**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ**

**ОПЫТНО-КОНСТРУКТОРСКИХ РАБОТ**

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО | УТВЕРЖДЕНО |
|  |  |
| Конструктор | Капитан команды «Violet» |
|  |  |
| \_\_\_\_\_\_\_\_ Хаиртдинов Р. | \_\_\_\_\_\_\_\_ Бахчинянц К. |
|  |  |
| 13 декабря 2024 г. | 13 декабря 2024 г. |

|  |
| --- |
| 13 декабря 2024 г. |
|  |
| г. Москва |

**Термины:**

Опытно-конструкторская работа: Совокупность определенных мероприятий, нацеленных на создание технологических и конструкторских документов.

Техническое задание: Исходный технический документ для проведения работы, устанавливающий требования к создаваемому изделию (его СЧ или КИМП) и технической документации на него, а также требования к объему, срокам проведения работы и форме представления результатов.

Гидравлический силовой агрегат: Источник энергии, который используется для перемещения привода внутри гидравлической системы**.**

Кавитация: Образование пузырьков газа из-за локального снижения давления в перекачиваемой насосом жидкости.

Пьезорезистивность: Явление изменения электрического сопротивления тела в результате действия внешней силы**.**

Дефектоскопия: метод неразрушающего контроля, обнаруживающий и оценивающий дефекты и повреждения материалов.

Движитель: устройство, преобразующее энергию двигателя либо внешнего источника, через взаимодействие со средой, в полезную работу по перемещению транспортного средства или механизма.

Шлангокабель: комплекс электрических или волоконно-оптических кабелей, шлангов или трубопроводов, заключённых в общую оболочку. Предназначен для передачи сигналов связи.

Бод: единица измерения символьной скорости, количество изменений информационного параметра несущего периодического сигнала в секунду. Акустическая эмиссия: явление возникновения и распространения упругих колебаний (акустических волн) в различных процессах.

**Сокращения:**

ОКР - Опытно-конструкторская работа

КИМП - Комплектующие изделия межотраслевого применения ТНПА - Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат

ЗИП - Запасной инструмент и принадлежности

ГСА - Гидравлический силовой агрегат

ЖК-дисплей - Жидкокристаллический дисплей

AET - Контроль с применением акустической эмиссии

ET - Электромагнитный контроль

LT - Контроль течеисканием

MT - Магнитопорошковый контроль NRT - Нейтронная дефектоскопия

PT - Контроль с применением проникающей жидкости

RT - Радиографический контроль

UT - Ультразвуковой контроль

VT - Визуальный контроль

VA - Виброакустический контроль

РЭА - Радиоэлектронная аппаратура

**1 Общая информация**

* 1. Наименование ОКР

Разработка гибридного ТНПА для инспекций и очистки подводных сооружений.

* 1. Цель выполнения ОКР

Разработка и конструирование прототипа гибридного ТНПА для инспекции корпусов судов, измерения толщины корпуса судна, очистки судна от биологических наростов

**2 Технические требования к изделию**

* 1. Состав изделия

1. 8 движителей (4 горизонтальных и 4 вертикальных)
2. Цветная купольная телевизионная камера с 10-кратным зумом
3. Навигационная широкоугольная Ч/Б камера
4. Два светодиодных фонаря по 4000 люмен каждый
5. Связь через блок передачи данных RS485
6. Запасной канал передачи данных для гидролокатора и других датчиков
7. Система освещения
8. 2 Гусеницы
9. Телевизионная камера с функцией панорамирования и наклона с зумом
10. Полипропиленовая рама, детали из нержавеющей стали
    1. Технические характеристики изделия
       1. Система движения:

1. 8 движителей (4 горизонтальных и 4 вертикальных)

2.2.2 Системы телеметрии:

1. Модуль передачи данных RS485
2. Резервный канал передачи данных для гидролокатора и других датчиков

2.2.3 Системы наблюдения:

1. Цветной купол с 10-кратным увеличением
2. Телевизионная камера
3. Навигационная широкоугольная черно-белая камера
4. Две светодиодные лампы, каждая по 4000 люмен

2.2.4 Датчики ТНПА:

1. Датчики курса, тангажа, крена.
2. Датчик автоматического выбора направления
3. Пьезорезистивный датчик глубины
4. Датчик автоматической стыковки с поверхностью
5. Одометр в режиме гусеничного движения
6. Датчик внутренней температуры
7. Датчик попадания воды
8. Датчик силы тока и напряжения

2.2.5 Система очистки ТНПА:

1. Двухкупольная кавитационная система со специальной поверхностью ГСА

Методы неразрушающего контроля:

1. AET

1. ET
2. LT
3. MT
4. NRT
5. PT
6. RT
7. UT
8. VT
9. VA

2.2.6 Инструменты для восстановления объектов:

1. Встроенный 5-функциональный электрический манипулятор
2. Шлангокабель с нулевой плавучестью, длиной 150 м и диаметром 25 мм
3. Ручная лебедка для хранения в стандартной комплектации

2.2.7 Блок управления ТНПА:

1. 3 ЖК-экрана для связи, 9600 бод
2. Регулятор мощности фонарей и движителей
3. Навигационные дисплеи
4. Индикатор глубины и курса
5. Индикатор количества поворотов двигателя

2.2.8 Обратная связь с ТНПА:

1. Источник питания (амперы) и вольтметр
2. Внутренние параметры электронного пода
3. Индикатор вертикальной тяги двигателя
4. Ручной контроллер управления двигателей, камер и освещением
   1. Конструктивные требования
      1. Габаритные размеры:
5. Длина - 1105 мм
6. Ширина - 1085 мм
7. Высота - 646 мм
   * 1. Вид исполнения:

Блочное исполнение

* + 1. **Требования к конструктивной приспособленности изделия к консервации:**
       1. Защита от коррозии и внешних воздействий:

1. Все металлические детали робота должны быть защищены от коррозии с помощью соответствующих покрытий (например, оцинкование, порошковая покраска, анодирование). Тип покрытия должен быть выбран в зависимости от условий хранения и предполагаемого срока консервации.
2. Детали из пластмасс должны быть устойчивы к воздействию влаги, ультрафиолетового излучения и экстремальных температур в диапазоне температур хранения. Необходимо указать конкретный материал и его характеристики.
3. Все соединения (болты, гайки, винты) должны быть защищены от коррозии. Рекомендуется использование нержавеющей стали или покрытых материалов.
4. Электрические контакты должны быть защищены от окисления и влаги.
5. Необходимо предусмотреть герметизацию или использование специальных защитных составов.
6. 5. Должна быть обеспечена защита от проникновения пыли и влаги в электронные компоненты, например, путем герметизации корпусов.

2.3.3.2 Доступ для обслуживания и консервации:

1. Должен быть обеспечен лёгкий доступ ко всем узлам и агрегатам, требующим обслуживания или смазки перед консервацией.
2. Конструкция должна позволять легко снимать и устанавливать защитные чехлы или покрытия.3. Должны быть предусмотрены специальные места для размещения консервирующих материалов.

2.3.3.3 Упаковка и маркировка:

1. Робот должен быть упакован в герметичный контейнер или чехол, защищающий его от влаги, пыли и механических повреждений. Материал упаковки должен быть указан.
2. На упаковке должна быть нанесена маркировка, содержащая информацию о роботе (название модели, серийный номер), условиях хранения, дате консервации и инструкции по расконсервации.
3. Упаковка должна быть достаточно прочной, чтобы выдерживать транспортировку и хранение.

2.3.3.4 Консервирующие материалы:

1. Должны быть указаны рекомендованные консервирующие материалы (например, специальные смазки, антикоррозионные покрытия).
2. Должен быть определен способ применения консервирующих материалов.

2.3.3.5. Инструкции по консервации и расконсервации:

1. Должна быть составлена подробная инструкция по консервации и расконсервации робота, включая последовательность действий, необходимые инструменты и материалы.

* + 1. **Требования к конструктивному оформлению изделия, к разработке его в качестве базового и приспособленности конструкции изделия к дальнейшей модернизации:**
       1. Модульность:

Конструкция робота должна быть модульной, позволяющей легко заменять и добавлять компоненты без значительной перестройки всей системы. Это важно для модернизации и обслуживания.

* + - 1. Доступность:

Основные компоненты должны быть легкодоступны для обслуживания и замены. Проводка и соединения должны быть надежно защищены, но при этом легко отсоединяемы.

* + - 1. Надежность:

Конструкция должна быть достаточно прочной и надежной, чтобы выдерживать предполагаемые условия эксплуатации.

* + - 1. Масса и габариты:

Оптимизация массы и габаритов робота с учетом функциональности и предполагаемых задач. Ограничения по массе и габаритам должны быть четко определены.

* + - 1. Защита от внешних воздействий:

Конструкция должна быть защищена от пыли, влаги, механических повреждений и других неблагоприятных факторов окружающей среды.

2.3.4.6 Безопасность:

Конструкция ТНПА должна быть безопасной для оператора и окружающих. Необходимо предусмотреть меры защиты от случайного поражения электрическим током, механических травм и т.д.

* + 1. **Требования к базовой модели:**
       1. Минимальный функционал:

Определение минимального набора функций, которые должна выполнять базовая модель.

* + - 1. Стандартизация компонентов:

Использование стандартных компонентов для упрощения обслуживания и модернизации.

* + - 1. Требования к приспособленности к модернизации:

Возможность добавления новых модулей и компонентов без значительной переделки существующей конструкции.

* + - 1. Интерфейсы:

Использование стандартных интерфейсов для подключения новых модулей.

* + - 1. Запас прочности:

Конструкция должна обладать достаточным запасом прочности для установки дополнительных компонентов.

Программная архитектура: Разработка гибкой и масштабируемой программной архитектуры, которая будет легко адаптироваться к новым функциям и модулям.

* + 1. **Требования комплексной миниатюризации радиоэлектронной аппаратуры изделия:**
       1. Требования к размерам:

Габариты РЭА должны быть минимизированы до максимально возможного предела, обеспечивая размещение всех компонентов в заданном объеме робота. Точные размеры будут определяться чертежами и эскизами конкретных узлов. Максимальный размер каждого узла РЭА должен быть ограничен заданными предельными значениями.

* + - 1. Требования к массе:

Общая масса РЭА должно быть минимизировано до минимального уровня без ухудшения технических характеристик. Конкретные значения массы компонентов РЭА будут указаны в проектной документации.

* + - 1. Требования к энергопотреблению:

Потребление энергии РЭА должно быть минимизировано, не влияя на функциональность робота. Требуется достичь максимально возможного КПД всех компонентов. Для каждого узла РЭА должна быть указана оценка энергопотребления, обоснованная техническими документами.

* + - 1. Требовнания к надежности и долговечности:

РЭА должна обладать высокой надежностью и долговечностью при заданных условиях эксплуатации. Необходимо учитывать вибрацию, перепады температуры и другие факторы. Требования к стойкости к повреждениям указаны в техническом задании на робота.

2.3.6.5 Требования к теплоотводу:

Система теплоотвода должна быть оптимизирована для обеспечения стабильной работы РЭА при увеличении мощности компонентов. Применение новых материалов, повышение эффективности теплообмена и другие технические решения должны быть обоснованы и отображены в документации.

* + - 1. Технические характеристики:

Для каждого компонента РЭА должны быть указаны технические характеристики, включая размеры, массу, энергопотребление, температурный диапазон работы, а также другие критические показатели.

* + - 1. Методы миниатюризации:

При выборе методов миниатюризации нужно учитывать применение микроэлектроники, высокочастотных компонентов, оптимизацию схемотехнических решений, использование новых материалов и технологий.

* + 1. **Требования к порядку заимствования ранее разработанных СЧ изделия и использования СЧ и КИМП, включенных в каталог продукции согласно национальному законодательству государств участников МГС в этой области:**
       1. Идентификация и оценка доступных СЧ и КИМП:

1. Необходимо провести анализ каталогов продукции, содержащих СЧ и КИМП, доступных для использования в рамках национального законодательства каждой целевой страны.
2. Провести оценку пригодности существующих СЧ и КИМП для применения в конструкции робота, учитывая функциональные, технические и эксплуатационные характеристики. Оценка должна включать в себя анализ соответствия требованиям к надежности, безопасности и долговечности.
3. Документально зафиксировать результаты анализа, включая список отобранных СЧ и КИМП с указанием источников (каталоги, поставщики).

2.3.7.2 Порядок заимствования СЧ:

1. Заимствование ранее разработанных СЧ должно осуществляться в соответствии с законодательством и внутренними регламентами компании.
2. Должен быть разработан и утвержден процесс оценки правовой чистоты использования СЧ, включая проверку наличия необходимых лицензий, патентов и авторских прав.
3. Для каждого заимствованного СЧ должна быть составлена документация, подтверждающая правомерность его использования, включая договорные документы, лицензии и другие необходимые документы.

2.3.7.3 Учёт СЧ и КИМП в конструкторской документации:

1. В конструкторской документации робота необходимо чётко указать все заимствованные СЧ и КИМП с указанием источников, номеров документов и правовых оснований для их использования.

2. Должна быть обеспечена трассировка использования СЧ и КИМП в конструкции робота, позволяющая отследить их влияние на функциональность и характеристики изделия.

2.3.7.4 Соответствие законодательству:

1. Использование СЧ и КИМП должно соответствовать всем требованиям национального законодательства каждой целевой страны, включая требования к безопасности, экологии и интеллектуальной собственности.
2. Необходимо провести юридическую экспертизу проекта, чтобы убедиться в полном соответствии всех аспектов законодательству.

Документирование:

1. Вся информация о заимствованных СЧ и КИМП, а также о процессе их использования, должна быть аккуратно задокументирована и храниться в соответствии с требованиями компании и законодательства.

2.4 **Требования к воздействию климатических условий:**

1. Колебания температуры: от -20°C до +40°C
2. Предельные значения температуры: -30°C и +50°C
3. Колебания влажности воздуха: от 20% до 80%
4. Предельные значения влажности воздуха: 10% и 95%
5. Колебания атмосферного давления: от 0,5 до 10 атмосфер
6. Предельные значения атмосферного давления: 0,3 и 11 атмосфер
7. Солнечная радиация: до 1000 Вт/м2
8. Агрессивные среды: морская вода с концентрацией соли до 35‰
9. Пыль: соответствие стандарту ISO 12103-1
10. Водонепроницаемость: соответствие стандарту IP67
    1. **Требования надежности:**
       1. Номенклатуру и значения показателей надежности:
11. MTBF (среднее время между отказами) не менее 1000 часов
12. MTTF (среднее время до отказа) не менее 1500 часов
13. Коэффициент сохранения эффективности не менее 0,95

2.5.2 Критерии отказов:

1. Отказ в выполнении функций управления и навигации
2. Отказ в передаче данных
3. Отказ в работе датчиков и активаторов

2.5.3 Показатели назначенного ресурса, срока службы и срока хранения:

1. Назначенный ресурс: не менее 2000 часов
2. Срок службы: не менее 5 лет
3. Срок хранения: не менее 1 года

2.5.4 **Требования к конструктивным, производственным и эксплуатационным способам обеспечения надежности:**

1. Использование коррозионностойких материалов
2. Защита от пыли и влаги
3. Регулярная проверка и техническое обслуживание
4. Требования к математическому и другим видам обеспечения:
5. Точность навигации не хуже 99%
6. Точность передачи данных не хуже 99%

2.5.5 Общие требования к методам оценки соответствия изделия заданным требованиями надежности:

1. Испытания на выносливость
2. Испытания на температурный режим
3. Испытания на влажность
4. Количество изделий, выделяемых для испытаний на надежность должно составлять не менее 5.
   1. **Эргономические требования к организации и средствам деятельности человека-оператора:**
      1. Распределение функций:

Четкое распределение ролей и обязанностей между операторами, чтобы минимизировать дублирование действий и повысить эффективность работы. Операторы должны иметь возможность легко взаимодействовать друг с другом и с системой.

* + 1. Алгоритмы работы операторов:

Разработка интуитивно понятных и логичных алгоритмов управления, которые учитывают последовательность действий и минимизируют время на принятие решений. Алгоритмы должны быть адаптированы к различным сценариям работы.

* + 1. Способы решения поставленных задач:

Предоставление оператору различных методов для выполнения задач, включая автоматизированные и ручные способы, в зависимости от ситуации. Это может включать использование различных инструментов и технологий для повышения эффективности.

* + 1. Пространственно-временная организация выполняемых операций: Оптимизация рабочего пространства для обеспечения легкого доступа к элементам управления и информации, а также минимизация перемещений оператора. Рабочая зона должна быть организована так, чтобы все необходимые инструменты и материалы были под рукой.
    2. Циклограммы деятельности:

Разработка циклограмм, которые учитывают временные затраты на выполнение операций и обеспечивают эффективное распределение времени между работой и отдыхом. Это поможет избежать переутомления и повысить производительность.

* + 1. Усилия, требуемые для управления и обслуживания:

Минимизация физических усилий, необходимых для управления роботом, путем использования эргономичных элементов управления и автоматизации процессов. Элементы управления должны быть расположены так, чтобы оператор мог легко их использовать.

* + 1. Режим труда и отдыха:

Установление оптимального режима работы с учетом периодов отдыха для предотвращения утомляемости и повышения работоспособности. Необходимо предусмотреть регулярные перерывы и возможность смены деятельности.

* + 1. Средства отображения информации:

Использование четких и понятных средств отображения информации, таких как графики, индикаторы и текстовые сообщения, которые позволяют оператору быстро воспринимать состояние робота и принимать решения.

2.6.9 Организация рабочего места:

Создание комфортного рабочего места с учетом антропометрических данных, освещения, акустики и других факторов, влияющих на производительность и здоровье оператора. Рабочее место должно быть адаптировано под индивидуальные потребности оператора.

2.7 **Эксплуатационные режимы:**

1. Режимы работы:

2.7.1 Нормальный режим:

Оператор управляет роботом в стандартных условиях, выполняя запланированные задачи. Все системы функционируют в пределах нормальных параметров.

1. Режим ожидания:

Робот находится в состоянии готовности к выполнению задач, но не выполняет активных действий. В этом режиме могут проводиться проверки систем и диагностика.

1. Режим диагностики:

Используется для проверки состояния систем робота. В этом режиме оператор может проводить тестирование и выявление неисправностей.

1. Режим аварийный:

Включается в случае возникновения неисправностей или сбоев в работе. Робот может автоматически перейти в безопасное состояние, а оператору предоставляется информация о возникшей проблеме.

2.7.2 Условия эксплуатации:

1. Температурные режимы:

Операционные температуры, в которых робот может функционировать без риска повреждения или снижения производительности.

1. Влажность:

Уровень влажности, в пределах которого робот может работать эффективно.

1. Уровень загрязненности:

Условия, при которых робот может функционировать без риска повреждения от пыли, грязи или других загрязняющих веществ.

2.7.3 Режимы обслуживания:

1. Плановое обслуживание:

Регулярные проверки и техническое обслуживание, проводимые в соответствии с графиком для обеспечения надежной работы робота.

1. Неотложное обслуживание:

Проведение ремонта или замены компонентов в случае возникновения неисправностей, которые могут повлиять на работу робота.

2.7.4 Режимы взаимодействия с оператором:

1. Режим ручного управления:

Оператор управляет роботом вручную, используя элементы управления.

1. Автоматический режим:

Робот выполняет задачи автоматически, основываясь на заранее заданных алгоритмах и программном обеспечении.

1. Полуавтоматический режим:

Оператор может вмешиваться в процесс управления, но основная часть задач выполняется автоматически.

2.7.5 Режимы безопасности:

1. Режим безопасного отключения:

В случае возникновения аварийной ситуации робот должен иметь возможность безопасно отключиться, чтобы предотвратить повреждения.

1. Режим защиты от перегрузок:

Системы робота должны быть защищены от перегрузок и других неблагоприятных условий, которые могут привести к повреждению оборудования.

* 1. **Численность, состав и квалификация обслуживающего персонала**
     1. Численность обслуживающего персонала:

1. Основной состав:

Для эффективной эксплуатации робота может потребоваться команда из 2-4 человек, в зависимости от сложности задач и условий эксплуатации. Это может включать:

Оператора (1-2 человека) - для непосредственного управления роботом и выполнения задач.

Технического специалиста (1 человек) - для обслуживания и ремонта оборудования.

Специалиста по безопасности (при необходимости) - для обеспечения соблюдения норм безопасности.

2.8.2 Состав обслуживающего персонала:

1. Оператор:

Ответственный за управление роботом, выполнение заданий и мониторинг его состояния. Оператор должен быть обучен работе с системой управления и иметь навыки в области робототехники.

1. Технический специалист:

Обеспечивает техническое обслуживание, диагностику и ремонт робота. Должен иметь знания в области электроники, механики и программирования.

1. Специалист по безопасности (при необходимости):

Отвечает за соблюдение норм безопасности при эксплуатации робота, проводит обучение персонала по вопросам безопасности и реагирования на аварийные ситуации.

2.8.3 Квалификация обслуживающего персонала:

1. Оператор:

Должен иметь среднее специальное или высшее образование в области автоматизации, робототехники или смежных дисциплин.

Необходим опыт работы с робототехническими системами и знание основ программирования.

1. Технический специалист:

Должен иметь высшее образование в области инженерии (электроника, механика, робототехника).

Опыт работы в обслуживании и ремонте робототехнических систем, знание принципов работы электроники и механики.

1. Специалист по безопасности:

Должен иметь образование в области охраны труда, безопасности или смежных областях.

Знание норм и правил безопасности, а также опыт работы в области обеспечения безопасности на производстве.

2.8.4 Дополнительные требования:

1. Обучение и сертификация:

Персонал должен проходить регулярное обучение и сертификацию по эксплуатации и обслуживанию робота, а также по вопросам безопасности.

1. Навыки работы в команде:

Способность к эффективному взаимодействию и сотрудничеству в команде, особенно в условиях стресса или аварийных ситуаций.

* 1. Состав инструментов, СИ и приспособлений для проведения технического обслуживания, и ремонта, сборки и разборки изделия
     1. Инструменты:

1. Ручные инструменты:

Отвертки: набор плоских и крестовых отверток различных размеров. Ключи: набор гаечных ключей (открытых и рожковых), торцевые ключи. Плоскогубцы: для захвата и удержания мелких деталей.

Кусачки: для обрезки проводов и мелких деталей.

Ножницы по металлу: для резки тонких металлических листов. Молотки: резиновый и металлический для сборки и разборки. Линейки и угольники: для измерения и разметки.

1. Электроинструменты:

Дрели и шуруповерты: для сборки и разборки компонентов. Шлифмашины: для обработки металлических деталей.

Паяльники: для работы с электронными компонентами.

2.9.2 Средства измерений (СИ):

1. Электрические измерительные приборы:

Мультиметры: для измерения напряжения, тока и сопротивления. Осциллографы: для анализа электрических сигналов.

Тестеры: для проверки целостности цепей и компонентов. Механические измерительные инструменты:

Штангенциркули и микрометры: для точного измерения размеров деталей. Уровни и угломеры: для проверки правильности установки и сборки.

2.9.3 Приспособления

1. Сборочные и разборочные приспособления:

Стенды: для фиксации робота во время обслуживания. Держатели и подставки: для удобства работы с компонентами. Приспособления для диагностики:

Адаптеры и переходники: для подключения диагностического оборудования.

Специальные инструменты: для снятия и установки компонентов (например, для замены датчиков или модулей).

2.9.4 Дополнительные средства

1. Защитные средства:

Перчатки, защитные очки и маски: для обеспечения безопасности при работе с инструментами и электрооборудованием.

2. Средства для очистки:

Очистители: для удаления загрязнений с поверхности робота и его компонентов.

Салфетки и щетки: для чистки.

1. **Технико-экономические требования**
   1. Сравнительные технико-экономические характеристики (сравнение с двумя аналогами)

Таблица 3.1 – сравнение с двумя аналогами

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Название | ROVINGBAT | BlueRov2 | ROVINGBAT MK2 |
| Назначение и область применения изделия | Инспекция подводного корпуса судов, измерение толщины корпуса, чистка корпуса. | Подводные инспекции, исследования. | Инспекция и неразрушающий контроль, осмотр корпусов в открытом море. |
| Основные технические характеристики (размеры, масса, скорость) | Размеры: 1105мм х 1085мм х 646мм  Вес в воздухе: 135 кг  Скорость в режиме свободного плавания: 0,32 м/с  До 1,03 м/c в режиме гусеничного движения | Размеры:600мм х 500мм х 300мм  Масса:12 кг  Скорость: 1,03 м/с | Размеры: 1143мм х 1125мм х 782мм  Вес в воздухе: 195 кг  Скорость в режиме свободного плавания: 0,32 м/с  До 1,41 м/c в режиме гусеничного движения |
| Срок службы и надежность | Средний срок службы разрабатываемого ТНПА около 350 часов использования. Устройство должно выдерживать экстремальные температуры, детали не должны поддаваться коррозии. | Средний срок службы BlueROV2 около 200 часов использования. Устройство отличается высоким качеством деталей, тщательным дизайном и надёжностью, что подтверждено успешным опытом использования. | Средний ROVINGBAT MK2 срок службы около 500 часов использования. Детали выполнены из нержавеющей стали. Устройство имеет герметичный корпус, что позволяет пользоваться им в экстремальных условиях |
| Себестоимость изделия | 310000 рублей | 250000 рублей | 440000 рублей |
| Цена реализации | 390000 рублей | 320000 рублей | 530000 рублей |
| Экономическая эффективность | Разрабатываемый ТНПА подходит для широкого круга пользователей. | **BlueROV2 считается экономически эффективным подводным роботом благодаря своей доступности и широким возможностям**. | ROVINGBAT MK2 более выгоден для профессионалов в специфических отраслях. |
| Условия, в которых будет использоваться изделие | Разрабатываемый ТНПА предназначен для работы в экстремальных условиях, в том числе в присутствии сильных течений. | BlueROV2 применяют для изучения обесцвечивания кораллов. | ROVINGBAT MK2 используется для осмотра вертикальных элементов морских инженерных сооружений, плотин и дамб, охлаждающих бассейнов. |
| Технические требования к операциям | Система: Необходима надежная система управления, позволяющая оператору управлять роботом в реальном времени.  Датчики: Наличие различных датчиков (например, глубиномеры, датчики температуры, датчики качества воды) для сбора данных о подводной среде.  Обработка данных: Программное обеспечение для обработки и анализа собранных данных, включая возможность интеграции с другими системами. | Корпус: Корпус должен быть водонепроницаемым и устойчивым к коррозии, чтобы выдерживать агрессивные условия подводной среды.  Размер и вес: Должен быть достаточно компактным и легким для удобства транспортировки и маневрирования.  Надежность: Долговечность и устойчивость к внешним воздействиям, таким как давление, температура и соленая вода. | Максимальная глубина: ROVINGBAT MK2 способен работать на глубинах до 100 метров, что позволяет использовать его в различных подводных условиях.  Связь: Использует Wi-Fi для передачи данных и управления, что позволяет оператору контролировать робот в реальном времени на расстоянии до 100 метров от точки доступа.  Системы безопасности: Наличие систем, предотвращающих потерю управления или повреждение оборудования. |

1. Анализ требований:

Сбор и анализ функциональных и нефункциональных требований. Это может занять от 15% общей трудоемкости.

1. Проектирование:

Архитектурное проектирование системы и создание проектной документации. Обычно составляет 20% от общей трудоемкости.

1. Разработка:

Кодирование и создание программных модулей. Это один из самых трудоемких этапов, который может составлять 40% от общего объема работы.

1. Тестирование:

Проведение различных видов тестирования (модульное, интеграционное, системное). Обычно занимает 15% от общей трудоемкости.

1. Документация:

Подготовка технической и пользовательской документации. Обычно составляет 5%

1. Обучение и поддержка:

Обучение пользователей и техническая поддержка после запуска. Это может занять около 5%

1. **Требования к математическому, программному и информационно-лингвистическому обеспечению**
   1. Требования к программному обеспечению
2. Анализ требований:

Сбор и анализ функциональных и нефункциональных требований. Это может занять от 15% общей трудоемкости.

1. Проектирование:

Архитектурное проектирование системы и создание проектной документации. Обычно составляет 20% от общей трудоемкости.

1. Разработка:

Кодирование и создание программных модулей. Это один из самых трудоемких этапов, который может составлять 40% от общего объема работы.

1. Тестирование:

Проведение различных видов тестирования (модульное, интеграционное, системное). Обычно занимает 15% от общей трудоемкости

1. Документация:

Подготовка технической и пользовательской документации. Обычно составляет 5%.

1. Обучение и поддержка:

Обучение пользователей и техническая поддержка после запуска. Это может занять около 5%.

4.2 Функции и задачи ПО:

1. Инициализация системы:

Автоматическая проверка и настройка всех компонентов при запуске.

1. Управление движением:

Контроль за перемещением устройства (вперед, назад, повороты) в ответ на команды.

1. Обработка ввода:

Быстрая реакция на команды от контроллеров и других интерфейсов.

1. Сбор данных с датчиков:

Реальное время обработки информации, получаемой от сенсоров.

1. Предотвращение столкновений:

Использование алгоритмов для анализа окружающей среды и предотвращения аварийных ситуаций.

1. Обратная связь:

Предоставление пользователю информации о состоянии устройства через визуальные и звуковые сигналы.

1. Управление питанием:

Оптимизация расхода энергии и мониторинг состояния батареи.

4.3 Состав ПО

1. ПК:

До 3 LCD экранов

Связь на скорости 9600 бод Цифровые управления на экранах Выбор и настройка камер

Управление питанием светильников и включение двигателей Включение вставок: текст - дата - время - курс/глубина

1. Навигационные дисплеи:

Индикатор глубины и курса

Индикатор количества оборотов двигателя Обратная связь с ТНПА

Потребление энергии (Амперы) и вольтметр Внутренние параметры электронного модуля Индикатор вертикальной регулировки тяги

1. Ручной контроллер:

Управляет двигателями, камерами и фонарями.

1. **Требования к сырью, материалам и КИМП**
   1. Ограничение номенклатуры применяемых материалов, КИМП и других покупных изделий
2. Ограничение номенклатуры:

Номенклатура применяемых материалов и КИМП должна быть ограничена только теми позициями, которые необходимы для выполнения проектных требований и обеспечения функциональности изделия.

1. Документация:

На все применяемые материалы и изделия должна быть оформлена необходимая документация, включая:

Сертификаты соответствия. Технические условия.

Другие документы, подтверждающие качество и безопасность.

5.2 Требования к материалам и КИМП

1. Качество и доступность:

При выборе материалов и комплектующих необходимо учитывать их качество, доступность на рынке, стоимость и соответствие установленным стандартам и требованиям безопасности.

1. Оценка взаимозаменяемых материалов:

При использовании взаимозаменяемых материалов или изделий необходимо провести их оценку на соответствие требованиям, установленным для оригинальных позиций.

1. Учет новых технологий:

Важно учитывать новые технологии и материалы, которые могут улучшить характеристики изделия или снизить его стоимость. Это может включать как инновационные материалы, так и методы их обработки.

1. Регулярный анализ:

Необходимо проводить регулярный анализ используемых позиций и вносить изменения в номенклатуру в соответствии с современными требованиями и условиями, чтобы обеспечить эффективность и безопасность разработки.

1. **Требования к учебно-тренировочным средствам**
   1. Требования к комплексным и специализированным тренажерам
2. Проектирование и функциональные характеристики:

Тренажеры должны быть спроектированы с учетом функциональных требований и задач, которые они должны выполнять. Это включает в себя возможность моделирования реальных условий и ситуаций, для которых они предназначены.

1. Безопасность:

Необходимо обеспечить безопасность пользователей тренажеров. Это включает в себя защитные устройства, предотвращающие травмы, а также соблюдение стандартов безопасности при эксплуатации.

1. Надежность и долговечность:

Тренажеры должны быть надежными и долговечными, что подразумевает использование качественных материалов и технологий, способствующих длительному сроку службы.

1. Удобство в эксплуатации:

Тренажеры должны быть удобными в использовании, что включает в себя эргономичный дизайн, простоту в настройке и обслуживании.

1. Документация:

На тренажеры должна быть оформлена вся необходимая документация, включая технические условия, инструкции по эксплуатации и ремонту, а также сертификаты соответствия.

1. Возможность модернизации:

Тренажеры должны иметь возможность модернизации и обновления, что позволит адаптировать их к изменяющимся требованиям и новым технологиям.

1. Тестирование и верификация:

Перед вводом в эксплуатацию тренажеры должны проходить тестирование и верификацию для подтверждения их соответствия проектным требованиям и стандартам.

6.2 Требования к моделям, макетам, стендам, учебно-техническим плакатам:

1. Функциональные характеристики:

Модели, макеты и стенды должны точно воспроизводить устройства, системы или процессы, которые они представляют, обеспечивая наглядность и понимание учебного материала.

1. Безопасность:

Все изделия должны соответствовать требованиям безопасности, что включает использование безопасных материалов и конструкций, предотвращающих возможность травм или повреждений при эксплуатации.

1. Надежность и долговечность:

Модели и стенды должны быть изготовлены из качественных и прочных материалов, обеспечивающих их долговечность и устойчивость к физическим воздействиям.

1. Удобство в эксплуатации:

Учебные материалы должны быть удобными в использовании, что включает в себя простоту в настройке, демонстрации и обслуживании.

1. Документация:

На все модели, макеты и стенды должна быть оформлена необходимая документация, включая инструкции по эксплуатации, технические условия и сертификаты соответствия.

1. Актуальность и обновляемость:

Модели и стенды должны быть актуальными и, при необходимости, подлежать обновлению для отражения современных технологий и методик.

1. Визуальная привлекательность:

Учебно-технические плакаты должны быть оформлены в соответствии с требованиями к графическому дизайну, обеспечивая четкость, доступность информации и привлечение внимания обучающихся.

1. Тестирование и верификация:

Перед использованием модели и стенды должны проходить тестирование и верификацию для подтверждения их соответствия учебным целям и требованиям.

1. **Специальные требования:**
   1. Требования к виду и составу специального оборудования и оснастки, необходимых для обеспечения эксплуатации и технического обслуживания изделия
2. Вид специального оборудования:

Оборудование должно быть спроектировано и изготовлено с учетом специфики изделия, для которого оно предназначено. Это может включать в себя как стандартные, так и специализированные инструменты, и устройства.

1. Состав оснастки:

Оснастка должна включать все необходимые элементы, обеспечивающие эффективное и безопасное выполнение операций по эксплуатации и техническому обслуживанию.

Оснастка может включать в себя:

Инструменты для сборки и разборки. Оборудование для диагностики и тестирования. Устройства для регулировки и настройки.

1. Безопасность:

Все оборудование и оснастка должны соответствовать требованиям

безопасности, включая защитные устройства и системы, предотвращающие травмы и аварийные ситуации при эксплуатации.

1. Надежность и долговечность:

Специальное оборудование должно быть изготовлено из прочных и надежных материалов, что обеспечивает его долговечность и устойчивость к физическим воздействиям.

1. Удобство в эксплуатации:

Оборудование должно быть удобным в использовании, что включает в себя эргономичный дизайн, простоту в настройке и обслуживании.

1. Документация:

На специальное оборудование и оснастку должна быть оформлена полная документация, включая инструкции по эксплуатации, технические условия и сертификаты соответствия.

1. Актуальность и обновляемость:

Оборудование должно быть актуальным и подлежать обновлению по мере необходимости, чтобы соответствовать современным требованиям и технологиям.

1. Тестирование и верификация:

Перед введением в эксплуатацию специальное оборудование и оснастка должны проходить тестирование и верификацию для подтверждения их соответствия установленным требованиям и стандартам.

7.2 Требования к методам испытаний изделия при разработке

1. Комплексность испытаний:

Испытания должны охватывать все основные характеристики изделия, включая функциональные, эксплуатационные, надежностные и безопасностные параметры.

1. Соответствие стандартам:

Методы испытаний должны соответствовать действующим национальным и международным стандартам, а также методическим указаниям, связанным с конкретным типом изделия.

1. Повторяемость и воспроизводимость:

Испытания должны быть спроектированы таким образом, чтобы обеспечивать повторяемость и воспроизводимость результатов, что позволяет гарантировать надежность и точность получаемых данных.

1. Условия испытаний:

Необходимо определить и зафиксировать условия, при которых будут проводиться испытания, включая температурные, влажностные и другие параметры окружающей среды, которые могут повлиять на результаты.

1. Документирование результатов:

Все результаты испытаний должны быть документированы в соответствии с установленными требованиями, включая протоколы испытаний, отчеты и заключения. Документация должна быть полной и доступной для анализа.

1. Анализ и оценка результатов:

Результаты испытаний должны подвергаться тщательному анализу и оценке для определения соответствия изделия установленным требованиям и характеристикам.

Корректирующие действия:

В случае выявления несоответствий или недостатков в процессе испытаний должны быть предусмотрены корректирующие действия, направленные на устранение выявленных проблем и улучшение качества изделия.

8. Тестирование на протяжении жизненного цикла:

Испытания должны проводиться не только на этапе разработки, но и в процессе эксплуатации, для оценки долговечности и надежности изделия на протяжении всего его жизненного цикла.

ПОСЛЕДНИЙ ЛИСТ

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО | СОГЛАСОВАНО |
|  |  |
| Программист компьютерного зрения | Электронщик |
|  |  |
| \_\_\_\_\_\_\_\_ Микрин А. | \_\_\_\_\_\_\_\_ Медведев Т. |
|  |  |
| 13 декабря 2024 г. | 13 декабря 2024 г. |

|  |  |
| --- | --- |
| СОГЛАСОВАНО | УТВЕРЖДЕНО |
|  |  |
| Конструктор | Капитан команды «Violet» |
|  |  |
| \_\_\_\_\_\_\_\_ Хаиртдинов Р. | \_\_\_\_\_\_\_\_ Бахчинянц К. |
|  |  |
| 13 декабря 2024 г. | 13 декабря 2024 г. |