

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа Информационных технологий и робототехники (ИШИТР)
 Направление подготовки – 27.04.01 Стандартизация и метрология
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение Автоматизации и робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка методики аттестации на испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима»

УДК 004.384:004.312:620.1.05

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ91	Прокушева Марина Викторовна		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Заревич Антон Иванович	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Начальник ОСиМ ООО «Завод ПСА «ЭлеСи»	Ивушкина Татьяна Сергеевна			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	Д.М.Н., профессор		

По разделу на иностранном языке

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИЯ ШБИП	Маркова Наталия Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР ИШИТР	Муравьев Сергей Васильевич	Д.Т.Н., профессор		

**Планируемые результаты освоения направления
27.04.01 «Стандартизация и метрология»**

Код компетенции	Наименование компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
УК(У)-4	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, выработывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-5	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
ОПК(У)-1	Способен формулировать цели и задачи исследования, самостоятельно изучать научно-техническую документацию своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-2	Способен определить математическую и техническую сущность задач и провести их качественно-количественный анализ
ОПК(У)-3	Способен на основании статистических методов участвовать в проведении корректирующих и превентивных мероприятий, направленных на улучшение качества, интерпретировать и представлять результаты
ОПК(У)-4	Способен анализировать полученные результаты измерений на основе их физической природы и принимать обоснованные решения в области профессиональной деятельности
ПК(У)-1	Способен к разработке и практической реализации систем стандартизации, сертификации и обеспечения единства измерений
ПК(У)-2	Готов обеспечить необходимую эффективность систем обеспечения достоверности измерений при неблагоприятных внешних воздействиях и планирование постоянного улучшения этих систем

ПК(У)-3	Способен анализировать состояние и динамику метрологического и нормативного обеспечения производства, стандартизации и сертификации на основе использования прогрессивных методов и средств
ПК(У)-4	Способен обеспечить выполнение заданий по разработке новых, пересмотру и гармонизации действующих технических регламентов, стандартов и других документов по техническому регулированию, стандартизации, сертификации, метрологическому обеспечению и управлению качеством
ПК(У)-5	Способен разрабатывать процедуры по реализации процесса подтверждения соответствия
ПК(У)-6	Готов обеспечить эффективность измерений при управлении технологическими процессами
ПК(У)-7	Готов обеспечить надежность и безопасность на всех этапах жизненного цикла продукции
ПК(У)-8	Способен к автоматизации процессов измерений, контроля и испытаний в производстве и при научных исследованиях
ПК(У)-29	Готов участвовать в научной и педагогической деятельности в области метрологии, технического регулирования и управления качеством

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа Информационных технологий и робототехники (ИШИТР)
 Направление подготовки – 27.04.01 Стандартизация и метрология
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение Автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Муравьев С.В.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

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

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ91	Прокушевой Марине Викторовне

Тема работы:

Разработка методики аттестации для испытательного оборудования «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима».

Утверждена приказом директора (дата, номер)	15.02.2021 №46–24/с
---------------------------------------------	---------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2021
------------------------------------------	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <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 испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима». Требования к разработке методики аттестации ИО указаны в ГОСТ Р 8.568. (ГОСТ Р 8.568–2017 ГСИ. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения).</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <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>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Введение 2 Общие сведения о компании 3 Выпускаемые изделия 4 Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима 5 Этапы разработки методики аттестации для испытательного оборудования 6 Результаты первичной аттестации испытательного оборудования 7 Социальная ответственность 8 Финансовый менеджмент 9 Заключение
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Презентация, выполненная в программе Microsoft Power Point</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p style="text-align: center;">Раздел</p>	<p style="text-align: center;">Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>доцент ОСГН ШБИП, к.э.н., Верховская М.В.</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>профессор ОКД ШБИП, д.м.н., Федоренко О.Ю.</p>
<p>Раздел, выполненный на английском языке</p>	<p>старший преподаватель ОИЯ ШБИП, Маркова Н.А.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках: Этапы разработки методики аттестации для испытательного оборудования</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>12.01.2021</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОАР ИШИТР</p>	<p>Заревич Антон Иванович</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8ГМ91</p>	<p>Прокушева Марина Викторовна</p>		

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

Студенту:

Группа 8ГМ91	ФИО Прокушевой Марине Викторовне
------------------------	--------------------------------------------

Школа	Инженерная школа информационных технологий и робототехники	Отделение	Отделение автоматизации и робототехники
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	24.07.01 Стандартизация и метрология Метрологический анализ и экспертиза технических систем

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально–технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклады участников проекта, нормы рабочего времени, районный коэффициент по г. Томску
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Предпроектный анализ:	– потенциальные потребители результатов исследования; – диаграмма Исикава; – SWOT–анализ.
2. Планирование научно–исследовательских работ:	– организационная структура проекта – определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения научного исследования; – определение бюджета научно – технического исследования.
3. Определение оценки научного уровня:	– определение показателя научно–технического уровня.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

- 1 Диаграмма Исикава
- 2 Календарный план график

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2021
-------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Верховская Марина Витальевна	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа 8ГМ91	ФИО Прокушева Марина Викторовна	Подпись	Дата
------------------------	-------------------------------------------	----------------	-------------

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8ГМ91	Прокушева Марина Викторовна

Школа	Инженерная школа Информационных технологий и робототехники	Отделение (НОЦ)	Отделение Автоматизации и робототехники
Уровень образования	Магистратура	Направление/ специальность	27.04.01 Стандартизация и метрология Метрологический анализ и экспертиза технических систем

Тема ВКР:

Разработка методики аттестации на испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима».

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Объектом исследования является испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима». Требования к разработке методики аттестации испытательного оборудования указаны в ГОСТ Р 8.568. Рабочее место – учебная аудитория (S=21,9; a=3,16;b=6,9/отопление – радиаторные батареи 2 шт/вентиляция отсутствует/освещение – 6 потолочных светильников с зеркальными решетками, внутри каждого светильника по 4 лампы/ оборудование –рабочий стол, компьютер)</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> – Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197–ФЗ (ред. от 27.12.2018) – Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 №123–ФЗ Технический регламент о требованиях пожарной безопасности – ГОСТ 12.03.003–2015 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация – ГОСТ 12.1.003–2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности – ГОСТ 12.4.011–89 ССБТ. Средства защиты работающих. Общие требования и классификация – ГОСТ 12.2.032–78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя.
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Общие эргономические требования.</p> <ul style="list-style-type: none"> – СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. – СанПиН 1.2.3685–21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания – ГОСТ 12.1.038–82 ССБТ Электробезопасность – ГОСТ 17.4.3.04–85 ССОП Охрана природы. Почвы
<p>2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – недостаточная освещенность рабочей зоны; – повышенный уровень шума на рабочем месте; – повышенный уровень электромагнитных излучений; – нервно–психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда); – статические физические перегрузки. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – электрический ток; – короткое замыкание; – статическое электричество.
<p>3. Экологическая безопасность:</p>	<p>Негативное воздействие на литосферу происходит при утилизации: компьютера и периферийных устройств (принтеры, МФУ, веб–камеры, наушники, колонки, телефоны); люминесцентных ламп; макулатуры.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Возможные ЧС: пожар в здании, грозы, ураганы, оползни. Наиболее типичная ЧС: пожар.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2021
------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ООД ШБИП	Федоренко Ольга Юрьевна	д.м.н, профессор		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ91	Прокушева Марина Викторовна		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа Информационных технологий и робототехники (ИШИТР)

Направление подготовки – 27.04.01 Стандартизация и метрология

Отделение школы (НОЦ) – Отделение Автоматизации и робототехники

Форма представления работы:

Магистерская диссертация

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ–ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	31.05.2021
------------------------------------------	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
08.02.2021	1 Общие сведения о компании ЭлеСи и выпускаемые изделия	10
01.03.2021	2 Программируемый логический контроллер Элсима	10
22.03.2021	3 Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима	20
12.04.2021	4 Этапы разработки методики аттестации	20
10.05.2021	5 Результаты первичной аттестации испытательного оборудования	30
14.05.2021	4 Финансовый менеджмент	5
17.05.2021	5 Социальная ответственность	5

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Заревич Антон Иванович	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор ОАР ИШИТР	Муравьев Сергей Васильевич	д.т.н., профессор		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 109 с., 9 рисунков, 18 таблиц, 22 источника, 3 приложения.

Ключевые слова: испытательное оборудование, аттестация испытательного оборудования, методика аттестации, программируемый логический контроллер, первичная аттестация.

Объектом исследования является испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима».

Цель работы состоит в разработке методики аттестации на испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима».

В процессе работы проводилось описание объекта аттестации, условий проведения аттестации, были выявлены оцениваемые характеристики и их расчетные значения, подробно описаны этапы проведения аттестации.

В результате исследования была разработана методика аттестации и проведена первичная аттестация испытательного оборудования.

По результатам первичной аттестации испытательное оборудование признано непригодным и отправлено на доработку. После устранения замечаний, испытательное оборудование будет повторно предъявлено на первичную аттестацию.

Область применения: разработанная методика аттестации будет применяться инженером по метрологии ООО «Завод ПСА «ЭлеСи» при первичной, периодической и повторной аттестации «Стенда для проверки программируемого логического контроллера Элсима».

Выпускная квалификационная работа выполнена при помощи текстового редактора *Microsoft Word 2007* и предоставлена на листах А4.

Оглавление

Введение	14
1 Компания ЭлеСи как разработчик программируемого логического контроллера Элсима	16
1.1 Краткие сведения о компании ЭлеСи	16
1.2 Выпускаемые изделия	17
1.3 Программируемый логический контроллер Элсима	19
2 Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима	29
2.1 Назначение и технические характеристики	29
2.2 Принцип и алгоритм работы	32
3 Процедура разработки методики аттестации испытательного оборудования	35
4 Результаты первичной аттестации испытательного оборудования	40
4.1 Этапы проведения первичной аттестации	40
4.2 Замечания и рекомендации на испытательное оборудование	41
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	43
5.1 Предпроектный анализ	43
5.1.1 Диаграмма Исикава	43
5.1.2 SWOT–анализ	44
5.2 Планирование научно–исследовательских работ	46
5.2.1 Организационная структура проекта	46
5.3 Определение трудоемкости выполнения работ	47
5.4 Составление графика научного исследования	48
5.5 Определение бюджета научно–технического исследования	50
5.5.1 Расчет материальных затрат научно–технического исследования	50
5.5.2 Расчет заработной платы	51
5.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей	53
5.5.4 Расчет затрат на социальный налог	53
5.5.5 Расчет затрат на электроэнергию	54

5.5.6	Расчет накладных расходов	55
5.5.7	Формирование бюджета затрат научно–технического исследования	55
5.6	Определение оценки научного уровня	56
6	Социальная ответственность	58
6.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	58
6.2	Производственная безопасность	58
6.2.1	Анализ вредных факторов	60
6.2.1.1	Недостаточная освещенность рабочей зоны	60
6.2.1.2	Повышенный уровень шума на рабочем месте	62
6.2.1.3	Повышенный уровень электромагнитных излучений	63
6.2.1.4	Нервно–психические перегрузки	64
6.2.1.5	Статические физические перегрузки	64
6.2.2	Анализ опасных факторов	65
6.2.2.1	Электрический ток	65
6.2.2.2	Короткое замыкание	66
6.2.2.3	Статическое электричество	67
6.3	Экологическая безопасность	67
6.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	67
6.5	Выводы по разделу «Социальная ответственность»	70
	Заключение	71
	Список использованных источников	73
	Приложение А (справочное) Технические характеристики ПЛК Элсима	76
	Приложение Б (справочное) Procedure for developing a methodology for the qualification of test equipment	81
	Приложение В (обязательное) Методика аттестации на испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима»	88

Обозначения и сокращения

В данной работе применены следующие обозначения и сокращения:

Завод ПСА - Завод приборов и средств автоматизации;

ПЛК – программируемый логический контроллер;

СИ – средство измерений;

ИО – испытательное оборудование;

АК – акционерная компания;

ОАО – открытое акционерное общество;

НК – нефтяная компания;

ЗАО – закрытое акционерное общество;

УВВ – устройства ввода–вывода;

ПО – программное обеспечение;

ТЗ – техническое задание;

ПК – персональный компьютер;

ТУ – технические условия;

SWOT – анализ – S (сильные стороны), W (слабые стороны),

О (возможности), Т (угрозы);

С – студент;

И – инженер;

НТИ – научно–техническое исследование;

РФ – Российская Федерация;

ЕСН – единый социальный налог;

НИ ТПУ – Научно Исследовательский университет;

НДС – налог на добавленную стоимость;

НИР – научно–исследовательская работа;

НТЭ – научно–технический эффект;

ЧС – чрезвычайный случай.

Введение

Компания ЭлеСи была создана в 1990 году. Компания работает в сфере автоматизации технологических процессов. Одним из подразделений компании ЭлеСи, является «Завод Приборов и Средств Автоматизации «ЭлеСи» (далее – Завод ПСА ЭлеСи), который занимается выпуском контрольно–измерительных приборов.

В 2016 году был разработан программируемый логический контроллер (далее – ПЛК) Элсима, который предназначен для работы в малых системах автоматизации с количеством входных–выходных сигналов не более 100. В 2019 году ПЛК Элсима в модификации Элсима–М01–24Р–(GSM) прошел процедуру утверждения типа средств измерений. После успешного прохождения процедуры утверждения типа средств измерений, средство измерений (далее – СИ) ПЛК Элсима–М01–24Р (GSM) стало наиболее конкурентно способным на рынке предоставляемых услуг, повысился спрос на данное СИ.

Инженер по метрологии «Завода ПСА «ЭлеСи» для выпускаемых изделий проводит калибровку. Калибровка – совокупность операций, устанавливающих соотношение между значением величины, полученным с помощью данного средства измерений и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения метрологических характеристик этого средства измерений [1].

На данный момент при выпуске из производства ПЛК Элсима проходит процедуру калибровки при помощи самодельного устройства коммутации сигналов, что соответственно занимает много времени (1 ПЛК Элсима – 6 часов) и уменьшается точность результатов измерений. Для решения данной проблемы, начальник отдела метрологии составил техническое задание на разработку испытательного оборудования (далее – ИО) для проверки ПЛК Элсима в автоматическом режиме с сокращением времени на калибровку. Но для того чтобы отдел метрологии мог проводить процедуру калибровки на данном стенде, стенд должен пройти первичную

аттестацию и в дальнейшем – периодическую аттестацию. Аттестованное ИО позволит сократить время на калибровку и увеличить количество выпускаемых изделий на предприятии.

Разработка методики аттестации для ИО – это важный этап в разработке ИО. Методика содержит алгоритм проверки ИО на соответствие заявленным характеристикам, который оценивает возможность воспроизведения условий испытаний в требуемых диапазонах.

Целью данной работы является разработка методики аттестации на испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемый логический контроллер Элсима».

Для достижения поставленной цели, необходимо решить следующие **задачи**:

- изучить объект аттестации испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима»;
- указать условия проведения аттестации испытательного оборудования;
- описать оцениваемые характеристики испытательного оборудования при аттестации и их расчётные соотношения;
- сформулировать и описать этапы проведения аттестации испытательного оборудования;
- указать требования к отчетности по результатам аттестации испытательного оборудования.

В первом разделе работы описаны краткие сведения о компании ЭлеСи, основные выпускаемые изделия компании и выпускаемое изделие – ПЛК Элсима. Во втором разделе приведена полная информация на ИО «Стенд для проверки ПЛК Элсима». Его назначение, функции, возможности, технические характеристики. В третьем разделе приведены результаты первичной аттестации ИО и отражены мероприятия по устранению замечаний. В четвертом и пятом разделе приведены данные о социальной ответственности и финансовом менеджменте.

1 Компания ЭлеСи как разработчик программируемого логического контроллера Элсима

1.1 Краткие сведения о компании ЭлеСи

Компания ЭлеСи была создана в 1990 году. Компания начинала и пробовала свою работу в различных областях автоматизации. На данный момент компания ЭлеСи имеет несколько направлений в промышленной автоматизации. Имеет свою базу производства средств автоматизации.

На данный момент основные заказчики: АК «Транснефть», ОАО «Газпром», НК «Роснефть», НК «Лукойл», ОАО «Сургутнефтегаз», ЗАО «Краснодарстройтрансгаз» и так далее.

Компания занимается производством серийной продукции контроллеров, модулей удаленного ввода/вывода ТМ, искробезопасных разделительных преобразователей ЕТ, источников питания, пожарных приборов, цифровых мультимедийных комплексов. Так же компания производит блок – контейнеры и климатические шкафы.

Компания ЭлеСи была создана в 1990 году. Компания начинала и пробовала свою работу в различных областях автоматизации. На данный момент компания ЭлеСи имеет несколько направлений в промышленной автоматизации. Имеет свою базу производства средств автоматизации.

Отдел метрологии ведет учёт СИ, контролирует состояние и условия эксплуатации применяемых СИ в компании, проводит калибровку выпускаемых и применяемых СИ. В обязанности сотрудников отдела метрологии входит своевременное составление и согласование графиков поверки/аттестации СИ/ИО и дальнейшее заключение договоров на поверку/калибровку/аттестацию/ремонт с региональными центрами стандартизации и метрологии. Инженер по метрологии проводит калибровку выпускаемых и применяемых СИ, организывает и проводит аттестацию ИО.

1.2 Выпускаемые изделия

В данном разделе хочу подробно остановиться на выпускаемой серийной продукции. Серийную продукцию выпускает структурное подразделение компании ЭлеСи – ООО «Завод ПСА «ЭлеСи».

Одно из основных выпускаемых изделий – это ПЛК ЭЛСИ–ТМК. ПЛК ЭЛСИ–ТМК является модульной платформой для автоматизации малого и среднего масштаба промышленного производства. Изделие имеет современное функционирование, надежный форм–фактор, программную среду, которая решает широкий спектр задач промышленной автоматизации.

Особенности программируемого логического контроллера ЭЛСИ–ТМК:

- резервирование питания и каналов связи;
- полное дублирование корзин контроллера;
- развитая система самодиагностики и самокалибровки;
- открытая архитектура, поддержка стандартных протоколов и интерфейсов;
- watchDog–таймер и часы реального времени;
- расширенная номенклатура функциональных модулей;
- «горячая» замена модулей.

ПЛК ЭЛСИ–ТМК имеет модульную архитектуру, позволяющую использовать набор следующих модулей:

- процессорные модули ТС (управляет всеми частями контроллера и выполняет программы пользователя);
- модули дискретного ввода/вывода ТД (принимают и формируют дискретные сигналы типа «Сухой контакт» и «Открытый коллектор»);
- модули счетных входов (подсчитывают импульсы, поступающие от датчиков);

- модули аналогового ввода/вывода ТА (проводят измерения и/или формируют сигналы постоянного тока, напряжения постоянного тока, а так же сигналов термопар и термосопротивлений);
- коммуникационные модули TN (служат для обмена информацией с верхним уровнем оборудования автоматизации, контроллерами и тех. оборудование, находящиеся внутри сети);
- коммутационные панели ТК (механическое объединение модулей ЭЛСИ–ТМК, а так же электрическое соединение между ними);
- модули питания ТР (обеспечивают стабилизированное электропитание всех модулей от промышленной сети переменного тока с напряжением 220 В или от сети постоянного тока с напряжением 24 В.);
- выносные клеммные блоки (служат для упрощенного монтажа входных и выходных цепей контроллера);
- программное обеспечение CodeSys 3.5 (интегрированная среда для создания конфигурации, программирования и отладки управляющих программ для программируемых логических контроллеров ЭЛСИ–ТМК и Элсима)[2].

Следующее выпускаемое изделие, пользующее особой популярностью – это искробезопасные разделительные преобразователи ЕТ. Они обеспечивают:

- искробезопасную сеть уровня «ia» входных электрических цепей датчиков, установленных во взрывоопасных зонах;
- искробезопасную сеть уровня «ia» выходных электрических цепей исполнительных механизмов, установленных во взрывоопасных зонах;
- измерение, линейное преобразование и гальваническое разделение сигналов.

Особенности искробезопасных разделительных преобразователей ЕТ:

- функции барьеров искрозащиты с учетом российских особенностей;
- высокая точность преобразования сигналов;

- широкий диапазон напряжений питания;
- защита от обратной полярности напряжения питания;
- интеллектуальная система защиты;
- развитая система самодиагностики;
- расширенный диапазон рабочих температур;
- удобство подключения внешних проводников;
- выбор режима работы и типа датчика с передней панели преобразователя.

преобразователя.

Искробезопасные разделительные преобразователи ET подразделяются на 3 группы:

- преобразователи разделительные дискретных сигналов ET 100 (преобразовывает сигнал от дискретных датчиков в цифровой сигнал, который передается по интерфейсу RS–485, а так же в сигнал, который формируется контактами реле);
- преобразователи термопар и термосопротивления ET 300 (преобразовывает сигнал сопротивления медных и платиновых ТС (термопреобразователи и термопары) в унифицированный выходной сигнал постоянного тока и напряжения или в цифровой сигнал по интерфейсу RS–485);
- преобразователи разделительные аналоговых сигналов ET 400 (проводит измерения и гальваническое разделение сигналов и преобразовывает их в унифицированный выходной сигнал постоянного тока и напряжения или в цифровой код с выходом по интерфейсу RS–485) [3].

1.3 Программируемый логический контроллер Элсима

С 2016 года компания ЭлеСи начала выпуск ПЛК Элсима, предназначенный для работы в малых системах автоматизации с количеством сигналов ввода–вывода до 100 штук (управление

климатическим оборудованием, управление малыми станками и механизмами, автоматизация котельных, работа в системах «Умный дом»).

ПЛК Элсима предназначен для измерения выходных аналоговых сигналов от первичных преобразователей в виде напряжения и силы постоянного тока, сигналов термопар и термопреобразователей сопротивления и воспроизведения напряжения и/или силы постоянного тока.

На рисунке 1 представлен внешний вид серии Элсима во всех модификациях.



Рисунок 1 – Внешний вид модуля Элсима

Пример условного наименования ПЛК Элсима: ПЛК Элсима–M01–D–G – программируемый логический контроллер Элсима модификации «M», порядковый номер разработки «01», с питанием 24 В постоянного тока, с полным пакетом интерфейсных сигналов, со встроенным GSM/GPRS модемом.

Контроллер разработан в металлическом корпусе, устанавливаемом на DIN–рейку. Набор доступных исполнений контроллера представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав и исполнение контроллера

Вариант исполнения	Примечание
Элсима–М01–24Р	Исполнение для работы от 24 В постоянного тока, наличие четырех аналоговых входов и двух аналоговых выходов, наличие интерфейса RS–485 с гальванической развязкой
Элсима–М01–24Р–GSM	Исполнение для работы от 24 В постоянного тока, наличие встроенного GSM–модема, наличие четырех аналоговых входов и двух аналоговых выходов, наличие интерфейса RS–485 с гальванической развязкой
Элсима–М01–48Р	Исполнение для работы от 48 В постоянного тока, наличие четырех аналоговых входов и двух аналоговых выходов, наличие интерфейса RS–485 с гальванической развязкой
Элсима–М01–48Р–GSM	Исполнение для работы от 48 В постоянного тока, наличие встроенного GSM–модема, наличие четырех аналоговых входов и двух аналоговых выходов, наличие интерфейса RS–485 с гальванической развязкой
Элсима–М01–220Р	Исполнение для работы от 220 В переменного тока, наличие четырех аналоговых входов и двух аналоговых выходов, наличие интерфейса RS–485 с гальванической развязкой
Элсима–М01–220Р–GSM	Исполнение для работы от 220 В переменного тока, наличие встроенного GSM–модема, наличие четырех аналоговых входов и двух аналоговых выходов, наличие интерфейса RS–485 с гальванической развязкой

Для расширения количества входных – выходных каналов контроллера Элсима используются модули устройства ввода – вывода (далее – УВВ).

Модули УВВ Элсима–А01, Элсима–D01, Элсима–DA01 разработаны в металлическом корпусе и устанавливаются на DIN–рейку. Набор доступных исполнений модулей УВВ представлен в таблице 2.

Модули УВВ Элсима–А01–24Р предназначены для увеличения количества сигналов аналоговых входов ПЛК.

Модули УВВ Элсима–D01–24Р предназначены для увеличения количества сигналов аналоговых входов и дискретных входов ПЛК, либо

любого другого оборудования, поддерживающего протокол взаимодействия ModbusTCP.

Таблица 2 – Состав и исполнение модулей УВВ контроллера Элсима

Наименование изделия	Вариант исполнения	Примечание
Модуль УВВ Элсима–А01 (8 аналоговых входов)	Элсима–А01–24Р	Исполнение для работы от 24 В постоянного тока
	Элсима–А01–48Р	Исполнение для работы от 48 В постоянного тока
	Элсима–А01–220Р	Исполнение для работы от 220 В переменного тока
Модуль УВВ Элсима–D01 (40 дискретных входов и 16 дискретных выходов)	Элсима–D01–24Р	Исполнение для работы от 24 В постоянного тока
	Элсима–D01–48Р	Исполнение для работы от 48 В постоянного тока
	Элсима–D01–220Р	Исполнение для работы от 220 В переменного тока
Модуль УВВ Элсима–DA01 (6 аналоговых входов, 20 дискретных входов и 8 дискретных выходов)	Элсима–DA01–24Р	Исполнение для работы от 24 В постоянного тока
	Элсима–DA01–48Р	Исполнение для работы от 48 В постоянного тока
	Элсима–DA01–220Р	Исполнение для работы от 220 В переменного тока

Принцип действия ПЛК основан на преобразовании входных непрерывных аналоговых сигналов в цифровой код, обработке полученной информации, формировании выходных сигналов управления и обмене информацией с помощью интерфейсов Ethernet, GSM–модем и RS–485. Контроллер обеспечивает непрерывный необслуживаемый режим работы в условиях естественной вентиляции. Основные технические характеристики контроллера указаны в таблице 3, а полный перечень технических характеристик представлен в приложении А.

Таблица 3 – Контроллер Элсима. Технические характеристики

Наименование параметра	Значение параметра контроллера	
	Элсима–М01– ZZZU	Элсима–М01– ZZZU–GSM
Тип процессора	Cortex ARM8	
Частота процессора	300 МГц	
Средний срок службы, не менее	15 лет	
Габаритные размеры контроллера, не более	170×116×57 мм	170×116×57 мм (без учета GSM–антенны)
Масса, не более	0,4 кг	
Аналоговые входы		
Количество универсальных аналоговых входов	4 шт.	
Гальваническая развязка от внутренней шины контроллера (эффективное значение) каждого аналогового входа, не менее	750 В	
<p>Возможность подключать датчики с сигналами следующих типов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ток – напряжение – термопары типа: <p>ТХА (К)</p> <p>ТХК (L)</p> <p>ТХК_н (E)</p> <p>ТПП10 (S)</p> <p>ТНН (N)</p> <p>ТПР (B)</p> <p>ТЖК (J)</p> <p>ТВР (A–1)</p> <p>ТПП13 (R)</p> <ul style="list-style-type: none"> – термосопротивления в режиме трехпроводного подключения типа: <p>ТСМ (50M, 100M, 500M)</p>	<p>от 0 до 20 мА</p> <p>от 0 до 10 В</p> <p>от минус 250 до 900 °С</p> <p>от 0 до 800 °С</p> <p>от минус 250 до 1000 °С</p> <p>от 0 до 1700 °С</p> <p>от минус 250 до 1000 °С</p> <p>от 250 до 1800 °С</p> <p>от минус 200 до 600 °С</p> <p>от 0 до 2500 °С</p> <p>от 0 до 1600 °С</p> <p>от минус 50 до 150 °С</p>	

Продолжение таблицы 3

Наименование параметра	Значение параметра контроллера	
	Элсима–М01– ZZZU	Элсима–М01– ZZZU–GSM
ТСП (50П, 100П, 500П, 1000П, Pt50, Pt100) ТСН (100Н, 500Н, 1000Н)	от минус 50 до 500 °С от минус 50 до 150 °С	
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений ермопсопротивления, в рабочих условиях, не более	±0,5 %	
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений постоянного тока, в рабочих условиях, не более	±0,2 %	
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, в рабочих условиях, не более	±0,25 %	
Аналоговые выходы		
Количество аналоговых выходов	2 шт.	
Каждый аналоговый выход может быть программно сконфигурирован для работы в следующих режимах		
– ток – напряжение	от 0 до 20 мА от 0 до 10 В	
Пределы допускаемой приведенной погрешности формирования выходного сигнала, не более	±0,5 %	

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений термопары в рабочих условиях приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений термопары в рабочих условиях

Характеристика термопары	Диапазон преобразования	Δ , °С
ТХА (К)	от минус 250 до минус 100 °С	±6,9

Продолжение таблицы 4

Характеристика термопары	Диапазон преобразования	Δ , °С
ТХА (К) от минус 250 до 900 °С	от минус 100 до 0 °С	$\pm 5,175$
	от 0 до 600 °С	$\pm 3,45$
	от 600 до 900 °С	$\pm 4,6$
ТХК (L) от 0 до 800 °С	от 0 до 200 °С	$\pm 2,4$
	от 200 до 400 °С	$\pm 2,0$
	от 400 до 800 °С	$\pm 1,6$
ТХКн (E) от минус 250 до 1000 °С	от минус 250 до минус 100 °С	$\pm 6,25$
	от минус 100 до 0 °С	$\pm 5,0$
	от 0 до 250 °С	$\pm 3,75$
	от 250 до 1000 °С	$\pm 2,5$
ТПП10 (S) от 0 до 1700 °С	от 0 до 400 °С	$\pm 5,1$
	от 400 до 800 °С	$\pm 6,8$
	от 800 до 1300 °С	$\pm 8,5$
	от 1300 до 1700 °С	$\pm 10,2$
ТНН (N) от минус 250 до 1000 °С	от минус 250 до 0 °С	$\pm 8,75$
	от 0 до 250 °С	$\pm 6,25$
	от 250 до 500 °С	$\pm 5,0$
	от 500 до 1000 °С	$\pm 3,75$
ТПР (B) от 250 до 1800 °С	от 250 до 450 °С	$\pm 7,75$
	от 450 до 1350 °С	$\pm 5,425$
	от 1350 до 1800 °С	$\pm 6,2$
ТЖК (J) от минус 200 до 600 °С	от минус 200 до 0 °С	$\pm 2,4$
	от 0 до 600 °С	$\pm 1,6$
ТВР (A-1) от 0 до 2500 °С	от 0 до 2500 °С	$\pm 7,5$
ТПП13 (R) от 0 до 1600 °С	от 0 до 400 °С	$\pm 6,4$
	от 400 до 1200 °С	$\pm 4,8$
	от 1200 до 1600 °С	$\pm 6,4$



Контроллер предназначен для работы в климатических условиях,

указанных в таблице 5.

Таблица 5 –Климатические условия эксплуатации контроллера Элсима

Наименование параметра	Значение
Диапазон рабочих температур	от 0 до 60 °С
Относительная влажность воздуха	до 98 % (при температуре 25 °С)
Атмосферное давление	от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.)

На лицевой панели контроллера, представленной на рисунке 2, расположены следующие элементы:

- индикаторы состояний контроллера:
- "L1" –индикатор работы контроллера (красный и зеленый цвет свечения);
- "L2" – индикатор состояния контроллера (желтый цвет свечения);
- "L3" – индикатор работы GSM/GPRS модема (желтый цвет), только для исполнения Элсима–M01–ZZZU–GSM;
- "  " – слот для подключения карт памяти типа microSD;
- "  mini " – порт USB для подключения внешних устройств по протоколу USB в режиме Slave;
- "SW" – четырехпозиционный DIP–переключатель "SW".;
- "VOUT" – разъемный соединитель выходного питания;
- "VIN" – разъемный соединитель входного питания;
- "DIN1" и "DIN2" – разъемные соединители дискретных входов 1 и 2;
- "DOUT" – разъемный соединитель дискретного выхода;
- "SIM" – слот для подключения SIM–карты;
- "GSM" – разъем SMA–F для подключения внешней антенны GSM/GPRS–модема (только для Элсима–M01–GSM);
- "RELAY" – разъемный соединитель релейных дискретных выходов;

– "RS-485" – разъем соединителей для подключения внешних приборов по интерфейсу RS-485;

– "□ □ 1", "□ □ 2" – соединитель порта LAN (LAN1 и LAN2);

– "USB" – порт USB для подключения внешних устройств по протоколу USB 2.0 в режиме **host**;

– "AOUT" – разъемный соединитель аналогового выхода;

– "AIN1", "AIN2", "AIN3", "AIN4" – разъемные соединители аналоговых входов [4].

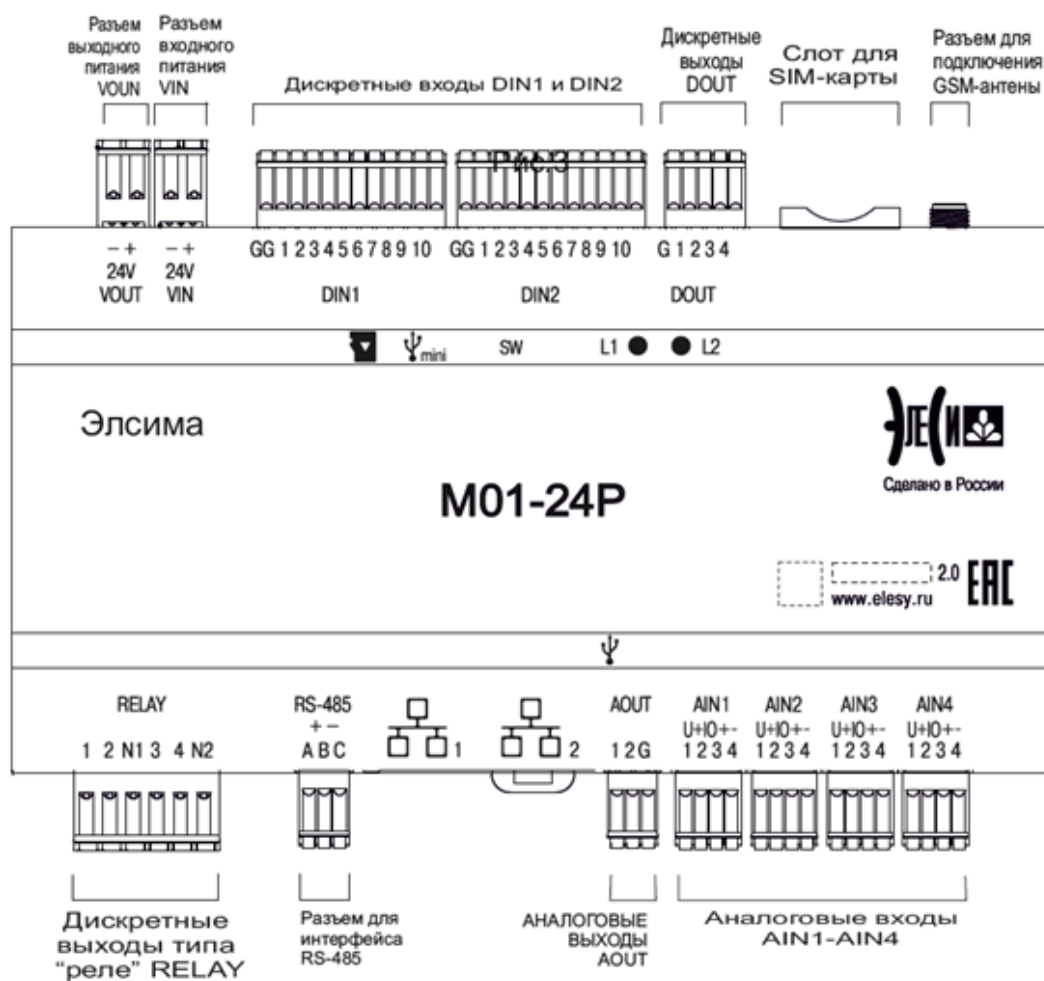


Рисунок 2 – Внешний вид контроллера исполнения Элсима–M01–24P.

Вид спереди

В 2019 году ПЛК Элсима в модификации Элсима–M01–24P и Элсима–M01–24P–GSM прошел процедуру утверждения типа средств измерений. В связи с этим встал вопрос актуальности процедуры калибровки, т.к.

выпускаемых изделий серии Элсима стало значительно больше. До момента утверждения типа средств измерений, ПЛК Элсима проверялся вручную (6 ч – 1 СИ), с использованием вспомогательного оборудования. Данное вспомогательное оборудование не проходило процедуру технического обслуживания или аттестации. Соответственно к точности проводимой калибровки имелось много вопросов. А так же время на изготовление ПЛК Элсима было большим, что препятствовало составлению корректного плана выпуска продукции. Для решения данной проблемы было составлено техническое задание на изготовление испытательного оборудования для проведения калибровки ПЛК Элсима в автоматическом режиме, с сокращением времени калибровки. Разработчики компании ЭлеСи, согласно ТЗ, разработали стенд для проверки ПЛК Элсима.

2 Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима

2.1 Назначение и технические характеристики

Стенд для проверки ПЛК Элсима был разработан структурным подразделением компании ЭлеСи для проведения процедуры калибровки ПЛК Элсима в автоматическом режиме. По техническому заданию стенд должен удовлетворять следующим требованиям:

- стенд должен воспроизводить условия испытаний и поддерживать их в заданных диапазонах для ПЛК Элсима;
- время калибровки от 2 до 3 часов;
- калибровка должна быть наглядной, все промежуточные результаты должны отражаться на экране.

Стенд для проверки ПЛК Элсима осуществляет измерение постоянного напряжения и постоянного тока, а так же осуществляет воспроизведение постоянного напряжения, постоянного тока и сопротивления.

На рисунке 3 представлен внешний вид стенда для проверки ПЛК Элсима.



Рисунок 3 – Стенд для проверки ПЛК Элсима

На рисунке 4 представлен сборочный чертёж стенда для проверки ПЛК Элсима.

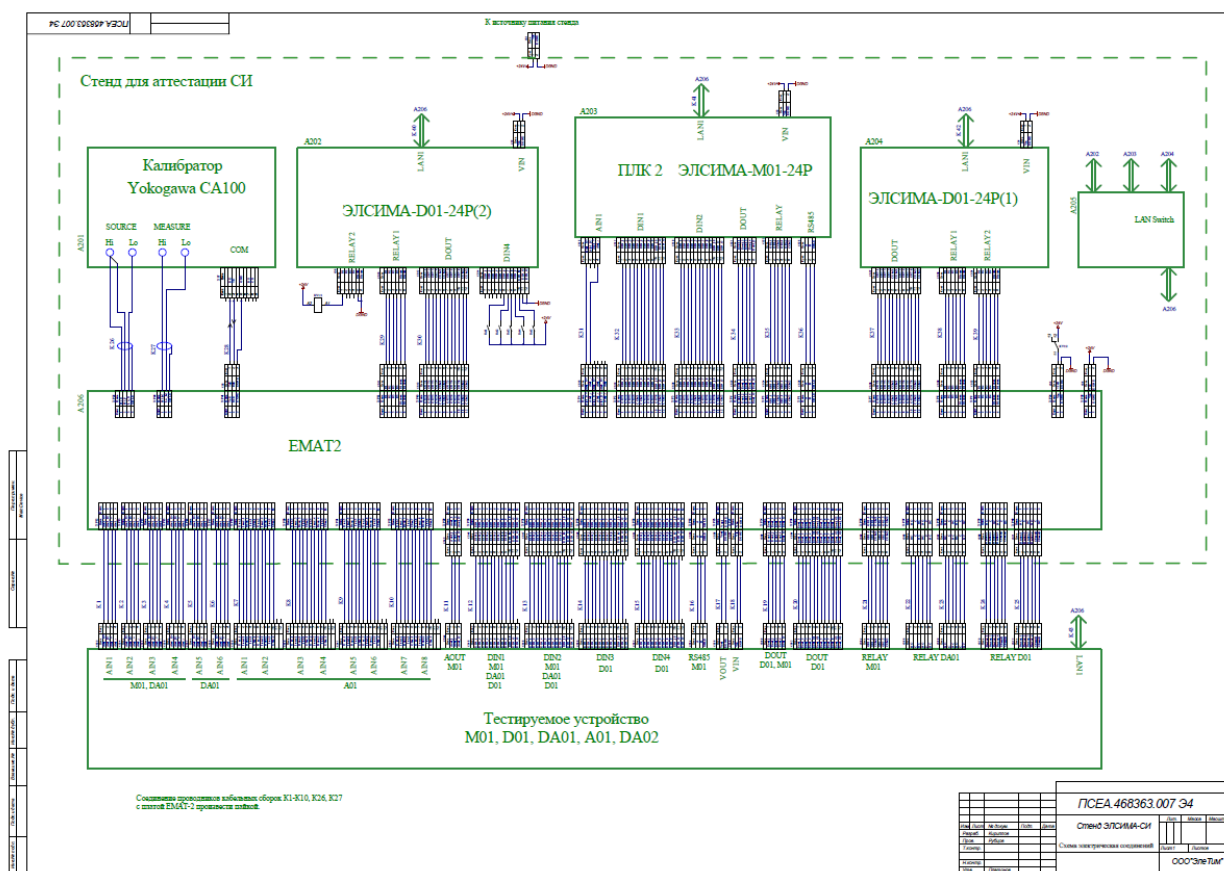


Рисунок 4 – Сборочный чертёж стенда для проверки ПЛК Элсима

Стенд для проверки ПЛК Элсима состоит из:

- калибратор электрических сигналов YokogawaCA–100;
- ПЛК Элсима–M01–24Р ПСЕА.421243.008;
- модуль УВВ Элсима–D01–24Р ПСЕА.426433.013 (2шт);
- плата EMAT–МПСЕА.469535.189;
- модуль ИП24/100;
- коммутатор D–Link DGS–1100–08/B1.

В состав стенда входит калибратор электрических сигналов, который осуществляет все измерительные функции. В таблице 6 приведены технические характеристики на ИО.

Таблица 6 – Технические характеристики «Стенда для проверки ПЛК Элсима»

Функция	Диапазон	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, %
Воспроизведение постоянного напряжения	от 0 до 10 В	0,08
Воспроизведение сигналов постоянного тока	от 0 до 20 мА	0,07
Воспроизведение сопротивления	от 0 до 50 кОм	0,17
Измерение постоянного напряжения	от минус 35 до 35 В	0,17
Измерение сигналов постоянного тока	от минус 100 до 100 мА	0,17

Предел допускаемой основной приведенной погрешности выбран на основе проведенного анализа допускаемых значений погрешности для испытуемого СИ.

В соответствии с требованиями ГОСТ 22261, соотношение пределов допускаемых значений погрешности рабочего эталона и испытуемого средств измерений не более 1/3. Т.е. погрешность испытательного оборудования для проведения калибровки ПЛК Элсима должна быть не менее чем в 3 раза меньше погрешности проверяемых характеристик ПЛК Элсима.

Основываясь на принципе данного документа, была рассчитана погрешность ИО для воспроизведения постоянного напряжения, постоянного тока и сопротивления, а так же для измерения постоянного напряжения и тока.

2.2 Принцип и алгоритм работы

Принцип работы стенда заключается в том, что ПЛК Элсима–М01–24Р, находящийся в составе стенда, запускает проверку испытуемого изделия, задавая режим измерений, включая работу калибратора на нужный диапазон и управляя коммутационной схемой ЕМАТ–М. ПЛК Элсима–М01–24Р работает на основе ПО, написанного конкретно для проверки ПЛК Элсима. Результаты измерений, проверяемых характеристик, попадают в ПЛК Элсима, находящийся в составе стенда, который сравнивает измеренное значение с предельно допустимыми значениями и выводит результаты в виде таблицы на экран персонального компьютера.

Алгоритм работы стенда проверки ПЛК Элсима приведен ниже.

Для сохранения результатов калибровки, необходимо перед проведением калибровки установить Flash–накопитель или SD–карту в ПЛК Элсима–М01–24Р (в составе стенда). На модуле расширения Elsyms–D01 выставить DIP–переключатели в положение «0001». Включить питание стенда. Загрузить и запустить соответствующий проект. Установить SD–карту в тестируемый ПЛК Элсима–М01 и установить контроллер в стенд для проведения калибровки. На ПК запустить браузер и в адресной строке ввести URL (с точностью до сервисного IP ПЛК Элсима (в составе стенда)). Дождаться того, как зажжется зеленый индикатор «Связь». Из выпадающего меню выбрать исполнение калибруемого контроллера. Если исполнение калибруемого контроллера соответствует выбранному, то загорится зеленый индикатор «Выбор исполнения».

После нажатия кнопки «Старт», загорается зеленый индикатор кнопки «Старт». Прогресс выполнения тестов будет отображаться в «прогресс–баре». Если тестирование завершилось штатно, то должен загореться красный индикатор кнопки «Старт»

Необходимо проконтролировать, что таблица результатов была обновлена. Таблица результатов также записывается на Flash-носитель или SD-карту.

Если все проверки прошли успешно, то модуль соответствует нормам, прописанным в методики поверки.

На рисунке 5 представлено изображение положительных результатов калибровки Элсима-M01-24P-GSM на испытательном оборудовании.

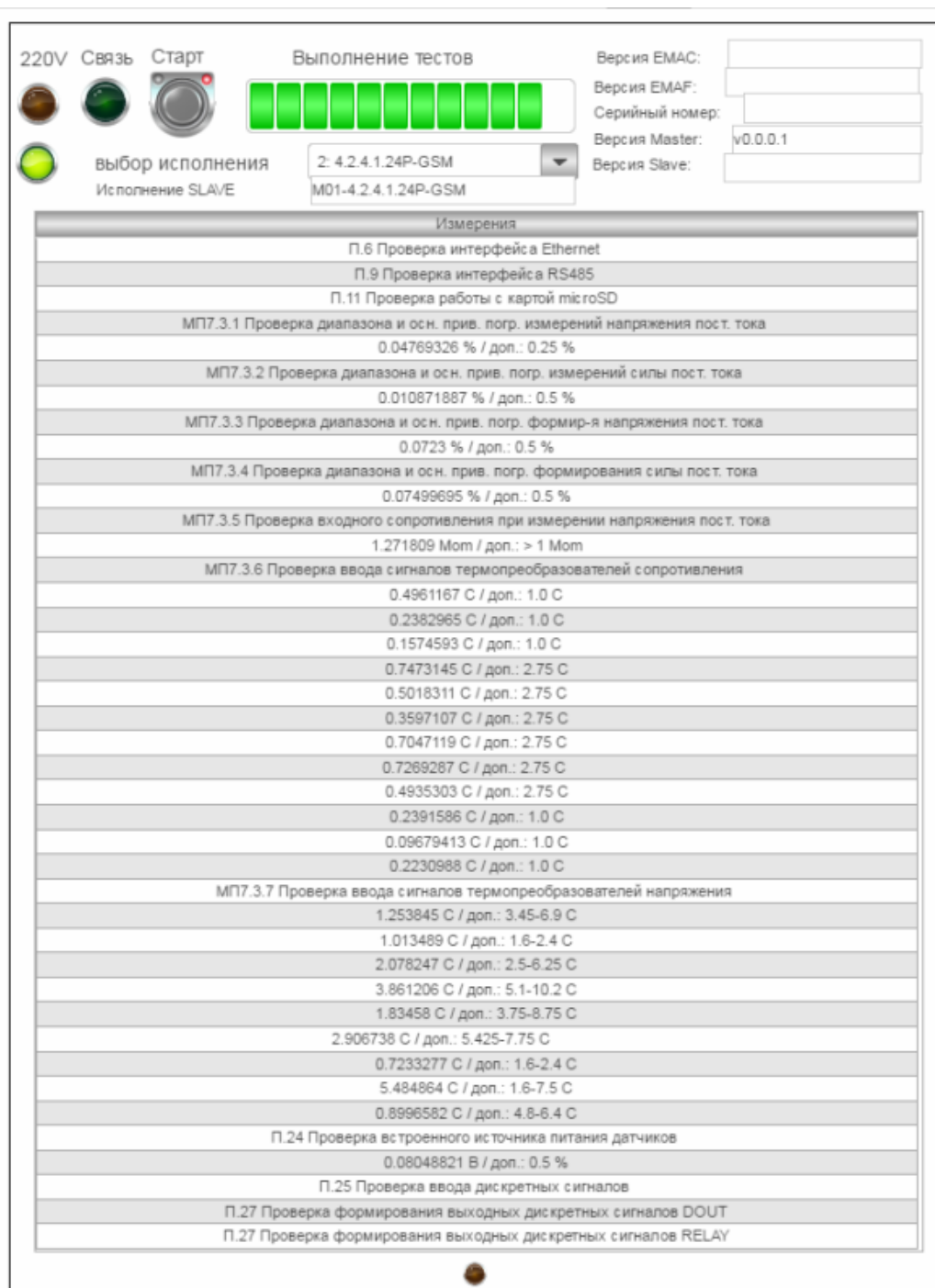


Рисунок 5 – Положительные результаты калибровки

В протоколе отражаются все проверяемые характеристики, действительные и допускаемые значения основной приведенной погрешности.

На рисунке 6 представлены отрицательные результаты калибровки Элсима–M01–24P–GSM на испытательном оборудовании.

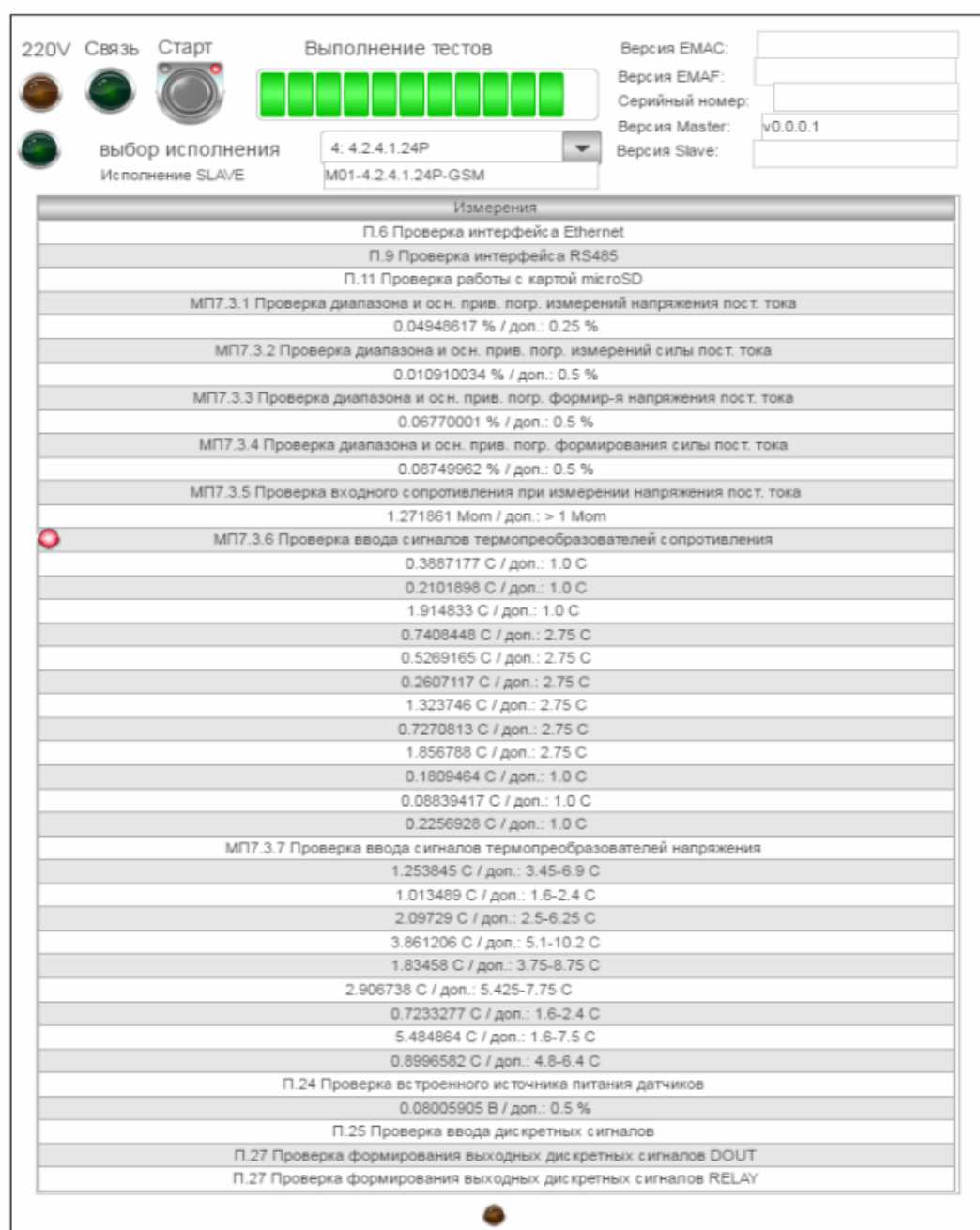


Рисунок 6 – Отрицательные результаты калибровки

По полученному протоколу видно, что проверяемый ПЛК Элсима–M01–24P–GSM не соответствует допускаемым значениям на этапе проверки ввода сигналов термопреобразователей сопротивления.

3 Процедура разработки методики аттестации испытательного оборудования

Следующий этап – аттестация испытательного оборудования. Для этого необходимо разработать программу и методику аттестации (далее – ПА и МА) для ИО «Стенд для проверки ПЛК Элсима».

Программа и методика аттестации для ИО разрабатывается в соответствии с ГОСТ Р 8.568.

ПА и МА имеют не ограниченный срок действия и могут применяться для другого аналогичного ИО.

Разработка и утверждение ПА и МА проводится в следующей последовательности:

- разработка проектов ПА и МА;
- проведение МЭ проектов ПА и МА;
- согласование и утверждение ПА и МА.

Программа аттестации разрабатывается на конкретное ИО, основываясь на его ЭД, проектную документацию ИО и документацию на методики испытаний конкретных видов продукции, используя типовые МА и учитывая положения нормативных документов аттестации ИО.

Программа аттестации ИО должна содержать следующие разделы:

- объект аттестации;
- цели и задачи аттестации;
- общие положения;
- объем аттестации;
- условия и порядок проведения аттестации;
- информация о МА ИО;
- материально–техническое и метрологическое обеспечение аттестации;
- требования к отчетности;

– приложения.

В зависимости от аттестуемого ИО, выбирается подходящее содержание разделов.

Раздел «Объект аттестации» описывает полное наименование и обозначение ИО, комплектность и перечень составных частей, которые могут быть заменены в процессе аттестации.

Раздел «Цели и задачи аттестации» раскрывает цель и задачи аттестации ИО.

Раздел «Общие положения» содержит перечень документов, которые были использованы для аттестации ИО, описывает место и время проведения аттестации ИО, указывает участников аттестации и документы, которые должны быть предоставлены на аттестацию.

Раздел «Объем аттестации» описывает последовательно этапы аттестации ИО, а так же оцениваемые характеристики и указывает требования, предъявляемые к ПО ИО.

Раздел «Условия и порядок проведения аттестации» перечисляет требования к условиям проведения и допускаемые отклонения от них, указывает условия начала, завершения, прекращения аттестации ИО, а так же перечисляются требования к техническому обслуживанию, меры безопасности и безаварийности, требования к участникам аттестации и допуску к аттестации.

Раздел «Информация о методике аттестации» приводит данные об используемой методике аттестации ИО.

Раздел «Материально–техническое и метрологическое обеспечение аттестации» должен содержать перечень материально–технических средств и средств измерений, применяемых при проведении аттестации ИО, и требования к ним.

Раздел «Требования к отчетности» должен содержать требования к оформлению протокола аттестации, перечень документов, дополнительно

заполненных по итогам аттестации, а так же порядок, место и срок хранения документов по аттестации ИО.

Допускается объединять, исключать некоторые разделы, если информация перенесена в другой раздел программы аттестации или добавлять новые разделы, в зависимости от специфики ИО.

Методика аттестации ИО разрабатывается на основе ЭД, проектной документации ИО, документации на методики испытаний конкретных видов продукции, исходя из необходимости получения достоверных результатов подтверждения соответствия ИО требованиям ЭД и (или) методик испытаний конкретных видов продукции.

Методика аттестации ИО должна содержать следующие разделы:

- общие положения;
- оцениваемые характеристики и расчетные соотношения;
- порядок проведения аттестации;
- обработка, анализ и оценка результатов аттестации;
- средства измерений, применяемые при аттестации;
- требования к отчетности.

В зависимости от типа ИО, его проверяемых характеристиках, выбирается актуальное содержание методики аттестации.

Раздел «Общие положения» приводит общие сведения об оцениваемых характеристиках, о функционировании ИО, о технике безопасности и требования к обслуживающему персоналу.

Раздел «Оцениваемые характеристики и расчетные соотношения» описывает оцениваемые характеристики, их расчетные формулы и допустимые показатели.

Расчетные формулы приводятся в конечном виде, с расшифровкой обозначений и коэффициентов.

Раздел «Порядок проведения аттестации» указывает условия, продолжительность, периодичность, цикличность операций аттестации ИО.

Описывает способы регистрации и объём полученной информации, методы контроля ИО, последовательность всех этапов.

Разрешается объединять, исключать некоторые разделы или же добавлять новые разделы, если этого требует конструкция ИО.

Разрешается МА и ПА объединять в один документ, если позволяет специфика ИО.

В случае стенда для проверки ПЛК Элсима была разработана ПА и МА в виде одного документа – методика аттестации для испытательного оборудования «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима».

Содержание данной методики аттестации было выбрано следующее:

- объект аттестации;
- общие положения;
- условия и порядок проведения аттестации;
- оцениваемые характеристики и расчётные соотношения;
- объём аттестации;
- обработка, анализ и оценка результатов аттестации;
- требования к отчетности.

Для начала был разработан проект методики аттестации, в котором был указан объект аттестации, оцениваемые характеристики, расчетные соотношения и отражен порядок проведения аттестации ИО (для первичной, периодической, повторной). В проекте методики аттестации так же были указаны документы, на основании которых будет разрабатываться методика аттестации.

Разработанный проект методики аттестации был проверен и утвержден начальником отдела метрологии. Далее инженером по метрологии была проведена метрологическая экспертиза проекта методики аттестации.

Разработка методики аттестации проводилась в 7 этапов: каждый этап – это новая глава методики аттестации. Для разработки методики аттестации привлекались разработчики компании и сотрудники испытательной

лаборатории.

Разработанная методика аттестации была согласована с начальником отдела и утверждена директором завода. Разработанная методика аттестации на испытательное оборудование «Стенд для проверки ПЛК Элсима» приведена в приложении В.

4 Результаты первичной аттестации испытательного оборудования

4.1 Этапы проведения первичной аттестации

После утверждения методики аттестации для ИО «Стенд для проверки ПЛК Элсима» была проведена первичная аттестация ИО.

Для процедуры первичной аттестации была создана комиссия, в состав которой вошли:

- начальник отдела сертификации и метрологии;
- инженер по метрологии;
- разработчик испытательного оборудования.

Первым этапом первичной аттестации было изучение документации на ПЛК Элсима, на стенд для проверки ПЛК Элсима и изучение методики аттестации.

Отдел метрологии для проведения первичной аттестации подготовил необходимую техническую документацию:

- документация на стенд (техническое задание, методика аттестации на ИО «Стенд для проверки ПЛК Элсима»);
- документация на калибратор СА–100, входящий в состав стенда;
- документация на ПЛК Элсима (технические условия, методика поверки).

Комиссией была изучена предоставленная документация.

На первичную аттестацию был предъявлен стенд для проверки ПЛК Элсима (в полном комплекте), поверенный универсальный вольтметр В7–78/1, поверенный термогигрометр ИВА–6, многофункциональная калибровочная система ТЕ5051 и образец для проведения аттестации – ПЛК Элсима–М01–24Р–GSM.

Внешним осмотром была проверена комплектность, маркировка всех кабелей, наличие или отсутствие механических повреждений, наличие

поверочных бирок на СИ, входящих в состав ИО. Замечания: на кабелях отсутствует маркировка, на DIN-рейках отсутствует маркировка для каких ПЛК используется.

На этапе опробования был подключен заранее поверенный модуль ПЛК Элсима–М01–24Р и запущена проверка по диапазону измерения напряжения постоянного тока и формирования постоянного тока. Протокол был получен в формате таблицы. Замечания: в таблице результатов указаны только рассчитанные погрешности, измеренные значения измеряемых параметров нет в конечном протоколе. На этапе калибровке было выявлено следующее: нельзя остановить калибровку на каком-либо этапе и повторить какой-то режим. Калибровка идет от начала и до конца без прерываний, иначе происходит сбой всех параметров.

Проверка ПО ИО прошла в полном объеме, все данные ПО совпали с данными, указанными в методике аттестации. Замечание: версию ПО испытуемого СИ необходимо выводить сразу после подключения к изделию, а не после проведения калибровки.

Проверка метрологических характеристик была осложнена проблематичным подключением вольтметра к необходимым каналам. Проверка воспроизведения и измерения напряжения, силы постоянного и сопротивления прошла успешна.

По результатам первичной аттестации стенд для проверки ПЛК Элсима признан непригодным к применению и отправлен на доработку. Отрицательные результаты аттестации, а так же рекомендации, сформулированные комиссией, представлены в протоколе первичной аттестации на испытательное оборудование.

4.2 Замечания и рекомендации на испытательное оборудование

Замечания и рекомендации, выставленные после первичной аттестации, представлены ниже:

- не подписаны кабели на стенде. Требуется идентификация каждого кабеля;
- при запуске поверенного ПЛК Элсима на испытательном оборудовании, произошло зависание значения сопротивления и только после перезапуска программного обеспечения удалось получить результаты измерений. Требуется усовершенствование ПО;
- отсутствует возможность отследить ход калибровки. Необходим вывод промежуточных результатов после прохождения каждой проверки. Требуется усовершенствование ПО;
- заполнение индикатора «прогресс тестов» не соответствует реальному соотношению прошедшего времени ко времени всей калибровки. Требуется усовершенствование ПО;
- необходимо выводить версию ПО изделия сразу после установления связи с ПК. Требуется усовершенствование ПО;
- необходимо наличие кнопок «Пауза» и «Стоп». При этом реализовать возобновление проверки без потери данных, даже если во время паузы было отключено питание от стенда. Требуется усовершенствование ПО.

Результаты первичной аттестации и рекомендации были переданы в отдел разработки и подписаны начальником отдела. Время на устранение полученных замечаний и рекомендаций – 3 месяца.

После устранения замечаний, испытательное оборудование будет так же подвергаться первичной аттестации в соответствии с методикой аттестации на испытательное оборудование.

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данной ВКР разрабатывается методика аттестации для испытательного оборудования «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима». Разработанная методика аттестации применима к испытательному оборудованию компании ЭлеСи (не серийного производства).

Потенциальным потребителем полученной разработки являются метрологи компании ЭлеСи. Так как методика аттестации написана на конкретное испытательное оборудование компании ЭлеСи, сегментирование рынка мы провести не можем. Анализ конкурентов аналогично сегментированию рынка проводить бессмысленно, т.к. конкурентов нет.

5.1 Предпроектный анализ

5.1.1 Диаграмма Исикава

На предприятии ЭлеСи калибровка программируемого логического контроллера Элсима до сегодняшнего момента проходила вручную. Калибровка проводилась при помощи вспомогательного оборудования (коммутатора сигналов), время калибровки 1 модуля – 6 часов. Для автоматизации процесса калибровки с сокращением времени на калибровку и увеличения выпуска продукции, был разработан стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима. Но для того, чтобы метрологи компании могли калибровать выпускаемые изделия на данном стенде, для него необходимо провести первичную аттестацию и в дальнейшем периодическую. Для этого и разрабатывается методика аттестации. Далее на рисунке 7 приведена причинно–следственная диаграмма Исикава.

Оборудование: вспомогательный коммутатор сигналов, не является средством измерения и испытательным оборудованием; не проходит техническое обслуживание. Минус такого оборудования – точность результатов калибровки.

Методы: калибровка модуля проходит вручную – каждый канал, каждый диапазон подключается инженером по метрологии, после калибровки каждого модуля сбрасывается питание коммутатора. Минус метода – большая погрешность результата измерения за счет погрешности оператора и маленькое количество выпускаемых изделий за счёт времени калибровки.

Средства измерения: программируемый логический контроллер Элсима имеет высокий спрос, что требует дальнейших усовершенствований в процедуре калибровки.

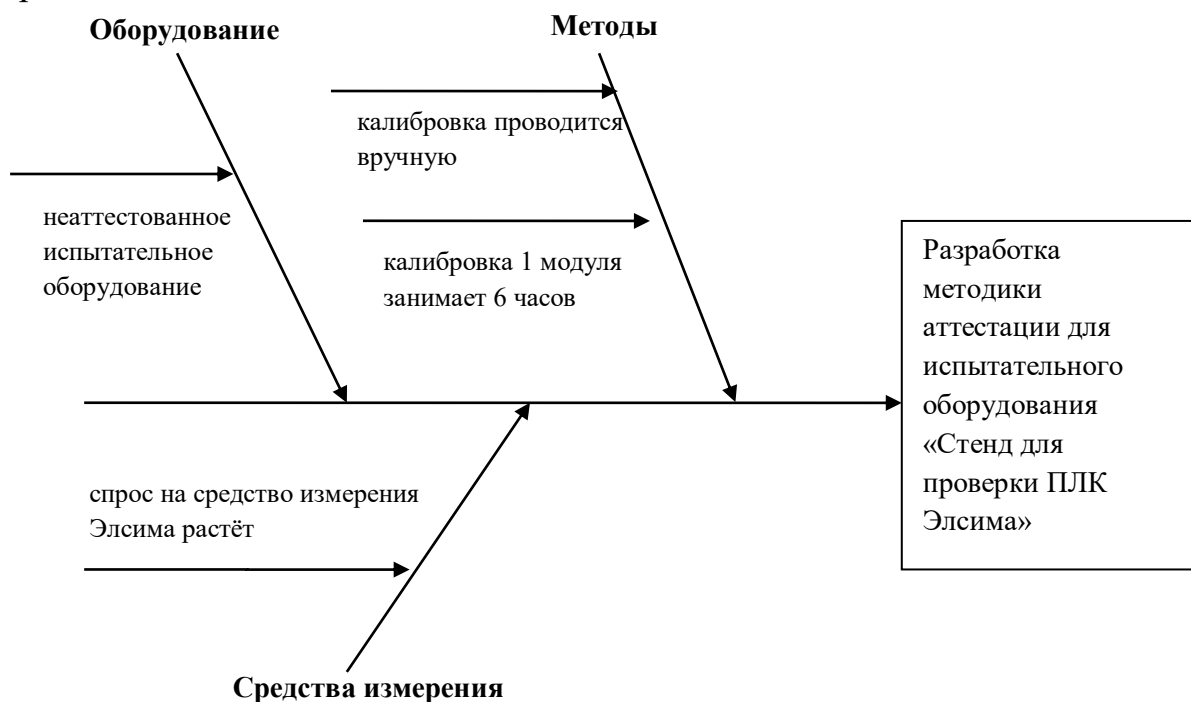


Рисунок 7 – Диаграмма Исикава

5.1.2 SWOT–анализ

В таблице 7 представлены результаты SWOT–анализа для разработки методики аттестации.

Таблица 7 – SWOT–анализ

	Сильные стороны:	Слабые стороны:
Возможности/угрозы	<p>С1. Автоматизация процесса калибровки</p> <p>С2. Экономия времени</p> <p>С3. Точность результатов измерений</p>	<p>Сл1. Отсутствует информация на ИО</p> <p>Сл2. Отсутствует возможность провести первичную аттестацию с региональным центром стандартизации и метрологии</p>
<p>В1. Увеличение спроса на Элсима</p> <p>В2. Увеличение количества изделий выпускаемых из производства</p>	<p>1. Оформить аттестат первичной аттестации стенда.</p> <p>2. Проводить периодическую аттестацию стенда в соответствии с графиком аттестации ИО.</p>	<p>1. При увеличении спроса на Элсима запросить у разработчиков стенда полный комплект документации на стенд и провести первичную аттестацию ИО.</p>
<p>У1. Снизится спрос на Элсима</p> <p>У2. Изменится требования к аттестации испытательного оборудования</p>	<p>1. В методике аттестации указать что в методику аттестации возможно вносить изменения, оформляя приказ предприятия.</p> <p>2. В соответствии со спросом на Элсима, проводить доработки на средство измерения для поддержания спроса</p>	<p>1. Провести аттестацию ИО через региональный центр стандартизации и метрологии.</p> <p>2. Усовершенствовать ПЛК Элсима в соответствии с проведенным анализом спроса потребителей.</p> <p>3. После каждой периодической аттестации стенда формировать рекомендации для разработчиков компании по усовершенствованию стенда.</p>

Разработанная методика аттестации имеет как сильные, так и слабые стороны. Но опираясь на сильные стороны можно добиться хороших результатов: увеличить количество выпускаемых изделий с производства и увеличить спрос на Элсима. Так же если учитывать сильные стороны и возможности, то можно установить несколько направлений для дальнейшего развития: провести аттестацию стенда через региональный центр стандартизации и метрологии, усовершенствовать ПЛК Элсима в соответствии с проведенным анализом спроса потребителей и после каждой периодической аттестации стенда формировать рекомендации для разработчиков компании по усовершенствованию стенда.

Слабые стороны разработки нужно и можно ликвидировать, используя сильные стороны и возможности.

5.2 Планирование научно–исследовательских работ

5.2.1 Организационная структура проекта

В ходе выполнения научных исследований была создана рабочая группа: научный руководитель (НР) инженер (И).

В таблице 8 представлен перечень и описание основных этапов работ, а так же указаны ответственные за выполнение.

Таблица 8 – Перечень работ, этапов и распределение исполнителей

Основные этапы	Номер работы	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	НР
Выбор направления исследования	2	Подбор и изучение материала по теме	И
	3	Выбор направления исследования	НР, И

Продолжение таблицы 8

Основные этапы	Номер работы	Содержание работ	Исполнитель
	4	Календарное планирование работ по теме	И
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Изучение теоретического материала по выбранному направлению	И
	6	Разработка методики аттестации	И
	7	Проведение первичной аттестации	И
	8	Оформление результатов первичной аттестации	И
Обобщение и оценка результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	НР, И

5.3 Определение трудоемкости выполнения работ

Определение трудоемкости выполнения работ для каждого исполнителя является важным моментом, т.к. трудовые затраты чаще всего являются основной частью стоимости проведенного исследования.

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости $t_{ожі}$ рассчитывали по формуле (1):

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемое значение трудоемкости выполнения i -ой работы, чел. –дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость заданной i -ой работы, чел. –дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость заданной i -ой работы, чел. –дн.

Исходя из полученных значений $t_{ожі}$, рассчитывается продолжительность каждого вида работы в рабочих днях T_p по формуле (2):

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (2)$$

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

$Ч_i$ – численность исполнителей, одновременно выполняющих одну и ту же работу на определенном этапе, чел. Данные расчетов приведены в таблице 8.

5.4 Составление графика научного исследования

В качестве графика проведения научного исследования использовалась диаграмма Ганта, т.к. она является наиболее наглядным и удобным способом построения ленточного графика.

Для удобства разработки графика необходимо перевести длительность каждого этапа работ из рабочих дней в календарные. Продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях T_{Ki} рассчитывается по формуле (3):

$$T_{Ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3)$$

где $k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности в свою очередь рассчитывается по формуле (4):

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}, \quad (4)$$

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

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

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

В соответствии с производственным календарем на 2021 год календарных дней – 365, выходных и праздничных дней при шестидневной рабочей неделе – 118. Таким образом, получили значение $k_{кал} = 1,48$.

Все рассчитанные значения были занесены в таблицу 9.

Таблица 9 – Временные показатели проведения НТИ

Номер работ	Исполнители	Трудоемкость работ			Длительность работ в рабочих днях T_{pi} , раб. дн.	Длительность работ в календарных днях T_{Ki} , кал. дн.
		t_{mini} , чел.-дн.	t_{maxi} , чел.-дн.	$t_{ожж}$, чел.-дн.		
1	НР	1	2	1,4	1,4	3
2	И	7	10	8,2	8,2	13
3	НР, И	4	7	5,2	2,6	4
4	И	4	6	4,8	4,8	8
5	И	25	30	27	27	40
6	И	20	25	22	22	31
7	И	6	9	7,8	7,8	12
8	И	5	7	5,8	5,8	9
9	НР,И	2	3	2,4	1,2	1
Итого				84,6	80,8	121

На основании таблицы 9 был построен календарный план–график, представленный на рисунке 8.



Рисунок 8 – Календарный план–график

5.5 Определение бюджета научно–технического исследования

Для определения бюджета НТИ в рамках выполнения дипломного проекта с учетом выбранного направления исследования и исполнителей работы были рассчитаны следующие виды затрат:

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

5.5.1 Расчет материальных затрат научно–технического исследования

Сумма материальных затрат на выполнение научно–технического исследования представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы З _м , руб.
Заправка картриджа	шт.	1	300	300
Пачка бумаги формата А4	шт.	1	250	250
Итого				550

Значения цен были взяты на основании чеков после приобретения соответствующего вида продукции.

5.5.2 Расчет заработной платы

Расчет зарплаты участников исследования проводится на основе отраслевой системы оплаты труда в университете. Оклад научного руководителя выбирается исходя из соответствующей должности, а оклад студента–дипломника из должности инженер–ассистент.

Оклад научного руководителя к.т.н. доцента – составил 35111,5 руб., зарплата инженера составила 22695 руб.

Заработная плата участников выполнения НИИ складывается из основной заработной платы и дополнительной и рассчитывается по формуле (5):

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп} , \quad (5)$$

где $З_{осн}$ – величина основной заработной платы;

$З_{доп}$ – величины дополнительной заработной платы, принятая за 15 % от основной заработной платы.

В свою очередь основная заработная плата одного исполнителя от предприятия рассчитывается по формуле (6):

$$З_{зп} = З_{дн} \cdot T_p , \quad (6)$$

где $З_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

T_p – продолжительность работ, которые выполняются исполнителем, раб. дн.

Среднедневная заработная плата $З_{дн}$ определяется по формуле (7):

$$З_{дн} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} , \quad (7)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад, руб.;

M – количество месяцев работы исполнителя без отпуска за период года: при шестидневной рабочей неделе и отпуске в 56 рабочих дней составляет 10,4 месяца; при пятидневной рабочей неделе и отпуске 24 дня – 11,2.

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно–технического персонала, раб. дн.

Для расчета действительного годового фонда рабочего времени была заполнена таблица 11.

Таблица 11 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	НР	И
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней (выходные и праздничные дни):	66	118
Потери рабочего времени:		
– отпуск;	56	24
– невыходы по болезни	–	–
– командировка	–	–
Действительный годовой фонд рабочего времени	243	223

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{окл} \cdot k_p, \quad (8)$$

где $Z_{окл}$ – оклад, руб.;

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

Таблица 12 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Разряд	k_T	$Z_{окл}$, руб.	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
НР			35111,5	1,3	45644,95	1953,53	5,2	10158,36
И			22695		29503,5	1481,79	79,4	117654,13
Итого $Z_{осн}$								127812,49

5.5.3 Дополнительная заработная плата исполнителей

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций (при исполнении государственных и общественных обязанностей, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д.). Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле (9):

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}}, \quad (9)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным от 0,12 до 0,15).

Дополнительная заработная плата представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Расчёт дополнительной заработной платы

Исполнитель	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{осн}}$	$Z_{\text{доп}}$
Научный руководитель	0,12	10158,36	1219,00
Инженер		117654,13	14118,50
Итого			15337,5

5.5.4 Расчет затрат на социальный налог

Затраты по этой статье составляют отчисления по единому социальному налогу (ЕСН).

Отчисления от заработной платы определяются по формуле (10):

$$C_{\text{соцф}} = K_{\text{соцф}} \cdot C_{\text{осн}} \quad (10)$$

где $K_{\text{соцф}}$ – коэффициент, учитывающий размер отчислений из заработной платы, он включает в себя отчисления в пенсионный фонд, на социальное страхование, на медицинское страхование и составляет 30 % от затрат на заработную плату.

$$C_{\text{соцф}} = 0,30 \cdot 127812,49 = 38343,75 \text{ руб}$$

5.5.5 Расчет затрат на электроэнергию

Данный вид расходов определяется затратами на электроэнергию, потраченную на работу используемого оборудования при выполнении проекта. Эти затраты рассчитываются по формуле (11):

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об}} \cdot t_{\text{об}} \cdot Ц_{\text{э}}, \quad (11)$$

где $P_{\text{об}}$ – мощность, потребляемая оборудованием, кВт;

$Ц_{\text{э}}$ – тариф на 1 кВт·час;

$t_{\text{об}}$ – время работы оборудования, час.

Для НИ ТПУ значение $Ц_{\text{э}} = 6,59$ руб./ кВт·час с учетом НДС. Время работы оборудования определяется на основе итоговых данных таблицы 7.2.2 (Трд) для исполнителя «Студент» из расчета восьмичасового рабочего дня по следующей формуле (12):

$$t_{\text{об}} = P_{\text{рд}} \cdot K_t, \quad (12)$$

где K_t – коэффициент использования оборудования по времени, определяемый самостоятельно исполнителем.

Мощность, потребляемая оборудованием, вычисляется по формуле (13):

$$P_{\text{ном}} = P_{\text{об}} \cdot K_c, \quad (13)$$

где $P_{\text{ном}}$ – номинальная мощность используемого оборудования, кВт;

K_c – коэффициент загрузки, который зависит от средней степени использования номинальной мощности.

Приняли $K_c = 1$, т.к. использовали технологическое оборудование малой мощности. В таблице 14 представлен расчет затрат на электроэнергию для технологических целей.

Таблица 14 – Затраты на технологическую электроэнергию

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{об}$, час	Потребляемая мощность $P_{об}$, кВт	Затраты $C_{эл.об}$, руб.
Персональный компьютер	550,50	0,41	1305,03
Принтер	15,73	0,10	9,09
Итого			1314,13

В виду использования в работе технических средств малой мощности затраты на техническую электроэнергию оказались относительно небольшими.

5.5.6 Расчет накладных расходов

В данной статье отражены расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, их следует принять равными – 16 % от суммы всех предыдущих расходов. Размер накладных расходов рассчитывается по формуле (14):

$$C_{накл} = (C_{зп} + C_{эл.об} + C_{мат}) \cdot 0,16, \quad (14)$$

Применительно к нашей разработке размер накладных расходов составляет $C_{накл} = 20748,26$ руб.

5.5.7 Формирование бюджета затрат научно–технического исследования

Полученная в результате величина затрат на научно–исследовательскую работу является базой для формирования бюджета затрат на проект. Определение бюджета затрат на НИИ представлено в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Номер пункта
Материальные затраты НИИ	550,00	7.5.1
Затраты по заработной плате исполнителей темы	127812,49	7.5.2 – 7.5.3
Затраты на электроэнергию	1314,13	7.5.5
Накладные расходы	20748,26	7.5.6
Бюджет затрат НИИ	150424,88	7.5.7

5.6 Определение оценки научного уровня

На основе оценок новизны результатов, их ценности, масштабам реализации определяется показатель научно–технического уровня по формуле (15):

$$H_m = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \Pi_i, (15)$$

где K_i – весовой коэффициент i -го признака научно–технического эффекта;

Π_i – количественная оценка i -го признака научно–технического уровня работы.

Ниже приведена сводная таблица 16 оценки научно–технического уровня, на основе которой сделан вывод об ожидаемой эффективности выполняемой НИР.

Таблица 16 – Количественная оценка признаков НИР

Признак научно–технического эффекта НИР	Характеристика признака НИР	K_i	Π_i
1. Уровень новизны	Новая	0,6	6
2. Теоретический уровень	Разработка способа (алгоритм, программа мероприятий, устройство, вещество и т.п.)	0,4	6
3. Возможность реализации	В течении первых лет на одном предприятии	0,2	12

Расчет НТУ и его оценка:

$$\text{НТУ} = 0,6 \cdot 6 + 0,4 \cdot 6 + 0,2 \cdot 12 = 8,4$$

Уровень научно–технического эффекта определим по таблице 17:

Таблица 17 – Оценка уровня НТЭ

Уровень НТЭ	Коэффициент НТЭ
Низкий	от 1 до 4
Средний	от 5 до 7
Сравнительно высокий	от 8 до 10
Высокий	от 11 до 14

Из таблицы 17 видно, что разработанная методика аттестации для испытательного оборудования имеет сравнительно высокий уровень научно–технического эффекта.

6 Социальная ответственность

В разделе «Социальная ответственность» рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места и условий в которых будет реализовываться разработка методики аттестации на испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима».

Методика разрабатывается для инженера по метрологии, который будет использовать её при аттестации испытательного оборудования. Данная методика позволит аттестовать испытательное оборудование на соответствие предъявляемым требованиям. Аттестованное испытательное оборудование позволит увеличить выпуск программируемых логических контроллеров Элсима.

Рабочим местом для разработки методики является учебная аудитория, которая находится в ООО «Завод ПСА «ЭлеСи», рабочей зоной является стол с персональным компьютером.

В данном разделе указаны такие вредные факторы, оказывающие негативное влияние на организм человека, как повышенный уровень электромагнитных излучений, повышенный уровень шума на рабочем месте, умственное перенапряжение, монотонность труда, недостаточная освещённость рабочей зоны, статические физические перегрузки. А так же рассмотрены такие опасные факторы как электрический ток, короткое замыкание и статическое электричество. Так же указан характер вредного воздействия данных факторов на организм и последствия их длительного или чрезмерного воздействия.

Негативное воздействие на литосферу происходит при утилизации: компьютера и периферийных устройств (принтеры, веб-камеры, наушники, колонки, телефоны); люминесцентных ламп; макулатуры.

Так же были рассмотрены предполагаемые ЧС: пожары, грозы, ураганы, оползни. В данном разделе рассмотрим наиболее вероятное ЧС –

пожары, и способы их устранения.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно трудовому кодексу РФ следует, что продолжительность рабочей недели не должна превышать 40 ч при пятидневной неделе. Продолжительность работы за компьютером не должна превышать 6 ч за смену и должны делаться перерывы от 10 до 15 мин через промежутки времени от 45 до 60 мин работы. Перерывы сопровождаются проветриванием и гимнастикой для глаз и тела.

Согласно ТООИ Р-45-084 высота рабочей поверхности стола должна регулироваться в пределах от 680 до 800 мм [6]. При отсутствии такой возможности высота рабочей поверхности стола должна быть 725 мм. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, глубиной на уровне колен не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног не менее 650 мм. Рабочий стул должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а так же расстоянию спинки от переднего края сидения.

Рабочее место в учебной аудитории для разработки методики аттестации соответствует заявленным параметрам.

6.2 Производственная безопасность

При разработке методики аттестации испытательного оборудования «Стенд для проверки ПЛК Элсима» могут возникнуть следующие вредные факторы:

- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- повышенный уровень шума на рабочем месте;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;

- нервно–психические перегрузки (умственное перенапряжение, монотонность труда);
- статические физические перегрузки.

При разработке методики аттестации испытательного оборудования «Стенд для проверки ПЛК Элсима», могут возникнуть следующие опасные факторы:

- электрический ток;
- короткое замыкание;
- статическое электричество.

6.2.1 Анализ вредных факторов

6.2.1.1 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение рабочего места является одним из важнейших условий для обеспечения безопасных и благоприятных условий труда, т.к. оно определяет трудовую эффективность и влияет на самочувствие и восприятие человека. Нерациональное освещение может вызвать утомление организма, зрения, а также травматизм на рабочем месте.

В учебной аудитории применяется совмещенное освещение. Основным источником освещения – шесть потолочных светильников с зеркальными решетками, в каждом по четыре люминесцентные лампы типа TL-D с мощностью 60 Вт. Светильники имеют квадратную форму со стороной 0,54 м и создают равномерное освещение всей аудитории.

В соответствии с СП 52.13330.2016 в помещениях, предназначенных для работы с ПЭВМ, освещенность рабочей поверхности от систем общего освещения E_n должна быть не менее 300 лк [7].

Данные для расчета:

- размеры помещения: $A = 3,16$ м; $B = 6,9$ м; $H = 2,9$ м;
- высота рабочей поверхности $h_p = 0,7$ м;

- коэффициент отражения стен $\rho_{\text{ст}} = 30 \%$;
- коэффициент отражения потолка $\rho_{\text{пот}} = 70 \%$;
- коэффициент отражения пола $\rho_{\text{пол}} = 20 \%$;
- коэффициент запаса для помещения с малым выделением пыли

$K_3 = 1,5$;

- световой поток одной лампы $\Phi_l = 1150$ лм.

Определяем площадь помещения по формуле (16):

$$S = A \cdot B, \quad (16)$$

где S – площадь учебной аудитории, м^2 ;

A – длина учебной аудитории, м, $A=3,16$ м;

B – ширина учебной аудитории, м, $B= 6,9$ м.

Получаем, что площадь учебной аудитории $S=21,8 \text{ м}^2$.

Определяем расчётную высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью по формуле (17):

$$h=H- h_p-h_c, \quad (17)$$

где H –высота помещения, $H= 2,9\text{м}$;

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

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

Получаем, что $h=2$ м.

Далее определяем индекс помещения i по формуле (18):

$$i = S/H \cdot (A + B), \quad (18)$$

Получаем индекс помещения $i=0,75$.

По таблице коэффициентов использования светового потока для соответствующих значений i , p_c и p_n примем $\eta=36\%$.

Рассчитаем световой поток, создаваемый каждой из ламп, по формуле (19):

$$\Phi = E \cdot S \cdot z \cdot k/n \cdot \eta, \quad (19)$$

где Φ – световой поток одной лампы, $\Phi=1150$ лк;

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

S – площадь помещения, м^2 , $S= 21,8 \text{ м}^2$;

z – поправочный коэффициент, $z = 1,1$;

k – коэффициент запаса, $k=1,5$;

η – коэффициент использования осветителей, $\eta = 36 \%$;

n – число светильников в помещении.

Из формулы (19) выразим число светильников в помещении и получим формулу (20):

$$n = E \cdot S \cdot z \cdot k / \Phi \cdot \eta \quad (20)$$

Подставив нужные значения в формулу, получаем $n=18$.

18 светильников будет достаточно для обеспечения минимальной требуемой освещенности в соответствии с требованиями СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95 в учебной аудитории.

6.2.1.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Повышенный уровень шума на рабочем негативно сказывается на человеке: снижается внимания, увеличивается расход энергии при одинаковой физической нагрузке, происходит замедление скорости реакций и т.д. Как результат, производительность труда падает и снижается качество выполняемой работы.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96в учебной аудитории, предназначенной для работы с ПЭВМ и для теоретических работ, предельно допустимый уровень звука не должен превышать 50 дБ [8].

Основные источники шума в аудитории – компьютер и люминесцентные лампы.

Инженер по охране труда ООО «Завод ПСА «ЭлеСи» провел измерения уровня шума в учебной аудитории. Измерения проводились цифровым шумомером Testo 816. Уровень шума не превысил предельно допустимого значения.

6.2.1.3 Повышенный уровень электромагнитных излучений

В качестве источника электромагнитного излучения в данной работе рассматривается персональный компьютер.

Степень и характер воздействия электромагнитного поля на организм человека зависят: от интенсивности излучения; частоты колебаний; поверхности тела облучаемого; индивидуальных особенностей организма; режима облучения (непрерывный или прерывистый) продолжительности воздействия; комбинированного действия других факторов производственной среды.

Ввиду того, что используется жидкокристаллический монитор, то контроль мягкого рентгеновского излучения не осуществляется. Допустимые значения излучения показаны в таблице 4 с учётом ГОСТ 12.1.006 [9].

Временно допустимые уровни (ВДУ) электромагнитного поля при работе с компьютером приведены в таблице 18.

Таблица 18 – Временно допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

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

Для обеспечения нормальной деятельности пользователя с учетом норм предельно допустимой напряженности ЭМП экран монитора должен находиться на расстоянии от 0,6 до 0,7 м, но не ближе, чем 0,5 м от глаз.

Также должна быть учтена схема размещения рабочих мест с компьютерами: расстояние между рабочими местами – 2 м, между боковыми поверхностями мониторов – не менее 1,2 м. Компьютер, на котором проводилось выполнение исследования, оснащен LCD монитором, напряженность ЭМП которого менее 2,5 В/м, что соответствует норме.

6.2.1.4 Нервно–психические перегрузки

Нервно–психические перегрузки это в первую очередь монотонность работ и умственное перенапряжение.

Разработка методики аттестации испытательного оборудования это долгая монотонная работа за компьютером. Такая работа приводит к общей усталости, снижению концентрации внимания и снижает работоспособность.

Для того чтобы данный вид вредного фактора не повлиял на работу, необходимо делать перерывы, зарядку для глаз, смену деятельности.

Умственное перенапряжение связано с большим объемом информации, которая необходима для разработки методики аттестации. Умственное перенапряжение приводит к головным болям, общей усталости.

Для того чтобы данный вид вредного фактора не повлиял на работу, необходимо распределить время между работой с информацией и выполнением других работ [10].

6.2.1.5 Статические физические перегрузки

Статические физические перегрузки вызываются длительным пребыванием человека в вынужденной рабочей позе или длительным статическим напряжением отдельных групп мышц при выполнении работ.

При разработке методики аттестации возникают статические физические перегрузки, оказывающие влияние на следующие группы мышц:

- сидя за компьютером – шейный и плечевой пояс;

- сидя с наклоненным туловищем – пояснично–крестцовый отдел;
- с упором на локоть (давление на локтевой сустав);
- кистевой хват (давление на ладонную поверхность кисти).

Физические перегрузки способствуют возникновению производственно обусловленной заболеваемости, которая выражается в виде заболеваний различных систем организма – сердечно–сосудистой (миокардиодистрофия) и дыхательной (эмфизема легких), желудочно–кишечного тракта и других.

Главными мероприятиями по снижению физических перегрузок являются ликвидация ручных операций, уменьшение темпа работы, борьба с другими производственными факторами, а также лечебно–профилактические мероприятия (предварительные перед поступлением на работу и периодические медицинские осмотры).

6.2.2 Анализ опасных факторов

6.2.2.1 Электрический ток

В соответствии с ГОСТ 12.1.030–81 [11] и ГОСТ 12.1.038–82 [12] учебная аудитория является помещением без повышенной опасности, т.е. отсутствуют какие–либо условия, создающие опасность: оно сухое, хорошо отапливаемое, полы токонепроводящие, температура и влажность соответствуют нормам. В аудитории отсутствуют электроустановки, за исключением компьютера.

Деятельность непосредственно связана с ПЭВМ, токоведущие части изолированы, т.е. случайное прикосновение к токоведущим частям исключено.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут

оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, рекомендуется применять защитное заземление.

Заземление корпуса ПЭВМ обеспечено подведением заземляющей жилы к питающим розеткам. Сопротивление заземления 4 Ом, согласно «ПУЭ 7. Правила устройства электроустановок. Издание 7» для электроустановок с напряжением до 1000 В.

Основное мероприятие по электробезопасности – инструктаж и обучение безопасным методам труда, а также проверка знаний правил безопасности и инструкций в соответствии с занимаемой должностью применительно в выполняемой работе.

5.2.2.2 Короткое замыкание

Короткое замыкание – электрическое соединение разных фаз или потенциалов электроустановки между собой или с землей, не предусмотренное в нормальном режиме работы, при котором в проводниках, в месте контакта, резко возрастает сила тока, превышая максимально допустимые величины, что представляет большую опасность для электрического оборудования и может вызвать перебои в электроснабжении потребителей. Короткое замыкание может привести к пожару [13].

Основной и важной причиной возникновения коротких замыканий является нарушения изоляции электрооборудования. Нарушения изоляции могут вызываться: перенапряжениями, прямыми ударами молнии, старением изоляции, механическими повреждениями изоляции и неудовлетворительным уходом за оборудованием.

Мероприятия для предотвращения возникновения короткого замыкания – это своевременное техническое обслуживание, правильная эксплуатация, в соответствии с документацией на оборудование и ограниченное время работы.

5.2.2.3 Статическое электричество

Основными причинами, влекущими за собой возникновение статического электричества, являются:

- отдаление или контакт двух материалов;
- быстрые температурные перепады;
- УФ–излучение, радиация, сильные электрические поля;
- операции, производимые путем нарезания (раскроечные станки или бумагорезальные машины);
- наведение, то есть возникновение электрического поля, вызванного статическим зарядом [11].

Главная опасность заключается в неконтролируемом ударе током.

Мероприятия для устранения возможности возникновения статического электричества:

- следить за температурными показателями в помещении;
- постоянно проветривать помещение;
- проводить влажную уборку;
- снизить электростатическое напряжение, уменьшив скорость работы, используя специальные материалы и заземление.

6.3 Экологическая безопасность

Деятельность по разработке методики аттестации связана с работой ПЭВМ. Согласно ГОСТ 17.4.3.04 [14] неправильная утилизация компьютерной техники может негативно повлиять на окружающую среду (литосферу) – при распаде на тяжелые металлы и ядовитые соединения.

В учебной аудитории ООО «Завод ПСА «ЭлеСи» все отходы, которые образуются в ходе работы, утилизируются специализированным персоналом. Компьютерная техника, при обнаружении неисправности, а также

люминесцентные лампы, списываются и утилизируются специализированными организациями.

Утилизация ПК осуществляется следующим образом:

- заполняется технический акт на списание с указанием причины списание и обоснования невозможности дальнейшей эксплуатации.
- передача данного акта с подписью ответственных лиц в бухгалтерию, для списания с баланса предприятия;
- демонтаж устройств с последующей сортировкой деталей и передача их в соответствующие организации.

К отходам, производимым в помещении можно отнести бумажные отходы, то есть макулатуру. Бумажные отходы в компании накапливаются в специальном контейнере, который располагается в общей доступности, и передаются в пункты приема макулатуры для дальнейшей переработки. Дополнительным методом снижения отходов является увеличение доли электронного документооборота.

6.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайными ситуациями в подобных помещениях могут быть пожары, грозы, ураганы, оползни.

Рассмотрим наиболее возможную ЧС при разработке методики аттестации – пожар. Основы пожарной безопасности определены по ГОСТ 12.1.004 [15] и ГОСТ 12.1.010 [16].

Причинами пожара могут быть:

- токи короткого замыкания;
- электрические перегрузки;
- выделение тепла, искрение в местах плохих контактов при соединении проводов;
- курение в неположенных местах.

Для предотвращения возникновения пожара в учебной аудитории осуществляется ряд действий:

- помещение содержится в чистоте. По окончании работы проводится влажная уборка всех помещений;
- работа должна проводиться только при исправном электрооборудовании;
- на видном месте вывешен план эвакуации из помещения с указанием оборудования, которое нужно эвакуировать в первую очередь;
- уходящий из помещения последним, проверяет, выключены ли нагревательные приборы, электроприборы и т. д. и отключение силовой и осветительной электрической сети;
- в аудитории имеются средства тушения пожара (огнетушители).

На рисунке 11 представлен план эвакуации людей при пожаре и других ЧС для 2 корпуса (1 этаж) АО «ЭлеСи». Учебная аудитория, в которой выполнялась выпускная квалифицированная работа, находится в верхнем правом углу плана эвакуации.

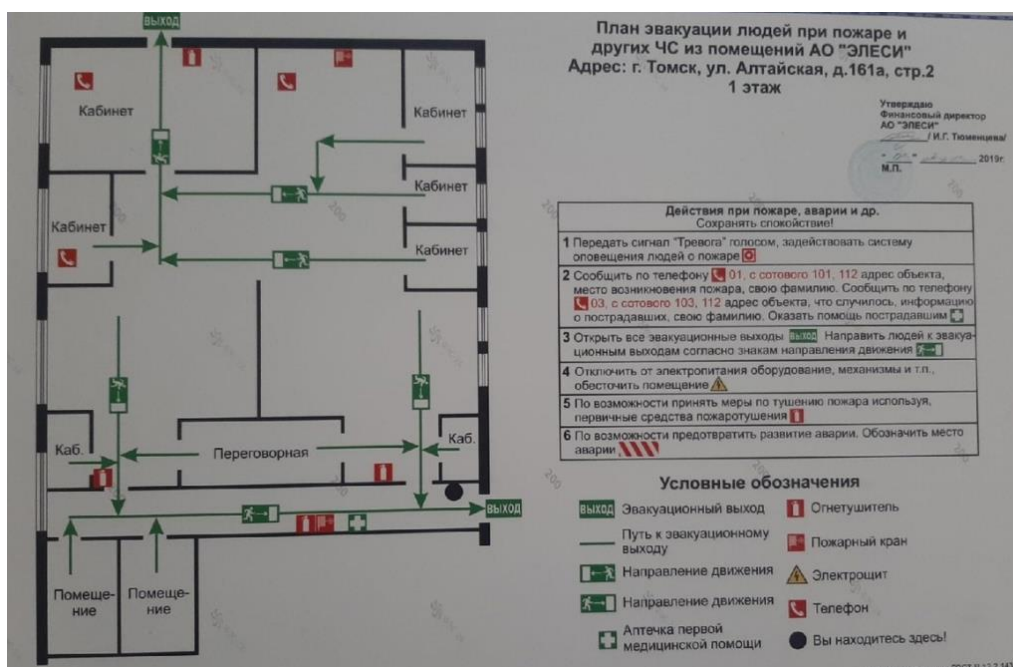


Рисунок 9 – План эвакуации людей при пожаре и других ЧС

6.5 Выводы по разделу «Социальная ответственность»

Работы по разработке методики аттестации для испытательного оборудования проводились в учебной аудитории ООО «Завод ПСА «ЭлеСи». В процессе написания раздела «Социальная ответственность» данная аудитория была проанализирована с разных сторон: выявлены вредные и опасные факторы, предложены мероприятия для их устранения, оценена возможность негативного воздействия на окружающую среду, рассмотрены возможные ЧС и меры их предотвращения.

Явных и грубых нарушений в учебной аудитории ООО «Завод ПСА «ЭлеСи» не выявлено. Помещение соответствует всем требованиям безопасности.

Заключение

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы была разработана методика аттестации на испытательное оборудование «Стенд для проверки ПЛК Элсима».

Для выполнения данной работы был изучен ПЛК Элсима, стенд для проверки ПЛК Элсима и их эксплуатационные документы.

Разработанная методика аттестации написана на конкретное испытательное оборудование, не серийного производства. В методике аттестации описан объект аттестации, условия проведения аттестации. Указаны оцениваемые характеристики и их расчетные соотношения. Установлены и описаны этапы проведения аттестации. А так же сформулированы требования к отчетности – приведена форма протокола аттестации.

Испытательное оборудование «Стенд для проверки ПЛК Элсима» необходим для проведения автоматизированной калибровки ПЛК Элсима инженером по метрологии при выпуске из производства. Основная цель разработки данного испытательного оборудования – сокращение времени калибровки и автоматизация процесса. Цель достигнута, время калибровки ПЛК Элсима через ИО составила 1,5 часа (до изготовления ИО 6 часов).

После разработки методики аттестации была проведена первичная аттестация испытательного оборудования, в ходе которой стенд для проверки ПЛК Элсима не был допущен к использованию и был отправлен на доработку. Все выявленные замечания в ходе аттестации были оформлены протоколом.

Основные замечания, полученные при первичной аттестации стенда:

- не подписаны кабели на стенде. Требуется идентификация каждого кабеля;
- при запуске поверенного ПЛК Элсима на испытательном оборудовании, произошло зависание значения сопротивления и только после

перезапуска программного обеспечения удалось получить результаты измерений. Требуется усовершенствование ПО;

- отсутствует возможность отследить ход калибровки. Необходим вывод промежуточных результатов после прохождения каждой проверки
Требуется усовершенствование ПО;

- заполнение индикатора «прогресс тестов» не соответствует реальному соотношению прошедшего времени ко времени всей калибровки
Требуется усовершенствование ПО;

- необходимо выводить версию ПО изделия сразу после установления связи с ПК требуется усовершенствование ПО;

- необходимо наличие кнопок «Пауза» и «Стоп». При этом реализовать возобновление проверки без потери данных, даже если во время паузы было отключено питание от стенда. Требуется усовершенствование ПО.

После устранения замечаний стенд для проверки ПЛК Элсима будет повторно предъявлен на первичную аттестацию в отдел сертификации и метрологии. И только после прохождения первичной аттестации будет допущен в эксплуатацию.

Список использованных источников

1 РМГ–29–2013 ГСИ. Метрология. Основные понятия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

2 Технические условия на контроллер программируемый ЭЛСИ–ТМК ТУ 4210–001–79207856–2015. – Т:2015 – 110 с.

3 Технические условия на преобразователи серии ЕТ ТУ 4200–056–28829549–2007.– Т:2007 – 158 с.

4 Технические условия на программируемый логический контроллер Элсима. – Т:2007 – 96 с.

5 ГОСТ Р 8.568–2017 ГСОЕИ Аттестация испытательного оборудования. Основные положения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

6 ТОИ Р–45–084–01 Типовая инструкция по охране труда при работе на персональном компьютере. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

7 СП 52.13330.2016 Свод правил. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

8 СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Санитарные нормы. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

9 ГОСТ 12.1.006–84 Система стандартов безопасности труда. Электромагнитные поля радиочастот. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

10 СанПиН 1.2.3685–21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

11 ГОСТ 12.1.030–81 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

12 ГОСТ 12.1.038–82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

13 ГОСТ 26522–85 Короткие замыкания в электроустановках. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

14 ГОСТ 17.4.3.04–85 Охрана природы. Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

15 ГОСТ 12.1.004–91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

16 ГОСТ 12.1.010 Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

17 Продукция для промышленной автоматизации. Каталог продукции. Том I. Средства автоматизации – Т:2019 – 193 с.

18 Продукция для промышленной автоматизации. Каталог продукции. Том II. – Т:2010 – 29 с.

19 ГОСТ 8.009–84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений. – М.: Изд–во стандартов, 2018. – 27 с.

18 ГОСТ 22261–94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

19 ГОСТ 8.401–80 ГСОЕИ. Классы точности средств измерений. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

20 ГОСТ Р 8.654–2015 ГСОЕИ. Требования к программному обеспечению средств измерений. Основные положения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: справочная система «Техэксперт: 6 поколение», свободный – Загл. с экрана.

21 ТЕ–5051 Многофункциональный калибратор [Электронный ресурс].–Режим доступа: <https://www.electronpribor.ru/catalog/301/te5051.htm#specification> , свободный – Загл. с экрана.

22 В7–78/1 Вольтметр универсальный [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.electronpribor.ru/catalog/76/v7-78_1.htm#specification , свободный – Загл. с экрана.

Приложение А

(справочное)

Технические характеристики программируемого логического контроллера Элсима

Таблица А.1 – Технические характеристики ПЛК Элсима

Наименование параметра	Значение параметра контроллера	
	Элсима–М01–ZZZU	Элсима–М01–ZZZU–GSM
Тип процессора	Cortex ARM8	
Частота процессора	300 МГц	
Максимальный размер RAM	128 Мбайт	
Максимальный размер ROM	128 Мбайт	
Максимальный объем памяти для хранения задачи пользователя	32 Мбайт	
Максимальный объем энергонезависимой памяти (ЭНП), доступной к задаче пользователя	27 Кбайт	
Скорость выполнения инструкций: – Логическая инструкция – Арифметическая операция с целыми числами – Арифметическая операция с числами формата Real	0,01 мкс 0,02 мкс 0,03 мкс	
Наличие часов реального времени со съемной батареей	есть	
Время автономной работы часов реального времени	5 лет	
Наличие четырехпозиционного DIP–переключателя для задания режимов работы (состояние доступно из задачи пользователя)	есть	
Средняя наработка до отказа, не менее	100000 ч	
Средний срок службы, не менее	15 лет	
Средний срок сохраняемости, не менее	15 лет	
Габаритные размеры контроллера, не более	170×116×57 мм	170×116×57 мм (без учета GSM–антенны)
Масса, не более	0,4 кг	
Аппаратный WatchDog–таймер		
Первый период сброса WatchDog–таймера	70 с	
Второй и последующий периоды сброса WatchDog–таймера	от 0,9 до 2,5 с	
Возможность аппаратного отключения WatchDog–таймера	есть	
Интерфейсы контроллера		

Продолжение таблицы А.1

Наименование параметра	Значение параметра контроллера	
	Элсима–М01–ZZZU	Элсима–М01–ZZZU–GSM
Количество разъемов для подключения Ethernet 10/100 Мби	2 шт.	
Напряжение гальванического разделения от цепей модулей, не менее	1000 В переменного тока частотой от 49 до 51 Гц	
Наличие встроенного GSM–модема	нет	есть
Количество разъемов подключения по интерфейсу RS–485, цепи А, В, подключение экрана – Максимальная скорость обмена – Гальваническая развязка, не менее	1 шт. 115200 бит/с 750 В переменного тока частотой от 49 до 51 Гц	
Работа с модулями удаленного ввода–вывода (УВВ)		
Количество одновременно подключенных модулей УВВ, не более	4 шт.	
Скорость обновления данных с модулей УВВ	от 20 мс	
Возможность работы в общих сетях Ethernet	есть	
Дополнительное оборудование		
Разъем USB для подключения внешних устройств в режиме host	1 шт.	
Разъем USB для подключения внешних устройств в режиме device	1 шт.	
Тип SD–карты	microSD	
Объем microSD–карты	от 2 до 32 Гбайт	
Дискретные входы		
Количество гальванически развязанных групп	2 группы	
Количество дискретных входов	20 шт.	
Минимальная детектируемая длительность импульса	10 мс	
Минимальный период следования импульсов	20 мс	
Напряжение гальванического разделения между дискретными входами и внутренней шиной контроллера (эффективное значение), не менее	1500 В переменного тока частотой от 49 до 51 Гц	
Дискретные выходы		
Количество дискретных выходов типа «Открытый коллектор» (одна группа)	4 шт.	
Общая гальваническая изоляция от внутренней шины контроллера (эффективное значение) выходов типа «Открытый коллектор», не менее	1500 В переменного тока частотой от 49 до 51 Гц	
Максимальное коммутируемое напряжение для выходов типа «Открытый коллектор»	30 В	
Остаточное напряжение в состоянии «Включено» для выходов типа «Открытый коллектор», не более	1 В	
Максимальный коммутируемый ток для выходов типа «Открытый коллектор»	0,3 А	

Продолжение таблицы А.1

Наименование параметра	Значение параметра контроллера	
	Элсима–М01–ZZZU	Элсима–М01–ZZZU–GSM
Количество гальванически разделенных групп дискретных выходов типа «Реле» («сухой» контакт реле)	2 группы	
Количество дискретных выходов типа «Реле» в одной группе	2 шт.	
Максимальное коммутируемое напряжение для выходов типа «Реле»	250 В переменного тока 30 В постоянного тока	
Максимальный коммутируемый ток для выходов типа «Реле»	0,24 А при напряжении не более 250 В 2,00 А при напряжении не более 30 В	
Максимальная коммутируемая мощность для выходов типа «Открытый коллектор» и «Реле»	60 Вт	
Гальваническая развязка от внутренней шины контроллера (эффективное значение) групп выходов типа «Реле», не менее	2000 В переменного тока частотой от 49 до 51 Гц	
Аналоговые входы		
Количество универсальных аналоговых входов	4 шт.	
Гальваническая развязка от внутренней шины контроллера (эффективное значение) каждого аналогового входа, не менее	750 В	
Возможность подключать датчики с сигналами следующих типов: – Ток – Напряжение – Термопары типа: <ul style="list-style-type: none"> • ТХА (К) • ТХК (L) • ТХКн (E) • ТПП10 (S) • ТНН (N) • ТПР (B) • ТЖК (J) • ТВР (A–1) • ТПП13 (R) – Термосопротивления в режиме трехпроводного подключения типа: <ul style="list-style-type: none"> • ТСМ (50М, 100М, 500М) • ТСП (50П, 100П, 500П, 1000П, Pt50, Pt100) • ТСН (100Н, 500Н, 1000Н) 	от 0 до 20 мА от 0 до 10 В от минус 250 до 900 °С от 0 до 800 °С от минус 250 до 1000 °С от 0 до 1700 °С от минус 250 до 1000 °С от 250 до 1800 °С от минус 200 до 600 °С от 0 до 2500 °С от 0 до 1600 °С от минус 50 до 150 °С от минус 50 до 500 °С от минус 50 до 150 °С	

Продолжение таблица А.1

Наименование параметра	Значение параметра контроллера	
	Элсима–М01–ZZZU	Элсима–М01–ZZZU–GSM
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений термосопротивления, в рабочих условиях, не более	±0,5 %	
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений постоянного тока, в рабочих условиях, не более	±0,2 %	
Пределы допускаемой приведенной погрешности измерений напряжения постоянного тока, в рабочих условиях, не более	±0,25 %	
Минимальное время измерения одного канала для входных сигналов постоянного тока или напряжения постоянного тока, температуры в режиме измерения сигнала термопары	25 мс	
Минимальное время измерения одного канала в режиме измерения температуры термопреобразователем сопротивления в трехпроводном режиме	200 мс	
Выходное напряжение встроенного источника питания для подключения датчиков с контролем целостности цепи для исполнения по напряжению питания 24 В постоянного тока	соответствует значению входного напряжения	
Максимальный ток нагрузки встроенного источника питания	0,3 А	
Аналоговые выходы		
Количество аналоговых выходов	2 шт.	
Количество групп аналоговых выходов	1 группа	
Гальваническая развязка группы от внутренней шины контроллера (эффективное значение), не менее	750 В переменного тока частотой от 49 до 51 Гц	
Каждый аналоговый выход может быть программно сконфигурирован для работы в следующих режимах: – Ток – Напряжение	от 0 до 20 мА от 0 до 10 В	
Пределы допускаемой приведенной погрешности формирования выходного сигнала, не более	±0,5 %	
Максимальное нагрузочное сопротивление аналогового выхода (R) при выходном токовом сигнале	400 Ом	

Продолжение таблицы А.1

Наименование параметра	Значение параметра контроллера	
	Элсима–М01–ZZZU	Элсима–М01–ZZZU–GSM
Минимальное нагрузочное сопротивление аналогового выхода (R) при выходном сигнале "Напряжение 0–10 В"	2000 Ом	
Цепи питания		
Напряжение питания контроллера (в зависимости от исполнения): – для исполнения 24 В – для исполнения 48 В – для исполнения 220 В	от 20 до 28 В постоянного тока от 36 до 72 В постоянного тока от 90 до 264 В переменного тока частотой от 49 до 51 Гц	
Потребляемая мощность (без учета потребления датчиков, подключенных к встроенному источнику питания), не более	7 Вт	

Приложение Б

(справочное)

Procedure for developing a methodology for the qualification of test equipment.

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8ГМ91	Прокушева Марина Викторовна		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Заревич Антон Иванович	к.т.н.		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ОИЯ ШБИП	Маркова Наталия Александровна			

Procedure for developing a methodology for the qualification of test equipment.

The next stage is the certification of the test equipment. To do this, it is necessary to develop a program and a certification procedure for the test equipment "Bench for testing the Elsimma programmable logic controller".

The methodology and certification program for test equipment is developed in accordance with GOST R 8.568.

The development and approval of the certification methodology is carried out in the following sequence:

- development of projects of the program and methods of certification;
- carrying out a metrological examination of projects of the program and certification methods;
- coordination and approval of the certification program and methodology.

The certification program for test equipment is developed for specific test equipment on the basis of operational documentation, design documentation of test equipment and documentation for test methods for specific types of products using (if any) standard certification procedures and taking into account the provisions of regulatory documents concerning the organization and conduct of certification of test equipment

The test equipment qualification program should contain the following sections:

- object of attestation;
- goals and objectives of certification;
- general provisions;
- scope of certification;
- conditions and procedure for the certification;
- information on the procedure for the qualification of test equipment;
- material, technical and metrological support of certification;
- reporting requirements;

- applications.

The content of the sections of the certification program is determined depending on the type of certified test equipment.

In the section "Object of Attestation" indicate:

- full name and designation of test equipment;
- completeness of the test equipment;
- a list of components.

In the section "Goals and objectives of certification" indicate the specific goals and objectives that must be achieved and solved in the process of certification of test equipment.

In the section "General Provisions" indicate:

- a list of documents on the basis of which the certification of testing equipment is carried out;
- the place and duration of the qualification of the test equipment;
- legal entities and (or) individual entrepreneurs, whose representatives must participate in the certification of testing equipment;
- a list of documents submitted for certification.

In the section "Scope of Attestation" indicate:

- a list of stages of certification of test equipment, as well as quantitative and qualitative characteristics to be assessed;
- sequence of qualification of test equipment;
- requirements for validation of software of test equipment (if necessary).

In the section "Conditions and procedure for certification" indicate:

- requirements for the conditions for the certification of test equipment, as well as the permissible values of deviations of the conditions for certification of test equipment from the specified ones;

- conditions for the beginning and completion of individual stages of certification of test equipment; – conditions for interruption (termination) of certification of test equipment;
- requirements for the maintenance of test equipment during the certification process and the frequency of its implementation;
- measures to ensure the safety and trouble-free performance of the certification of test equipment;
- the requirements for the personnel conducting the certification, and the procedure for its approval for qualification of test equipment (if necessary).

Measures to ensure safety and trouble-free certification of test equipment, neutralization of harmful effects are recommended to be formalized in the form of a subsection "Labor safety requirements", which indicates the basic labor safety requirements in accordance with the requirements of technical documentation, labor safety system standards and other documents on safety precautions.

The section "Information on the qualification procedure" provides information on the method used for qualifying the test equipment.

In the section "Material and technical and metrological support of certification" lists of material and technical means and measuring instruments used in the certification of test equipment and the requirements for them are indicated.

In the section "Reporting requirements" indicate:

- requirements for the content and execution of the test equipment certification protocol;
- a list of additionally submitted documents (their copies) and information (if necessary);
- the procedure, place and terms of storage of materials for certification of test equipment (when necessary).

Depending on the specifics of the certified test equipment, it is allowed to combine and (or) exclude separate sections, provided that their content is stated in other sections of the test equipment certification program, as well as to include additional sections in it.

The test equipment certification methodology is developed on the basis of operational documentation, design documentation of test equipment, documentation for test methods for specific types of products, based on the need to obtain reliable results of confirmation of compliance of test equipment with the requirements of operational documents and (or) test methods for specific types of products.

When developing a specific test equipment certification methodology, it is allowed to use standard certification procedures, the individual provisions of which are specified and specified taking into account the specifics of specific test equipment, methods, means and conditions of certification.

The procedure for the qualification of test equipment should contain the following sections:

- general provisions;
- assessed characteristics and design ratios;
- the procedure for conducting certification;
- processing, analysis and evaluation of certification results;
- measuring instruments used for certification;
- reporting requirements.

The content of the sections of the qualification procedure is determined by the type of test equipment and the characteristics to be tested.

In the section "General Provisions" indicate:

- general information about the tested characteristics;
- features of the functioning of the test equipment and the technical means involved in the certification;

- safety requirements and qualification requirements service personnel.

In the section "Estimated characteristics and design ratios" give:

- a list of the assessed characteristics and the corresponding indicators;
- design ratios and formulas by which the indicators are calculated.

Ratios and formulas should be given in their final form (without conclusions) with an explanation of symbols, designations and coefficients.

If there is a qualitative characteristic, indicate the method of its assessment.

In the section "Procedure for the certification" indicate:

- conditions for the certification of test equipment;
- the duration, frequency, cyclicity of certification operations and the sequence of reproduction of external influences generated by the test equipment;
- the volume of registered information and methods of its registration; – the forms and procedure for recording statistical data;
- methods of control of test equipment (external examination, measurements, etc.);
- sequence of operations during certification and inspections, indicating control points, methods and number of measurements, used measuring instruments and a description of the operations performed.

If the use of simulation is envisaged in the qualification of test equipment, the method of simulation and the procedure for applying the simulation results shall be specified.

Depending on the characteristics of the test equipment, it is allowed, if necessary, to combine and (or) exclude individual subsections, as well as to include additional subsections in the certification procedure [5].

Depending on the specifics of the testing equipment, the number and scope of checks, the programs and methods of certification can be drawn up as a single document or as separate documents. In the case of the bench for testing the Elsimma programmable logic controller, a program and a certification procedure were developed in the form of one document – the Certification procedure for test equipment "A bench for testing the Elsimma programmable logic controller."

The content of this certification methodology was chosen as follows:

- objectofattestation;
- generalprovisions;
- conditions and procedure for attestation;
- assessed characteristics and design ratios;
- scopeofcertification;

- processing, analysis and evaluation of certification results;
- reporting requirements

To begin with, a draft certification methodology was developed, which indicated the object of certification, the assessed characteristics, calculated ratios and reflected the procedure for certification of test equipment (for primary, periodic, repeated). In the draft certification methodology, documents were also indicated, on the basis of which the certification methodology will be developed.

The developed draft of the certification methodology was checked and approved by the head of the metrology department. Further, a metrological engineer carried out a metrological examination of the draft certification methodology. After the approval of the draft certification methodology and the conducted metrological examination, the certification procedure for the test equipment "Stand for testing the Elsimma programmable logic controller" was developed, which is presented in Appendix B.

The development of the certification methodology was carried out in 7 stages: each stage is a new chapter of the certification methodology. To develop the certification methodology, the company's developers and employees of the testing laboratory were involved. The developed certification methodology was agreed with the head of the department and approved by the director of the plant.

Приложение В

(обязательное)

УТВЕРЖДАЮ

Директор ООО Завод ПСА «ЭлеСи»

" ____ " _____ 2021 г.

Стенд для проверки программируемого логического контроллера Элсима

Методика аттестации

Оглавление

1 Объект аттестации	90
2 Общие положения	91
3 Условия и порядок проведения аттестации	91
4 Оцениваемые характеристики и расчетные соотношения	92
5 Объем аттестации	95
5.1 Внешний осмотр	95
5.2 Опробование	96
5.3 Проверка программного обеспечения	96
5.4 Определение метрологических характеристик	99
5.4.1 Проверка воспроизведения напряжения и силы постоянного тока	99
5.4.2 Проверка измерений напряжения и силы постоянного тока	101
5.4.3 Проверка воспроизведения сигнала термопреобразователей сопротивления	102
6 Обработка, анализ и оценка результатов аттестации	103
7 Требования к отчетности	104
Приложение 1 (обязательное) Форма протокола аттестации испытательного оборудования	105

1 Объект аттестации

1.1 Объектом аттестации является испытательное оборудование «Стенд для проверки программируемого логического контроллера ПЛК Элсима».

1.2 Комплектность испытательного оборудования должна соответствовать его технической документации.

2 Общие положения

2.1 Настоящая методика разработана в соответствии с требованиями нормативных документов:

– ГОСТ Р 8.568–2017 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Аттестация испытательного оборудования. Основные положения;

– ГОСТ 22261–94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия;

– ГОСТ 8.009–84 ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений;

– ТУ 4210–090–28829549–2016 Контроллер программируемый логический и модули удаленного ввода–вывода серии Элсима. Технические условия;

– СТО 08.01 Стандарт организации. Метрологическое обеспечение. Порядок эксплуатации средств измерений.

2.2 Целью аттестации является подтверждение характеристик ИО и возможности воспроизведения условий испытаний контроллеров программируемых логических серии Элсима в заданных пределах с допускаемыми отклонениями и установление пригодности использования ИО в соответствии с его назначением.

2.3 При вводе в эксплуатацию проводится первичная аттестация стенда. В случае ремонта, модернизации или других причин, которые могут повлиять на его характеристики, проводится повторная аттестация. В процессе эксплуатации стенд подвергается периодической аттестации. Межаттестационный интервал - 1 год.

3 Условия и порядок проведения аттестации

3.1 Аттестацию ИО проводит инженер по метрологии. При необходимости к аттестации привлекаются представители организации–разработчика ИО.

3.2 Перед проведением аттестации инженер по метрологии должен изучить документы, предоставленные на ИО и на СИ, входящие в состав ИО и подготовить СИ и ИО к работе согласно эксплуатационным документам.

3.3 Аттестация устройства проводится в следующих климатических условиях:

- температура окружающей среды – от 15 до 25 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха – от 30 до 80 %;
- атмосферное давление – от 84,0 до 106 кПа (от 630 до 795 мм рт. ст.)

3.4 Средства измерения, применяемые при аттестации должны быть поверены. Перечень СИ используемых при аттестации ИО приведен в таблице В.1.

Таблица В.1 – Средства измерения, используемые при аттестации

Наименование средства аттестации	Тип	Требуемые технические характеристики
Вольтметр универсальный	В7–78/1	Постоянное U: от 0,1 мВ до 1000 В; $\Delta = \pm(0,0035\%U_{изм} + 0,0005\%D)$; Постоянный I: от 10 нА до 3 А; $\Delta = \pm(0,05\%I_{изм} + 0,005\%D)$; R: от 100 мкОм до 100 МОм;

		$\Delta = \pm(0,01\% R_{изм} + 0,001\% D)$; Т: от минус 250 °С до 1820 °С, термопары типа В, С, Е, J, К, N, R, S, Т
Термогигрометр	ИВА–6А	Относительная влажность: от 0 до 90 %, $\Delta = \pm 2$ %; Температура: от минус 20 до 60 °С, $\Delta = \pm 0,3$ °С; Атмосферное давление: от 70 до 110 кПа, $\Delta = \pm 2,5$ кПа.
Многофункциональная калибровочная система	TE5051	Постоянное U: от 100 нВ до 1050 В; 2 В: $\Delta = \pm(15 \text{ ppm} \cdot U_3 + 20 \text{ мкВ})$; 20 В: $\Delta = \pm(15 \text{ ppm} \cdot U_3 + 150 \text{ мкВ})$; Постоянный I: от 1 нА до 20 А; 2 мА: $\Delta = \pm(100 \text{ ppm} \cdot U_3 + 40 \text{ нА})$; 20 мА: $\Delta = \pm(80 \text{ ppm} \cdot U_3 + 200 \text{ нА})$;
<p>Примечание – Допускается применение других средств аттестации с характеристиками не хуже указанных в таблице Б.1. В таблице приняты следующие обозначения и сокращения: Δ – абсолютная погрешность измерений, ед. измерений; $U_{изм}$ – измеренное значение напряжение постоянного тока; D – верхнее значение предела измерений; $I_{изм}$ – измеренное значение постоянного тока; $R_{изм}$ – измеренное значение сопротивления.</p>		

3.5 При аттестации необходимо выполнять требования безопасности, предусмотренные документом «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей», а так же требования безопасности, предъявляемые эксплуатационной документацией на ПЛК Элсима, модули УВВ, применяемые средства измерения и стенд для проверки ПЛК Элсима.

4 Оцениваемые характеристики и расчетные соотношения

4.1 К оцениваемым характеристикам «Стенда для проверки ПЛК Элсима» можно отнести характеристики, представленные в таблице В.2

Таблица В.2 – Оцениваемые характеристики и расчетные соотношения

Характеристика	Формула расчета	Используемые показатели	Допускаемые значения основной приведенной погрешности, %
Основная приведенная погрешность измерений напряжения постоянного тока	$\delta_U = 100 \frac{(U_{изм} - U_3)}{D_U}$	<p>$U_{изм}$ – измеренное значение напряжения входного сигнала, В.</p> <p>U_3 – заданное значение напряжения, входного сигнала, В.</p> <p>D_U – значение диапазона измерений напряжения постоянного тока, В</p>	0,17
Основная приведенная погрешность измерений постоянного тока	$\delta_I = 100 \frac{(I_{изм} - I_3)}{D_I}$	<p>$I_{изм}$ – измеренное значение тока входящего сигнала, мА;</p> <p>I_3 – заданное значение тока входного сигнала, соответствующее проверяемой точке, мА;</p> <p>D_I – величина диапазона измерений постоянного тока, мА.</p>	0,17

Продолжение таблицы В.2

Характеристика	Формула расчета	Используемые показатели	Допускаемые значения основной приведенной погрешности, %
Продолжение таблицы В.2 Основная приведенная погрешность формирования напряжения постоянного тока	$\delta_U = 100 \frac{(U_{изм} - U_3)}{D_U}$	<p>$U_{изм}$ – измеренное значение напряжения входного сигнала, В.</p> <p>U_3 – заданное значение напряжения, входного сигнала, В.</p> <p>D_U – значение диапазона измерений напряжения постоянного тока, В.</p>	0,08
Основная приведенная погрешность формирования постоянного тока	$\delta_I = 100 \frac{(I_{изм} - I_3)}{D_I}$	<p>$I_{изм}$ – измеренное значение тока входящего сигнала, мА;</p> <p>I_3 – заданное значение тока входного сигнала, соответствующее проверяемой точке, мА;</p> <p>D_I – величина диапазона измерений постоянного тока, мА.</p>	0,07

Продолжение таблицы В.2

Характеристика	Формула расчета	Используемые показатели	Допускаемые значения основной приведенной погрешности, %
Основная приведенная погрешность формирования сопротивления	$\delta_R = 100 \frac{(R_{\text{изм}} - R_3)}{D_R}$	$R_{\text{изм}}$ – измеренное значение сопротивления, Ом; R_3 – заданное значение сопротивления сигнала, Ом; D_R – величина диапазона измерений сопротивления, Ом.	0,17

5 Объем аттестации

При проведении аттестации должны проводиться следующие операции:

- внешний осмотр;
- опробование;
- проверка программного обеспечения;
- определение метрологических характеристик;
- обработка результатов измерений;
- оформление результатов аттестации.

5.1 Внешний осмотр

Внешним осмотром проверяют:

- комплектность;
- маркировку ИО, всех кабелей;
- отсутствие механических повреждений (вмятин, нарушений целостности корпуса);
- наличие поверочных бирок на средствах измерений.

Результаты проверки считаются положительными, если выполняются все вышеперечисленные требования.

5.2 Опробование

Опробование ИО необходимо провести в следующей последовательности:

- к ИО подключить поверенный ПЛК Элсима–М01–24Р (24Р–GSM);
- запустить калибровку ПЛК Элсима–М01–24Р (24Р–GSM) по нескольким выбранным диапазонам (любые 2–3 диапазона).

Результаты опробования считаются положительными, если ПЛК прошёл калибровку по выбранным диапазонам и результаты калибровки получены в виде протокола.

5.3 Проверка программного обеспечения

Проверки идентификационных данных и уровня защиты программного обеспечения проводится для ПЛК и модулей УВВ с функциями измерения или формирования непрерывных сигналов.

Подключить ИО к сети, зайти в программу CodeSys открыть закладку «Редактор параметров» CPU_ИО (для модулей УВВ – «Редактор параметров» модуля) и развернуть окно «Информация модуля», как показано на рисунках В.1–В.3.

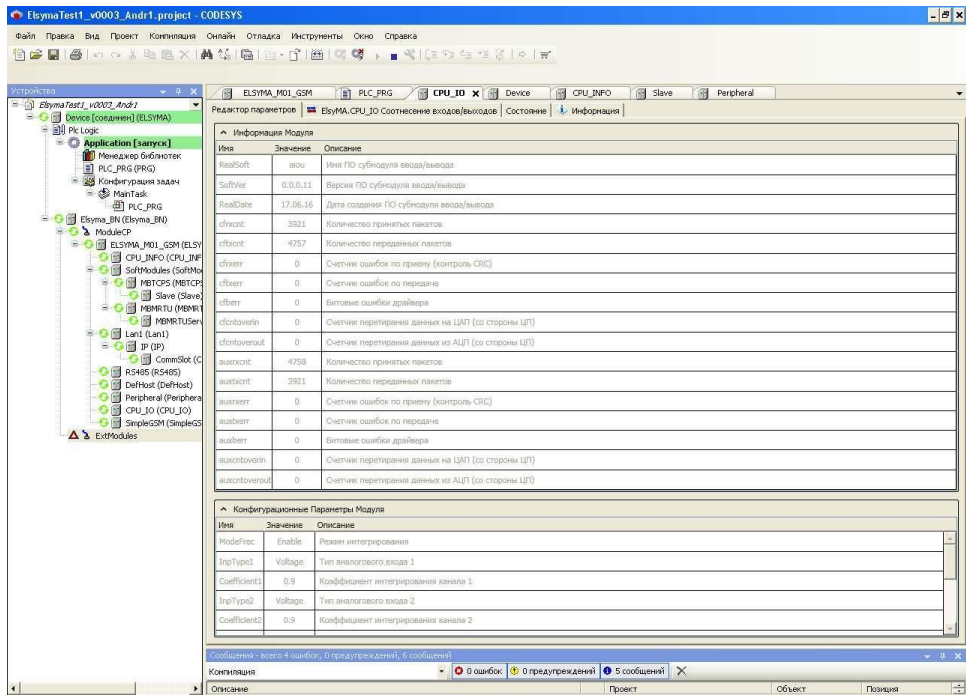


Рисунок В.1 – Окно программы CodeSys с открытым редактором параметров контроллера Элсима–M01

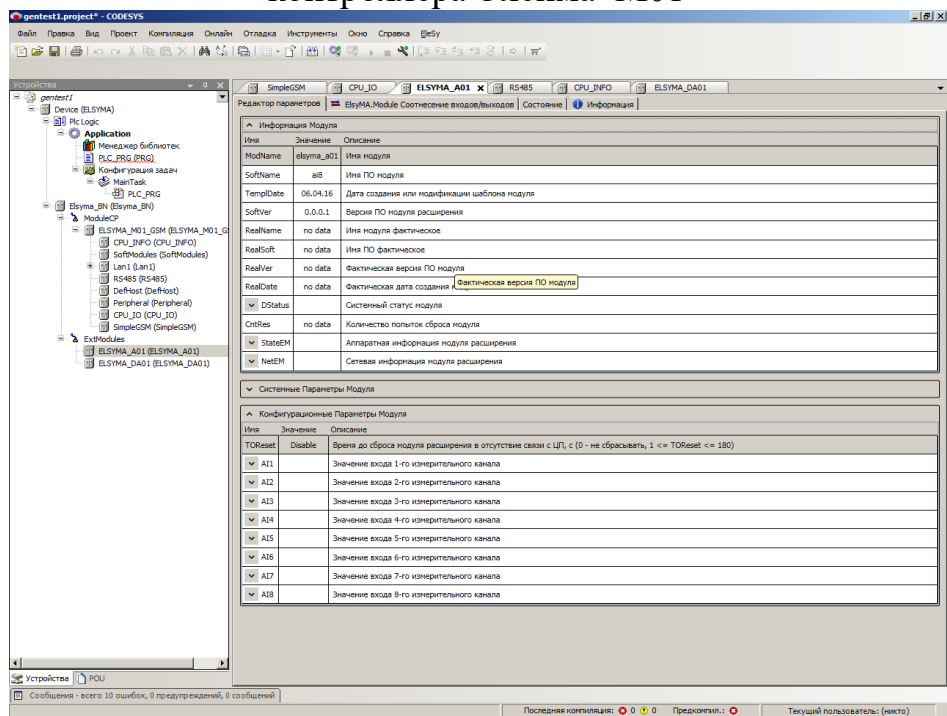


Рисунок В.2 – Окно программы CodeSys с открытым редактором параметров модуля УВВ Элсима–A01

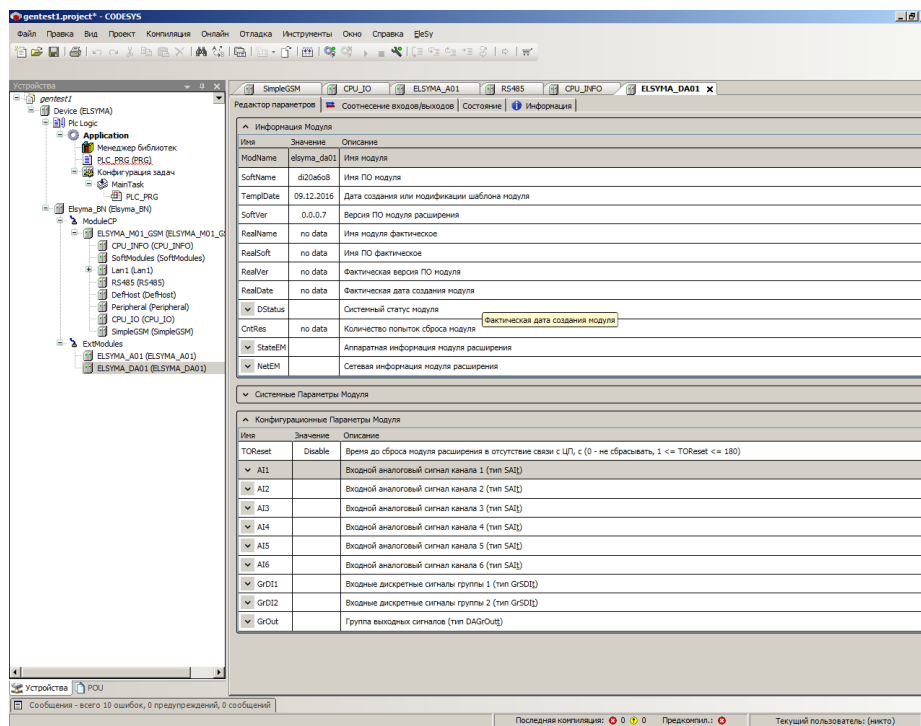


Рисунок В.3 – Окно программы CodeSys с открытым редактором параметров модуля УВВ Элсима–DA01

Считать наименование параметров в столбце «Описание» и убедиться, что имя модуля соответствует фактически установленному типу, а версия ПО модуля SoftVer – соответствует текущей архивной версии.

Убедиться, что из окна «Редактор параметров» отсутствуют возможность влиять на метрологические параметры модуля.

Переключиться на вкладку «Соотнесение входов/выходов».

Убедится, что запись измеренных аналоговых значений сигналов AIn1...AInN (N зависит от типа модуля) производится контроллером, а из окна мониторинга невозможна.

5.4 Определение метрологических характеристик

5.4.1 Проверка воспроизведения напряжения и силы постоянного тока

Для проверки воспроизведения напряжения и силы постоянного тока необходимо подключить к выводам ИО «1», «2», «3», «4» вольтметр универсальный В7–78/1. На вольтметре установить режим измерения постоянного напряжения/режим измерения постоянного тока в соответствии с технической документацией. Запустить в программе калибровки «режим проверки измерения постоянного напряжения» и «режим проверки измерения постоянного тока» последовательно. Произвести пошагово измерения постоянного напряжения в следующих точках: 0,04; 2,5; 5; 7,5; 10 В. Произвести измерения постоянного тока в следующих точках: 0,04; 5; 10; 15; 20 мА. Полученные результаты занести в протокол аттестации.

Подключить вольтметр к к выводам ИО «1», «2», «3», «4» и установить на нем режим измерения напряжения. Запустить в программе калибровки «режим проверки ввода сигналов термопреобразователей напряжения». В соответствии с таблицей В.4 произвести пошагово измерения напряжения для каждого типа термопары. Полученные результаты измерений занести в протокол аттестации.

Таблица В.4 – Контролируемые точки для проверки воспроизведения сигналов термопреобразователей напряжения

Тип термопары	U, мВ	Допустимое отклонение δ (%)
ТХА (К)	-6,404	0,08
	-3,554	
	0,000	
	12,209	
	24,905	

Продолжение таблицы В.4

Тип термопары	U, мВ	Допустимое отклонение δ (%)
	37,326	
ТХК (L)	0,000	0,08
	14,560	
	31,492	
	49,108	
	66,466	
ТХК _H (E)	-9,718	0,08
	-5,237	
	0	
	17,181	
	37,005	
	57,080	
	76,373	
ТПП10 (S)	0,000	0,08
	3,259	
	7,345	
	13,159	
	17,947	
ТНН (N)	-4,313	0,08
	0	
	7,597	
	16,748	
	26,491	
	36,256	
ТПР (B)	0,291	0,08
	1,002	
	3,957	
	8,397	

Продолжение таблицы В.4

	13,591	
ТЖК (J)	-7,890	0,08
	0,000	
	10,779	
	21,848	
	33,102	
ТВР (А-1)	0,000	0,08
	10,028	
	19,876	
	27,844	
	33,640	
ТПП13 (R)	0,000	0,08
	3,408	
	7,950	
	13,228	
	18,849	

5.4.2 Проверка измерений напряжения и силы постоянного тока

Для проверки измерений напряжения и силы постоянного тока необходимо на место тестируемого устройства к выводам ИО «вых.1», «вых.2» подключить многофункциональную калибровочную систему ТЕ5051. Запустить «режим проверки формирования постоянного напряжения» и «режим формирования постоянного тока» последовательно. На ТЕ5051 задаем постоянное напряжение: 0,04; 2,5; 5; 7,5; 10 В, и постоянный ток: 0,04; 5; 10; 15; 20 мА. Измерения проводим на входе калибратора вольтметром. Полученные результаты занести в протокол аттестации. Допускаемое значение основной приведенной погрешности измерения постоянного тока 0,17 %.

5.4.3 Проверка воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления

Подключить вольтметр к выводам ИО «1», «2», «3», «4» и установить на нем режим измерения сопротивления. Запустить в программе калибровке «режим проверки ввода сигналов термопреобразователей сопротивления». В соответствии с таблицей В.5 произвести пошагово измерения сопротивления для каждого режима преобразования. Полученные результаты измерений занести в протокол аттестации.

Таблица В.5 – Контролируемые точки для проверки воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления

Режим преобразования	RT, Ом	Допустимое отклонение δ (%)
ТСМ 50М	40	0,17
	60	
	80	
ТСМ 100М	80	0,17
	120	
	160	
ТСМ 500М	400	0,17
	600	
	800	
ТСП 50П	40	0,17
	50	
	90	
	140	
ТСП 100П	80	0,17
	100	
	180	
	280	
ТСП 500П	400	0,17
	500	
	900	
	1400	

Продолжение таблицы В.5

Режим преобразования	RT, Ом	Допустимое отклонение δ (%)
ТСП 1000П	800	0,17
	1000	
	1800	
	2800	
ТСП Pt50 ($W_{100} = 1,385$) от минус 50 до плюс 500 °С	40	0,17
	50	
	90	
	140	
ТСП Pt100	80	0,17
	100	
	180	
	280	
ТСН 100Н	70	0,17
	130	
	200	
ТСН 500Н	350	0,17
	650	
	1000	
ТСН 1000Н	700	0,17
	1300	
	2000	

6 Обработка, анализ и оценка результатов аттестации

Расчет основной приведенной погрешности измерения необходимо произвести в соответствии с формулами, представленными в таблице В.2. Результаты расчётов занести в протокол аттестации. Форма протокола аттестации представлена в приложении 1. Полученные результаты измерений, сравнить с указанными допускаемыми значениями погрешности в таблице В.2 и сделать заключение о пригодности или непригодности испытательного оборудования.

7 Требования к отчетности

7.1 По результатам аттестации делается заключение о пригодности или непригодности ИО к применению по назначению, на основе проведенных испытаний.

7.2 Протокол аттестации оформляется как при положительных результатах, так и при отрицательных. В протоколе указываются действительные характеристики ИО и дата следующей аттестации.

7.3 Если ИО пригодно к применению, то на ИО прикрепляется бирка установленной формы и в паспорт делается отметка о прохождении ИО аттестации.

7.4 Если ИО непригодно к применению, то в протоколе делается соответствующая запись и указываются рекомендации по устранению полученных замечаний.

Приложение 1

(обязательное)

Форма протокола аттестации испытательного оборудования

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО «Завод ПСА «ЭлеСи»

_____ Ф.И.О

«_____» _____ г.

ПРОТОКОЛ № _____

Первичной (периодической, повторной) аттестации стенда для проверки ПЛК Элсима от _____ г.

1 Цель аттестации:

Подтверждение характеристик ИО и возможности воспроизведения условий испытаний контроллеров программируемых логических серии Элсима в заданных пределах с допускаемыми отклонениями и установление пригодности использования ИО в соответствии с его назначением.

2 Состав комиссии:

- инженер по метрологии _____
- инженер–разработчик _____

3 Объем и методы испытаний:

В соответствии с методикой аттестации _____.

4 Условия проведения испытаний

- температура окружающего воздуха _____ °С
- атмосферное давление _____ мм рт. ст.
- относительная влажность воздуха _____ %

5 Средства аттестации:

Наименование	Тип, зав. номер	Годен до

6 Результаты выполненных операций:

6.1 Внешний осмотр

6.2 Опробование

6.3 Проверка программного обеспечения

6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Проверка воспроизведения напряжения и силы постоянного тока

Заданное значение	Измеренное значение	Основная приведенная погрешность измерения, %	Допускаемое значение основной приведенной погрешности измерения, %
0,04 В			0,08
2,5 В			
5 В			
7,5 В			
10 В			
0,04 А			0,07
5 А			
10 А			
15 А			
20 А			

Проверка воспроизведения сигналов термопреобразователей напряжения

Тип термопары	Заданное значение напряжения, мВ	Измеренное значение напряжения, мВ	Основная приведенная погрешность измерения, %	Допустимое отклонение δ (%)
ТХА (К)	-6,404			0,08
	-3,554			
	0,000			
	12,209			
	24,905			
	37,326			
ТХК (L)	0,000			0,08
	14,560			
	31,492			
	49,108			

Тип термопары	Заданное значение напряжения, мВ	Измеренное значение напряжения, мВ	Основная приведенная погрешность измерения, %	Допустимое отклонение δ (%)
	66,466			
ТХК _н (E)	-9,718			0,08
	-5,237			
	0			
	17,181			
	37,005			
	57,080			
ТПП10 (S)	76,373			0,08
	0,000			
	3,259			
	7,345			
	13,159			
ТНН (N)	17,947			0,08
	-4,313			
	0			
	7,597			
	16,748			
	26,491			
ТПР (B)	36,256			0,08
	0,291			
	1,002			
	3,957			
	8,397			
ТЖК (J)	13,591			0,08
	-7,890			
	0,000			
	10,779			
	21,848			
ТВР (A-1)	33,102			0,08
	0,000			
	10,028			
	19,876			
	27,844			
ТПП13 (R)	33,640			0,08
	0,000			
	3,408			
	7,950			
	13,228			

6.4.2 Проверка измерений напряжения и силы постоянного тока

Заданное значение	Измеренное значение	Основная приведенная погрешность измерения, %	Допускаемое значение основной приведенной погрешности измерения, %
0,04 В			0,17
2,5 В			
5 В			
7,5 В			
10 В			
0,04 А			0,17
5 А			
10 А			
15А			
20 А			

6.4.3 Проверка воспроизведения сигналов термопреобразователей сопротивления

Режим преобразования	Заданное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение сопротивления, Ом	Основная приведенная погрешность измерения, %	Допустимое отклонение δ (%)
ТСМ 50М	40			0,17
	60			
	80			
ТСМ 100М	80			0,17
	120			
	160			
ТСМ 500М	400			0,17
	600			
	800			
ТСП 50П	40			0,17
	50			
	90			
	140			
ТСП 100П	80			0,17
	100			
	180			
	280			

Режим преобразования	Заданное значение сопротивления, Ом	Измеренное значение сопротивления, Ом	Основная приведенная погрешность измерения, %	Допустимое отклонение δ (%)
ТСП 500П	400			0,17
	500			
	900			
	1400			
ТСП 1000П	800			0,17
	1000			
	1800			
	2800			
ТСП Pt50	40			0,17
	50			
	90			
	140			
ТСП Pt100	80			0,17
	100			
	180			
	280			
ТСН 100Н	70			0,17
	130			
	200			
ТСН 500Н	350			0,17
	650			
	1000			
ТСН 1000Н	700			0,17
	1300			
	2000			

7. Заключение:

Инженер по метрологии _____

Инженер–разработчик _____