

Кравченко Никита Владимирович, Мустафаев Эскендер Айдерович

## **ЭТАПЫ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА**

В статье рассматриваются основные задачи проектирования человеко-машинного интерфейса на примере разработки рабочего пространства операторов обитаемого подводного аппарата. Авторы указывают на нюансы проектирования в соответствии с российскими ГОСТами и с учетом когнитивных способностей человека, а также обосновывают необходимость развития человеко-машинного интерфейса на постсоветском пространстве.

Адрес статьи: [www.gramota.net/materials/1/2017/3/14.html](http://www.gramota.net/materials/1/2017/3/14.html)

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

### **Альманах современной науки и образования**

Тамбов: Грамота, 2017. № 3 (117). С. 48-52. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: [www.gramota.net/editions/1.html](http://www.gramota.net/editions/1.html)

Содержание данного номера журнала: [www.gramota.net/materials/1/2017/3/](http://www.gramota.net/materials/1/2017/3/)

### **© Издательство "Грамота"**

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: [www.gramota.net](http://www.gramota.net)

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: [almanac@gramota.net](mailto:almanac@gramota.net)

Наиболее заметными идеи социалистов в отношении культурной политики становятся в начале 1970-х гг. Они были представлены не только критикой правящей партии голлистов, одновременно они частично переняли основные идеи коммунистов. Приоритетными направлениями преобразования культурной политики страны социалисты называли децентрализацию, демократизацию и мультикультурализм [Там же, с. 82], которые будут реализовываться в 1980-е гг., при будущем министре культуры Жаке Ланге.

Таким образом, в 1960-е гг. при министре культуры А. Мальро были сформулированы основные приоритеты культурной политики Франции, которых придерживаются и по сей день: широкий доступ граждан страны к культуре, охрана культурного наследия, развитие современного искусства и децентрализация культурных институтов. На протяжении следующего 10-летия наблюдалась тенденция стабилизации культурной политики, но вместе с тем, намечались и воплощались в жизнь некоторые новые идеи.

#### Список источников

1. **Захарченко И. Н.** Теоретические аспекты формирования культурной политики Франции в первые годы V Республики // Знание. Понимание. Умение. М.: Московский гуманитарный университет, 2008. № 4. С. 35-39.
2. **Косенко С. И.** Культурная политика как атрибут «мягкого могущества» Франции // Власть. 2012. № 2. С. 22-27.
3. **Можина В. А.** Культурная политика и политические партии во Франции в конце 50-х – начале 90-х гг. XX века // Ученые записки Орловского государственного университета. Серия: Гуманитарные и социальные науки. 2011. № 6. С. 80-87.
4. **Смирнов В. П.** Франция в XX веке. М.: Дрофа, 2001. 352 с.
5. **Французский либерализм в прошлом и настоящем:** коллективная монография / отв. ред. В. П. Смирнов. М.: МГУ, 2001. 224 с.
6. **Яценко Е. П.** Региональные дирекции по делам культуры // Обсерватория культуры. 2006. № 6. С. 54-56.
7. **Décret n°59-889 du 24 juillet 1959 PORTANT ORGANISATION DU MINISTERE CHARGE DES AFFAIRES CULTURELLES (M. MALRAUX)** [Электронный ресурс]. URL: [https://www.legifrance.gouv.fr/jo\\_pdf.do?id=JORFTEXT000000299564](https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000000299564) (дата обращения: 29.03.2017).
8. **Décret n°64-203 du 4 mars 1964 INVENTAIRE GENERAL DES MONUMENTS ET DES RICHESSES ARTISTIQUES DE LA FRANCE** [Электронный ресурс]. URL: [https://www.legifrance.gouv.fr/jo\\_pdf.do?id=JORFTEXT000000862736](https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000000862736) (дата обращения: 29.03.2017).
9. **Loi n°67-1174 du 28 décembre 1967 DE PROGRAMME RELATIVE A LA RESTAURATION DES MONUMENTS HISTORIQUES ET A LA PROTECTION DES SITES** [Электронный ресурс]. URL: [https://www.legifrance.gouv.fr/jo\\_pdf.do?id=JORFTEXT000000320880](https://www.legifrance.gouv.fr/jo_pdf.do?id=JORFTEXT000000320880) (дата обращения: 29.03.2017).

#### THE MAIN DIRECTIONS OF STATE POLICY OF FRANCE IN THE FIELD OF CULTURE IN THE 1960-1970S

**Kotlikova Tat'yana Grigor'evna**

*Khakass State University named after N. F. Katanov in Abakan  
kotlikova-t@mail.ru*

This article presents the main directions of internal cultural policy of the Government of the V Republic in France in the 1960-1970s. The author considers the nature of the state policy in the field of culture at the stage of its formation, as well as its further transformation through creation of the Ministry of Culture and its reforms.

*Key words and phrases:* The V Republic; Charles de Gaulle; Andre Malraux; Ministry of Culture; cultural policy; cultural heritage; democratization of culture; decentralization of cultural institutions.

УДК 62-503.5

**Технические науки**

*В статье рассматриваются основные задачи проектирования человеко-машинного интерфейса на примере разработки рабочего пространства операторов обитаемого подводного аппарата. Авторы указывают на нюансы проектирования в соответствии с российскими ГОСТами и с учетом когнитивных способностей человека, а также обосновывают необходимость развития человеко-машинного интерфейса на постсоветском пространстве.*

*Ключевые слова и фразы:* человеко-машинный интерфейс; подводные аппараты; обитаемые подводные аппараты; проектирование интерфейса; этапы проектирования интерфейсов подводных аппаратов.

**Кравченко Никита Владимирович**

**Мустафаев Эскендер Айдерович**

*Государственный морской университет имени адмирала Ф. Ф. Ушакова, г. Новороссийск  
Krv92@mail.ru; esken1st@gmail.com*

#### ЭТАПЫ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА ОБИТАЕМОГО ПОДВОДНОГО АППАРАТА

На сегодняшний день обитаемые подводные аппараты (ОПА) являются дорогостоящим оборудованием, предполагающим от 1 до 6 человек экипажа и выполняющим работы в экстремальных условиях с погружением

до 6000 метров. Проектировка такого аппарата является серьезной задачей и должна соответствовать множеству требований.

Организация и правильная компоновка рабочего места оператора является немаловажной задачей. С одной стороны, в подводном аппарате ограниченное пространство, и каждый килограмм веса влияет на работу всей системы, с другой, остро стоит вопрос о безопасности труда и утомлении оператора. Качество и оперативность выполнения работ аппарата зависят не только от его возможностей, но и от быстроты действий оператора. Поскольку работа человека в данном случае является умственной, то необходимо значительно облегчить труд оператора для предотвращения ошибок, связанных с усталостью мозга. Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) предполагает постоянное взаимодействие компьютера и человека, а именно обмен большим количеством информации, что очень сильно влияет на утомление оператора.

В процессе проектирования человеко-машинного интерфейса решают три основные задачи: 1) функциональное проектирование; 2) визуальное проектирование; 3) проектирование взаимодействия. Рассмотрим их относительно интерфейса обитаемого подводного аппарата.

Основная задача функционального проектирования – определить набор возможностей, которые должен предоставить интерфейс человеку для эффективного и качественного выполнения профессиональной деятельности. Необходимо выполнить функциональный анализ, в ходе которого выстроится иерархия функций управления системой.

Подводный аппарат – это сложная система, имеющая 6 степеней свободы, свой ограниченный источник питания, движители, манипуляторы и огромное количество различных датчиков. Для точной и безошибочной эксплуатации, а также выполнения основных функций необходимы постоянный контроль и реакция человека на изменения работы систем.

Рассмотрим основные системы обитаемого подводного аппарата, за которыми необходим постоянный контроль:

*Система погружения-всплытия.* Обеспечивает переход в подводное или надводное положение с помощью изменения плавучести. В настоящее время на аппараты устанавливаются цистерны главного балласта, которые заполняются заборной водой при погружении. Для всплытия эти же цистерны продуваются воздухом, сжатым в баллонах высокого давления до 200-400 атм.

*Уравнительно-дифференциальная система.* Обеспечивает точную регулировку плавучести аппарата, фиксацию над объектом работ или на грунте, погружение и всплытие с определенной скоростью.

*Система аварийного балласта.* Состоит из резервных балластных цистерн и баллонов сжатого воздуха.

*Энергетическая установка.* Включает в себя источники энергии, преобразователи и токоведущие части. Большинство подводных аппаратов (95%) имеют аккумуляторные батареи в качестве источника питания. Они занимают большую площадь, имеют низкий КПД, но выступают самым надежным источником энергии на такой глубине. Например, батарея площадью 4 м<sup>2</sup> обеспечивает мощность 17 кВт с напряжением 120 В, что очень мало в сравнении с надводными источниками энергии.

*Движительно-рулевой комплекс.* Обеспечивает перемещение аппарата как по поверхности воды, так и под водой. Состоит из ходовых движителей, выполняющих поступательное движение, и маневровых движителей, осуществляющих вертикальное перемещение, повороты, движение лагом. Применяются электродвигатели постоянного или переменного тока.

*Система гидравлики.* Обеспечивает управление заборным оборудованием, таким как резаки, захваты и манипуляторы.

*Система жизнеобеспечения экипажа.* Продолжительность нормальной работы системы составляет 10-12 часов, в режиме «авария» – до 3-х суток. Включает в себя следующие основные средства: обеспечение кислородом, 21% от всего объема воздуха; поглощение углекислого газа из воздуха.

*Навигация и связь.* В состав этой системы входят: гидролокатор, гирокомпас, компас (магнитный), гидроакустическая навигационная система. Связь с судном или катером над поверхностью воды осуществляется за счет УКВ-радиостанции с дальностью до 10 миль, под водой – за счет акустической системы связи, использующей распространение акустических волн в воде.

*Средства заборного освещения.* Различные источники освещения, позволяющие вести исследовательскую и поисковую деятельность.

*Навесное оборудование (приборное).* Включает в себя следующие элементы: фото- и телеаппаратуру, различные пробоотборники и гидрофизические датчики.

Операторы осуществляют управление всеми системами аппарата с пульта управления комплексом, который включает в себя следующие элементы: стойки управления и отображения информации, блоки управления системами, клавиатуры и манипуляторы, пульт управления системой электропитания и джойстики управления манипуляторного комплекса.

Согласно ГОСТ 20.39.108-85, рабочее место оператора должно подходить под следующие требования: 1) конструкция и компоновка рабочего места оператора; 2) взаимное расположение рабочих мест; 3) форма, расположение, размеры приборных панелей и пультов; 4) обзорность – учитываются углы обзора панелей по горизонтали и вертикали, а также углы наблюдения приборных панелей по их степени важности; 5) досягаемость – устанавливаются оптимальные и предельные расстояния до органов управления; 6) средства отображения визуальной информации [7].

При расположении всей информации на рабочем месте нужно учитывать следующие основные факторы: приоритет, группирование информации в логические блоки, взаимосвязь между органами управления

и средствами отображения информации. При установлении приоритета необходимо учитывать, как тот или иной орган управления или средство отображения информации используется оператором и каково его воздействие на работу всей системы. Необходимо определить следующие параметры: частоту и степень использования, точность и скорость считывания показаний, влияние ошибки считывания или запаздывания на выполнение операций и легкость манипулирования отдельными органами управления.

Важным аспектом проектировки рабочего места является соблюдение рекомендуемых значений углов наклона панелей, входящих в состав пульта управления, что непосредственно влияет на скорость ответа человека на изменения в системе аппарата.

Мониторы отображения информации должны отражать следующую информацию: состояние всех систем аппарата, управляющие воздействия и реакцию комплекса на них, пространственное и географическое положение аппарата, оперативную обстановку вокруг всего комплекса.

Годы проб и ошибок помогли выработать оптимальный способ компоновки мониторов по их функционалу. Например, существуют мониторы с условными названиями «экран пилота», «экран телеметрии», «экран навигации» и т.д.

В итоге функциональный анализ позволяет представить полный отчет по всему функционалу техники и понять весь спектр функциональных возможностей. Полученный отчет даст возможность учесть когнитивные способности человека для выполнения данных операций, что, в свою очередь, повлечет уменьшение вероятности появления ошибок в работе.

Вторым этапом выступает визуальное проектирование. Это визуальный интерфейс, представляющий модель системы в форме, пригодной для восприятия зрением человека. Современная система ЧМИ – это информационная модель, содержащая всю информацию о состоянии и функционировании всех систем, через которую происходит воздействие на объект управления. Эта модель заменяет сам объект и выступает источником информации, на основании которой оператор может формировать конкретную задачу, ожидать определенного ответа от системы и планировать дальнейшие управляющие воздействия. Помимо визуального кодирования информации, используют звуковое и тактильное, но уже в меньшей мере и для конкретной ситуации.

Визуальное проектирование представляет собой информационный дизайн интерфейса, включающий в себя разделенную на группы и категории информацию о системах. Под визуальным дизайном понимают проектирование интерфейса, включая его компоновку, а также соблюдение правил эргономики и эстетических качеств.

Визуальный дизайн включает в себя способы кодирования, группирования и категоризация информации.

Кодирование – это использование таких свойств, как цвет и форма, для передачи смысла информации. Наиболее распространенные средства кодирования – это цвет, форма, яркость, расположение в пространстве и частота мельканий.

При использовании цвета в качестве способа кодирования информации необходимо задать значения для каждого конкретного цветового тона и оттенка, например: красный – «ошибка», черный – «доступный объект», серый – «недоступный объект». Каждый визуальный объект может быть носителем сразу нескольких свойств, сочетание которых информационно является более емким. При выборе способов кодирования необходимо соблюдать следующие условия, обеспечивающие быстрое и безошибочное толкование информации.

1. Должны применяться адекватные способы кодирования. Так, нет необходимости использовать словесное описание для количественной информации: «26» воспринимается намного легче, чем «двадцать шесть».

2. Визуальные коды должны однозначно толковаться, т.е. с каждым элементом алфавита кодирования должно быть сопоставлено одно значение. Это условие зачастую нарушается. Например, с одной стороны, красный цвет означает «неисправность», с другой, «открытое состояние управляемого механизма».

3. Разработчик должен принимать во внимание стереотипы, ассоциации и привычки будущих пользователей интерфейса. Например, вправо или вверх – «больше», влево или вниз – «меньше», красный – «опасность», зеленый – «нормальное состояние» [3].

Основываясь на ГОСТ 21829-76 [8], можно сделать вывод, что наиболее оптимальные цвета для кодирования – это зеленый, красный, голубой и желтый. Общее число используемых цветов может быть увеличено, если обозначения меняются не только по цветовому тону, но и по яркости. Знаки алфавита должны быть хорошо различимы при точном опознании цвета.

Желтый или белый цвет может приниматься за предупреждающую информацию, носящую осведомительный характер, содержит сведения об общей обстановке (не считая аварийной) и рекомендации для принятия мер, оставляя за оператором право выбора окончательного решения.

Зеленый или синий несет значение предписывающей информации, имеет командный характер, требует или разрешает выполнение строго определенных действий. Сюда же можно отнести информацию проверочного характера, указывающую на исправность или готовность к работе устройств.

Красный или оранжевый – запрещающая информация, носит аварийный характер, накладывает строгие ограничения на выполнение или запрещение тех или иных действий, указывает на неготовность к работе или неисправность того или иного проверяемого объекта [5].

Немаловажной составляющей информационного дизайна является группирование визуальных объектов. Группирование позволяет пользователю понять, каким образом одни объекты и данные связаны с другими. Наиболее распространенным способом группирования является пространственное группирование. Грамотное расположение и группирование объектов на поверхности панели или на площади экрана выполняются

с учетом порядка выполнения задач и подзадач, направления движения взгляда – слева направо и сверху вниз. Для группирования могут использоваться любое визуальное свойство, цвет или размер.

Чем правильнее и качественнее выполнено кодирование информации на пульте управления, тем меньше загружена память человека.

С помощью визуального дизайна можно управлять вниманием, выделяя главные элементы, и последовательностью восприятия информации человеком. Правильно спроектированная компоновка интерфейса позволяет донести до оператора всю важную информацию, при этом не перегружая его подробностями. Неудачные компоновочные решения приведут к хаотичному движению зрачков, что вызовет быстрое утомление и снижение работоспособности.

По способу представления информации ЧМИ делят на приборные, функциональные, схематические, иммерсивные и экологические. По способу отбора информации различают три типа: системный, обзорный и задачный.

1) *Приборные интерфейсы* – направлены на обеспечение для оператора одновременной доступности органов управления и индикации. Подобный интерфейс обеспечивает интуитивную сопоставимость показаний различных приборов и может содержать как цифровые, так и аналоговые элементы.

2) *Схематические интерфейсы*. Привычный для пользователей интерфейс, совмещающий схематичное изображение технологических параметров с наложением их на результирующую мнемосхему технической системы.

3) *Экологические интерфейсы*. Характеризуются сильной ассоциативной составляющей, позволяющей апеллировать к образному восприятию оператора, что в существенной мере облегчает восприятие субъектом информации. Позволяют реализовывать интуитивно понятные и управляемые образы весьма высоких степеней абстракции от технических составляющих.

4) *Функциональные интерфейсы*. Основаны на предложении, позволяющем переключить внимание оператора с контроля над состоянием различных подсистем на контроль над состоянием выполнения общих для этих подсистем функций.

5) *Иммерсивные интерфейсы*. Человек вовлекается в управляемую искусственную среду, виртуальную реальность или близкие к ней технологии повышения убедительности интерфейса.

Разделение по принципу отбора информации:

1. *Системные интерфейсы* – предназначены для представления информации по выбранной изолированной системе.

2. *Обзорные интерфейсы* – решают задачу быстрой оценки состояния системы. Отображаемая информация проходит ранжирование и фильтрацию.

3. *Задачные интерфейсы* – содержат информацию, релевантную текущей задаче.

Взаимодействуя с интерфейсом, человек совершает следующие виды работ:

1) *когнитивная работа* – понимание поведения системы, объекта управления и человеко-машинного интерфейса;

2) *мнемоническая работа* – запоминание устройства системы, ее поведения, названий и расположения объектов данных и элементов управления, а также других связей между объектами;

3) *зрительная работа* – поиск стартовой точки взгляда, одного объекта среди многих, расшифровка визуальной планировки, выявление различий между элементами интерфейса.

Существует закон Хика-Хаймана [10], на основе которого можно сделать вывод, что увеличение числа альтернатив увеличивает время принятия решения:

$$T = bN; \quad H = \sum_{i=1}^n p_i \log_2 \left( \frac{1}{p_i} + 1 \right), \text{ где}$$

$T$  – среднее время принятия решения;

$b$  – эмпирический коэффициент пропорциональности;

$p_i$  – вероятность выбора  $i$ -го элемента.

При проектировании ЧМИ немаловажен вопрос выбора способа физического воздействия на оператора. Закон Стивенса устанавливает степенную зависимость между силой субъективного ощущения и интенсивностью раздражителя для различных видов воздействия [Там же]:

$$Y = kS^n, \text{ где}$$

$Y$  – сила субъективного ощущения;

$k$  – коэффициент пропорциональности для различных видов раздражителей;

$S$  – интенсивность раздражителя;

$n$  – показатель степенной функции, зависящий от вида раздражителя;

4) *физическая работа* – воздействие на органы управления и манипуляторы: нажатие кнопок, клавиш и их комбинаций, перемещение мыши, переключение режимов [8, с. 4].

При разработке панели управления оператора уместно применение «краеугольного камня» проектирования ЧМИ, а именно закона Фиттса, который охватывает закономерности сенсорно-моторных процессов и восприятия. Формулировка звучит так: «скорость реакции находится в прямо пропорциональной зависимости от расстояния до элемента управления и в обратной зависимости от его размера» [14]:

$$T = a + b \log_2 \left( \frac{D}{W} + 1 \right), \text{ где}$$

$T$  – среднее время выполнения действия;

$a$  – среднее начало реакции;

$b$  – скорость перемещения манипулятора;

$D$  – расстояние до центра элемента управления;

$W$  – ширина элемента вдоль оси движения.

Плюсы при его использовании в проектировании:

- снижение числа спонтанных взаимодействий с интерфейсом (при глобальном уменьшении размеров элементов управления);
- ускорение реакции оператора на событие (выделение размера ключевого элемента интерфейса);
- приоритетное выделение элементов (отдельное расположение ключевого элемента в группе от остальных);
- функциональное разграничение элементов управления (группировка по размерам однородных элементов).

Результаты анализа литературы и предложений рынка показали важность исследований человеко-машинного интерфейса обитаемых подводных аппаратов.

Итак, человеко-машинный интерфейс является основным инструментом оператора, позволяющим эффективно управлять всеми процессами в технике. На основании этого можно сделать следующие выводы:

- эффективность операторов существенно улучшается с применением ЧМИ, созданных на основе приведенных выше принципов;
- высокоэффективные ЧМИ очень практичны, обладают легкостью внедрения;
- при использовании интерфейсов происходит экономия времени во время пуска, выключения и переходных процессов;
- современные ЧМИ снижают нагрузки и вредные факторы воздействия на здоровье человека;
- их цена вполне доступна по сравнению с модернизацией иных систем ОПА.

#### *Список источников*

1. Адрианов Ю. А., Глейзер Л. Я., Игнатъев М. Б. и др. Управляемые системы промышленных роботов / под ред. И. М. Макарова и В. А. Чиганова. М.: Машиностроение, 1984. 288 с.
2. Анохин А. Н., Ивкин А. С. Человеко-машинный интерфейс для поддержки когнитивной деятельности операторов АС // Ядерные измерительно-информационные технологии. 2012. № 1 (41). С. 57-66.
3. Анохин А. Н., Назаренко Н. А. Проектирование интерфейсов // Биотехносфера. 2010. № 2 (8). С. 21-27.
4. Баканов А. С., Обознов А. А. Эргономика пользовательского интерфейса: от проектирования к моделированию человеко-компьютерного взаимодействия. М.: Институт психологии РАН, 2011. 176 с.
5. Войтов Д. В. Подводные обитаемые аппараты. М.: АСТ; Астрель, 2002. 303 с.
6. Вэн Дам Э. Пользовательские интерфейсы нового поколения [Электронный ресурс] // Открытые системы. СУБД. 1997. № 6. URL: <https://www.osp.ru/os/1997/06/179308> (дата обращения: 10.04.2017).
7. ГОСТ 20.39.108-85. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. М.: Госстандарт СССР, 1986. 19 с.
8. ГОСТ 21829-76. Система «человек – машина». Кодирование зрительной информации. М.: Комитет стандартов СССР, 1977. 7 с.
9. ГОСТ 23000-78. Система «человек – машина». Пульты управления. М.: Издательство стандартов, 1987. 12 с.
10. Джеф Р. Интерфейс: новые направления в проектировании компьютерных систем. М.: Символ-плюс, 2005. 272 с.
11. Логунова О. С., Ячиков И. М., Ильина Е. А. Человеко-машинное взаимодействие: теория и практика: учебное пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2006. 140 с.
12. Тидвелл Дж. Разработка пользовательских интерфейсов. СПб.: Питер, 2011. 474 с.
13. Фершильд М. Д. Модели цветового восприятия. 2-е изд. М., 2004. 438 с.
14. <https://habrahabr.ru/post/31519/> (дата обращения: 10.04.2017).

#### STAGES AND TASKS OF DESIGNING THE HUMAN-MACHINE INTERFACE OF THE MANNED UNDERWATER VEHICLE

**Kravchenko Nikita Vladimirovich**

**Mustafaev Eskender Aiderovich**

*Admiral Ushakov State Maritime University in Novorossisk*

*Knv92@mail.ru; esken1st@gmail.com*

The article deals with the main problems of designing the human-machine interface by the example of development of the working space of operators of the manned underwater vehicle. The authors point out nuances of the design in accordance with the Russian GOSTs and taking into account human cognitive abilities and also substantiate the necessity of development of the human-machine interface within the post-Soviet space.

*Key words and phrases:* human-machine interface; underwater vehicles; manned underwater vehicles; interface design; stages of designing underwater vehicles interfaces.