоне рабочих температур от 26 °С до 40 °С. Предел допускаемой относительной погрешности измерения 5 %.
8.4	Барометр-анероид контрольный М-67	Диапазон измерений от 610 мм рт. ст. до 790 мм рт. ст. Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения атмосферного давления $\pm 0,8$ мм рт. ст.
8.4	Источник питания АКИП-1202/3	Диапазон выходного напряжения от 0 В до 300 В. Диапазон частот выходного напряжения от 45 Гц до 500 Гц.
8.5.1 – 8.5.5	Генератор сигналов специальной формы AFG-72125	Формы сигнала: синус, прямоугольник, треугольник, произвольная форма. Синус: от 0,1 Гц до 25 МГц. Треугольник/пила: от 0,1 Гц до 1 МГц. Пределы допускаемой погрешности установки частоты $\pm (2 \cdot 10^{-5})$ при (23 ± 5) °С. Диапазон амплитуды: от 1 мВ _{размах} до 10 В _{размах} (до 20 МГц, на нагрузке 50 Ом); от 1 мВ _{размах} до 10 В _{размах} (от 20 МГц до 25 МГц, на нагрузке 50 Ом).
8.5.1 – 8.5.3; 8.5.5	Мультиметр цифровой 34401А	Диапазон измерения переменного напряжения от 10 мВ до 750 В, сопротивления от 100 Ом до 100 МОм, рабочая область частот от 3 мГц до 300 Гц, пределы допускаемой погрешности измеренного напряжения, $U_{изм}$, при частоте до 20 кГц определяется формулой $\pm (0,06 \cdot U_{изм} + 0,03 \cdot U_{пред})$ %, где $U_{пред}$ – установленный предел измерений.

Продолжение таблицы 2

Номер пункта	Наименование СИ и обозначение типа СИ	Метрологические и технические характеристики СИ
8.5.1; 8.5.4	Осциллограф цифровой MSO - X 2024A	Диапазон частот воспроизводимых сигналов: синусоидальный от 0,1 Гц до 20 МГц; треугольный/ пилообразный от 0,1 Гц до 100 кГц. Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частот $\pm (5 \cdot 10^{-5})$. Пределы допускаемой относительной погрешности по амплитуде $\pm 2 \%$ при частоте 1 кГц. Максимальное входное среднеквадратическое напряжение 300 В при пределе допускаемой относительной погрешности $\pm 2 \%$. Встроенный цифровой вольтметр и частотомер. Частотный диапазон при входном синусоидальном сигнале от 0,1 Гц до 20 МГц. Частотный диапазон при входном треугольном сигнале от 0,1 Гц до 100 кГц.
8.5.4	Анализатор спектра СК4 – 56	Предназначен для исследования спектров сигналов произвольной формы и модуляции. Диапазон частот от 10 Гц до 60 кГц. Полоса пропускания на уровне -3дБ: 3Гц, 10Гц, 30Гц, 100Гц, 300Гц. Пределы допускаемой погрешности значений уровня составляющих первой, второй, третий гармоники $\pm (5-8) \%$; отношений уровней составляющих гармоник $\pm (3-10)\%$.
8.5.4	Измеритель нелинейных искажений автоматический С6-11	Измерение коэффициента гармоник (K_g) и коэффициента нелинейных искажений (K_n) в диапазоне частот 20 Гц до 199,9 Гц. Пределы допускаемой абсолютной погрешности определяется формулой $\pm (0,05 \cdot K_r + 0,06)$.
8.5.1 – 8.5.5	Нагрузка ЕИЖА.ХХХХХХ.ХХХ	Номинальное значение сопротивления нагрузки 10 Ом. Предел допускаемой абсолютной погрешности ± 1 мОм.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		5

4 Требования к квалификации персонала

4.1 К проведению проверки допускается персонал, изучивший эксплуатационную документацию на усилитель, данную методику проверки и имеющий опыт работы со средствами измерений, перечисленными в Таблице 2.

4.2 К работе с усилителем допускается обученный персонал, имеющий допуск с напряжением до 1000 В.

5 Требования безопасности

5.1 Перед проведением проверки должны быть проведены мероприятия по обеспечению требований безопасности (электробезопасность, пожаробезопасность и др.).

5.2 В процессе подготовки и проведения проверки усилителя должны соблюдаться инструкции и правила, действующие в АО «НПЦ «Полус».

5.3 При проведении проверки необходимо руководствоваться: «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», введенными приказом Минэнерго РФ от 13.01.2003 г. и «Правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденным приказом Минтруд России от 24.07.2013 №328н.

5.4 При подготовке и проведении проверки следует соблюдать требования безопасности и производственной санитарии, установленные в эксплуатационной документации на усилитель и используемые средства измерения.

5.5 При подготовке и проведении работ по первичной (периодической) проверке категорически запрещается:

- производить проверку при обнаружении механических повреждений наружных поверхностей составных частей приборов;
- включение и использование усилителя при наличии повреждений изоляции соединительных кабелей и проводов;

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		6

- разбирать усилитель на составные части и самостоятельно производить его ремонт.

5.6 Рабочее место эксплуатирующего персонала должно быть свободно от посторонних предметов.

6 Условия проверки

6.1 При проведении проверки должны быть соблюдены нормальные условия:

- температура окружающей среды от 15 до 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 до 75 %;
- атмосферное давление от 86 до 106 кПа (от 650 до 800 мм рт.ст.);
- номинальное напряжение в сети должно составлять (220 ± 22) В;
- номинальная частота напряжения переменного тока (50 ± 1) Гц.

7 Подготовка к проверке

7.1 Перед проведением проверки выполняют все необходимые подготовительные работы, указанные в технической документации на усилитель и средства проверки.

7.2 Если до начала измерений усилитель находился в климатических условиях, отличных от нормальных, то перед проведением измерений его следует выдержать в нормальных климатических условиях не менее 12 ч.

7.3 Перед началом измерений усилитель должен проработать в номинальных условиях в течение 15 мин.

7.4 Если усилитель должен быть выключен на длительный период времени между измерениями, то последующие измерения следует выполнять после предварительной подготовки усилителя в соответствии с пунктом 7.3.

7.5 Перед проведением проверки все применяемые средства измерения распаковывают, устанавливают в легкодоступное рабочее место и прогревают в соответствии с их эксплуатационной документацией.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		7

7.6 Перед началом работы усилитель необходимо подключить к источнику питания переменного напряжения АКИП 1202/3.

8 Проведение проверки

8.1 Проверка документации

8.1.1 На первичную (периодическую) проверку усилителя предоставляется следующая документация:

- эксплуатационная документация на усилитель;
- методика проверки;
- протокол первичной проверки (при периодичной проверке);
- эксплуатационные документы на применяемые при проверке средства измерений.

8.1.2 При проведении проверки эксплуатационной и технической документации на усилитель необходимо:

8.1.2.1 Проверить документацию на отсутствие дефектов, не позволяющих пользоваться ею по назначению.

8.1.2.2 Проверить количество листов в документах на соответствие оглавлению и нумерации. Проверить соответствие комплектности эксплуатационной документации.

8.1.2.3 Проверить полноту и правильность заполнения разделов формуляра (паспорта) или специально заведенного журнала.

8.1.3 При отрицательных результатах проверки, проведение проверки усилителя приостановить до устранения недостатков. Результаты проверки документации на усилитель считать положительными, если выполнены вышеперечисленные условия и устранены все выявленные недостатки.

8.1.4 Полученные результаты проверки занести в протокол проверки.

8.2 Внешний осмотр усилителя

8.2.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие комплектности усилителя требованиям эксплуатационной документации.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		8

8.2.2 Усилитель не должен иметь на лицевой панели, регулировочных и соединительных элементах загрязнений, дефектов, механических повреждений, нарушающих их работу или затрудняющих их проверку.

8.2.3 При внешнем осмотре должна быть проверена фиксация всех органов регулировки и управления усилителя.

8.2.4 Результаты проверки считают удовлетворительными, если все вышеперечисленные требования выполнены.

8.2.5 Усилитель, не соответствующий комплектации или имеющий механические повреждения и загрязнения, к дальнейшей проверке не допускается.

8.3 Опробование

8.3.1 При опробовании проверяют действие органов управления и регулирования.

8.3.2 При опробовании проверяют работоспособность усилителя при нормальных условиях в соответствии с пунктом 7 настоящей методики путем задания входных сигналов и наблюдения за выходными данными усилителя (без определения метрологических характеристик).

8.3.3 Усилитель, имеющий неисправности, непригоден для дальнейшей проверки и направляется на ремонт.

8.4 Определение условий проведения проверки

8.4.1 Измерить температуру окружающей среды, относительную влажность воздуха и атмосферное давление. Параметры должны соответствовать требованиям раздела 6.

8.4.2 Результаты проверки заносятся в протокол проверки.

8.5 Проверка основных характеристик усилителя при входном синусоидальном сигнале.

8.5.1 Проверка диапазона воспроизводимых частот.

8.5.1.1 К усилителю подключают следующие приборы, согласно схеме, изображенной на рисунке 1:

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		9

- источник питания АКИП 1202/3;
- генератор сигналов специальной формы AFG-72125;
- осциллограф цифровой MSO – X 2024A;
- нагрузка ЕИЖА.ХХХХХХ.ХХХ;
- мультиметр цифровой 34401А.

8.5.1.2 Для снятия частотной характеристики, на вход усилителя с генератора AFG-72125 подается напряжение $0,5 \cdot U_{\text{вх.ном.}}$.

8.5.1.3 С помощью мультиметра 34401А измеряется напряжение нагрузки R_n , соответствующее напряжению на выходе усилителя.

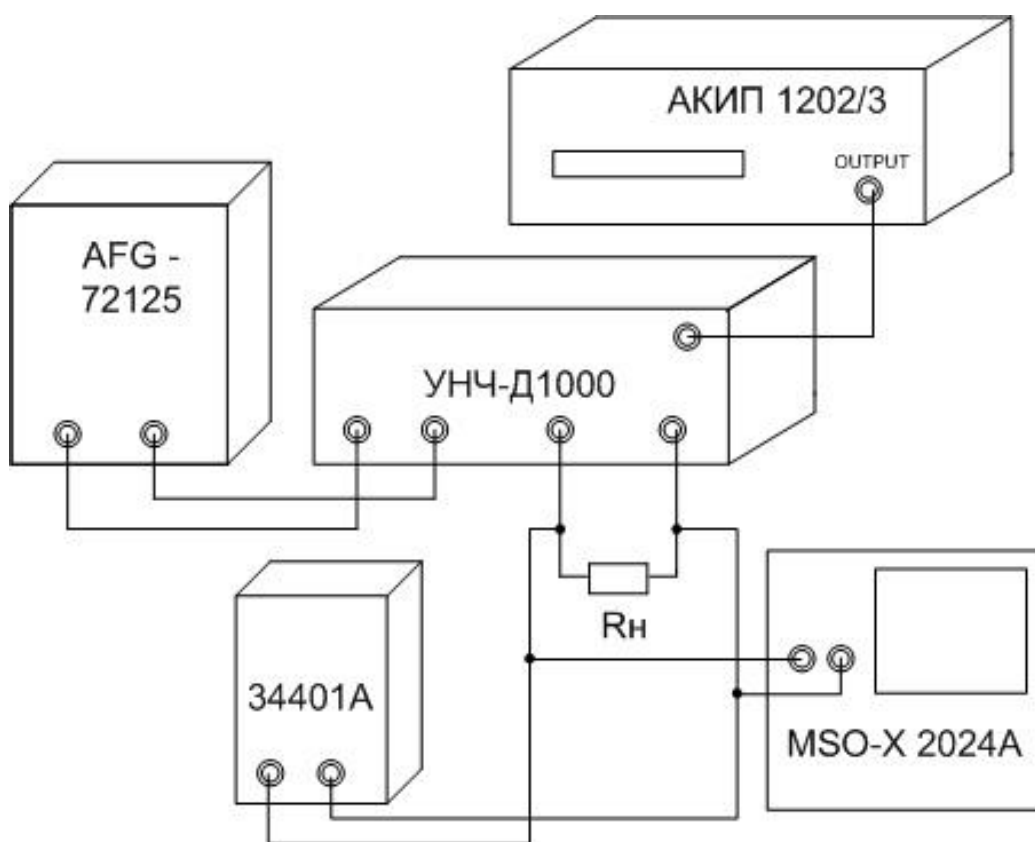


Рисунок 1 – Схема проверки диапазона частот

8.5.1.5 Проверка диапазона воспроизводимых частот проводится с помощью встроенного частотомера на цифровом осциллографе MSO-X 2024A.

8.5.1.6 При проверке диапазона частот на генераторе AFG-72125 последовательно устанавливаются следующие 10 значений частоты: 1 Гц, 50

Гц, 100 Гц, 500 Гц, 1 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 15 кГц, 30 кГц и 50 кГц. При помощи осциллографа снимаются показания.

8.5.1.7 Для проверки основной погрешности воспроизводимых частот с цифрового осциллографа снимают значения и определяют абсолютную погрешность воспроизводимой усилителем частоты Δf_i , Гц по формуле (1):

$$\Delta f_i = f_{i\text{изм}} - f_{i\text{ном}} , \quad (1)$$

где $f_{i\text{изм}}$ – значения частоты, измеренные частотомером, Гц,

$f_{i\text{ном}}$ – номинальные значения частоты, заданные генератором, Гц.

8.5.2 Проверка максимального выходного напряжения.

9.5.2.1 К усилителю подключают следующие приборы, согласно схеме, изображенной на рисунке 2:

- источник питания АКПП 1202/3;
- генератор сигналов специальной формы AFG-72125;
- нагрузка ЕИЖА.ХХХХХХ.ХХХ;
- мультиметр цифровой 34401А.

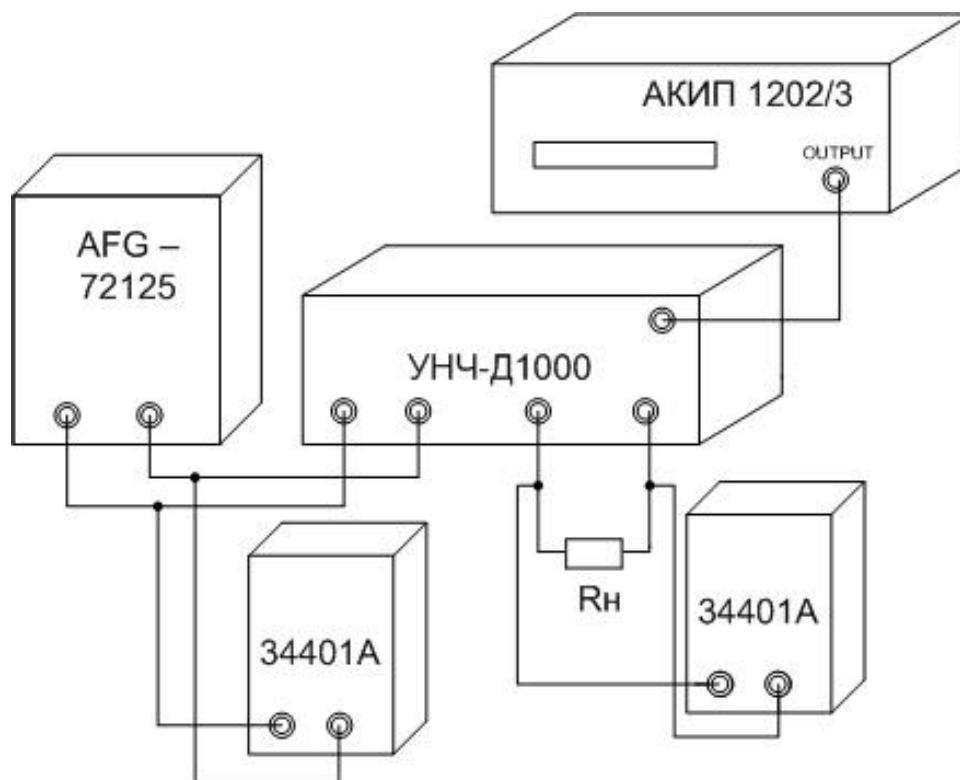


Рисунок 2 – Схема проверки максимального выходного напряжения

Изм	Лист	№ докум.	Подп	Дата

8.5.2.2 С генератора AFG-72125 на вход усилителя подается напряжение, соответствующее максимальному входному напряжению (7 В), с частотой 1000 Гц.

8.5.2.3 Мультиметром 34401А измеряют выходное напряжение $U_{\text{изм}}$.

8.5.2.4 Рассчитать значение абсолютной погрешности воспроизведения напряжения переменного тока ΔU , В можно по формуле (2)

$$\Delta U = U_{\text{изм}} - U_{\text{ном.}} \quad (2)$$

где $U_{\text{изм}}$ – значение максимального выходного напряжения, измеренного через подключенную нагрузку мультиметром 34401А, В;

$U_{\text{ном}}$ – номинальное значение максимального выходного напряжения, равное 220 В.

8.5.2.5 Пределы допустимой абсолютной погрешности можно рассчитать по формуле (3):

$$\pm(0,18 \% \cdot U_{\text{изм}} + 0,675) \quad (3)$$

8.5.2.6 Результаты проверки считают удовлетворительными, если показания вольтметра находятся в пределах допустимой погрешности.

8.5.3 Проверка максимальной выходной мощности.

8.5.3.1 Максимальное значение выходной мощности проверяется по схеме в соответствии с рисунком 2.

8.5.3.2 С генератора AFG-72125 на вход усилителя подается напряжение, соответствующее максимальному входному напряжению (7 В), с частотой 1000 Гц.

8.5.3.3 Мультиметром 34401А измеряют выходное напряжение $U_{\text{вых.макс}}$.

8.5.3.4 Максимальное значение выходной мощности $P_{\text{вых}}$, Вт, рассчитывается по формуле (4)

$$P_{\text{вых.макс.}} = \frac{U_{\text{вых.макс.}}^2}{R_{\text{н}}}, \quad (4)$$

где $U_{\text{вых.макс.}}$ - максимальное выходное напряжение, В,

$R_{\text{н}}$ - сопротивление нагрузки, Ом.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		118

8.5.4 Проверка коэффициента нелинейных искажений.

8.5.4.1 К усилителю подключают следующие приборы, согласно схеме, изображенной на рисунке 3:

- источник питания АКИП 1202/3;
- генератор сигналов специальной формы AFG-72125;
- нагрузка ЕИЖА.ХХХХХХ.ХХХ;
- измеритель нелинейных искажений С6-11
- осциллограф цифровой MSO – X 2024А.

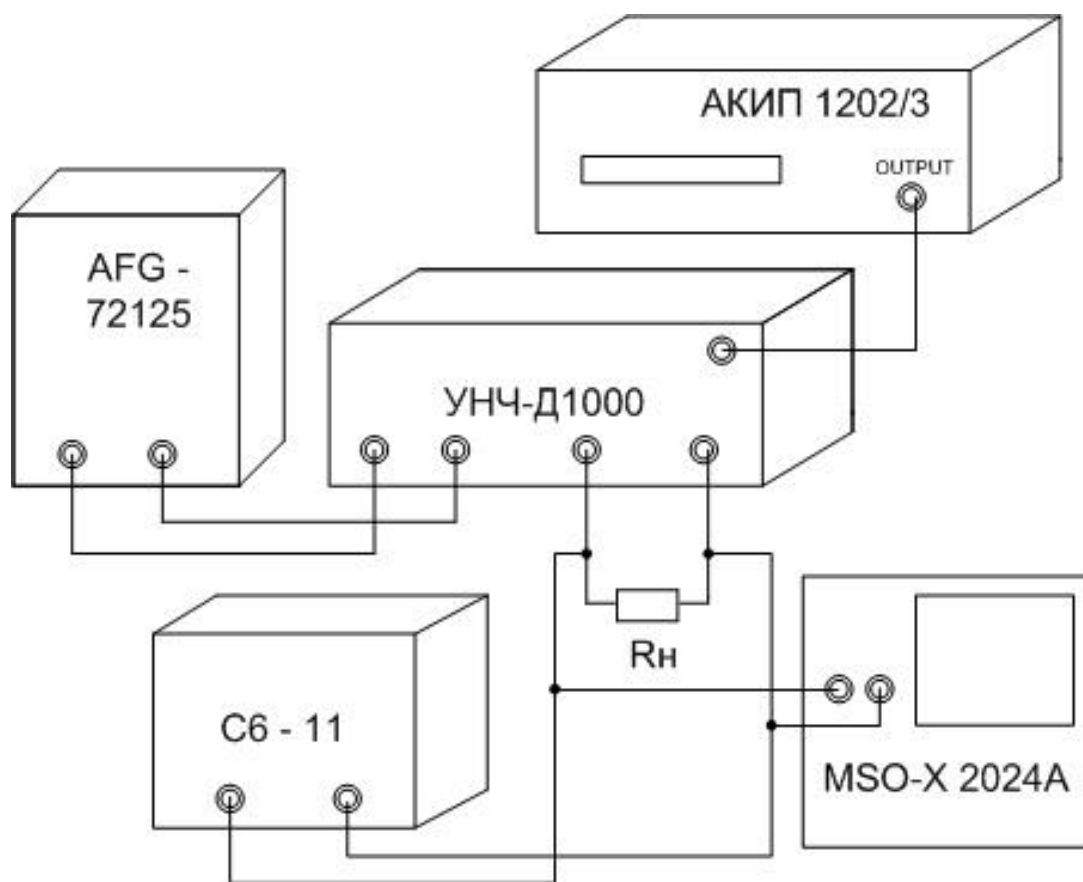


Рисунок 3 – Схема проверки коэффициента нелинейных искажений

8.5.4.2 С генератора AFG-72125 на вход усилителя подается напряжение U_1 с частотой 1000 Гц.

8.5.4.3 Коэффициент гармоник, Кг, % измеряется с помощью измерителя нелинейных искажений С6-11. Коэффициент гармоник не должен превышать 0,1 %.

8.5.4.5 При использовании анализатора спектра СК4-56, подключаемого по схеме в соответствии с рисунком 4 вместо измерителя нелинейных искажений, коэффициент нелинейных искажений K_H , %, рассчитывается по формуле (5):

$$K_H = \frac{\sqrt{U_2^2 + U_3^2 + \dots + U_n^2}}{\sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}} \cdot 100, \quad (5)$$

где U_1, U_2, U_3 - напряжения первой, второй и третьей гармоник, В.

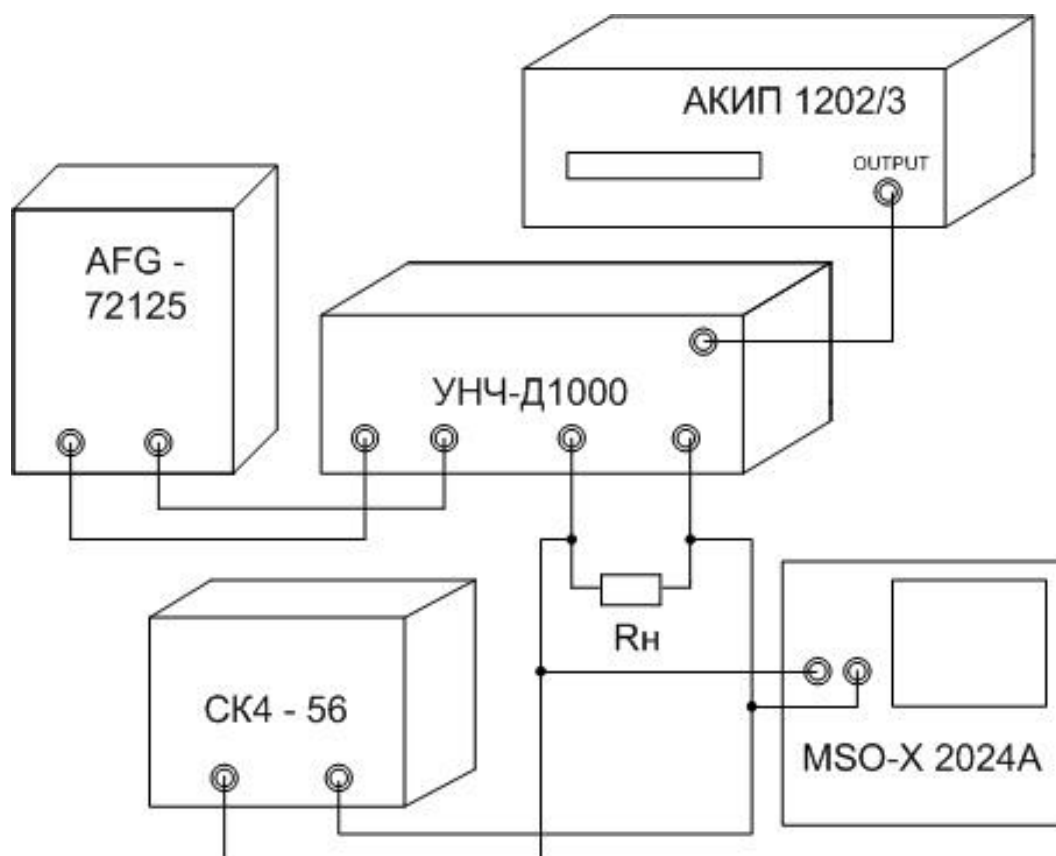


Рисунок 4 – Схема проверки коэффициента нелинейных искажений

8.5.5 Проверка модуля полного входного сопротивления.

8.5.5.1 К усилителю подключают следующие приборы, согласно схеме, изображенной на рисунке 5:

- источник питания АКПП 1202/3;
- генератор сигналов специальной формы AFG-72125;
- нагрузка ЕИЖА.ХХХХХХ.ХХХ;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

- мультиметр цифровой 34401А.

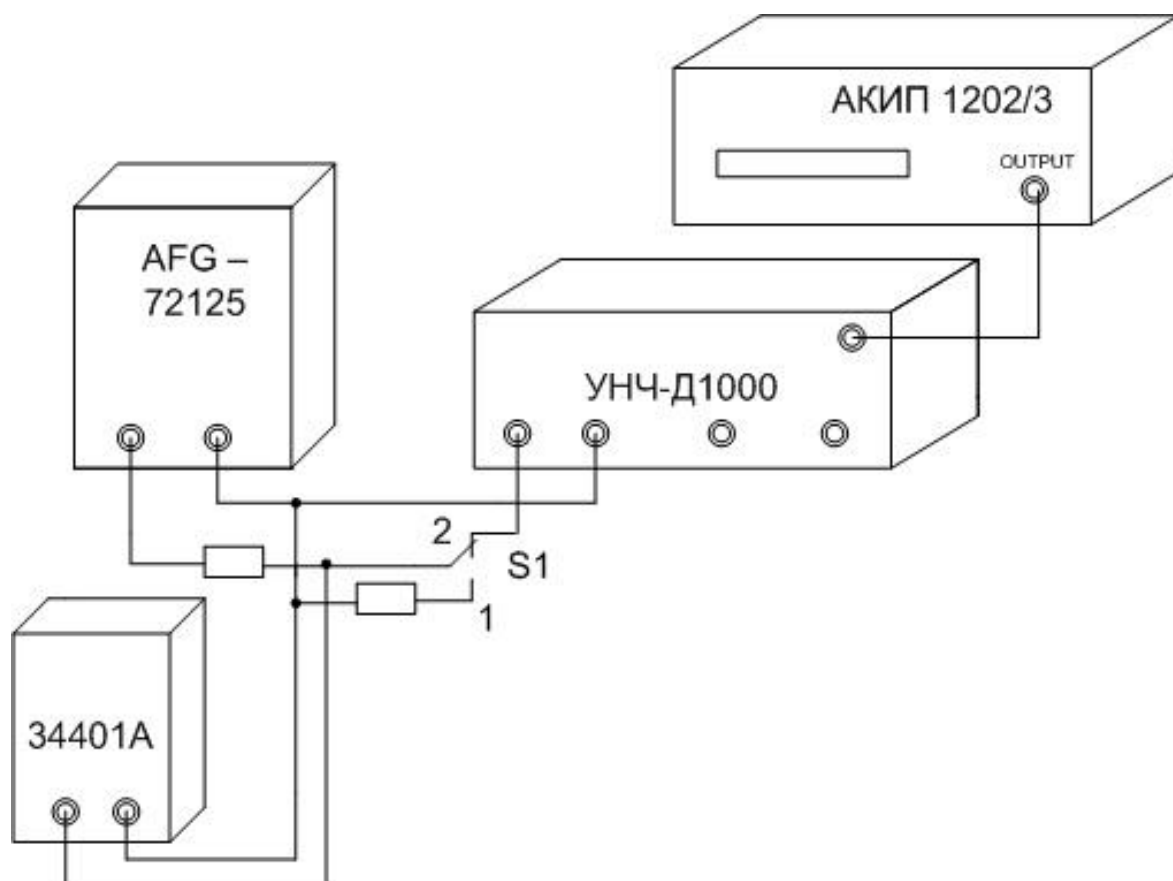


Рисунок 5 – Схема проверки модуля полного входного сопротивления

8.5.5.2 Устанавливают тумблер S1 в положение «1» и подают с генератора AFG-72125 на вход усилителя сигнал частотой 1000 Гц, фиксируя показания вольтметра U_{R2} .

8.5.5.3 Переводят тумблер S1 в положение «2» и фиксируют показания мультиметра $U_{вх}$.

8.5.5.4 Модуль полного входного сопротивления $|Z_{вх}|$, Ом, вычисляют по формуле (6):

$$|Z_{вх}| = R_2 \cdot \frac{U_{вх}}{U_{R2}} \quad (6)$$

где R_2 – сопротивление, равное 10 Ом;

$U_{вх}$ – входное напряжение, В;

U_{R2} – напряжение R_2 , соответствующее напряжению на выходе генератора, В.

8.10 Для проверки параметров усилителя при треугольном сигнале повторить пункты 8.5.1 – 8.5.5 настоящей методики проверки. Результаты проверки занести в протокол проверки.

9 Оформление результатов проверки

9.1 Результаты проверки занести в протокол первичной (периодической) проверки.

9.2 При положительных результатах первичной проверки на основании протокола первичной проверки сведения и результаты вносят в паспорт усилителя.

9.3 Усилитель, не прошедший проверку, к применению не допускается. Отрицательные результаты указываются в протоколе первичной поверки.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Приложение А

(обязательное)

Протокол проверки

усилителя мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000»

зав. № _____

от «__» _____ 201_г.

1 Вид проверки _____

2 Условия поверки

- температура окружающего воздуха, °С _____
- относительная влажность воздуха, % _____
- атмосферное давление, кПа _____
- напряжение питающей сети, В _____
- частота питающей сети, Гц _____

3 Применяемые средства проверки

- генератор _____
- мультиметр _____
- анализатор спектра _____
- измеритель нелинейных искажений _____
- осциллограф _____

наименование, заводской номер, разряд, класс или погрешность, срок действия свидетельства поверки

3 Результаты проверки

3.1 Проверка документации

Вывод _____

3.2 Внешний осмотр

- Проверка комплектности _____
- Наличие загрязнений, дефектов _____

123

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		17

– Проверка фиксации органов регулирования и управления _____
Вывод _____

3.3 Опробование

– Включение _____
– Проверка действия органов регулирования и управления _____

Наблюдение работы усилителя _____

Вывод _____

3.4 Проверка основных характеристик усилителя при входном синусоидальном сигнале.

3.4.1 Проверка рабочего диапазона частот и абсолютной погрешности воспроизведения частоты.

Результаты определения абсолютной погрешности воспроизведения частоты Δf_i , Гц, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Значения, выставленные на генераторе $f_{\text{ном}}$, Гц	Измеренное значение $f_{\text{изм}}$, Гц	Абсолютная погрешность воспроизведения частоты Δf_i , Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, Гц
1			$\pm 0,02$
50			± 1
100			± 2
500			± 10
1000			± 20
5000			± 100
10000			± 200
15000			± 300
30000			± 600
50000			± 1000

Вывод _____

3.4.2 Проверка максимального выходного напряжения переменного тока

Результаты определения абсолютной погрешности воспроизведения максимального напряжения переменного тока ΔU_i , В, представлены в таблице 2

Таблица 2

Номинальное значение максимального выходного напряжения $U_{ном}$, В	Измеренное значение максимального выходного напряжения $U_{изм}$, В	Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения ΔU , В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
220			

Вывод _____

3.4.3 Проверка максимальной выходной мощности

Мощность равна ____ Вт.

Вывод _____

3.4.4 Коэффициент нелинейных искажений равен _____

Вывод _____

3.4.5 Проверка модуля входного и выходного сопротивлений.

Модуль входного сопротивления равен ____ Ом.

Вывод _____

3.4 Проверка основных характеристик усилителя при входном пилообразном сигнале.

3.4.1 Проверка рабочего диапазона частот и абсолютной погрешности воспроизведения частоты.

Результаты определения абсолютной погрешности воспроизведения частоты Δf_i , Гц, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Значения, выставленные на генераторе $f_{ном}$, Гц	Измеренное значение $f_{изм}$, Гц	Абсолютная погрешность воспроизведения частоты Δf_i , Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, Гц
1			$\pm 0,02$
50			± 1

Продолжение таблицы 3

Значения, выставленные на генераторе $f_{\text{НОМ}}$, Гц	Измеренное значение $f_{\text{ИЗМ}}$, Гц	Абсолютная погрешность воспроизведения частоты Δf_i , Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, Гц
100			± 2
500			± 10
1000			± 20
5000			± 100
10000			± 200
15000			± 300
30000			± 600
50000			± 1000

Вывод _____

3.4.2 Проверка максимального выходного напряжения переменного тока

Результаты определения абсолютной погрешности воспроизведения максимального напряжения переменного тока ΔU_i , В, представлены в таблице 4.

Таблица 4

Номинальное значение максимального выходного напряжения $U_{\text{НОМ}}$, В	Измеренное значение максимального выходного напряжения $U_{\text{ИЗМ}}$, В	Абсолютная погрешность воспроизведения напряжения ΔU , В	Пределы допускаемой абсолютной погрешности, В
220			

Вывод _____

3.4.3 Проверка максимальной выходной мощности

Мощность равна ____ Вт.

Вывод _____

3.4.4 Коэффициент нелинейных искажений равен _____

Вывод _____

3.4.5 Проверка модуля входного и выходного сопротивлений.

Модуль входного сопротивления равен ____ Ом.

Вывод _____

Заключение _____

(аппарат годен, если непригоден, указать причины)

Настройщик _____

(подпись)

(фамилия, и.о.)

Дата проверки «__» _____ 201__ г.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		212

Приложение Б

(справочное)

Библиография

1. РМГ 51-2002 ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения;
2. ГОСТ 23849-87 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Методы измерения электрических параметров усилителей сигналов звуковой частоты;
3. ГОСТ 11478-88 Аппаратура радиоэлектронная бытовая. Нормы и методы испытаний на воздействие внешних механических и климатических факторов.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Приложение Б
(обязательное)
Руководство по эксплуатации

Акционерное Общество «Научно-производственный центр «Полнос»

СОГЛАСОВАНО

ФИО
«__» _____ 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ

Главный конструктор
АО «НПЦ «Полнос»

«__» _____ 2018

УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ «УНЧ-Д1000»
РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЕИЖА ХХХХХХ.001 РЭ

Заместитель главного конструктора

ФИО

Начальник отдела

ФИО

Начальник лаборатории

ФИО

Ответственный исполнитель

ФИО

Перв. примен.
Справ. №

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			

<i>Инв. № подл.</i>	<i>Разраб.</i>	<i>Михеева В.А.</i>			Усилитель мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000» Руководство по эксплуатации	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
	<i>Провер.</i>						130	164
	<i>Н. Контр.</i>							
	<i>Утв..</i>							

Содержание

	С.
1 Описание и работа усилителя	4
1.1 Назначение усилителя	4
1.2 Рабочие условия эксплуатации	5
1.3 Основные технические характеристики	5
1.4 Состав и комплект	6
1.5 Устройство и работа усилителя	7
1.6 Средства проверки и вспомогательное оборудование	9
1.7 Маркировка и пломбирование	11
1.8 Упаковка	11
2 Использование по назначению	12
2.1 Подготовка к использованию	12
2.2 Использование	12
3 Техническое обслуживание	13
4 Текущий ремонт	13
5 Хранение	15
6 Транспортирование	15
7 Утилизация	16
Лист регистрации изменений	17

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		2

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на усилитель мощности низкой частоты D класса «УНЧ-Д1000» (далее – усилитель) и предназначено для ознакомления персонала, с устройством усилителя, принципом действия и техническими характеристиками, а также другими сведениями, необходимыми для обеспечения правильной эксплуатации усилителя. Перед началом эксплуатации усилителя необходимо внимательно ознакомиться с содержанием настоящего документа.

Усилитель предназначен для преобразования и усиления сигнала синусоидальной и треугольной формы в диапазоне частот от 1 Гц до 50 кГц при испытаниях трансформаторов в АО «НПЦ «Полюс».

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум.	Подп	Дата		

1 Описание и работа усилителя

1.1 Назначение усилителя

1.1.1 Усилитель представляет собой измерительный преобразователь переменного напряжения синусоидальной и треугольной формы в диапазоне частот от 1 Гц до 50 кГц предназначенный для регулировки и испытаний трансформаторов в АО «НПЦ «Полус».

1.1.2 Внешний вид лицевой панели усилителя представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 Лицевая панель усилителя

1.1.3 На лицевой панели расположены следующие индикаторы и органы управления:

- «ВКЛ» - тумблер включения;
- «ВХОД», «ВЫХОД» - разъемы входа и выхода;
- «ПЕРЕГРУЗКА», «ПЕРЕГРЕВ» - светодиоды, обозначающие состояние усилителя;
- «СБРОС» - кнопка, перезагрузки усилителя;
- «П» - предохранитель.

1.1.4 На задней панели располагается клемма защитного заземления.

1.1.5 Состояние усилителя индицируется двумя светодиодами «ПЕРЕГРУЗКА» и «ПЕРЕГРЕВ». Значение светодиодов приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Значение светодиодов, находящихся на лицевой панели

Светодиод	Значение
«ПЕРЕГРУЗКА»	Не светится – нормальная работа усилителя. Светится – наличие перегруза по входным или выходным данным усилителя.
«ПЕРЕГРЕВ»	Не светится – нормальная работа усилителя. Светится – наличие перегрева усилителя.

1.1.6 Кнопка «СБРОС» предназначена для перезагрузки усилителя.

1.2 Рабочие условия эксплуатации

- температура окружающей среды от 10 до 50 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре 25°С;
- атмосферное давление от 60 до 106 кПа (от 450 до 800 мм рт.ст.).

1.3 Основные технические характеристики

1.3.1 Диапазон номинальных частот усилителя от 1 Гц до 50 кГц при неравномерности амплитудно-частотной характеристики 3 Дб.

1.3.2 Предел допустимой абсолютной погрешности воспроизведения частоты ± 1 кГц.

1.3.3 Максимальная выходная (номинальная) мощность на нагрузку сопротивления 10 Ом: 1000 (750) Вт.

1.3.4 Предел допустимой абсолютной погрешности выходной максимальной мощности ± 3 Вт.

1.3.5 Максимальное входное напряжение 7 В.

1.3.6 Предел допустимой абсолютной погрешности входного максимального напряжения -3 В.

1.3.7 Максимальное выходное напряжение 220 В.

1.3.8 Предел допустимой абсолютной погрешности выходного максимального напряжения ± 3 В.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1.3.9 Входное сопротивление 15 кОм.

1.3.10 Предел допустимой абсолютной погрешности входного сопротивления ± 750 Ом.

1.3.11 Коэффициент нелинейных искажений при номинальной мощности, не более 0,1 %.

1.3.12 Коэффициент усиления 30.

1.3.13 Усилитель предназначен для усиления синусоидального и треугольного сигнала.

1.3.14 Основное электропитание усилителя осуществляется от сети переменного тока номинальным напряжением (220 ± 22) В и частотой (50 ± 1) Гц.

1.3.15 Габаритные размеры усилителя, не более 300x250x150мм.

1.3.16 Масса усилителя, не более 7 кг.

1.4 Состав и комплект

1.4.1 Состав и комплект усилителя приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав и комплект усилителя

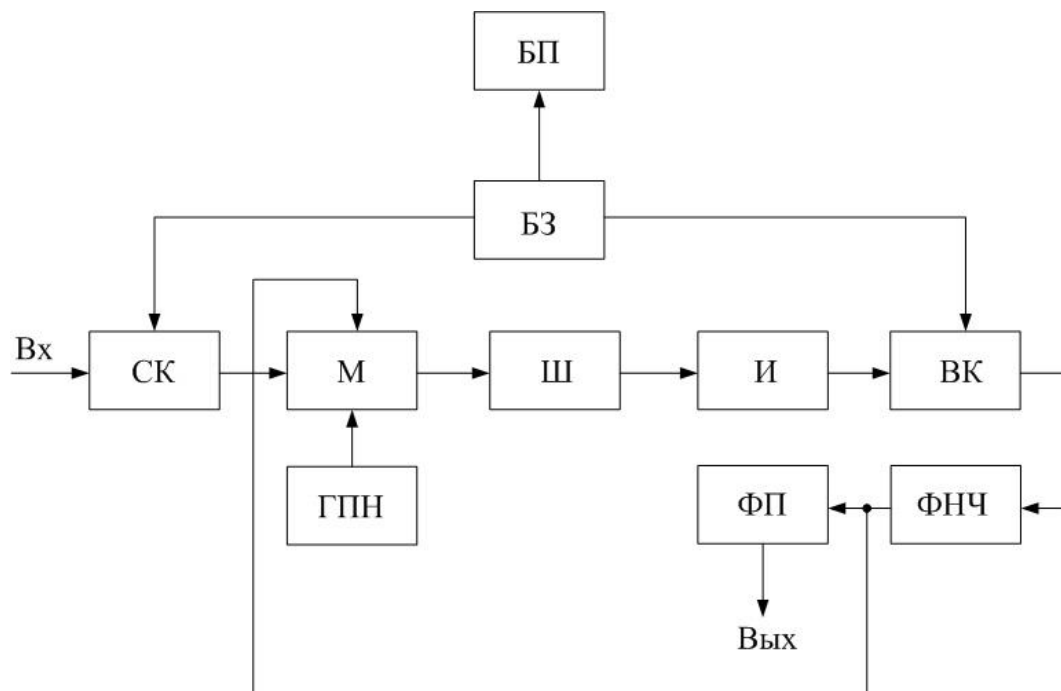
Наименование	Обозначение изделия	Количество	Примечание
Усилитель		1 шт.	
Руководство по эксплуатации	ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	1 шт.	
Методика проверки	ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	1 шт.	
Паспорт	ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	1 шт.	
Упаковка	ЕИЖА.ХХХХХХ.001	1 шт.	

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1.5 Устройство и работа усилителя

1.5.1 Габаритные размеры усилителя составляют 300x250x150 мм. Конструктивно усилитель выполнен в виде моноблока в металлическом корпусе стоечного варианта.

1.5.2 В состав усилителя входят следующие основные устройства и узлы:



СК – согласующий каскад, М- модулятор, Ш – шифтер, И – инвертор, ВК – выходной каскад, ФНЧ – фильтр нижних частот, ФП – фильтр пробка, ГПН – генератор пилообразного напряжения, БЗ – блок защиты, БП – блок питания.

Рисунок 2 – Структурная схема усилителя

1.5.2.1 Согласующий каскад обеспечивает входное сопротивление усилителя и предохраняет усилитель от подачи постоянного напряжения.

1.5.2.2 Используемый модулятор преобразует информацию об уровне аудио сигнала с помощью широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Звуковой сигнал, получаемый на выходе согласующего каскада, сравнивается с сигналом треугольной формы фиксированной частоты, подаваемым с генератора пилообразного напряжения. Получаем поток импульсов той же частоты, при этом длительность каждого импульса пропорциональна величине звукового сигнала.

1.5.2.3 Шифтер обеспечивает согласование уровней сигнала модулятора и инвертора смещая сигнал до нужного уровня.

1.5.2.4 Инвертор предназначен для инвертирования сигнала для согласования работы обоих «плеч» выходного каскада.

1.5.2.5 Выходной каскад состоит из драйверов и выходных транзисторов, работающих в ключевом режиме (режиме насыщения).

1.5.2.6 Фильтр нижних частот интегрирует импульсы разной длительности, преобразуя меандр в переменный ток звуковой частоты.

1.5.2.7 Фильтр пробка подавляет несущую частоту 300 кГц, ее гармоники и боковые полосы спектра.

1.5.2.8 Генератор пилообразного усиления генерирует сигнал треугольной формы (пилообразное напряжение) с частотой 300 кГц.

1.5.2.9 Блок питания является источником напряжения постоянного тока. Он обеспечивает питание всех каскадов и узлов усилителя.

1.5.2.10 Блок защиты контролирует предельно допустимые характеристики усилителя по току нагрузки, входному напряжению и температуре, предотвращая выход усилителя из строя.

1.5.3 Входной сигнал через согласующий каскад подается на модулятор. Функцию модулятора выполняет компаратор. Сигнал, получаемый на входе модулятора, сравнивается с сигналом треугольной формы фиксированной частоты, подаваемым с генератора пилообразного напряжения. Тем самым с модулятора подается информация об уровне сигнала в широтно-модулированных импульсах.

Сигнал на выходе модулятора имеет последовательность прямоугольных импульсов с частотой следования, полученного с генератора пилообразного напряжения. Ширина импульсов при этом пропорциональна амплитуде (мгновенным значениям входного сигнала).

Данный сигнал шифтер смещает сигнал до нужного уровня и подает на «нижнее плечо» выходного каскада. На «верхнее плечо» выходного каскада

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

подается сигнал с инвертора. Верхними и нижними транзисторами выходного каскада управляют драйвера, обеспечивая необходимое смещение напряжения и усиление тока затворов транзисторов. Ток нагрузки поочередно протекает через противоположные транзисторы обоих плеч моста выходного каскада и фильтра нижних частот. Фильтр нижних частот интегрирует импульсы выходных транзисторов в форму входного сигнала увеличенную по амплитуде. На выходе усилителя установлена фильтр пробка для подавления остатков несущей частоты.

При превышении температуры транзисторов выходного каскада выше 80 °С, блок защиты отключает нагрузку, пока температура не «упадет» ниже 55 °С. Отключение источника сигнала происходит при превышении порога входного напряжения.

1.6 Средства проверки и вспомогательное оборудование

1.6.1 Перечень контрольно-измерительного оборудования, применимые при контроле, настройке, техническом обслуживании и текущем ремонте усилителя приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень контрольно-измерительного оборудования

Наименование СИ и обозначение типа СИ	Метрологические и технические характеристики СИ
Генератор сигналов специальной формы AFG-72125	<p>Формы сигнала: синус, прямоугольник, треугольник, произвольная форма.</p> <p>Синус: от 0,1 Гц до 25 МГц. Треугольник/ пила: от 0,1 Гц до 1 МГц. Пределы допускаемой погрешность установки частоты $\pm (2 \cdot 10^{-5})$ при (23 ± 5) °С.</p> <p>Диапазон амплитуды: от 1 мВ_{размах} до 10 В_{размах}(до 20 МГц , на нагрузке 50 Ом); от 1 мВ_{размах} до 10 В_{размах}(от 20 МГц до 25 МГц, на нагрузке 50 Ом).</p>

Продолжение таблицы 2

Наименование СИ и обозначение типа СИ	Метрологические и технические характеристики СИ
Мультиметр цифровой 34401А	Диапазон измерения переменного напряжения от 10 мВ до 750 В, сопротивления от 100 Ом до 100 МОм, рабочая область частот от 3 мГц до 300 Гц, пределы допускаемой погрешности измеренного напряжения, $U_{изм}$, при частоте до 20 кГц определяется формулой $\pm (0,06 \cdot U_{изм} + 0,03 \cdot U_{пред}) \%$, где $U_{пред}$ – установленный предел измерений.
Осциллограф цифровой MSO - X 2024A	Диапазон частот воспроизводимых сигналов: синусоидальный от 0,1 Гц до 20 МГц; треугольный/пилообразный от 0,1 Гц до 100 кГц. Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частот $\pm (5 \cdot 10^{-5})$. Пределы допускаемой относительной погрешности по амплитуде $\pm 2 \%$ при частоте 1 кГц. Максимальное входное среднеквадратическое напряжение 300 В при пределе допускаемой относительной погрешности $\pm 2 \%$.
Осциллограф цифровой MSO - X 2024A	Встроенный цифровой вольтметр и частотомер. Частотный диапазон при входном синусоидальном сигнале от 0,1 Гц до 20 МГц. Частотный диапазон при входном треугольном сигнале от 0,1 Гц до 100 кГц.
Анализатор спектра СК4 – 56	Предназначен для исследования спектров сигналов произвольной формы и модуляции. Диапазон частот от 10 Гц до 60 кГц. Полоса пропускания на уровне - 3дБ: 3Гц, 10Гц, 30Гц, 100Гц, 300Гц. Пределы допускаемой погрешности значений уровня составляющих первой, второй, третьей гармоники $\pm (5-8) \%$; отношений уровней составляющих гармоник $\pm (3-10) \%$.
Измеритель нелинейных искажений автоматический С6-11	Измерение коэффициента гармоник (K_G) и коэффициента нелинейных искажений (K_H) в диапазоне частот 20 Гц до 199,9 Гц. Пределы допускаемой абсолютной погрешности определяется формулой $\pm (0,05 \cdot K_G (K_H) + 0,06)$.
Нагрузка ЕИЖА.ХХХХХХ.ХХХ	Номинальное значение сопротивления нагрузки 10 Ом.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1.7 Маркировка и пломбирование

1.7.1 Маркировка усилителя должна соответствовать требованиям конструкторской документации.

1.7.2 На лицевой панели усилителя гравировются наименование и тип усилителя «Усилитель мощности низкой частоты «УНЧ-Д1000»

1.7.3 На лицевой панели должны быть нанесены надписи, указывающие назначение органов управления, «ВКЛ», «ВХОД», «П», «ВЫХОД», «ПЕРЕГРУЗКА», «ПЕРЕГРЕВ», «СБРОС».

1.7.4 Пломбирование корпуса усилителя производится мастичными пломбами в углублениях на верхней панели.

1.7.5 После проведение периодической проверки на корпус усилителя приклеивается этикетка о проверке. В этикетке должна быть указана дата проверки, дата очередной проверки, фамилия настройщика, тип устройства и местоположение прибора.

1.8 Упаковка

1.8.1 Упаковка должна соответствовать требованиям конструкторской документации.

1.8.2 На упаковочном листе должны быть следующие сведения:

- наименование предприятия-изготовителя;
- наименование и тип усилителя;
- обозначение настоящего руководства по эксплуатации;
- дата упаковки;
- подпись упаковщика и печать предприятия изготовителя.

1.8.3 Упаковочный (укладочный) ящик помещается в транспортный ящик, который внутри должен быть выстлан влагонепроницаемой бумагой. Пространство между внутренней поверхностью транспортного ящика и наружной поверхностью укладочного ящика заполняется амортизирующим материалом, обеспечивающим сохранность усилителя при транспортировании.

1.8.4 Края ящика должны быть опломбированы.

140

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

1.8.5 Маркировка транспортного ящика должны содержать следующие надписи «ОСТОРОЖНО», «ХРУПКОЕ», «БЕРЕЧЬ ОТ ВЛАГИ».

2 Использование по назначению

2.1 Подготовка к использованию

2.1.1 Перед началом работы необходимо внимательно ознакомиться с настоящим руководством по эксплуатации.

2.1.2 Необходимо проверить надежность защитного заземления усилителя.

2.1.3 Если перед использованием условия хранения усилителя отличались от рабочих, то перед включением необходимо выдержать его в рабочих условиях не менее 3 часов.

2.1.4 Перед началом работы необходимо провести внешний осмотр усилителя.

2.1.5 При внешнем осмотре необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- сохранность маркировки;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- чистоту внешних поверхностей усилителя, гнезд, разъемов и клемм;
- состояние соединительных проводов, кабелей, переходов.

2.2 Использование

2.2.1 Необходимо поместить усилитель на рабочем месте, обеспечив свободный доступ ко всем разъемам и клеммам.

2.2.2 Запрещается перекрывать заднюю стенку усилителя для создания естественных условий вентиляции.

2.2.3 Подключить клемму заземления на задней панели усилителя к шине защитного заземления.

2.2.4 Подключить прибор кабелем к сети электропитания.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

2.2.5 Подключить сигнальный кабель источника сигнала к каналу “ВХОД”.

2.2.6 Подключить сигнальный кабель с канала “ВЫХОД” на требуемую нагрузку.

2.2.7 Нажать тумблер включения питания. Через 15 минут (время, необходимое для выхода усилителя в рабочий режим) прибор готов к работе.

2.2.8 Все настройки производятся на применяемом источнике питания.

2.2.9 Если светится светодиод «ПЕРЕГРУЗКА», необходимо отключить нагрузку и источник сигнала от усилителя и нажать кнопку сброс. После проверить подключаемые устройства и правильность собранной цепи.

2.2.10 Если светится светодиод «ПЕРЕГРЕВ», необходимо отключить нагрузку и источник сигнала от усилителя и нажать кнопку сброс. После проверить, не перекрыт ли поток воздуха, подходящий к вентилятору. Когда усилитель вновь будет в диапазоне рабочих температур, усилитель можно подключать к собранной цепи.

2.2.11 После окончания работ необходимо выключить усилитель, нажав на тумблер «ВКЛ» и отсоединить его от сети.

3 Техническое обслуживание

3.1 Профилактические работы проводятся с целью обеспечения нормальной работы усилителя.

3.2 Перед каждым измерением проводить проверку климатических условий в помещении и заземления по пункту 1.2.

3.3 Ежемесячно проверять качество заземления, работоспособность усилителя во всех режимах и состояние рабочих поверхностей клемм и зажимов по пункту 1.7.

3.4 Проверку усилителя проводить один раз в год, а также после ремонта любого блока в соответствии с разделом 4.

4 Текущий ремонт

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

4.1 При несоответствии усилителя техническим данным или по другим причинам, вызывающим невозможность его дальнейшего использования, прибор подлежит ремонту.

4.2 Ремонт усилителя производится только специалистами метрологической службы предприятия. Сведения о ремонте вносятся в паспорт усилителя.

4.3 Разборку усилителя производить в следующем порядке:

- обесточить усилитель;
- отсоединить клеммы защитного заземления;
- отвинтить винты крепления, расположенные на верхней крышке усилителя;
- снять крышку усилителя.

4.4. При замене (ремонте) детали, влияющей на метрологические характеристики усилителя, необходимо провести проверку прибора в соответствии с методикой проверки ЕИЖА.ХХХХХХ.ХХХ МП.

4.5 Перечень возможных неисправностей и указаний по их устранению приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень возможных неисправностей и указаний по их устранению

Внешнее проявление неисправности	Вероятная причина	Метод устранения
При включении питания, прибор не включается	Отсутствие питания 220 В на входе прибора. Неисправность тумблера включения питания. Неисправен предохранитель FU1.	Проверить цепь питания прибора и тумблер включения питания. Заменить предохранитель FU1.
Прибор не реагирует на изменение входного сигнала	Сработала защита по температуре, входному напряжению или выходному току.	Отключить нагрузку и источник сигнала от усилителя и нажать кнопку сброс.

5 Хранение

5.1 Допускается хранение усилитель сроком до 6 месяцев.

5.2 Условия хранения усилителя для отапливаемого хранилища:

- при температуре окружающего воздуха от 10 до 35 °С;
- относительной влажности окружающего воздуха до 80 % при температуре 25 °С.

5.3 В помещениях для хранения усилителя не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

5.4 После пребывания в предельных условиях время выдержки в нормальных условиях не менее 3 часов.

6 Транспортирование

6.1 Усилитель должен допускать транспортирование всеми видами транспорта в упаковке при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков.

6.2 Усилитель в штатной упаковке может транспортироваться любым видом транспорта без ограничения расстояния со скоростью, установленной для данного вида транспорта.

6.3 Ящики с упакованными усилителем должны быть надежно закреплены, не допускаются их смещения и удары друг о друга.

6.4 Климатические условия транспортирования не должны выходить за пределы заданных предельных условий:

- температура окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С;
- относительной влажности окружающего воздуха до 80 % при температуре 25 °С.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

7 Утилизация

7.1 Усилитель не содержит элементов и материалов, опасных для эксплуатирующего персонала и окружающей среды. Специальные меры перед отправкой усилителя на утилизацию не требуются

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Приложение В
(обязательное)
Паспорт

Акционерное Общество «Научно-производственный центр «Полнос»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Главный конструктор
АО «НПЦ «Полнос»

ФИО _____ ФИО

г. «__» _____ 2018 г.

«__» _____ 2018

УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ «УНЧ-Д1000»
ПАСПОРТ
ЕИЖА ХХХХХХ.001 ПС

Заместитель главного конструктора

_____ ФИО

Начальник отдела

_____ ФИО

Начальник лаборатории

_____ ФИО

Ответственный исполнитель

_____ ФИО

ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Разраб.	Михеева В.А.			
Провер.				
Реценз.				
Н. Контр.				
Утверд.				

Усилитель мощности низкой
частоты «УНЧ-Д1000»
Паспорт

Лит.	Лист	Листов
	1	18

Перв. примен.	
Справ. №	

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	

Подпись и дата	
----------------	--

Инв. № подл.	
--------------	--

Содержание

	С.
1 Основные сведения об усилителе.....	3
1.1 Назначение.....	3
1.2 Рабочие условия эксплуатации.....	3
1.3 Основные технические характеристики	3
2 Комплектность.....	5
3 Консервация.....	6
4 Движение усилителя при эксплуатации	7
4.1 Движение усилителя при эксплуатации	7
4.2 Прием и передача усилителя	8
4.3 Сведения о закреплении усилителя при эксплуатации.....	9
5 Ремонт усилителя	10
5.1 Краткие записи о произведенном ремонте.....	10
6 Сведения об утилизации.....	11
7 Особые отметки.....	12
Приложение А (рекомендованное) Результаты первичной (периодической) проверки	13
Приложение Б (рекомендованное) Свидетельство.....	16
Лист регистрации изменений.....	18

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

Настоящий паспорт предназначен для ознакомления персонала, эксплуатирующего усилитель мощности низкой частоты D класса «УНЧ-Д1000» (далее – усилитель), с его устройством и принципом работы, техническими характеристиками, основными правилами эксплуатации и обслуживания. Паспорт является документом, удостоверяющим гарантированные предприятием-изготовителем основные параметры и характеристики изделия при соблюдении правил хранения, транспортировки и эксплуатации.

1 Основные сведения об усилителе

1.1 Назначение

Усилитель предназначен для преобразования и усиления сигнала синусоидальной и треугольной формы в диапазоне частот от 1 Гц до 50 кГц при испытаниях трансформаторов (и других изделий) в АО «НПЦ «Полнос».

1.2 Рабочие условия эксплуатации

- температура окружающей среды от 10 до 50 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре 25°С;
- атмосферное давление от 60 до 106 кПа (от 450 до 800 мм рт.ст.).

1.3 Основные технические характеристики

1.3.1 Основные технические характеристики и их значения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные технические характеристики усилителя

Наименование параметра	Значение
Форма сигнала	Синусоидальная, треугольная
Диапазон номинальных частот усилителя, Гц	от 1 до 50000
Неравномерность АЧХ, Дб	3
Номинальная выходная мощность, Вт, на нагрузку 10 Ом	750
Максимальная выходная мощность, Вт	1000
Максимальное входное напряжение, В	7
Максимальное выходное напряжение, В	220

149

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Продолжение таблицы 1

Наименование параметра	Значение
Входное сопротивление, кОм	15
Коэффициент нелинейных искажений при номинальной мощности, %, не более	0,1
Коэффициент усиления	30

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

2 Комплектность

2.1 Комплект усилителя должен соответствовать комплекту, указанному в таблице 2.

Таблица 2 – Комплект усилителя

Наименование изделия	Обозначение изделия	Количество	Примечание
Усилитель мощности низкой частоты	УНЧ-Д1000	1 шт.	
Руководство по эксплуатации	ЕИЖА.ХХХХХХ.001 РЭ	1 шт.	
Методика проверки	ЕИЖА.ХХХХХХ.001 МП	1 шт.	
Паспорт	ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	1 шт.	
Упаковка	ЕИЖА.ХХХХХХ.001	1 шт.	

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

3 Консервация

3.1 В случае длительного хранения усилители должны быть подвергнуты консервации.

3.2 Сведения о консервации, расконсервации и переконсервации усилителя должны быть занесены таблицу 3.

Таблица 3 – Консервация

Дата	Наименование работы	Срок действия, годы	Должность, фамилия, подпись

4 Движение усилителя при эксплуатации

4.1 Движение усилителя при эксплуатации

4.1.1 Сведения о движении усилителя при эксплуатации должны быть занесены в таблицу 4.

Таблица 4 – Движение усилителя при эксплуатации

Дата установления	Где установлено	Дата снятия	Наработки		Причина снятия	Подпись лица, проводившего установку (снятие)
			с начала эксплуатации	после последнего ремонта		

4.2 Прием и передача усилителя

4.2.1 Сведения о приеме и передаче усилителя должны быть занесены в таблицу 5.

Таблица 5 – Прием и передача усилителя

Дата	Состояние изделия	Основание (наименование, номер и дата документа)	Предприятие, должность и подпись		Примечание
			сдавшего	принявшего	

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС				

4.3 Сведения о закреплении усилителя при эксплуатации

4.3.1 Сведения о закреплении усилителя при эксплуатации должны быть занесены в таблицу 6.

Таблица 6 – Сведения о закреплении усилителя при эксплуатации

Наименование изделия (составной части) и обозначение	Должность, фамилия и инициалы	Основание (наименование, номер и дата документа)		Примечание
		закрепление	открепление	

5 Ремонт усилителя

5.1 Краткие записи о производственном ремонте

Усилитель мощности низкой частоты D класса «УНЧ-Д1000»

№ _____
заводской номер

предприятие, дата

Наработка с начала эксплуатации

параметр, характеризующий ресурс или срок службы

Наработка после последнего ремонта

параметр, характеризующий ресурс или срок службы

Причина поступления в ремонт _____

Сведения о произведенном ремонте _____

вид ремонта и краткие сведения о ремонте

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		156

6 Сведения об утилизации

6.1 Усилитель не содержит элементов и материалов, опасных для эксплуатирующего персонала и окружающей среды.

6.2 Специальные меры перед отправкой усилителя на утилизацию не требуются

6.2 Детали усилителя, содержащие ценные материалы, могут быть подвергнуты повторной переработке

6.4 Утилизация проводится в порядке, принятом на предприятии, использующем усилитель.

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

7 Особые отметки

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Приложение А

(рекомендованное)

Результатов первичной (периодической) проверки

Результаты

первичной (периодической) проверки

усилителя

1 Наименование проверки усилителя _____

2 Условное обозначение, шифр усилителя _____

3 Заводской номер усилителя _____

4 Разработчик усилителя _____
наименование подразделения

5 Дата выпуска усилителя _____
число, месяц, год

6 Назначение усилителя _____
краткое описание изделия, для которого

предназначено средство контроля, условия эксплуатации, наименования

контролируемых характеристик

159

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

12 Выводы _____
по каждой характеристике и в целом

13 Изменения, которые необходимо внести в эксплуатационную документацию

14 По результатам проверки усилитель допускается к применению в качестве _____
назначение

15 Срок периодической проверки _____

Председатель _____
должность, подпись, расшифровка подписи

Члены комиссии _____
должность, подпись, расшифровка подписи

должность, подпись, расшифровка подписи

должность, подпись, расшифровка подписи

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Приложение Б
(рекомендованное)
Свидетельство

наименование организации, выдавшей свидетельство

СВИДЕТЕЛЬСТВО
о прохождении проверки
усилителя

наименование, обозначение и заводской номер

проверяемого усилителя

принадлежащее _____
наименование организации

Таблица 1 Результаты проверки

Наименование контролируемой характеристики	Полученное значение контролируемой характеристики	Отклонение контролируемой характеристики

162

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

По результатам проведения первичной проверки

_____ наименование усилителя

_____ заключение о пригодности и возможности выпуска в обращение

Первичная проверка проводилась в соответствии с _____ наименование и обозначение

_____ технической документации на методику проверки

Интервал между периодическими проверками _____

Руководитель подразделения, проводивший первичную проверку

_____ должность, подпись, расшифровка подписи

Ответственный исполнитель

_____ должность, подпись, расшифровка подписи

ОТК

_____ должность, подпись, расшифровка подписи

" _____ " _____ 20__ г.

Лист регистрации изменений

163

					ЕИЖА.ХХХХХХ.001 ПС	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

