Содержание

[Введение……………………………………………………………………](#_Toc155958766).4

[1. Обоснование актуальности выбранной темы………………………….](#_Toc155958767)5

[1.1 Обзор конкурентов…..…………………………………………………](#_Toc155958768)5

[1.1.1 Анализ конструкции модульных надводных аппаратов.………….6](#_Toc155958769)

[1.1.2 нализ конструкций беспилотных надводных аппаратов...……….10](#_Toc155958770)

2. Техническое задание…………………………………………..……….11

[3. Технологическая часть………………………………….…………...…12](#_Toc155958771)

[4. Конструкторская часть………………………..……….……………….15](#_Toc155958772)

[4.1. Анализ материалов конструкций корпусов маломерных судов ….15](#_Toc155958774)

[4.2. Выбор двигателя………………….………………….…….…………22](#_Toc155958774)

5. Выбор средств управления………………………………………...…..23

[Заключение](#_Toc155958775)……………………………………………………….……….27

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  | | | | | |
|  |  |  |  |  |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |
| Разраб | | Никитин М.С. |  |  | Пояснительная записка | Литера | | | Лист | Листов |
| Пров | | Майстришин М.М |  |  |  |  |  | 3 |  |
|  | |  |  |  | Каф. ПСАТП  гр. МР/б-20-1-о | | | | |
| Н. Контр. | |  |  |  |
| Утв | |  |  |  |

**ВВЕДЕНИЕ**

**1. Обоснование актуальности выбранной темы**

В современном мире, где водные ресурсы играют ключевую роль в экономическом развитии, безопасности и поддержании экологического баланса, возникает острая необходимость в инновационных подходах к управлению и исследованию акваторий. Модульная Надводная Многофункциональная Платформа (МНМП) представляет собой передовую разработку, призванную отвечать на широкий спектр вызовов современности, связанных с использованием и охраной морских и океанических ресурсов.

Цель настоящего проекта заключается в создании универсальной, гибко настраиваемой платформы, способной выполнять разнообразные функции: от мониторинга экологической обстановки и до охраны водных районов. МНМП разрабатывается как ответ на возрастающие угрозы морской экологии, необходимость усиления поисково-спасательных мероприятий в случае чрезвычайных ситуаций и потребность в эффективном инструменте для проведения научно-исследовательских работ в море.

Использование модульной концепции позволяет адаптировать платформу под конкретные задачи, быстро меняя её функциональное назначение благодаря возможности установки различных типов оборудования и инструментов. Это обеспечивает не только высокую эффективность выполнения специализированных задач, но и значительное снижение времени и затрат на переоснащение платформы под новые цели.

Одной из ключевых задач МНМП является обеспечение экологической безопасности акваторий, что включает в себя мониторинг загрязнения воды, анализ состояния морской флоры и фауны, а также реагирование на экологические инциденты. Помимо этого, платформа предназначена для выполнения поисково-спасательных операций, обладая высокой маневренностью и способностью к работе в сложных погодных условиях.

Защита водного района и побережья является ещё одной важной функцией МНМП. Платформа способна выполнять задачи по патрулированию и охране территорий, разведке и поддержке спецопераций, обеспечивая высокий уровень безопасности на море.

Таким образом, Модульная Надводная Многофункциональная Платформа является многообещающим проектом, направленным на развитие морских технологий и повышение эффективности управления морскими и прибрежными зонами. Реализация данного проекта позволит не только существенно расширить возможности по исследованию и охране акваторий, но и внести значительный вклад в обеспечение экологической безопасности и устойчивого развития морских территорий.

**1.1 Обзор конкурентов.**

Одно из основных требований – модульная конструкция корпуса. В процессе работы, для разработки корпуса, который, из-за его модульности, легко перевозить, доставлять в труднодоступные места, в которых необходимо производить работы, либо исследования, проведен подробный анализ устройств подобного типа. Требования – быстро собирается, устойчив, крепкий, можно изменять функциональное назначение секций и создавать одно-, двух-, трех-, и т.д. секционную Модель, могут быть реализованы на основе подробного анализа.

**1.1.1.** **Анализ конструкции модульных надводных аппаратов.**

Наиболее впечатляющие конструкции модульных надводных аппаратов и их краткие технические характеристики приведены на рис. 1.1

1 CHUJIN NANOYAXT

  
Рисунок 1.1 – Модель модульного аппарата CHUJIN NANOYAXT (Китай)

Изготовлен из нескользящего специального материала для лодок PPR, является ударопрочным, устойчивым к коррозии и солнцу. Имеет складную конструкцию для удобства переноски и хранения.

Может быть использован для активного отдыха, рыбалки и рыбалки с лодки, может использоваться в озерах, реках и прибрежных водах. Изготовлен из нескользящего специального материала для лодок PPR с повышенной ударопрочностью, коррозионной стойкостью и защитой от солнца.

  
Рисунок 1.2 – Модули аппарата CHUJIN NANOYAXT

Изделие представляет собой лодку, с размерами 3,68 м X 1,23 м X 0,58 м и весом 80 кг, рисунок 1.2.

2 POINT 65N MODULAR KAYAKS



Рисунок 1.3 – Модель модульного каяка POINT 65N MODULAR KAYAKS

Универсальный и высокоэффективный каяк, который, из-за его модульности, легко перевозить в багажнике и хранить дома. Быстро собирается. Меньше чем за минуту превращается из двойки в одиночку и наоборот

  
Рисунок 1.4 – Модули каяка POINT 65N MODULAR KAYAKS при транспортировке

Изделие представляет собой каяк, с размерами 4,16 м X 0,75 м и весом 35 кг, рисунок 1.4.

1. Одноместная лодка с водомётом MOKAI ES-KAPE



Рисунок 1.5 – Модель модульного каяка MOKAI ES-KAPE

  
Рисунок 1.6 – Модули аппарата MOKAI ES-KAPE

Прототип данного устройства был представлен на Бот-Шоу в Дюссельдорфе в 2014 году. Одноместная лодка с водомётом Mokai ES-Kape, откравает совершенно новые перспективы для рыбаков, охотников и исследователей неизведанных мест, предоставляя им возможность передвигаться по труднодоступным заросшим и захламлённым водоёмам, мелководью и горным речкам, с возможностью перевозить данное изделие в обычном универсале или джипе. Модульный корпус этой лодки с водомётом имеет простые универсальные замки для соединения элементов, и время сборки не более 1-3 мин.

Лодка с водомётным приводом Mokai комплектуется двигателем, водоотливной помпой, аккумуляторной батареей, удобным сиденьем и топливным баком 12 л, имеет длину 3,6 м, ширину 0,92 м, высоту 0,48 м и вес 88 кг. С минимальной загрузкой 60 кг, каяк способен развивать скорость до 33 км/час. При снаряженной массе в пределах 120 кг, скорость лодки может достигать 15 км/час.

1. SPLICING PLASTIC BOAT



Рисунок 1.7 – Модель модульного катера SPLICING PLASTIC BOAT

Модель модульного катера SPLICING PLASTIC BOAT представлена на рынке в 2 различных вариантах длин. Длина складной лодки может быть увеличена с 2,11м до 3,33 м, установкой промежуточной секции. Вместимость лодки до 4 взрослых, вес 98 кг. В целях повышения устойчивости на лодке, добавлено хвостовое оперение

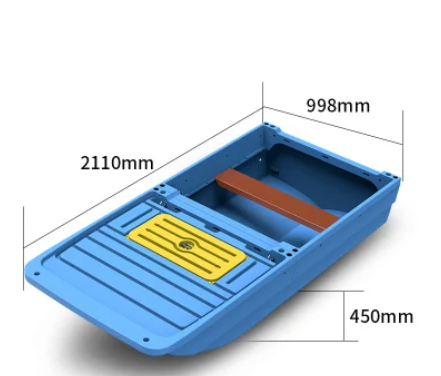


Рисунок 1.8 – Габаритные размеры и вариант использования катера SPLICING PLASTIC BOAT

**1.1.2 Анализ конструкций беспилотных надводных аппаратов.**

Наиболее известными представителями беспилотных надводных аппаратов являются американские дроны MANTAS, которые считаются сравнительно простыми в изготовлении аппаратами. Существует порядка восьми различных модификаций дрона MANTAS с различными корпусами и возможностями, в зависимости от того, для каких целей его планируют использовать (рис.9).

Например, катамаран MANTAS Т-38 (рис1.9. в, г, д, е) развивает максимальную скорость 80 узлов и крейсерскую скорость 25 узлов. Он может работать при волнении моря до 5 баллов, обеспечивает свою живучесть при волнении моря 7 баллов, а его маневренная двухкорпусная форма позволяет выполнять повороты на максимальной скорости, создавая ускорение более 6 g

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) |  | б) |  |
| в) |  | г) |  |
| д) |  | е) |  |

Рисунок 1.9 – Американские дроны MANTAS: (а) – Т-12 и Т-6; (б) Т-38Е;

(в), (г), (д), (е) – Т-38

Одна из последних модификаций в серии MANTAS – это Т-12, была представлена в 2018 году на Национальном симпозиуме Ассоциации надводного флота (SNA) Военно-морского института США (рис 1.10). Показанный аппарат за гладкий профиль и гидродинамический корпус, обеспечивающий ему скорость в 40 узлов и высокую маневренность, по аналогии с морскими скатами, получил прозвище «морской дьявол»

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а) |  | б) |  |

Рисунок 1.10 –­ Американский дрон MANTAS Т-12

Такие дистанционно-управляемые катера могут использоваться и для обследования подозрительных объектов на поверхности воды, а также для патрулирования ограниченных по площади акваторий (порты и проливы) и особо важных объектов (нефтяные платформы, маяки и пр.)

Для функциональной совместимости с уже имеющимся оборудованием и ускорения раз­вития, а также снижения стоимости, ис­пользует различные модули.

В СевГУ в течение последних лет проводились разработки новых компоновочных схем скоростных глиссирующих судов и исследования их гидродинамических характе­ристик. Проводи­лись также разработки перспективных типов движителей для таких судов. Были сделаны выводы, что когда идущий по поверхности воды катер сталкивается с набегающей волной, следует заострить носовую оконечность лодки, а ее подводной части придать такую форму, чтобы в случае килевой качки на волнении вода, омывающая днище, отбрасывалась в стороны с минимальным сопротивлением поступательному движению тела. Существует целый ряд вариаций реданной формы корпуса, при этом при проектировании беспилотной МНМП удобства команды и мореходные качества имеют второстепенное значение.

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что компоновочные схемы МНМП «Барабулька», могут быть разработаны и экспериментально доведены. При этом необходимо провести модельные испы­тания для подтверждения эффективности разработанных компоновочных схемы и технических характеристик разрабатываемой модели.

**2. Техническое задание**

на разработку Модульной Надводной Многофункциональной Платформы

**1. Введение**

1.1. Цель проекта:

Разработка модульной надводной многофункциональной платформы (МНМП) "Барабулька" с использованием инновационных решений для обеспечения высокой маневренности, функциональности и возможности подмены модулей для различных задач.

1.2. Контекст проекта:

Проект направлен на создание беспилотного надводного аппарата, способного выполнять широкий спектр миссий, включая мониторинг экологической обстановки, поисково-спасательные и научно-исследовательские работы, а также функции защиты водного района.

**2. Описание Проекта**

2.1. Основные характеристики МНМП "Барабулька":

* 2.1.1. Модульный корпус с универсальными замками для соединения элементов.
* 2.1.2. Возможность подмены модулей для использования различного оборудования.
* Материал корпуса – стеклопластик

2.2. Устройства:

* 2.2.1. GPS GY-GPSV3-NEO – GPS модуль
* 2.2.2. GY-273 3V-5V HMC5883L - Компас
* 2.2.3. LoRa UART E32-433T30D - Радиомодуль
* 2.2.4. L0577 – Модуль контроля сокрости(2 штуки)
* 2.2.5. BRS-775SH 12В – Мотор( 2 штуки)
* 2.2.6. TD8120MG – Сервопривод
* 2.2.7. LM2596 DC-DC – Преобразователь напряжения (2 штуки)
* 2.2.8. STM32F103C8 – Микроконтроллер
* 2.2.9 – VariCore 12V 10Ah Battery – Аккумулятор (2 штуки)

**3. Функциональность и Применение**

3.1. Основные функции:

* 3.1.1. Мониторинг экологической обстановки.
* 3.1.2. Поисково-спасательные операции.
* 3.1.3. Научно-исследовательские работы.
* 3.1.4. Патрулирование и охрана водных районов и побережья.

3.2. Области применения:

* 3.2.1. Экологический мониторинг морских и прибрежных зон.
* 3.2.2. Поддержка поисково-спасательных операций.
* 3.2.3. Патрулирование и охрана водных районов.
* 3.2.4. Разведка и поддержка спецопераций.

**4. Дополнительная функциональность**

4.1. Функции:

* 4.1.1. Ведение видео-сьёмки и отправка материала в реальном времени

4.2. Устройства:

* 4.2.1. 2-1-mm-1200tvl sony-cmos-0-0001lux - Видеокамера
* 4.2.2. FPV видео передатчик
* 4.2.3. LiPo 12 В 5 Ач - Аккумулятор

**5. Электропитание**

5.1. VariCore 12V 10Ah Battery – Аккумулятор (2 штуки)

**6. Требования к поставке:**6.1. Документация:  
  Руководство по эксплуатации на русском и английском языках.  
  Электрические и механические схемы.

**3. Технологическая часть**

При разработке МНМП «Барабулька» учитывались опыт применения надводных беспилотных аппаратов в нашей стране и за рубежом, информация по текущей разработке и испытаниям надводных беспилотных аппаратов (НБА) различными производителями, информация с международных выставок, посвященных новейшим разработкам образцов соответствующей техники для военно-морских сил, их заявленные технические характеристики, с форумов специалистов, занимающихся анализом технических характеристик НБА.

Требования:

1) перемещение полезной нагрузки не менее 10 кг;

2) маневрирование на радиоуправлении со скоростью не менее 20 км/час (на спокойной воде);

3) ведение постоянного видео приборного наблюдения (на спокойной воде) на расстоянии не менее 1 км от наземного блока комплекса связи.

В соответствии с требованием технического задания сформулированы следующие ключевые моменты.

Проект «Барабулька» должен включать:

1. Корпус состоящий из трех блоков (отсеков):

- двигательный отсек - мотор, сервопривод, комплект аккумуляторов с устройством радиопередачи сигнала на пульт дистанционного радиоуправления.

- отсек полезной нагрузка – герметичный отсек в котором возможно размещение полезной нагрузки массой до 10 кг.

- отсек наблюдения и телеметрии – носовой отсек в котором размещается камера видеонаблюдения с устройством передачи сигнала.

2. Наземный комплекс управления (устройства радиоуправления и телеметрии);

Уточненные требования к техническим характеристикам МНМП «Барабулька» могут быть сформулированы следующим образом:

МНМП должна быть выполнена в виде модульного разборного надводного беспилотного аппарата;

Характеристики оборудования:

- масса не более 15 кг;

- длина не более 1,6 м;

- корпус выполнен из 3-х секций: носовой – для размещения видеокамеры и передающей системы, центральный отсек – дляразмещения нагрузки массой 10 кг, кормовой – для размещения двигателей, поворотных устройств и аккумуляторных батарей.

- тип двигателя – коллекторный;

- тип движителя – гребной винт;

- емкость аккумуляторов – не менее 10000 мА\*ч;

- количество аккумуляторов в комплекте не менее 3 шт;

- напряжение аккумулятора – не менее 11,1 В;

- максимальное время работы не менее 60 минут при нагрузке 75% от максимальной;

- максимальная скорость на спокойной воде, не менее 15 км/ч;

- рабочая частота видеоканала 1,2 ГГц или 5,8 ГГц;

- рабочая частота управления 866 МГц или 2,4 ГГц;

- автоматическое движение по заданному маршруту при наличии сигналов GPS, ГЛОНАСС;

- автоматическое движение по заданному магнитному курсу при отсутствии сигналов GPS, ГЛОНАСС;

- возвращение в точку запуска при наличии сигналов GPS, ГЛОНАСС;

- поддерживаемые системы спутниковой навигации: GPS, ГЛОНАСС;

- максимальная дальность от оператора управления менее 10 км;

- время зарядки аккумуляторов согласно инструкции по эксплуатации Производителя зарядного устройства входящего в состав продукции.

- дальность работы системы управления и передачи данных/видео не менее 1 км от наземной станции.

**4. Конструкторская часть**

**4.1. Анализ материалов конструкций корпусов маломерных судов**

В настоящее время для изготовления моторных лодок и катеров подобного типа применяют различные материалы, такие как алюминий, сталь, дерево и стеклопластик. Каждый из этих материалов имеет свои преимущества и недостатки. Для изготовления подобного изделия материал должен обладать определенными свойствами: высокой прочностью, газо- и водонепроницаемостью, стойкостью к воздействию внешних факторов, небольшой массой, долговечностью, стойкостью к истиранию, низкой стоимостью, покрытие должно обладать стойкостью к морской воде и ультрафиолетовому воздействию солнечных лучей.

4.1.1. Особенности изготовления корпусов Макета из сплавов алюминия

- Дюралюминий – сплав алюминия с медью (около 4 %), магнием (1,5 %) и марганцем (0,5 %) – принадлежит к так называемым недеформируемым и термически упрочняемым сплавам. Для постройки моторных лодок чаще всего применяют листы из дюралюминия Д16АТ, подвергаемые закалке для достижения высокой прочности. Это позволяет применять для наружной обшивки сравнительно тонкие листы: 1,5-2 мм для днища и 1,2-1,8 мм для бортов (при длине лодки 3,5-5 м).

Сварка дюралюминия возможна, но при постройке корпусов малых судов она не применяется. При нагреве металла в зоне сварного шва происходят явления, подобные отжигу, при которых сплав утрачивает прочность. Обычно прочность сварных соединений дюралюминия составляет 40-60 % прочности основного металла.

Существенным недостатком является сравнительно низкая коррозионная стойкость, особенно в морской воде. Причиной тому являются образующиеся в воде электролитические микропары алюминий – медь. Особенно интенсивно коррозия развивается в соленой морской воде, поэтому эксплуатация лодок с корпусами из дюралюминиевых сплавов в морских условиях не рекомендуется. Обычно листы металла, выходящие с прокатного завода, покрывают тонким слоем чистого алюминия – так называемым плакирующим слоем, для защиты дюралюминия от коррозии в процессе производства и хранения металла. Готовые корпуса из дюралюминия нуждаются в тщательном лакокрасочном покрытии по специальной схеме.

Основной принцип конструкции дюралевых лодок – в подкреплении тонкой обшивки большим числом продольных ребер жесткости – стрингеров, которые опираются на сравнительно редко расположенные шпангоуты;

- алюминиево-магниевые сплавы АМг. В мелком судостроении наибольшее распространение получили сплавы марки АМг5 (5 % магния), предназначенные для листовых конструкций и АМг61 для листов и профилей. Листы и профили из этих сплавов обладают пластичностью, позволяющей подвергать их гибке в холодном состоянии, хорошо свариваются в среде защитных инертных газов (чаще всего применяется аргоно-дуговая электросварка) прочность сварных швов обеспечивается не ниже 90 % основного металла. Сплавы типа АМг обладают более высокой коррозионной стойкостью, чем дюралюминий, и могут использоваться для корпусов судов, эксплуатируемых в морской воде.

Алюминиево-магниевые сплавы обладают несколько меньшей прочностью, чем дюраль, поэтому обшивку лодок приходится делать более толстой, чтобы обеспечить при эксплуатации ровную, без вмятин, поверхность корпуса. А в случае изготовления сварного корпуса очень трудно избежать коробления тонкой обшивки при ее сварке с набором. По сравнению со сталью алюминий обладает в 2 раза более высоким коэффициентом линейного удлинения при нагреве, поэтому и деформации при сварке соответственно больше. Все это заставляет использовать для наружной обшивки листы толщиной не менее 2 мм, а при сварке корпусов толщиной 3-4 мм.

Первой отечественной цельносварной лодкой из легких сплавов является моторная лодка Крым; ее опытные образцы были изготовлены в 1969 г. Тогда ее конструкция в известной мере копировала клепаный корпус – с большим числом продольных ребер жесткости, привариваемых к наружной обшивке. Длительный опыт эксплуатации позволил выявить слабые места в этой конструкции – соединения продольного и поперечного набора и т. п. и рекомендовать более рациональную схему подкрепления днища – в виде П-образных штампованных поперечных флоров, привариваемых к обшивке по фланцам. Для уменьшения коробления обшивки в процессе сварки уменьшены протяженность и калибры сварных угловых швов, увеличен объем контактной электросварки.

Другой путь уменьшения объема сварки корпуса – применение штампованных конструкций обшивки с ребрами жесткости в виде гофров или зигов, но данный метод используются при больших сериях выпуска изделий.

3.1.2Особенности изготовления корпусов Макета из стеклопластиков

В отечественном и зарубежном судостроении широко применяются различные типы стеклопластиков, исходными компонентами для которых служат полиэфирные смолы и армирующие наполнители. Производство катеров идёт по матрице – разъёмной наружной форме корпуса, которая тщательно полируется внутри, шпаклюется и в итоге получается глянцевая поверхность судна. Для начала на матрицу наносится разделительный слой, к примеру, из воска, с его помощью готовая обшивка легко отделяется, наносится декоративный слой смолы с различными добавками, и пигментами для окрашивания в нужный цвет. После того, как декоративный слой желатинизируется, формируется обшивка, укладываемая слоями армирующей стеклоткани и прикатываемая валиками к поверхности. Чаще всего для средних катеров до 5 метров кладут 4-8 таких слоёв. Прочность пластику придаёт стеклоткань, которая составляет около 0,5 мм в одном слое. Для формирования применяют и стеклосетку – редкую и тонкую ткань, пропитанную связующим веществом. После того, как она уложена в наружный слой, на него хорошо ложится последующая краска [11].

Стеклоткань придает пластику необходимую прочность. Наиболее прочный и плотный пластик получается при использовании тонкой ткани сатинового переплетения типа Т-11-ГВС-9 по ГОСТ 19170-73 (прежде эта стеклоткань выпускалась с индексом АСТТ (б)-С2О). При собственной толщине ткани в 0,38 мм один ее слой в обшивке дает толщину 0,5 мм. Другой тип тканей, используемых для формования корпусов лодок, – стеклорогожа или ткань жгутового переплетения. Эта ткань более толстая – например, марки ТР-07 имеет толщину 0,7 мм, поэтому для получения той же толщины обшивки, что и при использовании сатиновой ткани, достаточно уложить вдвое меньшее количество слоев рогожи. Однако плотные жгуты волокон рогожи хуже пропитываются связующим и при слабой прикатке слоев к матрице такая обшивка нередко фильтрует воду. Поэтому часто обшивку формуют из тканей обоих типов: наружные слои делают из сатиновой стеклоткани (при большой толщине прокладывают также один-два промежуточных слоя между стеклорогожей); внутренние – из стеклорогожи [9,13].

- углеткань как материал для изготовления деталей корпуса. В настоящее время все чаще используется углеткань пропитанная кевларом. Этот материал прочнее и легче стеклопластика, но данная технология трудоемка, а качественные материалы на порядок дороже обычного стеклопластика [12].

- листовые пластики как материал для изготовления деталей корпуса. Для изготовления гребных и моторных лодок длиной до 4-5 метров применяют так называемые термопласты, в частности, ABC — пластики или полиэтилены. Они поставляются в листах, которые укладывают в вакуум-формовочную машину и разогреваются. После откачки воздуха лист принимает форму матрицы, повторяя все изгибы и выступы (продольные реданы и т. д.). По прочности термопласты уступают стеклопластикам, не требуют окраски, однако обладают меньшей ударной прочностью и подвержены влиянию солнечных лучей снижающих прочность. Корпус изготовленный по данной технологии при серийном производстве имеет не большую стоимость [15].

- эластичные синтетические ткани как материал для изготовления деталей корпуса, мягкие материалы, армированные различными синтетическими тканями (капрон, нейлон и др.) и покрытые полимерами из группы искусственных каучуков (неопрен, хайполон и др.), используются для изготовления надувных судов. Обладают стойкостью к истиранию и к воздействию атмосферы и водной среды, нефтепродуктов и химикалиев. Надувные лодки изготавливаются сотнями тысяч штук в год на протяжении нескольких десятков лет.

4.1.3. Особенности изготовления корпусов Макета из других материалов

- дерево как материал для изготовления деталей корпуса — традиционный судостроительный материал. При постройке судов используют доски, бруски и различные виды фанеры (водостойкая, бакелитовая и т. д.). Этот материал подвержен гниению, однако при соответствующей защите и уходе служит десятилетиями. В настоящее время используется при изготовлении штучных судов.

Дерево как судостроительный материал используют и при изготовлении сравнительно крупных яхт и при самостоятельной постройке катеров. В последнее время классическая конструкция деревянного корпуса заменяется на обшивку, клеенную из узких реек, отдельные полозья которой надежно соединены между собой при помощи водостойкого клея и гвоздей. Гнутоклееные или ламинированные конструкции используют и при изготовлении таких деталей набора корпуса, как шпангоуты, киль, бимсы, и т.п. Благодаря этому удается изготовить корпусные детали из небольших по размерам качественных заготовок древесины. В своем классическом виде – с наборной клинкерной обшивкой (кромка на кромку) – деревянные корпуса можно видеть только на гребных лодках – фофанах.

Недостатки древесины как судостроительного материала хорошо известны: дерево впитывает влагу и рассыхается, изменяя свои размеры, подвержено загниванию и повреждению древоточцами, имеет неодинаковую прочность при нагружении вдоль и поперек волокон; постройка легких и прочных корпусов связана с тщательным отбором древесины и высоким качеством работ.

Для обшивки, палуб и надстроек малых судов широко применяется фанера. Наиболее прочной и водостойкой является бакелитовая фанера марок БФС и БФВ по ГОСТ 11539-73, которая выпускается толщиной 5, 7, 10 и 12 мм. Эта фанера имеет большую объемную массу – 1,2 т/м, при окраске с нее необходимо удалять наружный слой смолы.

Там, где наиболее важны прочность и небольшая масса конструкции, используют 5-слойную авиационную фанеру марок БС-1, БП-1 и БПС-1 по ГОСТ 102-75. Слои этой фанеры склеены бакелитовой пленкой и смолой С-1; она выпускается толщиной от 1 до 12 мм. Для корпусов небольших моторных лодок при условии тщательного наружного покрытия корпуса (лучше всего оклейка стеклопластиком) может быть применена строительная фанера марок ФСФ или ФК по ГОСТ 3916-69.

Фанерные лодки могут служить в течение 10-12 лет при правильной конструкции и хорошей защите наружной поверхности. Большое значение имеет надежное закрытие всех кромок фанеры по скуле, транцу, по линии борта – именно отсюда начинается расслоение фанеры и ее загнивание.

- металлические листы как материал для изготовления деталей корпуса. Стальные корпуса малых судов довольно редки. Вследствие большой объемной массы стали использование этого материала становится оптимальным при сравнительно больших размерениях судов – длине 6 м и более. Такие корпуса строят из обычной углеродистой стали марки Ст.3 по ГОСТ 380-71 или из стали повышенного качества марки Ст. 15 по ГОСТ 1050-74. Толщина наружной обшивки на лодке длиной 6 м составляет от 1,2 мм, на катере длиной более 12м – до 3 мм. Набор делается из полос, полос и угольников соответствующих размеров (обычно высотой профиля от 25 до 60 мм в указанных пределах длины 6-12 м).

В результате проведенного анализа можно сделать вывод, что корпус Макета МНМП «Барабулька», может быть изготовлен из стеклопластика при этом после проведения экспериментальных исследований и доводки, при необходимости изготовления серии подобных устройств, к вопросу выбора материала корпуса и технологии его изготовления необходимо вернуться. При этом важными исходными данными будет являться требуемое количество корпусов, время выделенное для их производства и возможности технологического оборудования предложенного к использованию.

**4.2 Выбор двигателя**

Требуемая скорость v = 20км/ч = 5.56 м/с

(1)

(2)

Cd​ — коэффициент лобового сопротивления (для обтекаемых объектов может быть в пределах от 0.07 до 0.1),

A — площадь мидель-шпангоута (м²),

ρ — плотность воды (примерно 1000 кг/м³),

v — скорость в м/с.

Cd​≈0.1 и A для маленькой лодки может быть около 0.19 м². Тогда:

= 51 Н (3)

(4)

На основе этих расчётов можно выбрать 2 электро-мотора BRS-775SH по 150 Вт каждый.

**5. Выбор средств управления**

В процессе разработки системы управления произведен поиск и выбор подходящего микроконтроллера, который удовлетворяет требованиям работы в качестве автопилота. Выбран микроконтроллер STM32F103C8, который содержит в своей периферии 3 таймера, позволяющих независимо управлять 12-ю сервоприводами или регуляторами скорости оборотов. Микроконтроллер обладает возможностью работать с 3-мя интерфейсами UART, которые в Макете используются для получения сигналов с пульта управления, GPS/ГЛОНАСС антенны, и для работы телеметрии со станцией управления.

Низкоуровневое ПО для указанного микроконтроллера выполняет следующие функции:

* генерация ШИМ-сигнала для управления сервоприводом для поворота МНМП и управления скоростью вращения двух электродвигателей.
* получение сигналов GPS приёмника
* получение магнитного курса от MEMS магнитометра
* отправка параметров состояния электрических компонентов по телеметрии на станцию управления

**Заключение**

В ходе работы была спроектирована Модульная Надводная Многофункциональная Платформа. Был проведён анализ существующих решений от конкурентов, составлено техническое задание, проведён анализ материалов и выбран двигатель.

В Autodesk Inventor были разработаны: 3D-модель, общий вид, структурная схема и схема электрическая принципиальная.

Дальнейшее использование результатов проекта будет полезно при изучении поведения беспилотных надводных устройств (БНУ) в различных режимах работы, разработки законов управления и программного обеспечения для систем управления, и для отработки конструкторских решений БНУ. Организации производства подобных изделий.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. SES, MARTAC team up for unmanned marine survey platforms. URL: <https://www.navalnews.com/naval-news/2020/08/martac-accelerating-innovation-in-unmanned-surface-vehicles/>
2. MARTAC MANTAS T12 for MCM. URL: <https://www.mk.ru/politics/2022/11/05/specialisty-nazvali-morskie-drony-atakovavshie-sevastopolskuyu-bukhtu.html?ysclid=lb56savg3y759401757>
3. Комплекс систем физической защиты на акваториях. Каталог. – Тетис-ПРО, 2010. – 108 с.
4. Катер-беспилотник «Кибербоат-330» для борьбы с браконьерством. URL: https://news.myseldon.com/ru/news/index/254243387
5. <https://drdevice.ru/modulnyie-kayaki-point-65n-modular-kayaks>
6. <https://www.mokai.com>
7. <https://ru.made-in-china.com/co_hangyumarine/product_3-3m-PE-Plastic-Boat-3-Parts-Fishing-Boats-Folding-Boat_ehioohong.html>
8. <https://www.trendhunter.com/trends/boat-concept>
9. Куриный В. В. Особенности технологии изготовления корпусов двухсредных беспилотных аппаратов методом послойного наплавления FDM (Fused deposition modeling) / В. В. Куриный, В. В. Солецкий, Б. Л. // Морские интеллектуальные технологии. — 2021. — № 2-2 (52). — С. 34-41. DOI: 10.37220/ MIT.2021.52.2.049.
10. Дектярев А. В. Опыт применения 3D-печати в судомоделизме при исследовании буксировочного сопротивления маломерного судна в условиях опытового бассейна / А. В. Дектярев, П. Г. Зобов, И. И. Ни­колаев [и др.] // Известия КГТУ — 2019. — № 54. — С. 166-177.
11. <https://www.korabel.ru/news/comments/kompaniya_flint_rasskazivaet_o_tehnologii_proizvodstva_korpusov_iz_plastika.html>
12. Романов А.Д., Чернышов Е.А., Романова Е.А. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МАТЕРИАЛА КОРПУСА МАЛОГО УЧЕБНОГО СУДНА ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ // Современные наукоемкие технологии. – 2015. – № 3. – С. 76-80;
13. Композиционные материалы: справочник [Текст] / В. В. Васильев, Д. В. Протасов, В.В. Болотин. Под ред. В. В. Васильева, Ю. М. Тарнопольского. - М.: Машиностроение, 1990. - 512 с.
14. Стеклопластики - технологии, разработки, проекты [Электронный ресурс] // - Электрон.данные. Режим доступа: <http://www.steklo-tech.ru/About/nedostatki.htm>. - Загл. с экрана.
15. Проектирование судов [Текст] / Бронников А. В. - Учебник. - Л.: Судостроение, 1991. - 320 с.
16. ITTC, 2002. «Ship Models», 23rd International Towing Tank Conference, Vehicle, ITTC Recommended Procedures, Procedure 7.5-01-01-01, Rev. 01.
17. ITTC, 2002. «Resistance uncertainly analysis, example for resistance test», 23rd International Towing Tank Conference, Vehicle, ITTC Recommended Procedures, Procedure 7.5-02-02-02, Rev. 01.
18. Справочник по теории корабля: в 3 т. / Я. И. Войткунский [и др.]. - Ленинград: Судостроение, 1985. - Т.1. - 768 с.
19. Композиционные материалы: справочник [Текст] / В. В. Васильев, Д. В. Протасов, В.В. Болотин. Под ред. В. В. Васильева, Ю. М. Тарнопольского. — М.: Машиностроение, 1990. — 512 с; ил.
20. Проектирование судов [Текст] / Бронников А. В. - Учебник. - Л.: Судостроение, 1991. -320 с.