



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морских информационных систем

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

БАКАЛАВРА

На тему: «Анализ механических и климатических требований к проектированию
радиотехнической аппаратуры гидроакустических комплексов и разработка
блока коммутации гермоприбора»

Исполнитель: Воронина Светлана Валерьевна

Руководитель: кандидат технических наук, доцент

Соколов Виктор Евгеньевич

«К защите допускаю»

и.о. заведующего кафедрой:

кандидат географических наук, доцент

Фокичева Анна Алексеевна

«14» _____ 2017 г.

Санкт-Петербург

2017

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Факультет Информационных систем и геотехнологий

Кафедра «Морские информационные системы»

Допустить к защите

И.О. зав. кафедрой МИС

к.г.н. А.А. Фокичева_____

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

**«Анализ механических и климатических требований к
проектированию герметичной радиоэлектронной аппаратуры
гидроакустических комплексов и разработка блока коммутации
гермоприбора»**

Направление подготовки – 17.03.01 «Корабельное вооружение»

Профиль - «Морские информационные системы и оборудование»

Исполнитель:

Воронина Светлана Валерьевна

Руководитель:

К.т.н. доцент

Соколов Виктор Евгеньевич

Санкт-Петербург

2017

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ И КЛИМАТИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ АППАРАТУРЕ ГАК ПОДВОДНЫХ ЛОДОК.....	7
1.1 Механические и климатические требования.....	11
1.2 Общие требования.....	12
Выводы.....	25
2 АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ ГЕРМЕТИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ПРИБОРОВ ПРОЧНОГО КОРПУСА И КАПСУЛЫ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ.....	27
2.1 Выбор и установка амортизаторов.....	27
2.2 Анализ и применение амортизаторов.....	30
2.3 Способы монтажа амортизаторов.....	31
2.4 Виды эксплуатации и обслуживания амортизирующих креплений.....	33
2.5 Размещение приборов в капсуле ПЛ.....	33
Выводы.....	39
3 ВЫБОР КОНСТРУКЦИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕРМЕТИЧНОГО ПРИБОРА И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ.....	41
3.1 Разработка и конструирование модуля 1 уровня.....	41
3.2 Расчет показателей надежности.....	48
3.3 Разработка сборочных чертежей: модуля 1, крейта, гермошкафа.....	58
Выводы.....	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	73
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	76

ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	76
-------------------	----

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ГАС – гидроакустическая система;

ГАК – гидроакустический комплекс;

ПЛ – подводная лодка;

ЗИП – запасные части, инструменты, принадлежности;

РЭВ – радиоэлектронное вооружение;

АЦП – аналогово-цифровой преобразователь;

ГОСТ – государственный стандарт;

МЭК – международная электротехническая комиссия;

ЭМ – электронный модуль;

ТТЗ - тактико-техническое задание;

ТЗ - техническое задание;

ТУ – технические условия;

ЧТЗ – частичное техническое задание;

ТЗ – техническое задание;

ЭРЭ – электрорадиоэлемент;

ЭРИ – электрорадиоизделие;

ИМС – интегральная микросхема;

ЭБ – элементная база;

ВВЕДЕНИЕ

Как известно, большинство российских/советских подводных лодок строились именно по двухкорпусной схеме: прочный (внутренний) корпус, содержащий все основные системы и устройства; лёгкий (внешний) корпус, охватывающий по всей длине прочный, там находится всё вспомогательное глубоководное оборудование (кабеля, антенны, буксируемые ГАС). Ребра жесткости прочного корпуса также располагаются с наружной стороны, экономя драгоценный объем внутренних помещений. И, если прочный корпус разделён водонепроницаемыми переборками на отсеки, что обеспечивает ему полную герметичность, то лёгкий корпус водонепроницаемости не обеспечивает, именно поэтому в нем используют герметичную капсулу для радиоэлектронной аппаратуры, которая нуждается в специальных условиях эксплуатации.

Важнейшими характеристиками в ходе конструирования морского электротехнического оборудования подводной лодки, является его защита от возможных внешних воздействующих факторов (проникновения воды, пыли, температуры, от ударов, вибраций, посторонних твёрдых предметов, качки). Каждый электротехнический прибор имеет свою степень защищённости, обеспечиваемую оболочкой (код IP). Существует классификация защиты, которая исходит от набора механо-климатических условий, предъявляемых к этому прибору. По ней присваивается степень защиты оболочки, которую различают с помощью записи в коде IP.

В данной работе проводится анализ и разработка герметичных конструкций радиоэлектронной аппаратуры гидроакустических комплексов (ГАК) установленных в капсуле подводных лодок. Данная аппаратура относится к области гидроакустики и может быть использована в качестве гидроакустического вооружения подводных лодок различного назначения, а также при проведении подводных геологических и гидротехнических работ и в исследованиях Мирового океана.

Главная задача ГАК – обнаружить сигналы на фоне собственных шумов, шумов обтекания при движении лодки, морских шумов, мешающих целей, и еще массы факторов, маскирующих полезный сигнал. Поэтому практической частью дипломной работы стал, анализ требований к приборам установленным в герметичной капсуле ПЛ. Гермприбор является важным элементом комплекса, к нему предъявляются специальные требования, так как при создании подобных приборов решаются не только научно-технические, но и эргономические, психологические проблемы – недостаточно принять сигнал из внешней среды, необходимо чтобы операторы комплекса (а это минимальное количество человек) в каждый момент времени имели полное представление об окружающей обстановке, контролируя и безопасность корабля, и перемещение множества целей, надводных, подводных, воздушных, представляющих потенциальную угрозу или интерес для подводной лодки. По тому же можно говорить об очевидной актуальности выбранной темы.

Объект исследований – гидроакустический комплекс.

Предмет исследований – блок коммутации гермоприбора.

Целью работы, является:

- Исследование и разработка герметичных конструкций приборов капсульной группы ГАК подводных лодок в соответствии с механо-климатическими требованиями.

В работе решены следующие задачи:

- Анализ механических и климатических требований предъявляемых аппаратуре ГАК подводных лодок;
- Анализ различных герметичных конструкций для приборов прочного корпуса и капсулы подводной лодки;

- Выбор конструкции и проектирование герметичного прибора и его составных частей;

Научная новизна и практическая значимость исследования заключается в решении ряда задач, для аппаратуры ГАК находящейся в герметичной капсуле ПЛ:

- В ГАК, оборудование для предварительной обработки сигналов, частично перенесено в капсулу ПЛ
- Стала применяться более мощная и функциональная электронная аппаратура, устанавливаемая в капсуле ПЛ
- Изменено формирование ЗИП, заменив гермоблок в котором установлены модули на модули 1 уровня, устанавливаемые при ремонте в гермошкаф.

1 Анализ механических и климатических требований предъявляемых аппаратуре ГАК подводных лодок

Подводные лодки (далее ПЛ) - относятся к классу боевых кораблей, которые ко всему прочему, обладают способностью плавать под водой на разных глубинах.

Конструктивно ПЛ делились на несколько видов:

- Однокорпусные (рис. 1 (а)), которые имеют только прочный корпус, такие лодки меньше по размерам и легче, соответственно потребляют меньше мощности и являются наиболее маневренными, по сравнению с остальными видами.
- Полуторакорпусные (рис.1 (б)), кроме прочного имеют еще и легкий корпус по бокам, пространство между которыми используется под цистерны главного балласта.
- Двухкорпусные (рис.1 (в)), в настоящее время, наиболее распространены двухкорпусные ПЛ, они имеют два корпуса, легкий и прочный, легкий корпус полностью покрывает прочный. Такие лодки наиболее прочные, но по массе и габаритам, а так же в маневренности, уступают вышеперечисленным.

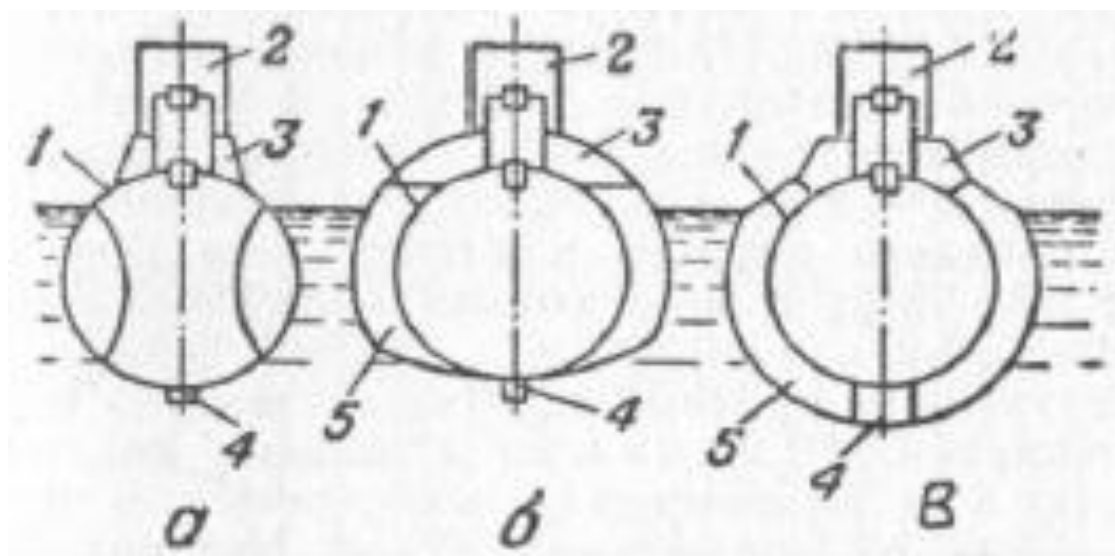


Рисунок 1 – Виды корпусов ПЛ

На данном рисунке представлены конструктивные виды ПЛ.

а - однокорпусная, б - полуторакорпусная, в - двухкорпусная.

1- прочный корпус, 2 - боевая рубка, 3 - надстройка, 4 - пластинчатый киль, 5 - легкий корпус.

Рассмотрим корпуса. Прочный корпус является основным, он водонепроницаем и обеспечивает безопасное нахождение ее на глубине. Прочный корпус внутри делится, непроницаемыми для воды переборками, на отсеки, названия которых зависят от типа ПЛ, вооружения и оборудования находящихся в них.

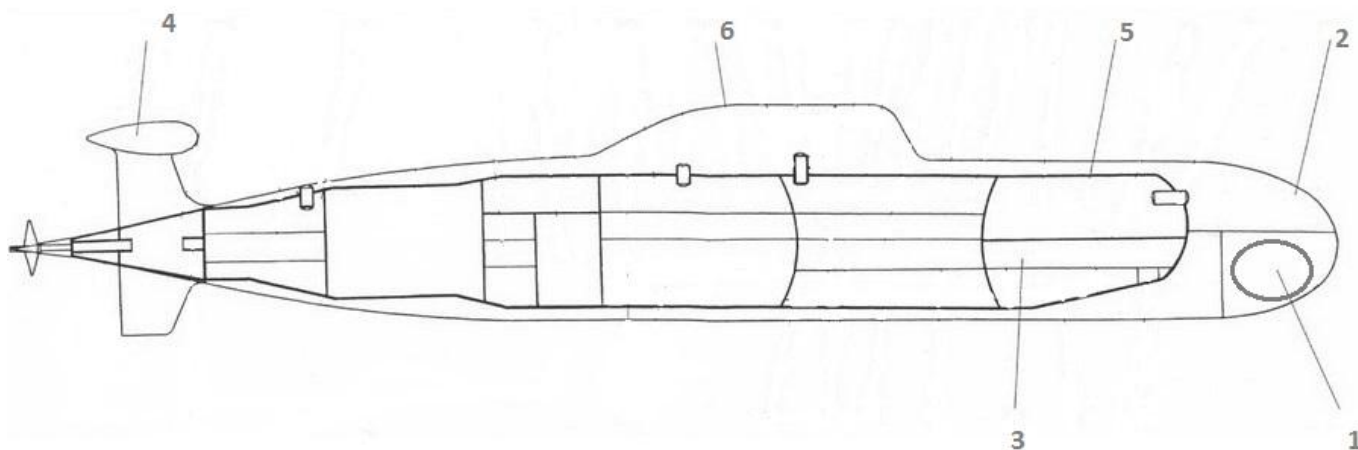


Рисунок 2

На данном рисунке представлен продольный разрез ПЛ.

1- Капсула гидроакустического комплекса (далее ГАК), 2 - проникаемая часть носовой части, 3 - радиоэлектронное вооружение (РЭВ) ГАК, 4 - гондола гибкой протяженной буксируемой антенны ГАК, 5 - прочный корпус, 6 - легкий корпус.

Аппаратура которую невозможно обслуживать, находится в прочной герметичной капсуле, находящейся в носовой части ПЛ (рис.2.1).

К капсульной группе ГАК относится различная аппаратура, такая как, многоканальные АЦП, приборы первичной обработки сигналов, гидрофоны,

блоки коммутации, главная крупная антенна и др.

Создание благоприятных условий для гидроакустических комплексов сводится к обеспечению размещения приемной гидроакустической антенны в той части корпуса подводной лодки, где помехи минимальны т.е. в носовой части подводной лодки (рис 2.1). В целях обеспечения наилучшего расположения антенн их конструкция тщательно согласовывалась с архитектурой корабля. В дальнейшем такие подходы получили существенное развитие. Сегодня общепринято, что нельзя откладывать решение вопросов размещения большой гидроакустической системы на поздние этапы проектирования ПЛ. Характеристики ГАК, такие как габариты и масса аппаратуры и антенн, потребляемая ими мощность, площадь необходимая для размещения аппаратуры, тепловыделение, требования по эксплуатации, так же должны быть учтены в проекте корабля еще на этапе формулирования его концепции. Одна из главных задач, стоящих перед проектировщиками подводных лодок, при размещении на них ГАК - снизить до минимума уровень акустических корабельных помех в местах, где располагаются приемные гидроакустические антенны. Из-за этого, основная антенна ГАК расположена в акустически защищенной носовой части подводной лодки, так же преимуществом такого расположения является то, что обеспечиваются необходимые сектора обзора антенны. Так же, не менее важной задачей является выполнение механических и климатических требований, предъявляемых аппаратуре в капсульной группе.

Сегодня ГАК и ГАС имеют множество различных элементов, узлы, приборы, блоки, которые разрабатываются и поставляются различными фирмами. Разработчики, в России и за рубежом, при проектировании и изготовлении этих систем стараются использовать уже известные технологии, наиболее освоенные, для большей выгоды своей фирмы. В таком случае, узлы, приборы и блоки, изготовленные разными фирмами отличались конструкцией, конфигурацией, элементной базой и т.д. Из-за этого возникал ряд проблем,

таких как: сложность соединения отдельных частей аппаратуры, трудность обеспечения запасными деталями, сложность обслуживания систем, следовательно снижение надежности систем, и увеличение количества технической документации и т.д. Эти проблемы привели к необходимости создания программы стандартизации аппаратуры.

На сегодняшний день существует множество ГОСТов, в которых описаны требования, к той или иной аппаратуре. Воспользовавшись ГОСТом РВ 20.39.304-98 Классификация и условия применения аппаратуры морской техники (класс 2)

Аппаратуру морской техники в зависимости от назначения и условий эксплуатации классифицируют по группам и группам исполнения. Гермоприбор исследуемый в данной дипломной работе, находится на подводной лодке, в необслуживаемом отсеке. Исходя из размещения и условий эксплуатации, предмета исследования, он попадает под группу исполнения 2.3.2. таблицы 3, ГОСТа РВ 20.39.304-98В. В таблице 1 приведена группа аппаратуры под которую попадает гермоприбор. С полной таблицей можно ознакомиться в приложении А.

Таблица 1– Аппаратура необслуживаемых помещений

Группа аппаратуры	Назначение аппаратуры по принадлежности к объекту ВВТ	Группа исполнения аппаратуры	Условия размещения аппаратуры на объекте
1	2	3	4
2.3	Аппаратура подводных лодок	2.3.2	Аппаратура, устанавливаемая в необслуживаемых отсеках, помещениях, трюмах, выгородках вспомогательных механизмов, а также во всплывающих спасательных устройствах

1.1 Механические и климатические требования

Аппаратура морской техники должна быть стойкой, прочной и устойчивой к внешним воздействующим факторам, таким как: вибрации, удары, качка, наклоны, изменение температуры, влажность. Характеристики этих факторов приведены в таблице 2.

Аппаратура должна быть прочной и, если это оговорено в ТЗ (ТУ) на аппаратуру конкретного типа, не допускать ложных срабатываний при воздействии механических ударов одиночного действия

Таблица 2 – Характеристики воздействующих факторов

Воздействующий фактор	Характеристика воздействующего фактора	Значение воздействующего фактора для аппаратуры и группы исполнения
		2.3.2
Синусоидальная вибрация	Амплитуда ускорения, м/с^2 (g)	10(1)
	Диапазон частот, Гц	1-35
Механический удар одиночного действия	Пиковое ударное ускорение, м/с^2 (g)	По ТТЗ (ТЗ)
	Длительность действия ударного ускорения, мс	0,5-2
Качка	Амплитуда качки, град	± 45
	Период, с	7-16
Наклон: длительный	Максимальный угол наклона, град	15

Кратковременный (3мин)		
		30
Повышенная температура среды	Рабочая, °С	45
	Предельная, °С	70
Пониженная температура среды	Рабочая, °С	0
	Предельная, °С	-50
Изменение температуры среды	Диапазон изменения, °С	От пониженной предельной температуры среды до повышенной предельной температуры среды
Повышенная влажность воздуха	Относительная влажность, %	100
	Температура, °С	35
Повышенное давление воздуха или газа	Значение при эксплуатации, Па (мм рт.ст.)	По ТТЗ (ТЗ)
Вода	-	По ТТЗ (ТЗ)
Брызги	-	По ТТЗ (ТЗ)

1.2 Общие требования

1.2.1 Требования к оболочке

Из-за условий нахождения прибора, он должен быть защищен и удовлетворять механо-климатическим требованиям. Существуют разные степени защиты (требования к оболочкам аппаратуры). Любому электротехническому оборудованию присваивается своя степень защиты IP. После букв ставятся две

цифры кода, первая обозначает защиту от проникновения внутрь прибора твердых предметов (пыли), а вторая от попадания внутрь влаги. Этот код показывает где и в каких условиях может использоваться прибор. Степень защиты оборудования проверяется стандартными способами, на производстве. Испытания проводят с целью проверки соответствия требованиям. В основном внимание уделяется защите от воды, так как защита от воды , так же обеспечивает защиту и от твердых частичек. Классифицируются степени защиты в соответствии с международными стандартами. Исходя из назначения и условий прибора, он попадает под ГОСТ 14254-96 (МЭК 529) Настоящий стандарт распространяется на группу изделий, охватываемых Международной Электротехнической Комиссией (изделия для обеспечения информационных технологий, электротехнические и приборостроения), напряжением не более 72,5 кВ [далее - электрооборудование (оборудование)].

Стандарт устанавливает:

- а) классификацию степеней защиты, обеспечиваемой оболочками, от проникновения твердых предметов (включая защиту людей от доступа к опасным частям изделий и защиту электрооборудования внутри оболочки от попадания посторонних твердых предметов) и от проникновения воды (защиту электрооборудования внутри оболочки от вредных воздействий в результате проникновения воды);
 - б) обозначения указанных степеней защиты;
 - в) требования для каждого обозначения;
 - г) методы и режимы контроля и испытаний для проверки оболочек электрооборудования на соответствие установленной степени защиты.
- Настоящий стандарт применим только к оболочкам, которые по всем другим показателям соответствуют всем требованиям стандартов на конкретные виды электрооборудования, а в части материалов и технологии обеспечивают неизменность заданных степеней защиты при нормальных условиях эксплуатации.

Настоящий стандарт применим также к оболочкам при условии, что выполняются общие требования к испытаниям и выбранной степени защиты для оборудования данного типа.

Обозначения

Степень защиты, обеспечиваемая оболочкой, указывается кодом IP следующим образом:

Состав кода IP

	IP	2	3	C	H
Буквы кода (Международная защита) (International Protection)					
Первая характеристическая цифра (цифры от 0 до 6 либо буква X)					
Вторая характеристическая цифра (цифры от 0 до 8 либо буква X)					
Дополнительная буква (при необходимости) (буквы A, B, C, D)					
Вспомогательная буква (при необходимости) (буквы H, M, S, W)*					

При отсутствии необходимости в нормировании характеристической цифры ее следует заменять на букву X (либо XX, если опущены две цифры). Дополнительные и (или) вспомогательные буквы опускают без замены. При использовании более одной дополнительной буквы применяют

алфавитный

порядок.

Если оболочка обеспечивает различные степени защиты в зависимости от расположения оборудования, предусмотренного различиями в монтаже, соответствующие степени защиты должны быть указаны изготовителем в инструкции для каждого случая монтажа.

Элементы кода IP и их обозначения .

Степени защиты от проникновения воды, обозначаемые второй характеристической цифрой. Вторая характеристическая цифра обозначает степень защиты, обеспечиваемую оболочками в отношении вредного воздействия на оборудование в результате проникновения воды. Испытания для второй характеристической цифры проводят с использованием пресной воды. Реальная степень защиты может оказаться неудовлетворительной в случае, когда для операций очистки используют высокое давление и(или) растворители. В таблице 3 приведены краткое описание и определение защиты для каждой степени, представленной второй характеристической цифрой.

Таблица 3 - Степени защиты от воды, обозначаемые с помощью второй характеристической цифры

Вторая характеристическая цифра	Степень защиты		Условия испытаний, номер пункта
	Краткое описание	Определение	
0	Нет защиты	-	-
1	Защищено от вертикально падающих капель	Вертикально падающие капли воды не должны	14.2.1

	воды	оказывать вредного воздействия	
2	Защищено от вертикально падающих капель воды, когда оболочка отклонена на угол до 15°	Вертикально падающие капли не должны оказывать вредного воздействия, когда оболочка отклонена от вертикали в любую сторону на угол до 15° включительно	14.2.2
3	Защищено от воды, падающей в виде дождя	Вода, падающая в виде брызг в любом направлении, составляющем угол до 60° включительно с вертикалью, не должна оказывать вредного воздействия	14.2.3
4	Защищено от сплошного обрызгивания	Вода, падающая в виде брызг на оболочку с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия	14.2.4

5	Защищено от водяных струй	Вода, направляемая на оболочку в виде струй с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия	14.2.5
6	Защищено от сильных водяных струй	Вода, направляемая на оболочку в виде сильных струй с любого направления, не должна оказывать вредного воздействия	14.2.6
7	Защищено от воздействия при временном (непродолжительном) погружении в воду	Должно быть исключено проникновение воды внутрь оболочки в количестве, вызывающем вредное воздействие, при ее погружении на короткое время при стандартизованных условиях по давлению и	14.2.7

		длительности	
--	--	--------------	--

Продолжение таблицы 3

8	Защищено от воздействия при длительном погружении в воду	Должно быть исключено проникновение воды в оболочку в количествах, вызывающих вредное воздействие, при ее длительном погружении в воду при условиях, согласованных между изготовителем и потребителем, однако более жестких, чем условия для цифры 7	14.2.8
---	--	--	--------

Перечисленные в таблице 3 степени защиты следует нормировать только с использованием второй характеристической цифры, а не с помощью краткого описания или определения. Предполагается, что обозначение второй характеристической цифрой до 6 включительно означает соответствие одновременно всем требованиям для меньших цифр. При этом не обязательно проводить испытания на установление соответствия какой-либо из более низких степеней защиты, если

очевидно, что результаты таких испытаний будут заведомо удовлетворительными.

Принимается, что оболочки, обозначаемые только одной характеристической цифрой 7 либо 8, непригодны для выдерживания воздействия струй воды (обозначаемых второй характеристической цифрой 5 или 6) и не должны удовлетворять требованиям цифр 5 или 6.

Аппаратура на подводной лодке должна быть полностью герметичной, поэтому обеспечиваются высшие степени защиты. Используя ГОСТы и требования от заказчика, разработчик проектирует герметичный прибор и его составные части.

Кроме защиты от климатических воздействий, существуют механические воздействия, они представляют собой вибрации от находящейся рядом аппаратуры, корпуса подводной лодки, шума двигателей, винтов и т.д., а так же удары.

Воспользовавшись ГОСТом РВ 20.39.309-98 были выписаны требования к составным частям герметичных блоков.

1.2.2 Требования к составным частям аппаратуры

Аппаратуру рекомендуется создавать в виде одноблочных или многоблочных конструкций на основе системы ЭМ различных уровней разукрупнения по функционально-конструктивной сложности.

Система ЭМ должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- функциональная полнота ЭМ, необходимая для построения аппаратуры различного назначения;
- совместимость всех ЭМ (информационная и программная для средств вычислительной техники, конструктивная, электрическая, электромагнитная, эксплуатационная), обеспечивающая их применение в различных сочетаниях в составе радиоэлектронных систем;

- функциональная и конструктивная завершенность ЭМ, обеспечивающая гибкость их применения в составе аппаратуры и возможность ее наращивания в процессе жизненного цикла без доработки ЭМ, находящихся в эксплуатации;
- возможность наращивания характеристик самих ЭМ по разрядности, выполняемым функциям и т.п.;
- возможность перестройки функциональной структуры и характеристик у аналоговых ЭМ;
- возможность автоматизированного контроля работоспособности, прогнозирования и выявления неисправностей. В зависимости от уровня сложности ЭМ и выполняемой им функции они могут содержать функции по автоконтролю и отображению собственного технического состояния;
- обеспеченность конструктивными приемами и средствами конструктивной совместимости, оптимизации теплового и электрического режимов для всех электрорадиоизделий ЭМ;
- полная взаимозаменяемость ЭМ, выполняющих одинаковые функции и поставляемых по единым техническим условиям;
- высокая безотказность и ремонтпригодность ЭС.

1.2.3 Требования к органам управления и настройки

Ручки основных оперативных органов управления должны быть размещены на передних панелях аппаратуры или пульта управления. Органы настройки, с помощью которых производят регулировку и настройку аппаратуры при ее производстве, ремонте, а также при проведении регламентных работ, могут быть размещены на любых панелях и внутри аппаратуры при обеспечении легкого доступа к этим органам без снятия аппаратуры со своего места на объекте.

Органы управления и настройки не должны произвольно изменять своего положения в условиях эксплуатации. Если органы управления и настройки должны закрепляться в необходимом положении с помощью фиксирующих или

контрольных приспособлений, то около этих органов должна быть предупреждающая надпись или обозначение.

Ручки органов управления, применение которых установлено в особых правилах, должны быть снабжены блокирующими устройствами, предохраняющими их от случайного включения или отключения.

Ручки органов управления и настройки должны быть удобными для пользования применительно к той операции, для которой они предназначены, с учетом рабочего снаряжения оператора. Возле органов ручного управления и настройки должны быть надписи и обозначения, указывающие назначение и действие этих органов. В необходимых случаях должны быть указаны эпюры сигналов.

Экраны индикаторов и шкалы приборов должны быть расположены так, чтобы обеспечивалось удобное наблюдение за ними из рабочего положения оператора. Органы управления и настройки, которыми необходимо пользоваться одновременно с наблюдением за экраном или шкалой прибора, должны быть размещены так, чтобы при пользовании ими экраны индикаторов и шкалы приборов не закрывались рукой. В аппаратуре, предназначенной для эксплуатации в условиях недостаточной освещенности, шкалы приборов и настройки должны иметь устройство для местного подсвета.

Устанавливают следующие положения и направления движения ручек органов электрического управления и настройки, если иные не оговорены в ТТЗ (ТЗ) на аппаратуру конкретного типа, обозначающие:

- «Включено», «Пуск»- кнопка нажата или ручка повернута вверх или вправо;
- «Отключено», «Остановка» - кнопка отпущена или ручка повернута вниз или влево;
- увеличение регулируемого параметра - ручка повернута по часовой стрелке.

В случаях, когда шкалы органов управления снабжены цифровым или алфавитным отсчетом, возрастание цифр или переход к последующим буквам алфавита должны, как правило, соответствовать увеличению регулируемого эффекта и характеризовать соответствующее изменение данного параметра.

При этом направление вращения или другого перемещения ручек, как правило, должно совпадать с движением индикаторов (например, стрелочных приборов), наблюдаемых оператором.

В аппаратуре или ее отдельных частях рекомендуется предусматривать установку счетчиков, регистрирующих время их работы. Необходимость установки счетчиков должна быть указана в ТТЗ (ТЗ) на аппаратуру конкретного типа.

1.2.4 Требования к амортизации

При конструировании амортизационных систем должно быть учтено влияние на них межблочных кабельных или других соединений.

Для амортизации аппаратуры и ее составных частей следует применять амортизаторы, исключающие возможность жестких соударений элементов конструкции. При применении ограничителей должны быть предусмотрены меры, исключающие возможность жестких соударений.

Расположение амортизированной аппаратуры и ее отдельных частей на объекте должно исключать возможность ударов их о соседние предметы при воздействии вибрации и ударов.

1.2.5 Требования к габаритным размерам и массе

Масса аппаратуры должна быть задана в ТТЗ (ТЗ). Масса отдельных узлов и блоков аппаратуры должна быть не более 30 кг. Допускается по согласованию с заказчиком увеличивать массу узлов и блоков в случаях, определяемых конструктивными особенностями аппаратуры. Узлы и блоки аппаратуры массой свыше 30 кг должны иметь устройства для их подъема и удержания в поднятом положении при монтажных работах и техническом обслуживании (ручки, рым-болты и т.п.).

Аппаратура, предназначенная для установки на объектах, должна проходить через проемы этих объектов (люки, двери, изгибы коридоров, шахт, штолен и т.п.) в том виде, в котором предусмотрено в конструкторской документации на аппаратуру конкретного типа. Габаритные размеры аппаратуры должны быть заданы в ТТЗ (ТЗ).

1.2.6 Требования к материалам и покрытиям

Материалы, применяемые для изготовления деталей, узлов и блоков аппаратуры, должны быть выбраны исходя из назначения и условий эксплуатации аппаратуры и соответствовать требованиям, указанным в стандартах или ТУ.

При отсутствии в стандартах или ТУ необходимых сведений об отдельных свойствах материалов разработчик аппаратуры может сам или с помощью специализированных организаций определить эти свойства и на основании полученных результатов по согласованию с заказчиком и разработчиком материалов принять решения о возможности применения материалов для конкретной аппаратуры или для конкретных условий эксплуатации.

1.2.7 Требования к маркировке

Аппаратуру следует маркировать в соответствии с утвержденными документами, разработанными соответствующими ведомствами и согласованными с заказчиком. Состав и место маркировки должны быть указаны в конструкторской документации.

Маркировку следует наносить на несъемных частях аппаратуры, доступных для обзора.

Маркировка должна быть устойчивой в течение всего срока службы аппаратуры, механически прочной и не должна стираться или смазываться

жидкостями, используемыми при эксплуатации, или должна легко восстанавливаться в процессе эксплуатации.

Если аппаратура состоит из отдельных сборочных единиц, имеющих самостоятельное функциональное назначение и законченное конструктивное оформление, то маркировка должна быть на каждой сборочной единице.

На аппаратуре должны быть обозначения электрических соединителей, позволяющие определить сопрягаемые части соединителей. Обозначения должны быть нанесены непосредственно на корпуса сопрягаемых частей соединителей или на кабели и панели приборов около частей соединителей.

На аппаратуре должны быть обозначения электрорадиоизделий, соответствующие обозначениям, под которыми элементы указаны на принципиальной электрической схеме и на схеме соединений, если это не ухудшает их работу и не закрывает маркировки завода-изготовителя изделий.

При невозможности нанесения обозначения непосредственно на электрорадиоизделия оно должно быть нанесено на платы (шасси, панели и т.п.) около соответствующих элементов. Для предохранителей допускается указывать только величину тока и, в необходимых случаях, напряжения. Маркировку электрорадиоизделий допускается не наносить:

- в узлах и блоках, монтаж которых заливается компаундами, непрозрачными лаками, пенополиуретанами и т.п.;
- при высокой плотности монтажа, не позволяющей нанести маркировку всех схемных обозначений рядом с элементами;
- в неремонтируемой аппаратуре. В случаях, когда маркировка не наносится, в комплект эксплуатационной и ремонтной документации аппаратуры необходимо ввести схему расположения элементов в узлах и блоках с нанесенными обозначениями в соответствии с электрической схемой аппаратуры.

На концы проводов, междублочных кабелей и жгутов в аппаратуре должны быть нанесены цветные, буквенные, цифровые или буквенно-цифровые обозначения. Обозначения должны быть нанесены на концы кабелей, в местах

разветвления и пересечения потоков кабелей, при проходе кабелей сквозь стену, потолок и т.п., а также по трассе через каждые 50-70 м. Необходимость нанесения обозначений на провода по всей длине должна быть указана в ТТЗ (ТЗ). Маркировку на концы кабелей и жгутов допускается не наносить, если это указано в ТТЗ (ТЗ). Расстояние между обозначениями на трассе кабелей и приводов внутри объекта устанавливают по согласованию с заказчиком. Маркировка электротехнических изделий должна также соответствовать ГОСТ 18620.

В соответствии с ГОСТами и требованиями заказчика, разработчик, учитывая, как климатические, так и механические воздействия, проектирует прибор, на этапах проектирования, согласовывает и утверждает с заказчиком, после чего, отдает в разработку.

После изготовления прибора, он тестируется на производстве, для выявления ошибок и недочетов. Устанавливаются такие приборы в специальной камере, где создаются условия, имитирующие те, в которых будет прибор эксплуатироваться.

Выводы

На основании проделанного анализа, можно сказать, что в зависимости от назначения, условий размещения и эксплуатации аппаратуры, а именно размещение ее в герметичной необслуживаемой капсуле ПЛ, аппаратура морской техники должна быть стойкой, прочной и устойчивой к внешним воздействующим факторам, поэтому к ней предъявляются механо-климатические требования, такие как: устойчивость к вибрациям, ударам, качке, наклонам, изменению температуры, влажности. Так же предъявляются общие требования, которые необходимо соблюдать при проектировании и разработке прибора:

- Требования к оболочке (гермоприбору присвоен код IPX7, что позволяет ему непродолжительное время находиться под водой);
- Требования к составным частям (функциональная полнота ЭМ,

информационная и программная совместимость для средств вычислительной техники, функциональная и конструктивная завершенность ЭМ, возможность перестройки функциональной структуры и характеристик у аналоговых ЭМ, возможность автоматизированного контроля работоспособности, высокая безотказность и ремонтпригодность);

- Требования к органам управления и настройки (органы управления должны быть закреплены в одном положении; ручки органов управления должны быть снабжены блокирующими устройствами; во избежание случайного включения/отключения аппаратуры; удобное расположение, для наблюдения оператором, экранов индикаторов и шкал приборов; так же в аппаратуре желательна установка счетчиков, которые будут регистрировать время их работы).

- Требования к габаритным размерам и массе (масса узлов и блоков должна быть не более 30кг; если масса превышает 30 кг, тогда должно быть дополнительное устройство для подъема блоков; аппаратура, предназначенная для установки на объектах, должна проходить через проемы этих объектов (люки, двери, шахты));

- Требования к материалам и покрытиям (материалы, применяемые для изготовления деталей, узлов и блоков аппаратуры, должны быть выбраны исходя из назначения и условий эксплуатации аппаратуры и соответствовать требованиям, указанным в стандартах или ТУ);

- Требования к маркировке (маркировка должна быть устойчивой в течение всего срока эксплуатации; наносить маркировку следует на несъемных частях аппаратуры; аппаратуру следует маркировать в соответствии с утвержденными документами).

Существуют способы проверки аппаратуры, на соответствие требованиям, предъявляемых к ней. Например, при проверке кода IP, на производстве гермоблок погружают в воду, через штуцер накачивают воздух и смотрят на наличие пузырьков воздуха в воде. В условиях сборки и эксплуатации этот

способ не подходит, в этом случае через штуцер подают некоторое давление, через пол часа смотрят, упало давление в пределах нормы или нет.

2 Анализ различных герметичных конструкций для приборов прочного корпуса и капсулы подводной лодки

Размещение электронных приборов и блоков ГАК в капсуле подводных лодок предполагает предъявление особых требований к конструкции оболочек для защиты от внешних механо-климатических воздействий, таких как попадание влаги, перепады температур, качка, механические удары, вибрации, пыль и т.д.

2.1 Выбор и установка амортизаторов

В отличие от прочного корпуса, где приборы крепятся на сам корпус, в капсуле же,гермошкафы прочно устанавливаются на рамы, рамы уже с помощью амортизаторов прикреплены к стенам капсулы ПЛ. В данном случае используются спирально-тросовые виброизоляторы. Виброизоляторы СТВ представляют собой отрезок спирально-свитого стального каната, запрессованного в отверстиях двух пластин, верхней и нижней (Рис. 3)

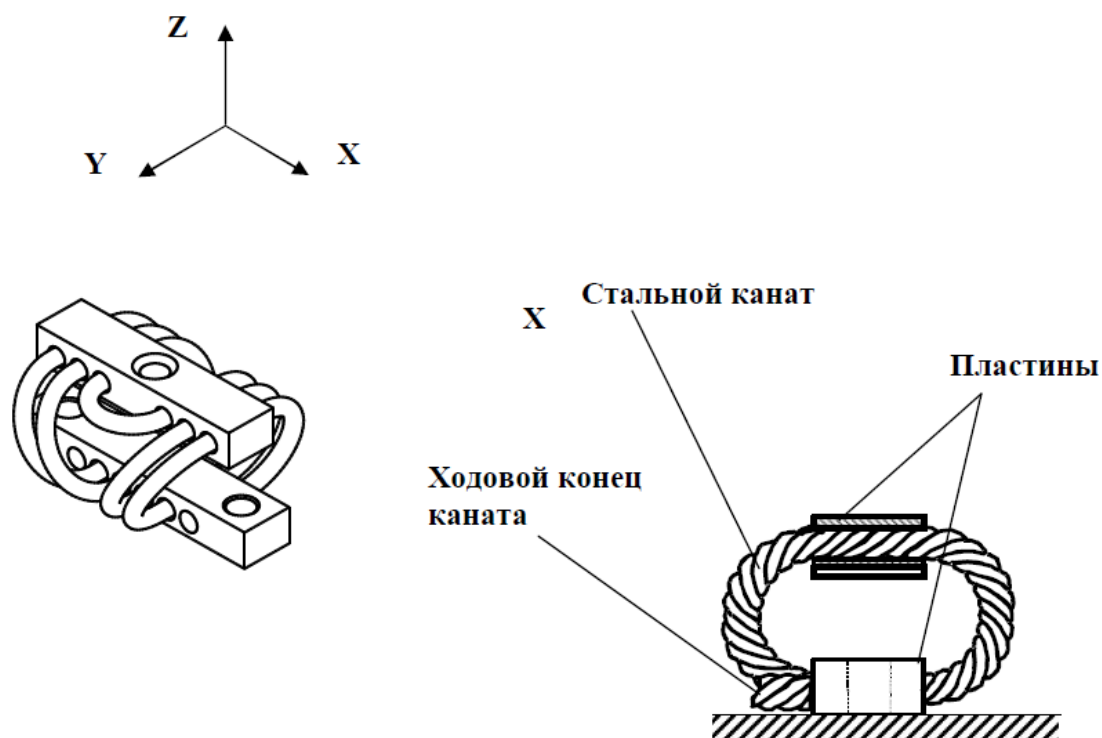


Рисунок 3 – Спирально-тросовый виброизолятор

Требуемые характеристики обеспечиваются следующими параметрами:

1. диаметром витка;
 2. количеством витков;
 3. наклоном витков;
 4. диаметром троса;
 5. маркой троса;
 6. степенью и способом опрессовки;
 7. степенью нагружения СТБР;
 8. формой опрессовки;
 9. наклоном СТБР относительно оси нагружения т. п.;
- Виброизоляторы предназначены для работы при температуре окружающей среды от минус 30 до плюс 70 °С в присутствии паровгорюче-смазочных материалов, а так же при возможном попадании воды;
 - Отклонение от просадки виброизоляторов в течение первого месяца эксплуатации не превышает 10%, приведенных в ТУ. В последующие месяцы

- эксплуатации нагрузка в системе амортизаторов перераспределяется, амортизаторы самоустанавливаются и занимают оптимальное положение;
- Подавление динамической (вибрационной или ударной) нагрузки происходит за счет сухого трения между проволоками и прядями стального каната;
 - Конструкция виброизоляторов СТВР-4К и СТВР-6К (рис.4) отличается от основной линейки рядных виброизоляторов только увеличенным значением свободного хода (за счет увеличения высоты виброизолятора) и наличием двух крепежных резьбовых отверстий в верхней пластине;

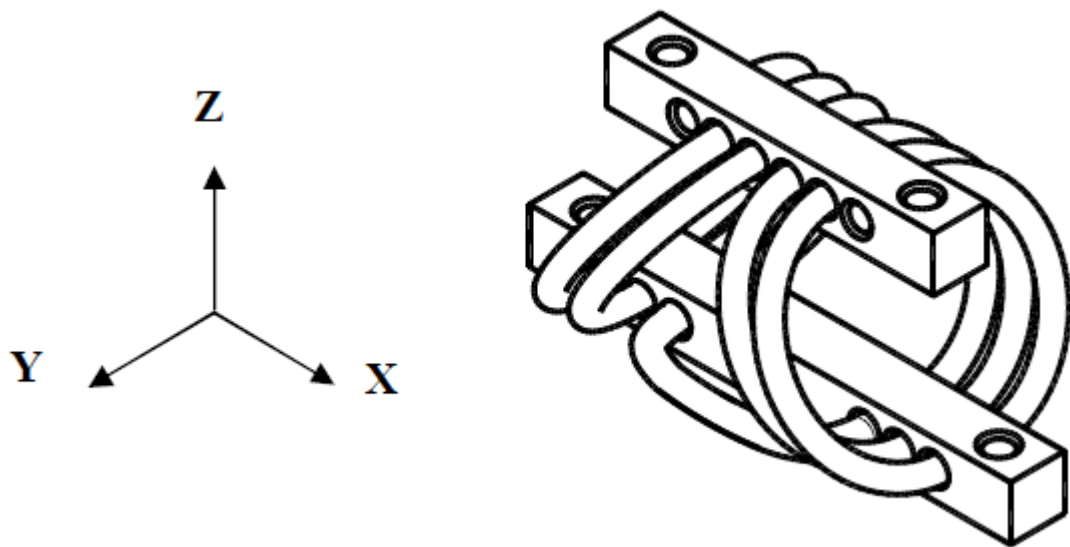


Рисунок 4 –Конструкция виброизолятора с увеличенным значением свободного хода

- Виброизолятор составной (СТВС) (рис.5) конструктивно состоит из двух рядных виброизоляторов установленных на одном нижнем основании, зафиксированных одной верхней пластиной (крышей), и расположенных под углом 90° друг к другу.

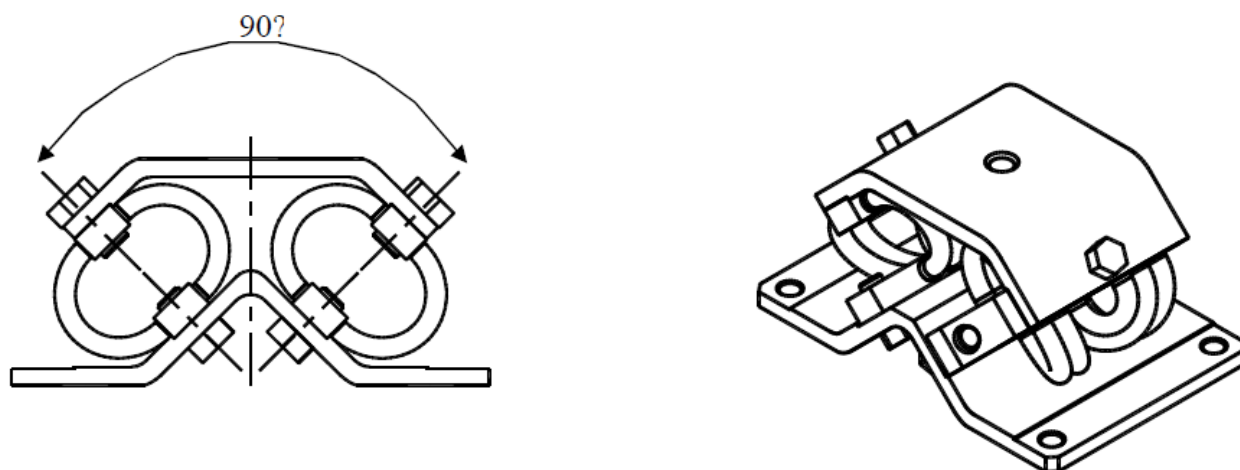


Рисунок 5 – Составной виброизолятор

2.2 Анализ и применение амортизаторов

Работоспособность схемы амортизирующего крепления определяется на основании специальных расчетов, включающих:

- расчет собственных частот амортизирующего крепления с учетом вибрационной жесткости СТУ, указанной в СТВЛ.304245.005 ТУ;
- деформации упругих элементов при эксплуатационных и ударных кинематических воздействиях;
- расчет ускорений амортизированного объекта при ударном воздействии.

Критериями работоспособности амортизирующего крепления являются:

- обеспечение необходимой (если это задано) виброизолирующей эффективности амортизирующего крепления;
- обеспечение деформации виброизоляторов при эксплуатационных и ударных кинематических воздействиях, не превышающей величины допустимого для виброизолятора свободного хода.

- обеспечение стойкости амортизированного объекта к ударному воздействию. Указанная стойкость подтверждается либо экспериментально, либо расчетом прочности амортизированного объекта.

Особенностью амортизирующих креплений с виброизоляторами СТВР и СТВС является резко нелинейная упругая характеристика виброизоляторов, что накладывает определенные ограничения при выборе схемы амортизирующего крепления. Типовые схемы амортизирующих креплений приведены на рис. 6

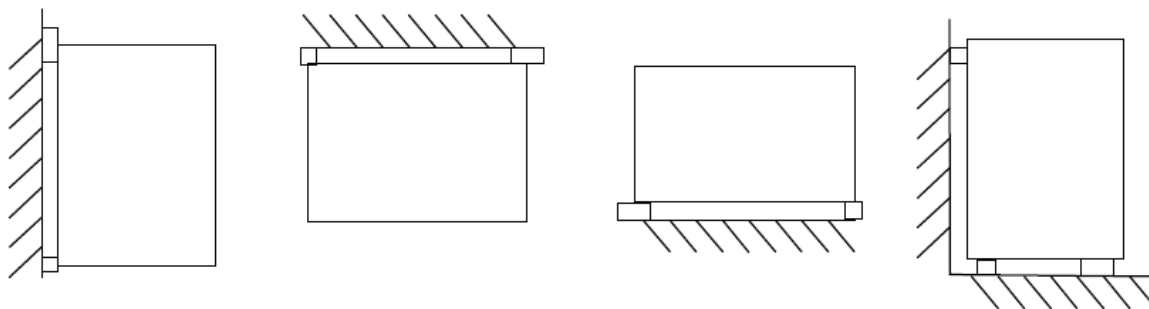


Рисунок 6 – Типовые схемы амортизирующего крепления

В амортизирующем креплении опорные виброизоляторы рекомендуется располагать в шахматном порядке, чередуя оси X и Y виброизоляторов. Упорные виброизоляторы наиболее целесообразно располагать осью Y в вертикальном направлении.

В противоударных амортизирующих креплениях, подвергающихся интенсивному ударному воздействию, рекомендуется статическую нагрузку на виброизоляторы, особенно на малые виброизоляторы мелких типов размеров, обеспечивать на уровне 30-50% от максимальной.

2.3 Способы монтажа амортизаторов

Монтаж амортизирующих креплений следует производиться в соответствии с действующими нормативно-техническими документами, конструкторской документацией и настоящей инструкцией.

Не допускается обработка присоединительных поверхностей виброизоляторов.

При монтаже амортизирующих крепления должны быть соблюдены установленные действующими нормами и требованиями на виброизоляцию

оборудования зазоры между корпусом или рамой виброизолируемого объекта и окружающего его твердыми предметами, а также соседними виброизолируемыми объектами.

Для установки на объект допускаются виброизоляторы, удовлетворяющие требованиям ТУ. Загрязняющие вещества с опорных поверхностей должны быть удалены.

Виброизоляторы, устанавливаемые в одной плоскости, должны быть ориентированы таким образом, чтобы «ходовые концы» одного ряда виброизоляторов (см. рис. 3) были направлены в противоположную сторону относительно «ходовых концов» виброизоляторов другого ряда.

При монтаже амортизирующего крепления с расположением виброизоляторов в различных плоскостях, первоначально должны монтироваться опорные виброизоляторы, воспринимающие нагрузку от веса виброизолируемого объекта.

Разность по высоте установленных на объекте виброизоляторов, входящих в амортизирующее крепление больше чем 2мм должна устраняться с помощью стальных выравнивающих пластин, устанавливаемых между виброизолятором и фундаментом. Наименьшая толщина выравнивающих пластин 2 мм. Ширина выравнивающих пластин должна быть не менее двух диаметров крепежных болтов или шпилек.

Выравнивающие пластины устанавливать со стороны фундамента.

Выступление резьбовой части крепежного изделия из опорной планки виброизолятора должно быть не более 4 мм.

Виброизолируемое электрооборудование может быть установлено без перемычки заземления при условии зачистки мест установки виброизолятора на опорных узлах и виброизолируемом объекте.

Виброизоляторы не требуют окраски.

2.4 Виды эксплуатации и обслуживания амортизирующих креплений

Для обеспечения срока эксплуатации виброизоляторов в соответствии с ТУ, который соизмерим со сроком службы виброизолируемого объекта, должны соблюдаться следующие требования:

- Периодически, но не реже одного раза в полгода, должен производиться тщательный осмотр всех виброизоляторов;
- Не допускается нахождение каких-либо посторонних предметов между опорными поверхностями фундамента и виброизолируемого оборудования, а также между пластинами виброизолятора;
- Учитывая возможность механического повреждения виброизоляторов на объекте, в ЗИП должны быть виброизоляторы в количестве 5% (но не менее одного) от установленных.

2.5 Размещение приборов в капсуле ПЛ

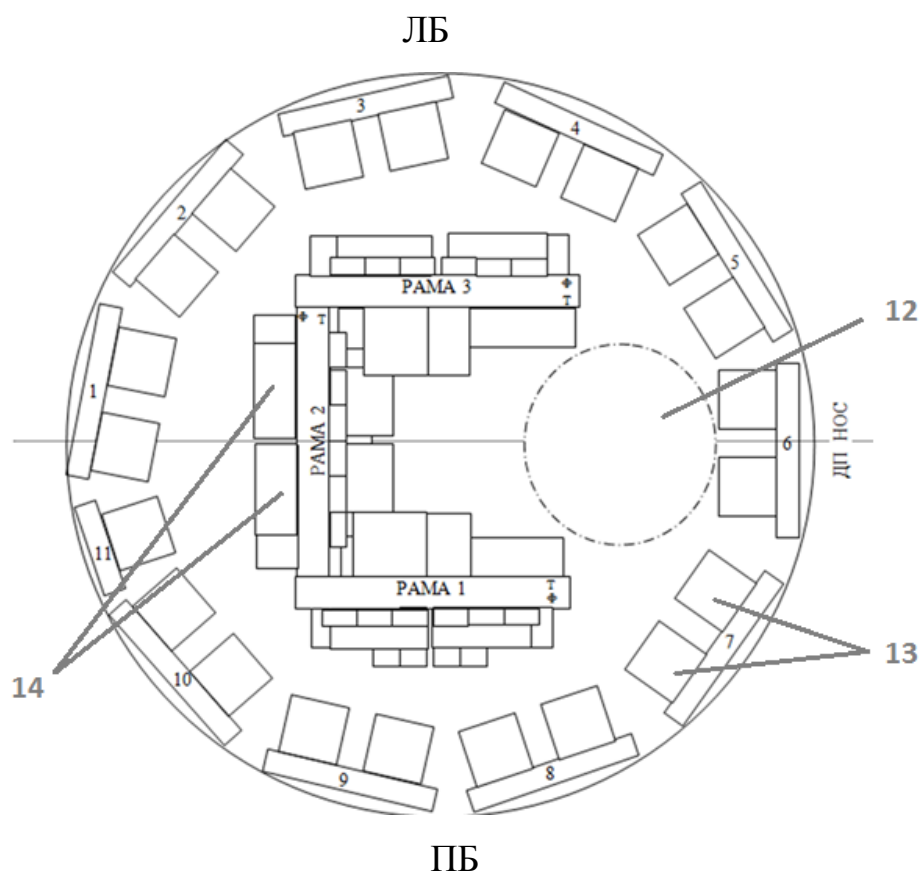


Рисунок 7 - Капсула ПЛ вид сверху

1-10 – рамы; 12 – люк; 13 – гермошкаф; 14 – длинный гермошкаф.

В соответствии с РД В5.3083-75 приборы, размещенные в капсуле ПЛ , должны быть выполнены в герметичном исполнении и выдерживать избыточное давление воздуха до 0,05 Мпа в процессе осушения и проверки капсулы на герметичность. Кроме того в соответствии с ГОСТ РВ 20.39.304-98 аппаратура ПЛ , устанавливаемая в необслуживаемых отсеках, помещениях (в капсуле) , должна соответствовать требованиям, предъявляемым к аппаратуре группы исполнения 2.3.2, описанным в первой главе и приложении А.

Герметизация радиоэлектронной аппаратуры является надежным средством защиты от воздействия пыли, влажности и вредных веществ окружающей среды. Как правило, герметизируют места соединений прибора эластичными упругими прокладками, а так же некоторые узлы и блоки приборов герметизируют заливкой и различными пастами на основе эпоксидных или других смол. Но нужно учитывать что, при работе в условиях перепада температуры окружающей среды внутри герметичного объема необходимо помещать влагопоглотитель в противном случае влага, всегда содержащаяся в воздухе, конденсируясь, приводит к отказам в работе прибора. Применяемые до сегодняшнего дня гермоблоки (рис.8) выполнены в полном соответствии с требованиями указанного ГОСТа. Конструктивно эти приборы выполнены в виде герметичной оболочки с установленными внутри электронными модулями размером 170*75 (мм) и в соответствии с ГОСТ 14254-96 (МЭК 529) обеспечивается защита степени IP X7, это означает, что аппаратура защищена от воздействия при временном (непродолжительном) погружении в воду. Должно быть исключено проникновение воды внутрь оболочки в количестве, вызывающем вредное воздействие, при ее погружении на короткое время. На производстве, а так же в месте эксплуатации существуют способы проверки приборов, на соответствие требованиям защиты от попадания влаги внутрь оболочки прибора.

Для выполнения механо-климатических требований описанных в первой главе, были разработаны специальные корпуса гермоблоков, с дополнительной

герметизацией крышек и внешних соединителей. Стенки герметизируемых блоков выдерживали значительные усилия, возникающие из-за разницы давления внутри и снаружи корпуса. В результате увеличения жесткости несущей конструкции возросла её масса. Представленный гермоблок (рис.8) за долгие годы эксплуатации хотя и показал свою надежность, прочность и технологичность изготовления, однако некоторые недостатки несущей конструкции потребовали дальнейшего внимания к совершенствованию аппаратуры капсульной группы приборов ГАК ПЛ.

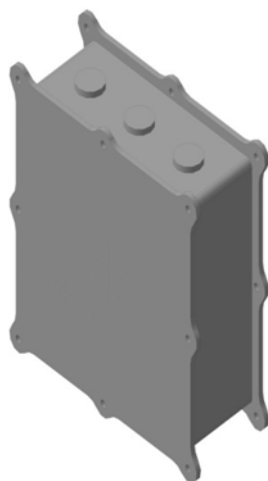


Рисунок 8- Гермоблок

Как известно, для надежной и длительной работы ГАК на борту ПЛ находится большое количество частей ЗИП. Одним из основных условий ремонтпригодности аппаратуры является обеспечение ее необходимым комплектом запасных элементов (ЗИП), используемых при отказах аппаратуры. Комплект ЗИПа должен содержать все необходимые в процессе эксплуатации элементы. Иногда отсутствие необходимых элементов в комплекте ЗИПа намного увеличивает время восстановления аппаратуры. Однако создание чрезмерных размеров ЗИПа экономически нецелесообразно. Следовательно,

правильное комплектование ЗИПом, оптимизация его по стоимости являются важной проблемой при решении вопросов ремонтпригодности аппаратуры. Размещенные в укладочных ящиках запасные части приборов, в том числе и все типы гермоблоков, так как гермоблок является единицей замены, существенно увеличивали объем и массу ЗИП. При габаритных размерах гермоблока 198*360*344, масса достигает 20 кг. Небольшой объем и значительный вес характеризовался довольно низкой функциональной заполняемостью радиоэлектронной аппаратурой, что не позволяло разместить в капсуле сложные электронные модули и блоки для развития предварительной обработки сигнала.

Кроме того, стандартные евромодули первого уровня размером 233*160, используемые в приборах прочного корпуса ПЛ, невозможно разместить из-за размеров внутреннего пространства гермоблока. Из-за необходимости увеличения размеров гермоблока, был разработан новый корпус уже под размеры евромодуля, на котором размещались АЦП, усилители, блок питания, что позволило, частично, перенести обработку принятого сигнала в капсулу ПЛ. Как отмечалось ранее, как следствие, выбранные размеры печатных плат для гермоблоков не унифицировались по размерам и функционально с модулями, устанавливаемыми в приборах прочного корпуса ПЛ. Существенной разницей между модулями 1 уровня гермоблока и евромодулями 1 уровня является то, что кроме увеличения в 3 раза площади печатных плат, позволяющей разместить большее количество различных электроэлементов и микросхем, появилась возможность применить кондуктивную систему отвода тепла от электрокомпонентов через конструкцию клиньев к оребренным стенкам герметичного прибора, в условиях работы с расширенным температурным диапазоном (-50°C - $+70^{\circ}\text{C}$) необходим оптимизированный отвод тепла для снижения разницы температур. В то же время высокие требования к вибро- и удароустойчивости делают невозможным использование принудительного воздушного охлаждения внутри системы, поэтому кондуктивная система охлаждения более эффективна. Кроме того, была

придумана система дублирования модулей. Устанавливались несколько модулей, выполнявших, одинаковые функции, при отказе одного, другой подключался и продолжал работу.

Учитывая возросшие требования по функциональным возможностям капсульной аппаратуры ПЛ и проанализировав ряд свойств гермоблоков при разработке новых ГАК ПЛ был предложен новый конструктив, герметичный шкаф (рис.9). За основу применены профили из алюминиевого сплава, которые после сварки образуют боковые, верхние и нижние стенки. Кроме того использован профиль для электромонтажа и установки соединителей, закрытых крышкой с уплотнительным резиновым кольцом. Внутри шкафа в основании и верхней панели сделаны пазы для установки электронных модулей с теплоотводящими клиньями.

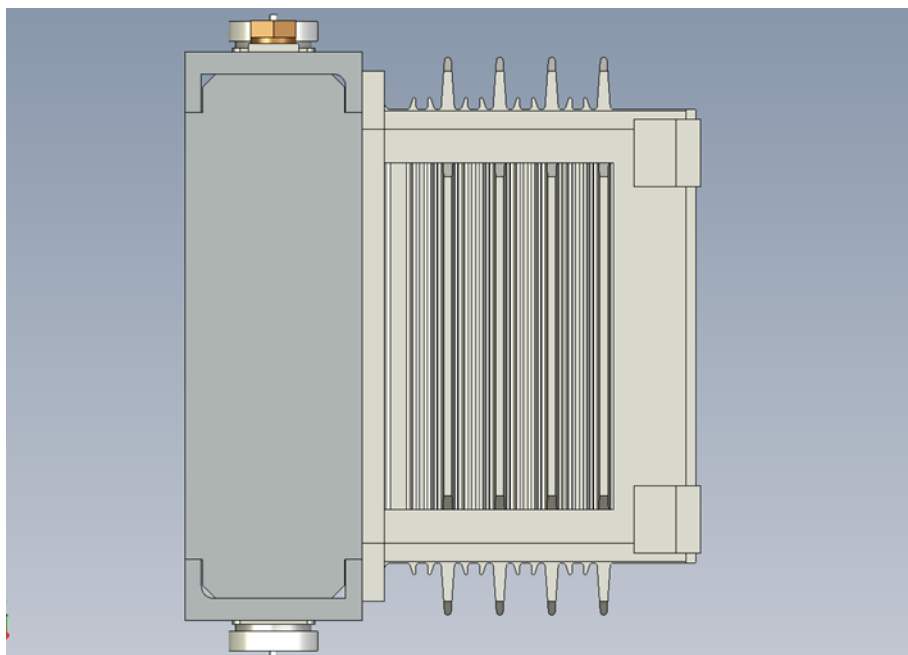


Рисунок 9 Модель гермошкафа вид сбоку

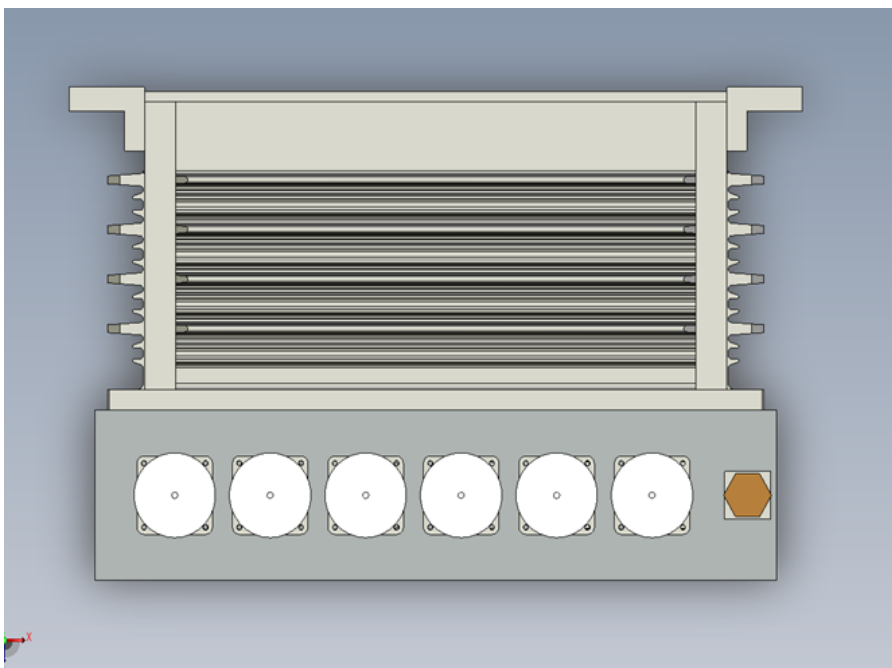


Рисунок 10 Модель гермошкафа вид сверху



Рисунок11 - Модель гермошкафа вид спереди

Для удобства работы с модулями при настройке прибора и возможности разработчику доступа к электроэлементам и задней кроссплате в конструкции гермошкафа предусмотрен специальный крейт, объединяющий все установленные модули в приборе. В зависимости от размера функциональной схемы прибора возможно использовать различные модификации гермошкафа на 15, 26 и 31 посадочное место для 20мм электронных модулей 1 уровня.

Выводы

Для решения поставленных задач, был произведен анализ и применение амортизаторов.

Работоспособность схемы амортизирующего крепления определяется на основании специальных расчетов, включающих (расчет собственных частот амортизирующего). Критериями работоспособности амортизирующего крепления являются: обеспечение необходимой виброизолирующей эффективности амортизирующего крепления, обеспечения стойкости амортизированного объекта к ударному воздействию. В отличие от прочного корпуса, где приборы крепятся на сам корпус, в капсуле же, гермошкафы прочно устанавливаются на рамы, рамы уже с помощью амортизаторов прикреплены к стенам капсулы ПЛ. В данном случае используются спирально-тросовые виброизоляторы. Монтаж амортизирующих креплений следует производиться в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

Далее были рассмотрены конструкции гермоблока и усовершенствованного гермошкафа. Проведя анализ их конструкций, для дальнейших исследований был выбран гермошкаф, хотя представленный гермоблок за долгие годы эксплуатации и показал свою надежность, прочность и технологичность изготовления, некоторые недостатки несущей конструкции потребовали дальнейшего внимания к совершенствованию аппаратуры капсульной группы приборов ГАК ПЛ. Учитывая возросшие требования по функциональным возможностям капсульной аппаратуры ПЛ и проанализировав

ряд свойств гермоблоков при разработке новых ГАК ПЛ был предложен новый конструктив, гермошкаф. Был разработан новый корпус уже под размеры евромодуля, на котором размещались АЦП, усилители, блок питания. Так же, появилась возможность применить кондуктивную систему отвода тепла от электрокомпонентов через конструкцию клиньев к оребренным стенкам герметичного прибора.

Рассмотренная конструкция гермошкафа позволила решить ряд задач для создания современной аппаратуры ГАК, устанавливаемой в капсуле ПЛ:

- унифицировать размеры и конструкцию электронных модулей, устанавливаемых в приборах капсульной группы и прочного корпуса ПЛ;
- увеличить объем и функциональность электронной аппаратуры, размещаемой в приборах капсулы ПЛ;
- изменить принцип формирования ЗИП, сократив количество и массо-габаритные характеристики возимого и базового ЗИП ПЛ, исключив в качестве элемента замены гермоблок с установленными в нем электронными модулями на модули 1 уровня, устанавливаемые при ремонте в гермошкаф.

3 Выбор конструкции и проектирование герметичного прибора и его составных частей

Для разработки и проектирования прибора было сформулировано и выдано ТЗ. ЧТЗ на входящие в изделие модули формируется на основе ТЗ изделия. В нем определяются: условия эксплуатации, серийность выпуска, условия размещения печатной платы в изделии и способа ее крепления, габаритно-установочные размеры, вид электрической коммутации платы с выносными ЭРЭ и другими узлами и т. п. ЧТЗ совместно со схемой электрической принципиальной и перечнем элементов являются основным документом для разработки конструкции устройства.

3.1 Разработка и конструирование модуля 1 уровня

Разрабатываемый модуль коммутации предназначен для передачи сигнала от антенны к усилителю, а так же для сортировки выявленных шумов. Задание данной дипломной работы конструктивно разделено на две составные части:

- проектирование гермоблока;
- Проектирование модуля 1 уровня.

Для проектирования модуля 1 уровня даны:

1. Схема электрическая принципиальная (рисунок 12,13,14):
2. Перечень элементов усилителя (рисунок 15,16,17,18):
3. Размеры по ТЗ.

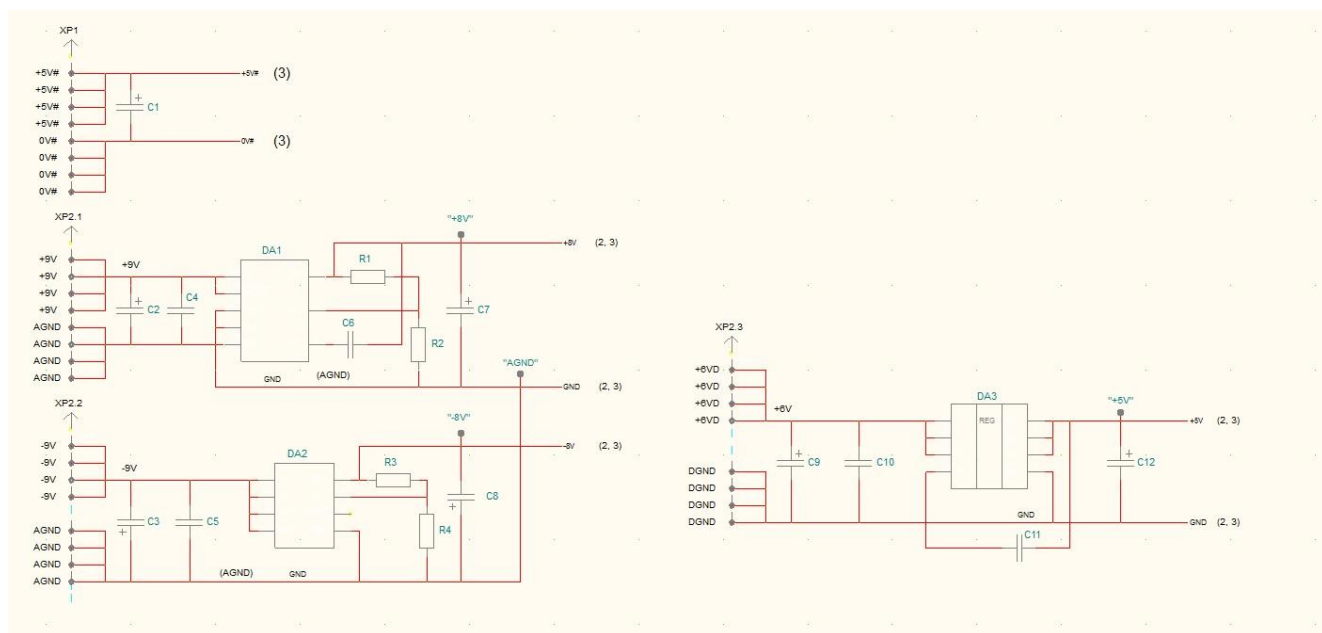


Рисунок 12 - Схема электрическая принципиальная (лист 1)

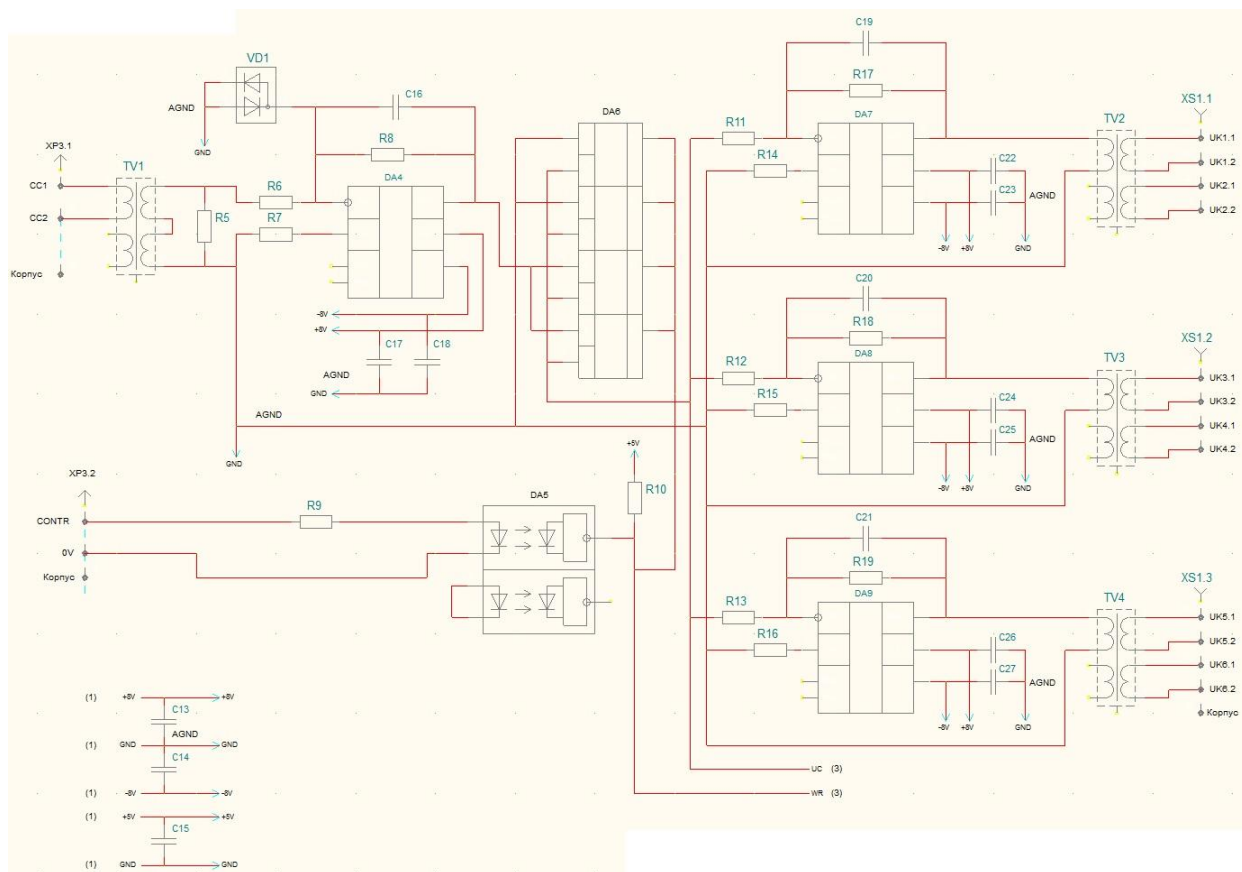


Рисунок 13 – Схема электрическая принципиальная (лист 2)

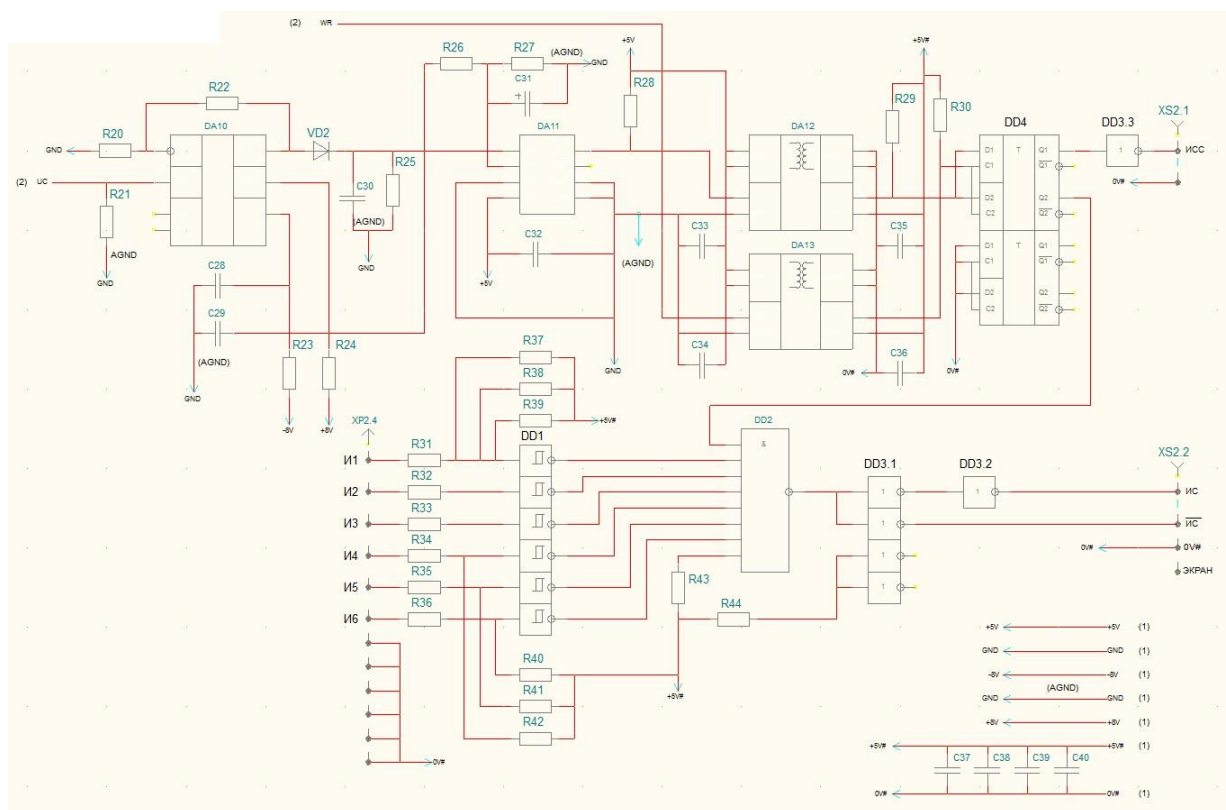


Рисунок 14 – Схема электрическая принципиальная (лист2)

Перв. примен.	Поз.обоз- начение	Наименование	Кол.	Примечание					
	C1	Конденсатор K53-56A-16 В-10 мкФ+-10%-В АЖЯР.673546.001ТУ	1						
Справ. №	C2, C3	Конденсатор K53-56A-20 В-10 мкФ+-10%-В АЖЯР.673546.001ТУ	2						
	C4, C5	Конденсатор K10-69в-Н90-25В-4532М-1 мкФ+80-20%-луженые АЖЯР.673511.002 ТУ	2						
	C6	Конденсатор K10-69в-МПО-50В-4532М-0,015 мкФ+-10%-луженые АЖЯР.673511.002 ТУ	1						
	C7, C8	Конденсатор K53-56A-20 В-10 мкФ+-10%-В АЖЯР.673546.001ТУ	2						
	C9	Конденсатор K53-56A-16 В-10 мкФ+-10%-В АЖЯР.673546.001ТУ	1						
	C10	Конденсатор K10-69в-Н90-25В-4532М-1 мкФ+80-20%-луженые АЖЯР.673511.002 ТУ	1						
	C11	Конденсатор K10-69в-МПО-50В-4532М-0,015 мкФ+-10%-луженые АЖЯР.673511.002 ТУ	1						
	C12	Конденсатор K53-56A-16 В-10 мкФ+-10%-В АЖЯР.673546.001ТУ	1						
	C13...C15	Конденсатор K10-69в-Н90-50В-3216М-0,1 мкФ+80-20%-луженые АЖЯР.673511.002 ТУ	3						
	C16	Конденсатор K10-69в-МПО-50В-2012М-30 пФ+-5%-луженые АЖЯР.673511.002 ТУ	1						
Подп. и дата	C17, C18	Конденсатор K10-69в-Н90-50В-3216М-0,1 мкФ+80-20%-луженые АЖЯР.673511.002 ТУ	1						
Инв. № дубл.									
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Перечень элементов	Лит.	Лист	Листов
	Разраб.							1	5
	Пров.								
	Гл.констр.								
	Н.контр.								
	Утв.								

Формат А4

Рисунок 15 – Перечень элементов модуля коммутации (лист 1)

					Поз.обоз- начение	Наименование	Кол.	Примечание
					R26	Резистор P1-16П-0,125 Вт-61,9 кОм+-0,5%-0,5-Д	1	
						АЛЯР.434110.002ТУ		
					R27	Резистор P1-16П-0,125 Вт-2 кОм+-0,5%-0,5-Д	1	
						АЛЯР.434110.002ТУ		
					R28...R30	Резистор P1-12-0,25-10 кОм+-5%-Т АЛЯР.434110.005ТУ	3	
					R31...R36	Резистор P1-12-0,25-240 Ом+-5%-Т АЛЯР.434110.005ТУ	6	
					R37...R44	Резистор P1-12-0,25-10 кОм+-5%-Т АЛЯР.434110.005ТУ	8	
					TV1...TV4	Трансформатор ЛУ4.739.517	4	
					VD1	Набор диодов 2Д707АС9 аА0.339.583ТУ	1	
					VD2	Диод 2Д522Б дР3.362.029-01ТУ	1	
					XP1, XP2	Соединитель СНП306-64ВП31-34-1-В РЮМК.430420.007ТУ	2	
					XP3	Вилка СНП268-9ВП31-1-4-В БСАР.430420.014ТУ	1	
					XS1	Розетка СНП268-15РП31-1-4-В БСАР.430420.014ТУ	1	
					XS2	Розетка СНП268-9РП31-1-4-В БСАР.430420.014ТУ	1	

3.2 Расчет показателей надежности

Любое радиоэлектронное устройство характеризуется безотказностью и долговечностью.

По ГОСТ 27.002-87 безотказность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки. Долговечность – свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния.

В качестве показателя безотказности примем среднюю наработку на отказ; в качестве показателей долговечности – средний ресурс и средний срок службы.

3.2.1 Порядок выполнения расчета безотказности аппаратуры

Расчеты безотказности аппаратуры выполняются в соответствии с методами, изложенными в ГОСТ 27.301-95, ГОСТ РВ20.57.304-98, РД В5Р.8677-83 и включает в себя несколько этапов расчета.

а) Расчет безотказности ЭРИ, приведенный к условиям эксплуатации в составе конкретной аппаратуры

Расчет проводится в предположении, что:

отказы ЭРИ являются внезапными и представляют собой случайные события; интенсивность отказов ЭРИ не зависит от времени, то есть имеет место стационарность потока отказов, который определяется одним параметром распределения - интенсивностью отказов $\lambda = \text{const}$.

Источником информации о безотказности комплектующих ЭРИ является справочник «Надежность электрорадиоизделий» издания ФГУП «22 ЦНИИИ МО РФ» 2006 г., который является официальным изданием Министерства обороны и отраслей промышленности.

Обобщенная математическая модель для расчета эксплуатационной интенсивности отказов λ каждого из ЭРИ имеет вид

$$\lambda = \lambda_0 \cdot K_p \cdot K_s,$$

где λ_6 – базовая интенсивность отказов типа ЭРИ, приведенная к условиям номинальной электрической нагрузки при температуре окружающей среды $+25^{\circ}\text{C}$. Значения λ_6 для основных типов ЭРИ приведены в справочнике;

K_p – коэффициент режима, учитывающий изменение λ_6 в зависимости от электрической нагрузки и температуры окружающей среды;

K_3 – коэффициент, зависящий от жесткости условий эксплуатации (для групп исполнения аппаратуры по ГОСТ РВ20.39.304-98).

Температура окружающей среды и коэффициент нагрузки оказывают существенное влияние на безотказность и долговечность комплектующих элементов. В Справочнике «Надежность электрорадиоизделий» показано:

при температуре окружающей среды $+40^{\circ}\text{C}$ снижение коэффициента электрической нагрузки с 0,8 до 0,3 повышает безотказность полупроводниковых диодов в 4,9 раза, транзисторов в 3 раза, резисторов в 1,8 раза, конденсаторов в 9 раз;

при коэффициенте электрической нагрузки $K_n=0,4$ снижение температуры окружающей среды с $+70^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$ повышает безотказность полупроводниковых диодов в 1,6 раза, транзисторов в 1,46 раза, резисторов в 1,4 раза, конденсаторов в 3 раза.

При расчете эксплуатационной интенсивности отказов ЭРИ температура окружающей среды и коэффициенты электрической нагрузки выбираются из комплекта карт правильности применения электрорадиоизделий, разрабатываемого в соответствии с требованиями РД В.319.01.09-94. Если разработка комплекта карт правильности применения ЭРИ в аппаратуре не предусматривается рекомендованные коэффициенты электрической нагрузки ЭРИ выбираются из «Дополнения Ц12-85 к НТД на изделия электронной техники»:

ИМС – облегченные режимы по ТУ;

Полупроводниковые приборы – по мощности не более 0,5;

Конденсаторы – суммарное воздействие переменной и постоянной составляющей – не более 0,5;

Резисторы – по мощности – не более 0,5;

Трансформаторы, дроссели – по току – не более 0,7.

Результаты расчетов эксплуатационной интенсивности отказов ЭРИ используются при расчете безотказности составных частей изделия (модуля, блока, прибора).

б) Расчет безотказности составных частей

Исходными данными для расчета безотказности составной части является перечень элементов .

Обобщенная математическая модель для расчета интенсивности отказов устройства имеет вид

$$\lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

где λ_i – интенсивность отказов i -го элемента, ;

m – количество элементов i -го типа;

n – количество типов элементов.

При расчетах интенсивности отказов функционально законченных устройств (модулей, блоков, приборов) используется автоматизированная система расчета надежности (АСРН), изд. ФГУП «22ЦНИИ МО РФ», 2006 г., разработанная на базе справочника «Надежность электрорадиоизделий». АСРН позволяет рассчитывать суммарную интенсивность отказов устройства без учета резервирования, укомплектованного ЭРИ отечественного и иностранного производства. Расчет может осуществляться для режимов эксплуатации и хранения в составе подвижных и неподвижных объектов. Результаты расчета безотказности устройства используются при расчете безотказности изделия, в котором устройство применяется. Полученное значение средней наработки на отказ

T_0 – заносится в технические условия на устройство в качестве показателя безотказности.

Результат расчета безотказности устройства приведен в таблице 4.

Режим: Эксплуатация

Условия: группа 2.1.1, 2.1.2, 2.3.1, 2.3.2

Температура окружающей среды, °C: 40

Модуль 1

Расчетная интенсивность отказов: $25,937 \cdot 10^{-7}$ 1/ч

Таблица 4 – Результаты расчета безотказности устройства

Наименование	Кол, шт.	n $\lambda_6 \cdot 10^7$, 1/ч	$\lambda_3 \cdot 10^7$, 1/ч	$\lambda_3 \cdot 10^7 \cdot n$, 1/ч
Интегральные микросхемы				
LT1763IS8	1	-	0,036	0,036
LT1175IS8	1	-	0,036	0,036
ADP3335ARM-5-REEL	1	-	0,051	0,051
AD8610BR	5	-	0,051	0,257
HCPL0631	1	-	0,051	0,051
ADG453BR	1	-	0,051	0,051
1467CA4T БМ	1	0,330	1,180	1,180
ADuM1100BR	2	-	0,051	0,103
1594ТЛ2Т	1	0,197	0,485	0,485

Продолжение таблицы 4

Наименование	Кол, шт.	$\lambda_{\text{б}} \cdot 10^7, 1/\text{ч}$	$\lambda_{\text{э}} \cdot 10^7, 1/\text{ч}$	$\lambda_{\text{э}} \cdot 10^7 \cdot n, 1/\text{ч}$
1564ЛА2	1	0,197	0,388	0,388
1564ТМ7	1	0,197	0,485	0,485
1594ЛН1Т	1	0,197	0,485	0,485
Полупроводниковые приборы				
2Д707АС9	1	0,210	0,067	0,067
2Д522Б	1	0,490	0,187	0,187
Резисторы				
P1-16П	1	0,410	0,066	0,066
P1-16П	1	0,410	0,023	0,023
P1-16П	1	0,410	0,066	0,066
P1-16П	1	0,410	0,066	0,066
P1-16П	1	0,410	0,023	0,023
P1-16П	1	0,410	0,023	0,023
P1-16П	1	0,410	0,023	0,023
P1-16П	3	0,410	0,023	0,069
P1-16П	3	0,410	0,023	0,069
P1-16П	3	0,410	0,023	0,069
P1-16П	1	0,410	0,023	0,023
P1-16П	1	0,410	0,023	0,023
P1-16П	1	0,410	0,023	0,023
P1-16П	1	0,410	0,066	0,066
P1-16П	1	0,410	0,023	0,023
P1-16П	1	0,410	0,023	0,023
P1-12	1	0,710	0,568	0,568
P1-12	1	0,710	0,398	0,398

Продолжение таблицы 4

Наименование	Кол, шт.	$\lambda_6 \cdot 10^7$, 1/ч	$\lambda_3 \cdot 10^7$, 1/ч	$\lambda_3 \cdot 10^7 \cdot n$, 1/ч
P1-12	2	0,710	0,568	1,136
P1-12	3	0,710	0,398	1,193
P1-12	6	0,710	0,568	3,408
P1-12	8	0,710	0,398	3,181
Конденсаторы				
K53-56A	1	0,700	0,698	0,698
K53-56A	2	0,700	0,698	1,396
K10-69B	2	0,194	0,111	0,221
K10-69B	1	0,194	0,067	0,067
K53-56A	2	0,700	0,698	1,396
K53-56A	1	0,700	0,698	0,698
K10-69B	1	0,194	0,111	0,111
K10-69B	1	0,194	0,067	0,067
K53-56A	1	0,700	0,698	0,698
K10-69B	3	0,194	0,084	0,252
K10-69B	1	0,194	0,032	0,032
K10-69B	2	0,194	0,084	0,168
K10-69B	3	0,194	0,032	0,095
K10-69B	8	0,194	0,084	0,671
K10-69B	1	0,194	0,067	0,067
K10-69B	9	0,194	0,084	0,755
K53-56A	1	0,700	0,698	0,698
Трансформаторы				
трансформатор ЛУ4.739.517	4	0,020	0,398	1,590

Продолжение таблицы 4

Наименование	Кол, шт.	$\lambda_6 \cdot 10^7$, 1/ч	$\lambda_3 \cdot 10^7$, 1/ч	$\lambda_3 \cdot 10^7 \cdot n$, 1/ч
Соединители низкочастотные и радиочастотные				
СНП306	2	0,180	0,660	1,320
СНП268	1	0,045	0,064	0,064
СНП268	1	0,045	0,086	0,086
СНП268	1	0,045	0,064	0,064
Платы с металлизированными сквозными отверстиями				
Рппм	1	1,700E-04	0,308	0,308

В результате расчета получено значение интенсивности отказов $\lambda = 25,93 \cdot 10^{-7}$ 1/ч, что соответствует средней наработке на отказ

$$T_0 = 380560 \text{ ч.}$$

в) Оценка долговечности устройства

Оценка долговечности устройства в ходе проектирования выполняется в соответствии с РД5Р.8294-87 «Оценка технического ресурса при проектировании» и определяется долговечностью элементной базы.

Источниками информации о показателях долговечности элементной базы являются:

- технические условия на ЭРИ;
- справочник «Надежность электрорадиоизделий».

Номенклатура примененных в устройстве комплектующих элементов отечественного производства приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Номенклатура комплектующих элементов

ЭРИ	Минимальный срок сохраняемости, лет	95% ресурс, тыс. ч.
ИМС		

1594ТЛ2Т	25	120
----------	----	-----

Продолжение таблицы 5

1564 ЛА2	25	120
1564ТМ7	25	120
1594ЛН1Т	25	120
Полупроводниковые приборы		
2Д707АС9	25	120
2Д522Б	25	160

Резисторы		
Р1-16П	20	60
Р1-12	25	150
Конденсаторы		
К53-56А	25	150
К10-69В	25	50
Соединители		
СНП306	20	130
СНП268	20	130

Моточные изделия собственной разработки (трансформаторы) имеют минимальный срок сохраняемости 15 лет и ресурс 60000 ч.

Долговечность импортных ЭРИ по данным сертификационных испытаний не менее 15 лет при 95% ресурсе не менее 50000 ч.

Таким образом, срок службы разработанного устройства будет определяться наименее долговечным элементом и составляет не менее 15 лет при среднем ресурсе не менее 50000 ч.

Конструкторский анализ ЭБ состоит в определении массы, габаритных размеров и установочной площади ЭРЭ. Масса и габаритные размеры применяемых ЭРЭ влияют на выбор варианта и его места установки и способа

его дополнительного крепления. Установочная площадь ЭРЭ Si определяется из справочника и вычисляется по формуле:

$$S_i = 1,3 \times L \times B,$$

где L и B – длина и ширина ЭРЭ по установочным размерам, в соответствии с вариантом установки по ОСТ 4.010.030-81 «Установка навесных элементов на печатные платы».

Результаты, полученные на основе анализа ЭБ представлены в виде таблицы (6).

Таблица 6 – Результаты анализа ЭБ

Наименование и тип ЭРЭ	Количество, шт	Габаритные размеры, мм ²	Установочная площадь, мм ²
Конденсаторы			
K53-56A	8	3,2x1,6	6,656
K10-69B-H90	24	4,5x3,2	18,72
K10-69B-МПО	7		
Микросхемы			
LT1763IS8	1	3,8x4,9	24,206
LT1175IS8	1		
ADP3335ARM-5-REEL	1	4,0x2,9	11,6
AD8610BR	5	3,8x4,9	24,206
HCPL0631	1		
ADG453BR	1		
1467CA4T БМ	1		
ADUM1100BR	2		
1594ТЛ2Т	1	7,3x10	94,9
1564ЛA2	1		
1594ЛH1T	1		
1564ТМ7	1	7,3x10	94,9

Продолжение таблицы 6

Резисторы			
P1-12П-0.25	22	3,2x1,6	6,656
P1-16П-0.125	21		
Трансформаторы			
ЛУ4.739.517	4	68x57	5038,8
Диоды			
2D707AC9	1	3,8x1,9	9,386
2D5225	1		
Соединители			
СНП306-64ВП31-34-1	2	94x18,5	2260,7
Вилки			
СНП268-15P	1	31x12,7	495,3
СНП268-9P	2	39x12,7	393,7

В соответствии с данными таблицы суммарная площадь занимаемая ЭРЭ равна 27579,52мм²

Отсюда минимальная площадь монтажной зоны печатной платы рассчитываемая по формуле:

$$SP = \sum Si/k3,$$

где k3 – коэффициент заполнения печатной платы. Поскольку переносная ЭРЭ характеризуется относительно малым коэффициентом заполнения, его величину выбираем k3 = 0,7. С учетом указанного получаем, что SP равна 39399,3мм²

Исходя из данных полученных в ходе расчетов, все элементы были размещены на евромодуле 1 уровня стандартного размера (233x160).

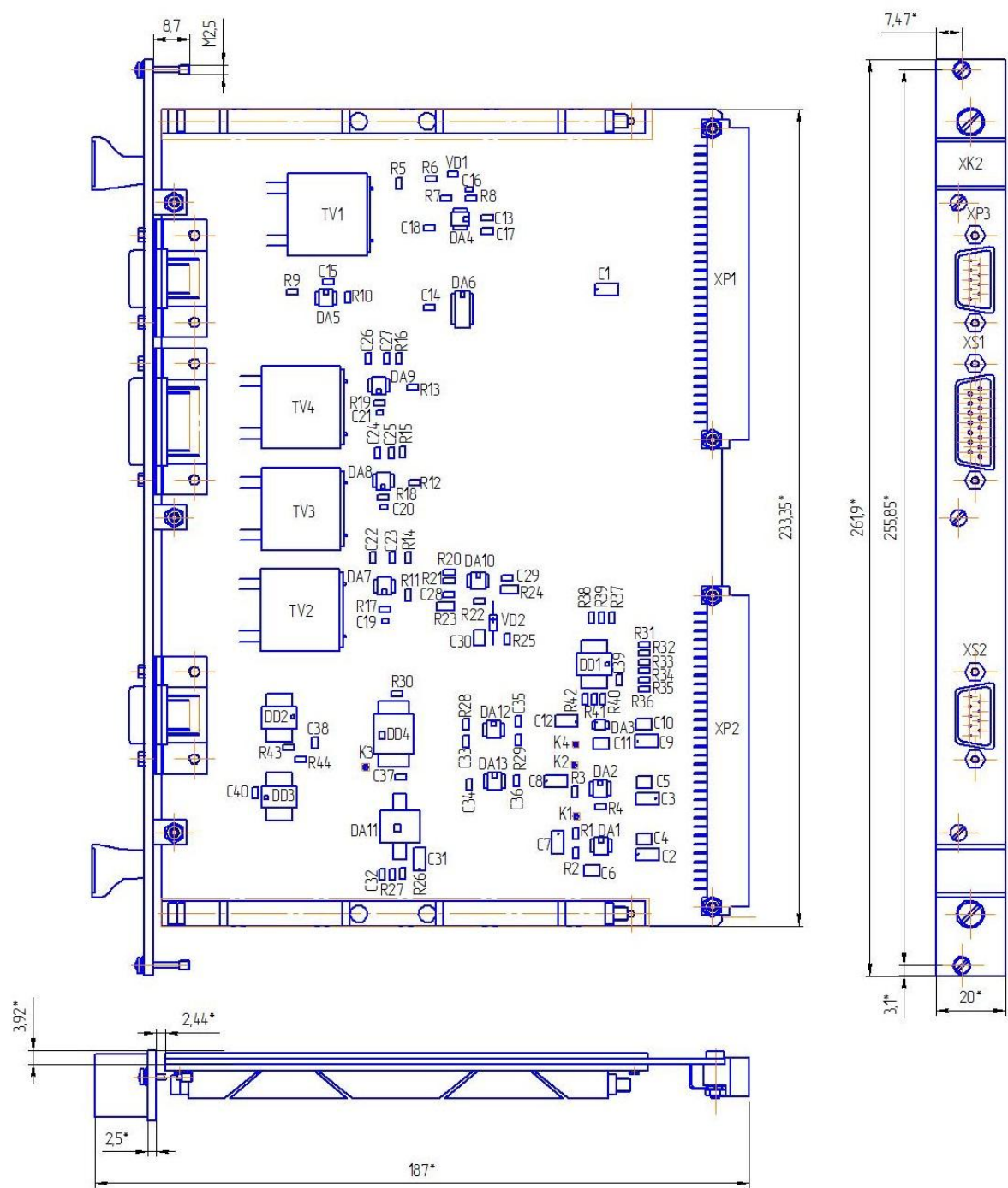
Разрабатываемый блок коммутации гермоприбора в дальнейшем будет размещен в герметичной капсуле, находящейся в носовой части ПЛ. То есть данная аппаратура относится к группе, аппаратуры ПЛ, которая устанавливается в необслуживаемом отсеке.

При разработке данной аппаратуры необходимо учитывать общие требования:

1. Особая продолжительность эксплуатации и необходимость постепенной модернизации.
2. Работа в помещении с определенными климатическими условиями: изменение температуры (отминус 50 до 70)°С, относительной влажностью (до 100)%, атмосферным давлением (1033±30) гПа.
3. Механические воздействия во время работы (механические удары, качка, наклоны).
4. Хранение в складских условиях в климатических зонах изготовителя и потребителя.
5. Высокая ремонтпригодность при ремонте не в условиях эксплуатации.
6. Ограничения (ГОСТ 12863-67) на габариты и массу, определяемые удобством транспортирования, выгрузки, передвижения внутри помещения и т. п.

3.3 Разработка сборочных чертежей: модуля 1, крейта, гермошкафа

По данным ТЗ, а так же приведенным выше расчетам, были размещены элементы и разработан сборочный чертеж модуля 1 (Рис.19).



Рису

нок 19 - Сборочный чертеж модуля 1

На основе имеющихся данных для проектирования модуля, была разработана двухуровневая печатная плата.

1. Топология печатной платы блока коммутации рисунок 20(лист 1)
2. Топология печатной платы блока коммутации рисунок 21(лист 2)
3. Топология печатной платы блока коммутации рисунок 22(лист 3)

4. Топология печатной платы блока коммутации рисунок 23(лист 4)

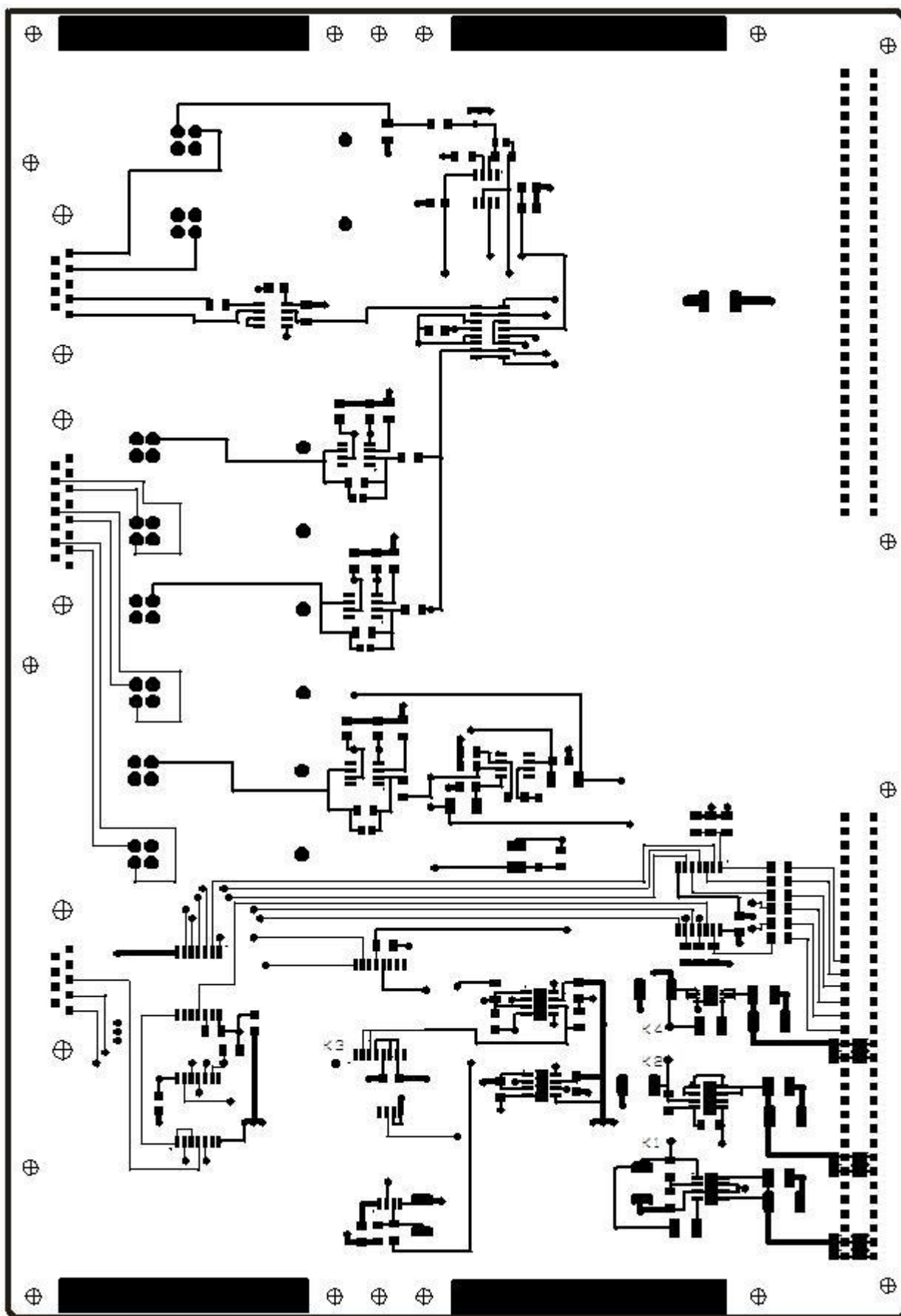


Рисунок 20 – Топология печатной платы блока коммутации (лист 1)

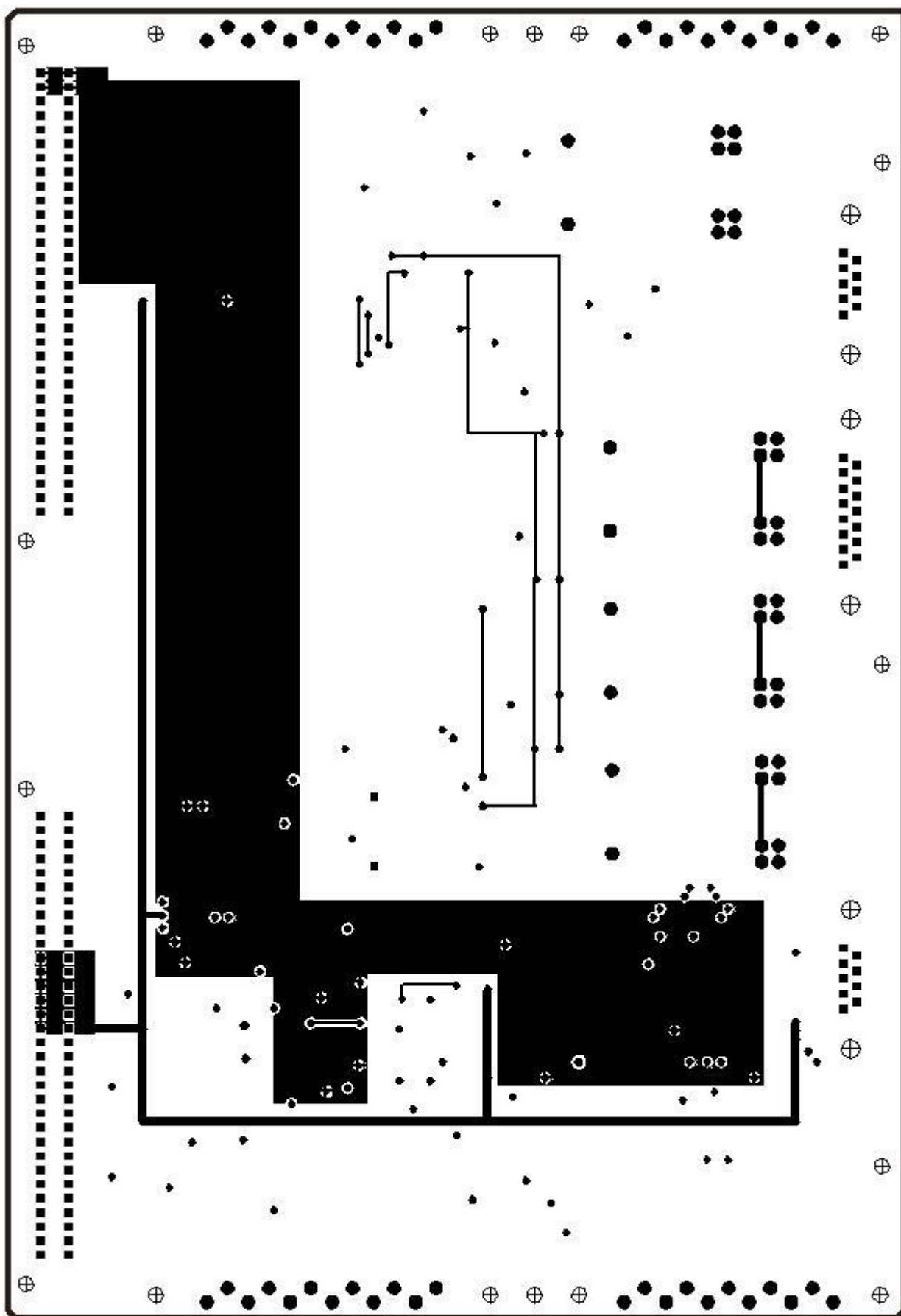


Рисунок 21 – Топология печатной платы блока коммутации (лист 2)

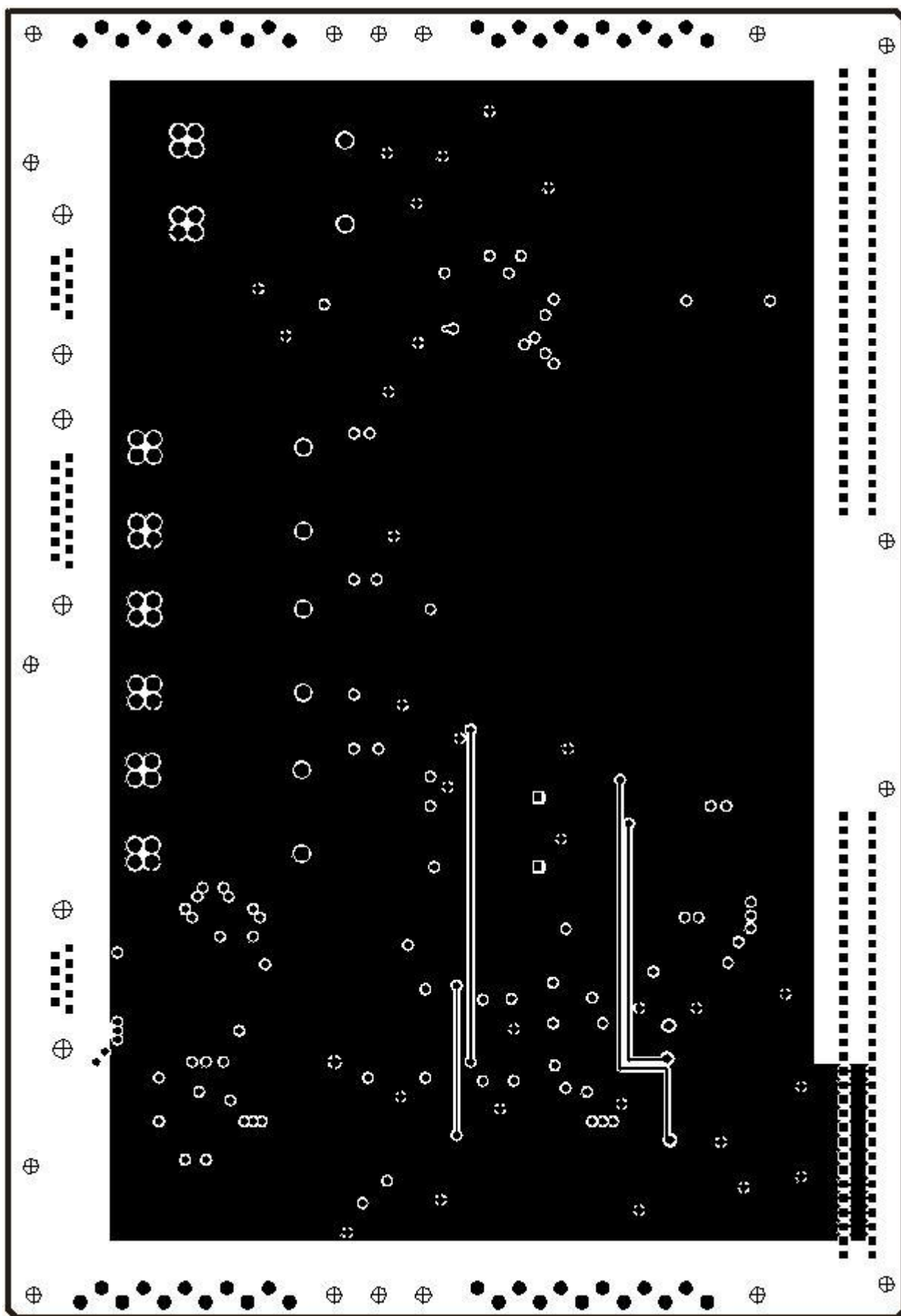


Рисунок 22 – Топология печатной платы блока коммутации (лист 3)

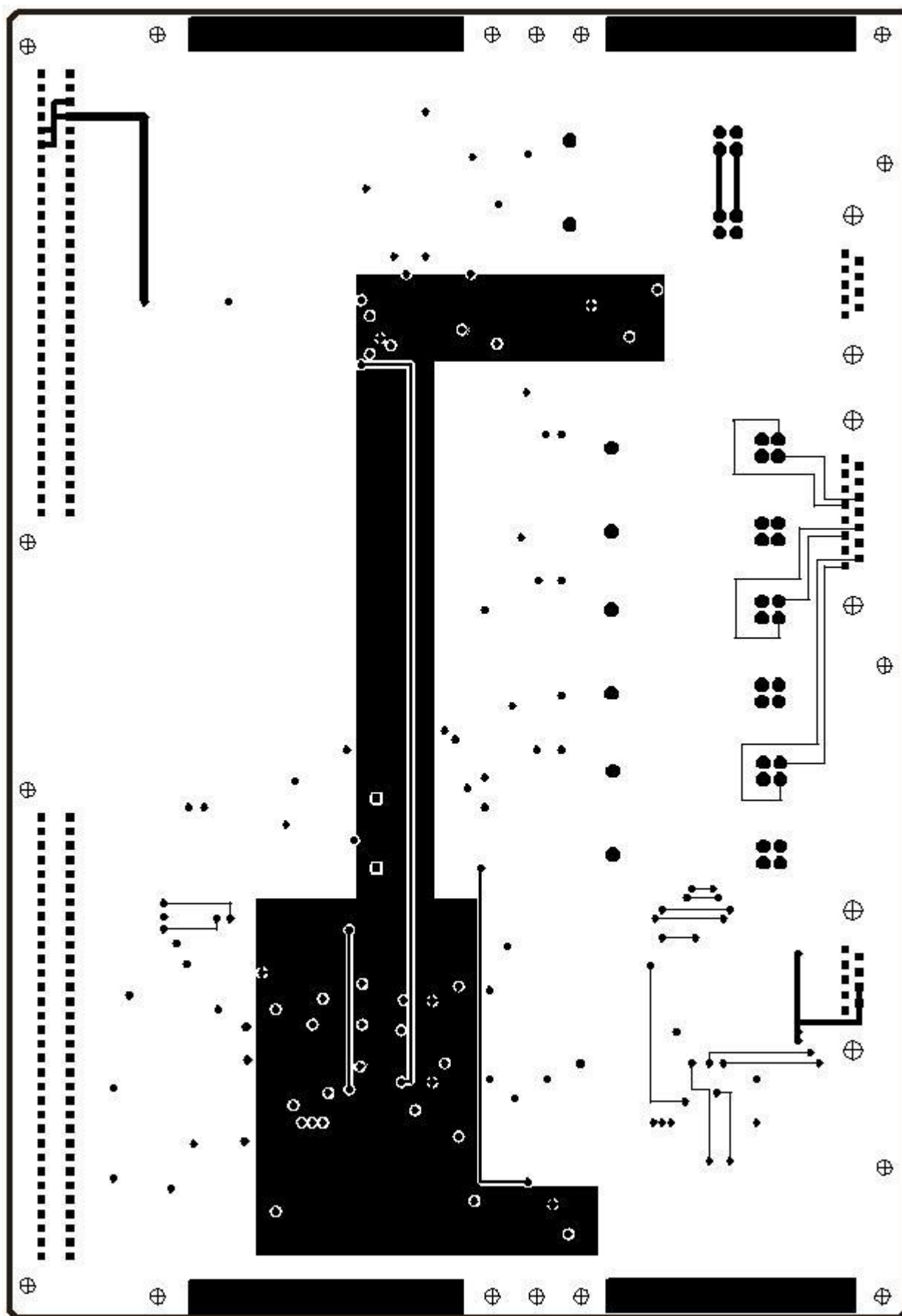


Рисунок 23 – Топология печатной платы блока коммутации (лист 4)

По данным ТЗ и расчетам, проведенным выше, был разработан сборочный чертеж, крейта (Рис. 24), а так же сборочный чертеж гермошкафа (Рис. 25).

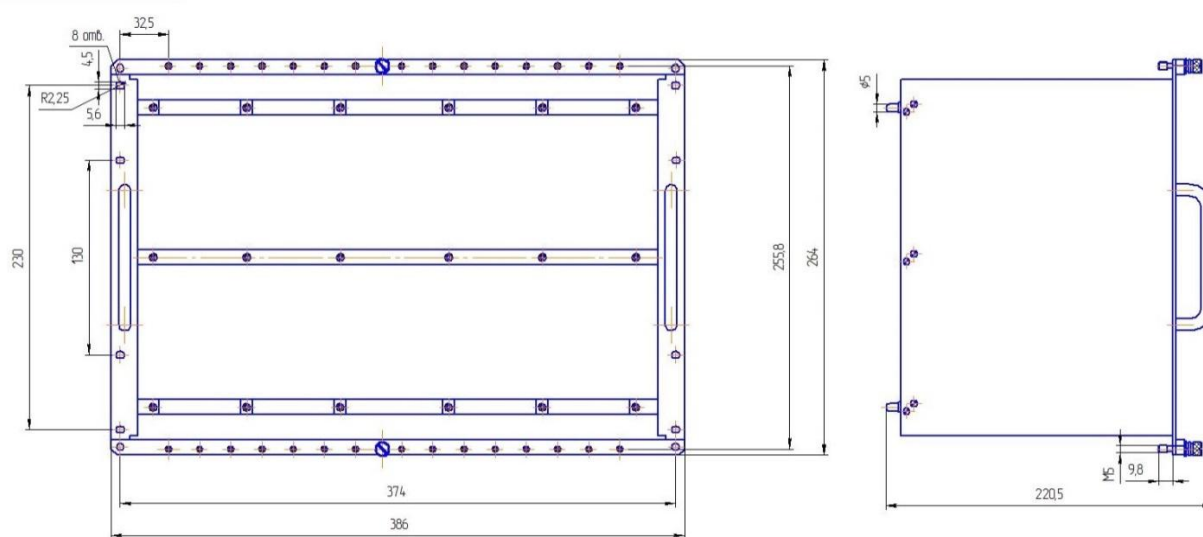


Рисунок 24 - Сборочный чертеж крейта

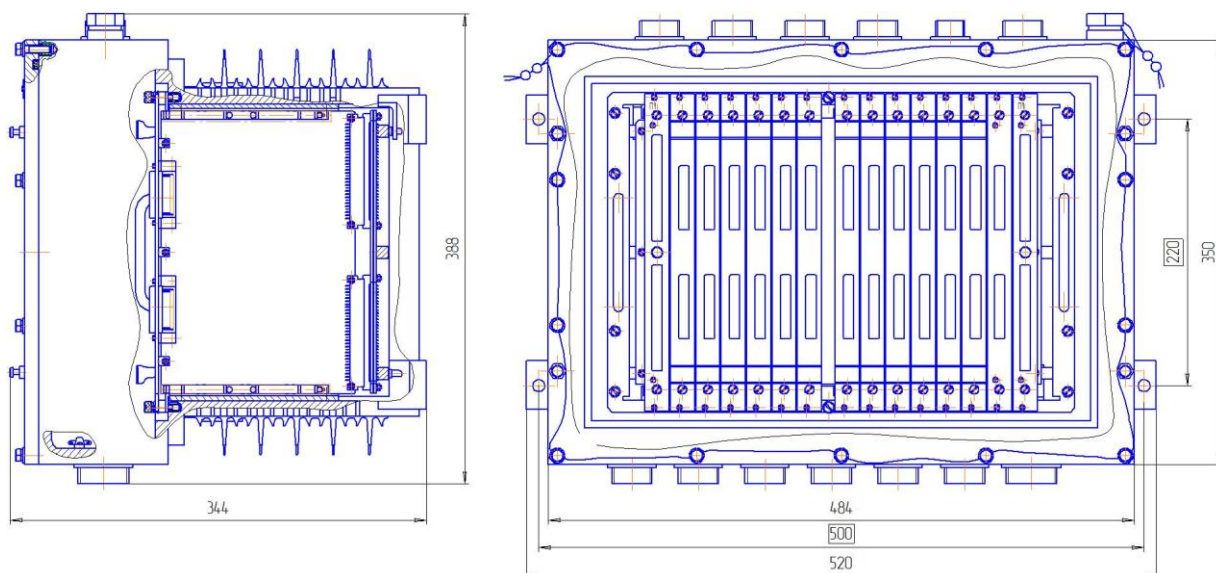


Рисунок 25 - Сборочный чертеж шкафа

На рисунке 26 представлена объемная модель гермошкафа, на которой хорошо видны модификации гермоблока.

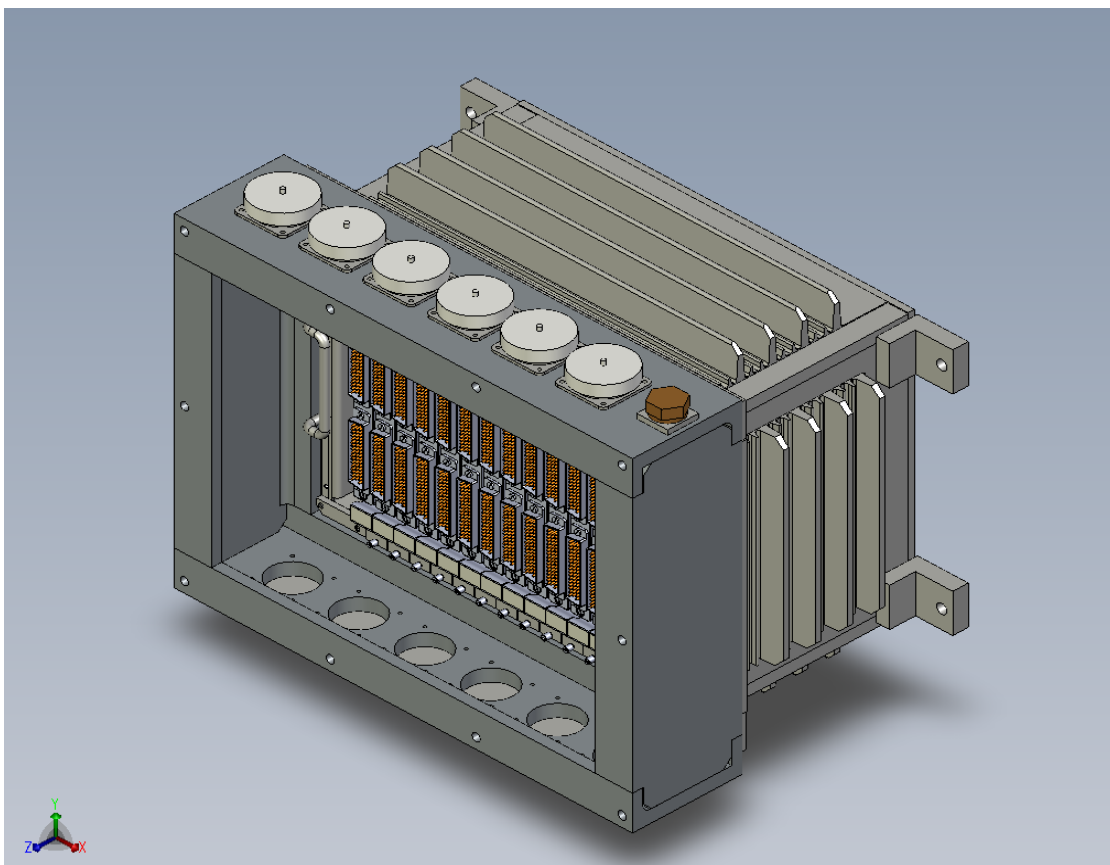


Рисунок 26 – Изометрия гермошкафа

Выводы

В ТЗ входит: электрическая принципиальная схема, перечень элементов, размеры. На основании ТЗ был разработан и сконструирован модуль 1 уровня. Разрабатываемый модуль коммутации предназначен для передачи сигнала от антенны к усилителю, а так же для сортировки выявленных шумов.

Решения задачи было произведено в три этапа:

- Расчет надежности;
- Проектирование гермоблока;
- Проектирование модуля 1 уровня.

Расчет показателей надежности. Любое радиоэлектронное устройство характеризуется безотказностью и долговечностью. Поэтому был произведен расчет безотказности ЭРИ. Исходными данными для расчета безотказности составной части является перечень элементов, находящийся в ТЗ. А так же получена оценка долговечности устройства. Проведя конструкторский анализ ЭБ, который состоит в определении массы, габаритных размеров и

установочной площади ЭРЭ. Масса и габаритные размеры применяемых ЭРЭ влияют на выбор варианта и его места установки, поэтому был произведен расчет суммарной площади, занимаемой элементами. Исходя из данных полученных в ходе расчетов, все элементы были размещены на евромодуле 1 уровня стандартного размера (233x160). При разработке данной аппаратуры необходимо учитывать общие требования:

- Особая продолжительность эксплуатации и необходимость постепенной модернизации;
- Работа в помещении с определенными климатическими условиями: изменение температуры;
- Механические воздействия во время работы;
- Высокая ремонтпригодность при ремонте не в условиях эксплуатации;
- Ограничения на габариты и массу.

По данным ТЗ, а так же приведенным выше расчетам, были размещены элементы и разработан сборочный чертеж модуля 1, сборочный чертеж крейта и сборочный чертеж гермошкафа. Так же, на основе имеющихся данных для проектирования модуля, была разработана двухуровневая печатная плата.

Корпус гермошкафа был сконструирован под унифицированные размеры стандартного евромодуля 1 уровня, а так же спроектирован сам модуль 1 уровня.

Разработка нового гермошкафа, ко всему прочему, стала экономически выгодной, так как это сократило количество элементов хранящихся в ЗИПе. Раньше, из-за не съемных модулей гермоблока, возрастала их повторяемость в ЗИПе, как следствие, его подорожание. Сейчас нет нужды класть больше чем нужно, тем более что это не только экономически выгодно, но и уменьшает масса-габаритные характеристики, что на ПЛ очень важно.

Так же проведены расчеты надежности блока коммутации, которые показывают безотказность и долговечность гермоприбора и помогли установить масса-габаритные характеристики ЭРЭ используемых при проектировании печатной платы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цели работы - исследование и разработка герметичных конструкций приборов капсульной группы ГАК подводных лодок в соответствии с механо-климатическими требованиями.

В процессе достижения поставленной цели получены следующие результаты.

1. Выполнен анализ механо-климатических требований к проектированию герметичной аппаратуры.

На основании проделанного анализа, можно сказать, что в зависимости от назначения, условий размещения и эксплуатации аппаратуры, а именно размещение ее в герметичной необслуживаемой капсуле ПЛ, аппаратура морской техники должна быть стойкой, прочной и устойчивой к внешним воздействующим факторам, поэтому к ней предъявляются механо-климатические требования, такие как: устойчивость к вибрациям, ударам, качке, наклонам, изменению температуры, влажности. Так же предъявляются общие требования, которые необходимо соблюдать при проектировании и разработке прибора:

- Требования к оболочке (гермоприбору присвоен код IPX7, что позволяет ему непродолжительное время находиться под водой);
- Требования к составным частям (функциональная полнота ЭМ, информационная и программная совместимость для средств вычислительной техники, функциональная и конструктивная завершенность ЭМ, возможность перестройки функциональной структуры и характеристик у аналоговых ЭМ, возможность автоматизированного контроля работоспособности, высокая безотказность и ремонтпригодность);
- Требования к органам управления и настройки (органы управления должны быть закреплены в одном положении; ручки органов управления должны быть снабжены блокирующими устройствами; во избежание случайного включения/отключения аппаратуры; удобное расположение, для наблюдения оператором, экранов индикаторов и шкал приборов; так же в аппаратуре

желательна установка счетчиков, которые будут регистрировать время их работы).

- Требования к габаритным размерам и массе (масса узлов и блоков должна быть не более 30кг; если масса превышает 30 кг, тогда должно быть дополнительное устройство для подъема блоков; аппаратура, предназначенная для установки на объектах, должна проходить через проемы этих объектов (люки, двери, шахты));

- Требования к материалам и покрытиям (материалы, применяемые для изготовления деталей, узлов и блоков аппаратуры, должны быть выбраны исходя из назначения и условий эксплуатации аппаратуры и соответствовать требованиям, указанным в стандартах или ТУ);

- Требования к маркировке (маркировка должна быть устойчивой в течение всего срока эксплуатации; наносить маркировку следует на несъемных частях аппаратуры; аппаратуру следует маркировать в соответствии с утвержденными документами).

Существуют способы проверки аппаратуры, на соответствие требованиям, предъявляемых к ней. Например, при проверке кода IP, на производстве гермоблок погружают в воду, через штуцер накачивают воздух и смотрят на наличие пузырьков воздуха в воде. В условиях сборки и эксплуатации этот способ не подходит, в этом случае через штуцер подают некоторое давление, через пол часа смотрят, упало давление в пределах нормы или нет.

2. Выполнен анализ различных герметичных конструкций для приборов прочного корпуса и капсулы ПЛ.

Для решения поставленной задачи, был произведен анализ и применение амортизаторов.

Работоспособность схемы амортизирующего крепления определяется на основании специальных расчетов, включающих (расчет собственных частот амортизирующего). Критериями работоспособности амортизирующего крепления являются: обеспечение необходимой виброизолирующей

эффективности амортизирующего крепления, обеспечение стойкости амортизированного объекта к ударному воздействию. В отличие от прочного корпуса, где приборы крепятся на сам корпус, в капсуле же, гермошкафы прочно устанавливаются на рамы, рамы уже с помощью амортизаторов прикреплены к стенам капсулы ПЛ. В данном случае используются спирально-тросовые виброизоляторы. Монтаж амортизирующих креплений следует производиться в соответствии с действующими нормативно-техническими документами.

Далее были рассмотрены конструкции гермоблока и усовершенствованного гермошкафа. Проведя анализ их конструкций, для дальнейших исследований был выбран гермошкаф, хотя представленный гермоблок за долгие годы эксплуатации и показал свою надежность, прочность и технологичность изготовления, некоторые недостатки несущей конструкции потребовали дальнейшего внимания к совершенствованию аппаратуры капсульной группы приборов ГАК ПЛ. Учитывая возросшие требования по функциональным возможностям капсульной аппаратуры ПЛ и проанализировав ряд свойств гермоблоков при разработке новых ГАК ПЛ был предложен новый конструктив, гермошкаф. Был разработан новый корпус уже под размеры евромодуля, на котором размещались АЦП, усилители, блок питания. Так же, появилась возможность применить кондуктивную систему отвода тепла от электрокомпонентов через конструкцию клиньев к оребренным стенкам герметичного прибора.

Рассмотренная конструкция гермошкафа позволила решить ряд задач для создания современной аппаратуры ГАК, устанавливаемой в капсуле ПЛ:

- унифицировать размеры и конструкцию электронных модулей, устанавливаемых в приборах капсульной группы и прочного корпуса ПЛ;
- увеличить объем и функциональность электронной аппаратуры, размещаемой в приборах капсулы ПЛ;
- изменить принцип формирования ЗИП, сократив количество и масса-габаритные характеристики возимого и базового ЗИП ПЛ, исключив в качестве

элемента замены гермоблок с установленными в нем электронными модулями на модули 1 уровня, устанавливаемые при ремонте в гермошкаф.

3. Выбрана конструкция и спроектирован герметичный прибор и его составные части. Выполнен расчет надежности блока коммутации.

В ТЗ входит: электрическая принципиальная схема, перечень элементов, размеры. На основании ТЗ был разработан и сконструирован модуль 1 уровня.

Разрабатываемый модуль коммутации предназначен для передачи сигнала от антенны к усилителю, а так же для сортировки выявленных шумов.

Решения задачи было произведено в три этапа:

- Расчет надежности;
- Проектирование гермоблока;
- Проектирование модуля 1 уровня.

Расчет показателей надежности. Любое радиоэлектронное устройство характеризуется безотказностью и долговечностью. Поэтому был произведен расчет безотказности ЭРИ. Исходными данными для расчета безотказности составной части является перечень элементов, находящийся в ТЗ. А так же получена оценка долговечности устройства. Проведя конструкторский анализ ЭБ, который состоит в определении массы, габаритных размеров и установочной площади ЭРЭ. Масса и габаритные размеры применяемых ЭРЭ влияют на выбор варианта и его места установки, поэтому был произведен расчет суммарной площади, занимаемой элементами. Исходя из данных полученных в ходе расчетов, все элементы были размещены на евромодуле 1 уровня стандартного размера (233x160). При разработке данной аппаратуры необходимо учитывать общие требования:

- Особая продолжительность эксплуатации и необходимость постепенной модернизации;
- Работа в помещении с определенными климатическими условиями: изменение температуры ;
- Механические воздействия во время работы;
- Высокая ремонтпригодность при ремонте не в условиях эксплуатации;

- Ограничения на габариты и массу.

По данным ТЗ, а так же приведенным выше расчетам, были размещены элементы и разработан сборочный чертеж модуля 1, сборочный чертеж крейта и сборочный чертеж гермошкафа. Так же, на основе имеющихся данных для проектирования модуля, была разработана двухуровневая печатная плата.

Корпус гермошкафа был сконструирован под унифицированные размеры стандартного евромодуля 1 уровня, а так же спроектирован сам модуль 1 уровня.

Разработка нового гермошкафа, ко всему прочему, стала экономически выгодной, так как это сократило количество элементов хранящихся в ЗИПе. Раньше, из-за не съемных модулей гермоблока, возрастала их повторяемость в ЗИПе, как следствие, его подорожание. Сейчас нет нужды класть больше чем нужно, тем более что это не только экономически выгодно, но и уменьшает масса-габаритные характеристики, что на ПЛ очень важно.

Так же проведены расчеты надежности блока коммутации, которые показывают безотказность и долговечность гермоприбора и помогли установить масса-габаритные характеристики ЭРЭ используемых при проектировании печатной платы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ РВ 20.39.309-98 Комплексная система общих технических требований. Конструктивно-технические требования – Введ. 1998–05–26. – М.
2. ГОСТ РВ 20.39.304-98 Комплексная система общих технических требований. Требования стойкости к внешним воздействующим факторам – Введ. 1998-07-09. – М.
3. ГОСТ 14254-96 (МЭК 529) Межгосударственный стандарт. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP) – Введ. 1996-04-12
4. Чеканов А.Н. Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры. – М.: КНОРУС, 2012
5. Корякин Ю.А., и др. Корабельная гидроакустическая техника: состояние и актуальные проблемы. СПб.: Наука, 2004.
6. В. Ильин, А. Колесников. Иллюстрированный справочник подводные лодки России. – М.: ООО «Издательство Астрель», ООО «Издательство АСТ», 2002.
7. В.Б. Пестряков. Конструирование радиоэлектронных средств. – М. «Радио и связь», 1992.
8. Грабарь А.Г. и др. История гидроакустики. Ростов-на-Дону: Росиздат, 2002.
9. Соколов В.Е., Сухарев А.В. Новые технические решения разработки конструктивов герметичных приборных корпусов капсульной аппаратуры ГАК ПЛ. СПб, 2017.
10. Инструкция по применению, монтажу и эксплуатации спирально-тросовых виброизоляторов. ООО «НПФ Анком», 2007.
11. [Электронный ресурс] / Оптимизация комплекта ЗИП
Режим доступа: http://studopedia.ru/6_134182_optimizatsiya-komplekta-zip.html (Дата обращения 24.05.2017г)
12. Вентцель Е. С. Теория вероятностей: учебник для вузов. 10 изд., стер. М. : Высш. шк., 2006.

13. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры: учебник для вузов / К. И. Билибин [и др.]; под ред. В. А. Шахнова. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002.
14. Надежность электрорадиоизделий: справочник / С. Ф. Прытков [и др.]. М. : Изд-во ЦНИИ МО РФ, 2004.
15. Постнов В. А., Тарнуха Н. А. Метод модуль элементов в расчетах судовых конструкций. Л.: Судостроение, 1990.
16. Проектирование источников электропитания электронной аппаратуры: учебник / О. К. Березин [и др.]; под ред. В. А. Шахнова. 3-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005.
17. Строгалева В. П., Толкачева И. О. Имитационное моделирование: учеб. пособие. М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008.
18. И.В. Соловьев, Г.Н. Корольков, А.А. Бараненко и др. Морская радиоэлектроника: Справочник. – СПб.: Политехника, 2003. –246 с.: ил.
19. Г.И. Казанцев, Г.Г. Котов, В.Б. Локшин и др. Учебник гидроакустика. – М.: Воен. издат. 1993. 230 с. ил.
20. Красненко Н.П. Методы и средства дистанционного акустического зондирования атмосферы // Методы и устройства передачи и обработки информации. – 2009. – № 11. – С. 143-154.
21. Новиков Б.К., Тимошенко В.И. Параметрические антенны в гидролокации. – Л.: Судостроение, 1990. – 256 с.
22. Воронин В.А., Тарасов С.П., Тимошенко В.И. Гидроакустические параметрические системы. – Ростов-на-Дону: Ростиздат. 2004. – 400 с.
23. Д.Ю. Муромцев и др. Конструирование узлов и устройств электронных средств. – Ростов-на-Дону: «Феникс». 2013.
24. Д.Ю. Муромцев и др. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств: учеб. пособие. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
25. С.С. Борушек и др. Единая система конструкторской документации: справочное пособие. – М.: Издательство стандартов, 1986.

26. Н.Н. Акимов и др. Резисторы, конденсаторы, трансформаторы, дроссели, коммутационные устройства РЭА: справочник. – Мн.: Беларусь, 1994.
27. В.В. Мукосеев и др. Маркировка и обозначение радиоэлементов: справочник. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001.
28. Е.В. Пирогова. Проектирование и технология печатных плат: учеб. – М.: Форум-Инфра-М, 2005.
29. А.Т. Жигалов и др. Конструирование и технология печатных плат: учеб. Пособие. – М.: Высшая школа, 1973.
30. Медведев А.М. Печатные платы. Конструкции и материалы. – М.: Техносфера, 2005.
31. В.Г. Урзаев. Влагозащита печатных узлов. – М.: Техносфера, 2006.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

РВ 20.39.304-98

Таблица 3 - Аппаратура морской техники

Группа аппаратуры	Назначение аппаратуры по принадлежности к объекту ВВТ	Группа исполнения аппаратуры	Условия размещения аппаратуры на объекте
1	2	3	4
2.1	Аппаратура надводных кораблей	2.1.1	Аппаратура, устанавливаемая в специальных помещениях, рубках, центральных постах управления и жилых помещениях
		2.1.2	Аппаратура, устанавливаемая в трюмах, отсеках и машинно-котельных помещениях
		2.1.3	Аппаратура, устанавливаемая на открытых палубах вне помещений
		2.1.4	Аппаратура, устанавливаемая непосредственно на двигателях

Продолжение таблицы 3

2.2	Аппаратура катеров и кораблей на подводных крыльях и воздушных подушках	2.1.5	Аппаратура, работающая непосредственно в воде (за бортом и в затапливаемых помещениях), в том числе буксируемая и опускаемая в воду
		2.2.1	Аппаратура, устанавливаемая в закрытых помещениях (отсеках, рубках, постах, машинных и румпельных отделениях и трюмах)
		2.2.2	Аппаратура, устанавливаемая на открытых постах вне помещений
		2.2.3	Аппаратура, устанавливаемая непосредственно на двигателях
		2.2.4	Аппаратура, работающая непосредственно в воде, в том числе буксируемая и опускаемая в воду
2.3	Аппаратура подводных лодок	2.3.1	Аппаратура, устанавливаемая в специальных помещениях, рубках, и жилых помещениях

Продолжение таблицы 3

		2.3.2	Аппаратура, устанавливаемая в необслуживаемых отсеках, помещениях, трюмах, выгородках вспомогательных механизмов, а также во всплывающих спасательных устройствах
		2.3.3	Аппаратура, устанавливаемая в энергетических отсеках
		2.3.4	Аппаратура, устанавливаемая непосредственно на двигателях
		2.3.5	Аппаратура, работающая непосредственно в воде (за бортом и в затапливаемых помещениях), в том числе буксируемая и опускаемая в воду
		2.4.1	Аппаратура, устанавливаемая в закрытых помещениях
2.4	Аппаратура экранопланов и других аналогичных летательных аппаратов	2.4.2	Аппаратура, устанавливаемая на открытых постах вне помещений

Продолжение таблицы 3

		2. 4.3	Аппаратура, устанавливаемая непосредственно на двигателях
2.5	Аппаратура неподвижных и ограниченно подвижных средств	2.4.4	Аппаратура, работающая непосредственно в воде, в том числе буксируемая и опускаемая в воду
		2.5.1	Аппаратура средств, устанавливаемых с надводных кораблей, подводных лодок, катеров и кораблей на подводных крыльях и воздушных подушках
		2.5.2	Аппаратура средств, сбрасываемых с воздушных летательных аппаратов
2.6	Аппаратура реактивных глубинных бомб, торпед и противолодочных ракет	2.6.1	Аппаратура объектов, выстреливаемых (сбрасываемых) с надводных кораблей и подводных лодок

Окончание таблицы 3

2.7	Аппаратура выносных частей стационарных гидроакустических средств	2.6.2 -	Аппаратура объектов, выстреливаемых (сбрасываемых) с воздушных летательных аппаратов -
-----	---	----------------	---