

**ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКІ СИЛИ  
ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**



**СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ  
ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИЙ  
ОРДЕНА ЧЕРВОНОЇ ЗІРКИ  
ІНСТИТУТ ім. П.С. Нахімова**

# **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**



Випуск **1 (16)**

Севастополь  
2009

МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ

ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКІ СИЛИ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ  
СЕВАСТОПОЛЬСЬКОГО  
ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКОГО  
ОРДЕНА ЧЕРВОНОЇ ЗІРКИ  
ІНСТИТУТУ ім. П.С. НАХІМОВА**

ВИПУСК 1(16)

**У ВИПУСКУ:**

- ☑ *Загальнонаукові проблеми*
- ☑ *Автоматика і зв'язок. Системи радіолокації та розпізнавання*
- ☑ *Енергетичні системи кораблів та суден*
- ☑ *Живучість корабля та безпека на морі*
- ☑ *Людино-машинні системи. Воєнна педагогіка та психологія*
- ☑ *Перспективні технології*

СЕВАСТОПОЛЬ

2009

ББК Ц 661  
З 415  
УДК 623.8 : 519.4 : 681.4

**Збірник наукових праць Севастопольського військово-морського ордена Червоної Зірки інституту ім. П.С. Нахімова. – Севастополь: СВМІ ім. П.С. Нахімова, 2009. – Вип. 1(16). – 233 с.**

Збірник сформований по матеріалах IV науково-технічної конференції «Живучість корабля та безпека на морі», яка відбулася 27 – 29 травня 2009 року у інституті, а також статтями наданими представниками різних міністерств і відомств з проблемних питань у галузі технічних та воєнних наук.

До збірника включені статті з найбільш актуальних та науково значущих проблем, у яких розглянуті загальнонаукові питання, проблеми підвищення якості автоматизованих систем управління, зв'язку та радіотехнічних засобів, основні заходи по визначенню загальних шляхів забезпечення живучості кораблів та суден, безпеки інших видів озброєння та техніки на морі, дослідження та практичні рекомендації щодо підвищення ефективності енергетичних систем кораблів та суден. Особлива увага даного збірника приділена живучості корабля і безпеці на морі, людино-машинним системам та загальнонауковим проблемам.

Структурно збірник наукових праць складається з семи основних розділів відповідно. Більша частина статей присвячена результатам науково-теоретичного та експериментального дослідження зразків озброєння та військової техніки, дослідженню проблем застосування підрозділів ВМС України та інших держав, проблемам підготовки кадрів для Військово-Морських Сил та цивільного флоту України.

#### **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

**Голова** – В.О. Кузьмін к.т.н., доцент

**Заступники голови:** – Д.Б. Кучер д.т.н., доцент; О.М. Баранов к.т.н., професор

#### **Члени колегії:**

д.в.н., професор П.П. Чабаненко (СВМІ ім. П.С. Нахімова); д.т.н., професор Є.В. Нікітін (СВМІ ім. П.С. Нахімова); д.т.н., професор В.О. Якимов (СВМІ ім. П.С. Нахімова); д.т.н., професор М.Ф. Клемент'єв (СВМІ ім. П.С. Нахімова); д.т.н., професор В.М. Шоколо (ХНУРЕ); д.т.н., професор Ю.Б. Гімплевич (СВМІ ім. П.С. Нахімова); д.т.н., с.н.с. В.О. Гайський (МГФІ НАН України); д.т.н., професор В.І. Чумаков (ХНУРЕ); д.ф.-м.н., с.н.с. А.Х. Дегтярев (СВМІ ім. П.С. Нахімова); д.т.н., професор В.А. Хорошко (ДУИКТ); д.в.н., професор В.І. Шарій (ОНДІ ЗСУ); д.ф.н., професор А.С. Глушак (СВМІ ім. П.С. Нахімова); д.т.н., доцент І.Л. Афонін (СВМІ ім. П.С. Нахімова); д.т.н., с.н.с. В.К. Коржева (СВМІ ім. П.С. Нахімова); д.т.н., професор М.Є. Сапожников (СВМІ ім. П.С. Нахімова); д.т.н., професор С.А. Хаїмамедов (ОНМА); к.т.н., с.н.с. С.Ю. Інфімовський (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент О.Ю. Гаршин (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент В.І. Головін (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент А.О. Ємець (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., с.н.с., доцент С.В. Палаєв (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н. Ю.М. Поповнін (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент В.О. Михайлов (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент О.Л. Кирюхін (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент О.Г. Сухоп'яткін (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент А.П. Тарабан (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент І.Л. Філімонов (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н. К.Б. Матузаєв (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент В.Л. Хайков (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., с.н.с. С.М. Розгонаєв (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., с.н.с. І.В. Плетякий (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент О.О. Байдренко (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.в.н., доцент О.В. Больших (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., доцент Ю.І. Котасонов (СВМІ ім. П.С. Нахімова); к.т.н., с.н.с. О.В. Курішко (СВМІ ім. П.С. Нахімова).

---

**ВКЛЮЧЕНО ВАК ДО ДОДАТКОВОГО ПЕРЕЛІКУ ФАХОВИХ ВИДАНЬ У ГАЛУЗІ ТЕХНІЧНИХ НАУК,**  
у яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук  
(Постанова ВАК України від 15 січня 2003 року № 2-05/1 (п. 17))

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні вченої ради Севастопольського ВМІ ім. П.С. Нахімова,  
протокол № 5/243 від 24 червня 2009 року

Відповідальний за випуск **В.О. Кузьмін к.т.н., доцент**

---

**Адреса редакційної колегії:** 99028, м. Севастополь-28, вул. Дибенка 1-А, СВМІ ім. П.С. Нахімова  
**Телефон** – (0692) 53 – 41 – 22 (Рибалка В.В.)

## З М І С Т

Чабаненко П. П., Крынцыло В. А., Пинчук А. Н. Опасность, риск и эффективность, их оценка в объективных показателях	4
Бохонский А.И., Васильченко А.К. Интуиция и идеи в истории механики	13
Бохонский А.И., Исаев А.В., Мозолевская Т.В. Правило знаков в теоретической и прикладной механике	17
Капустин В.В., Мусинов Ю.Г., Котолуп М.А. Анализ функциональных свойств флота шельфа, оборудованного системой динамического позиционирования	25
Брюховец В.В. Теоретическое обоснование нового численно-аналитического метода определения места судна по горизонтальным углам между небесными светилами	28
Інфімовський С.Ю. Оптимальне згладжування навігаційних реалізацій	34
Ожиганов Ю.Г., Иванова О.А., Родькина А.В., Мишин В.В. Ингибиторы коррозионно-механических и коррозионных разрушений систем охлаждения двигателей внутреннего сгорания	39
Иванова О.А., Мишин В.В. Измерительная система для определения параметров электрохимической защиты от коррозии и растрескивания металлов морских судов и сооружений в области потенциала незагрязненной поверхности	46
Хижняк В.А., Матюшенко В.М., Остролюцкий К.А. Актуальність способу безпричальної заправки кораблів і суден ВМС ЗС України в сучасних умовах	52
Кравчук О.І. Вибір номенклатури показників надійності озброєння, що знаходиться в режимі зберігання	59
Левченко А.О., Хлопецький О.О. Аналіз складу технічних засобів системи технічного обслуговування переносних протитанкових ракетних комплексів військ берегової оборони	65
Хахула В.В. Задача оцінки ефективності систем забезпечення експлуатації для комплексів керованої ракетної зброї	71
Трунин К.С. Классификация морских привязных систем	77
Поповнин Ю.М., С.В. Палаев, Пузанов Д.М. Анализ эффективности компенсации шумовых помех в адаптивных многоканальных системах	90
Михайлов В.М., Куржеевский И.В., Тышко А.П. Генератор псевдослучайных последовательностей, использующий преобразование битов графического изображения с помощью бент-функций	97
Казимиров Ю.А. Определение модулирующего сигнала по амплитудно-модулированному колебанию, вызванному упругими колебаниями поверхности тела	101
Казимиров Ю.А., Пинчук А.Н. Анализ амплитудно-модулированного сигнала, обусловленного упругими колебаниями тел	105
Кузнецов В.В. Математическое моделирование процессов в пароконпрессорных холодильных машинах	109
Свешников В.В. Оценка эффективности основных функциональных групп механических корабельных и судовых систем	112
Никитин Е.В. Обеспечение устойчивости и безопасности кораблей и судов при проведении подъемных работ	122
Бугаенко Б.А., Андрейчикова А.Ю. Взаимосвязь жесткостных, нагрузочных и линейных характеристик якорного каната многоякорной системы позиционирования	132
Хохлов В.В., Истомин В. И., Тверская С.Е. Повышение безопасности транспортировки буровых платформ путем разработки методологии расчета рисков обрыва буксирного троса	136
Гаршин О.Ю., Мельник А.М. Методика оцінки ефективності виконання задач пошуку та порятунку на морі	142
Тришин Н.В. Полос поворота в проблеме повышения безопасности судна при маневрировании	147
Цапко Ю.В. Дослідження ефективності вогнезахисної тканини для зниження пожежної небезпеки дерев'яної тари для зберігання озброєння та боєприпасів	152
Гайковая О.Н., Цапко Ю.В. Методы определения долговечности огнезащитных покрытий	159
Лебедев О.В., Вербінець В.Г., Альпер І.В. Методичні рекомендації щодо визначення вартості аварійного ремонту корабля	166
Макаров В.Я. Усовершенствование математической модели процессов тушения пожара объемным способом переборками активного типа	169
Замятина Е.А., Курипко О.В. Взаимодействие системы двух прямоточных распылительных аппаратов со средой объекта защиты	173
Попов М.А., Слободянюк М.В. Совершенствование технологий способа объемного пожаротушения в энергетических отсеках корабля	177

12. Статистический анализ и синтез в системе обеспечения эксплуатации изделий: отчёт о НИР "Эксплуатация и надёжность": кн. 3 / ОВВКИУ ПВО; Левин С. Ф. – Одесса, 1982. – 33 с. – Инв.428-В.
13. Левченко А. О. Забезпечення експлуатації засобів вимірювальної техніки військового призначення: моногр. / А. О. Левченко, М. Ю. Яковлев. – Львів : ЛІСВ, 2008. – 241 с.
14. Левин С. Ф. Статистический анализ систем обеспечения эксплуатации технических объектов / С. Ф. Левин. – М. : АН СССР, 1989. – 95 с.
15. Левин С. Ф. Методы теории идентификации в задачах измерительной техники и метрологии / С. Ф. Левин. – Новосибирск : Госстандарт СССР, 1989. – С. 34 – 62.
16. Левин С. Ф. Схема перекрёстного выбора с переменным контрольным окном для построения ММК-моделей случайных процессов / С. Ф. Левин, А. П. Блинов // Проблемы повышения эффективности обработки радиолокационных сигналов и эксплуатации радиотехнических систем. – Ч. 2. – Одесса : ОВВКИУ ПВО, 1989. – С. 28 – 29.

---

УДК 629.584.001.33 : 626.76

**К.С. Трунин, к.т.н., доцент**

Национальный университет кораблестроения имени адмирала Макарова  
54025, м. Николаїв, пр. Героїв Сталінграда, 9, E-mail: vc@usmtu.air.mk.ua

### **КЛАССИФИКАЦИЯ МОРСКИХ ПРИВЯЗНЫХ СИСТЕМ**

*Одним из важнейших вопросов в исследовании любых систем и технических устройств является вопрос их классификации, поскольку позволяет ориентироваться в многообразии объектов и является источником знаний о них. Необходимо отметить, что полной классификации МПС как таковой не существует. Автор, используя опыт предыдущих исследователей, учитывая новые задачи и схемы, предлагает свою классификацию МПС.*

В настоящее время развитие морской техники требует создания принципиально новых конструкций. Расширяются диапазоны допускаемых режимов их использования — скоростей движения, рабочих глубин подводных аппаратов, ППС и ПБС, и условий воздействия внешней среды (степени волнения моря, скорости течения, уклонов дна, прозрачности морской воды и т.п.), необходимости действовать как в воздушной, так и в водной среде. Анализ проектных задач при создании МПС, например ППС и ПБС, показывает, что значительную теоретическую сложность и наукоёмкость приобретают расчёты гибких связей МПС, прочность и надёжность их элементов. Возникновение новых задач в освоении Мирового океана, морей и внутренних водоёмов, совершенствование и развитие МПС дало толчок развитию существующих и появлению новых отраслей науки и техники, конструкционных материалов и приборов, внедрению инноваций и новых технологий. В связи с этим будет развиваться и совершенствоваться классификация МПС.

**Постановка проблемы.** Среди разнообразной океанской техники особое место занимают морские привязные системы (МПС). В МПС включают привязные подводные системы (ППС) и подводные буксируемые системы (ПБС). По отдельным классификационным признакам ППС и ПБС классифицировали: Егоров В.И., Блинов В.С., Магула В.Э., Дмитриев А.Н., Иконников И.Б., Гаврилов В.М., Пузырев Г.В., Лобанов В.А., Лукошков А.В., Виноградов Н.И., Гутман М.Л., Лев И.Г., Нисневич М.З., Ястребов В.С., Кенни Дж. Е., Милл П., Хаукс Герхард и др.

Широкое распространение в технике получили привязные системы (ПС). Их можно разделить на наземные, воздушные и морские (рисунок 1). Рассмотрим морские привязные системы (МПС). В МПС можно включить привязные подводные системы (ППС) и подводные буксируемые системы (ПБС). Среди разнообразной океанской техники особое место занимают морские привязные системы. Так, ППС позволяют на любой глубине выполнять различные исследования и работы без участия человека. Использование систем (комплексов), имеющих в своём составе гибкие элементы, в т.ч. привязные и буксируемые аппараты, позволило дополнить глубоководные аппараты (обитаемые и необитаемые) в океанографических исследованиях и подводных работах [22].

Как отмечается в [22, с. 13], несмотря на функциональное и конструктивное разнообразие современных ППС их создатели сталкиваются с рядом сходных проблем и нуждаются в разработке общих подходов к их разрешению. В частности, к таким проблемам относятся проблемы гидродинамики. При создании движущихся под водой привязных систем и аппаратов изучение вопросов их динамики, силового воздействия среды и судна-носителя, вопросы управления и стабильности движения являются первостепенными и во многом определяют возможность нормального функционирования аппаратуры, установленной на них. При этом наиболее существенной особенностью динамики привязных подводных систем, усложняющей ее по сравнению с известной теорией движения в жидкости и газе автономных твердых тел (самолетов, подводных и надводных судов и т.п.), является необходимость учета влияния гибкой связи как системы с распределенными параметрами, также взаимодействующей с потоком жидкости.

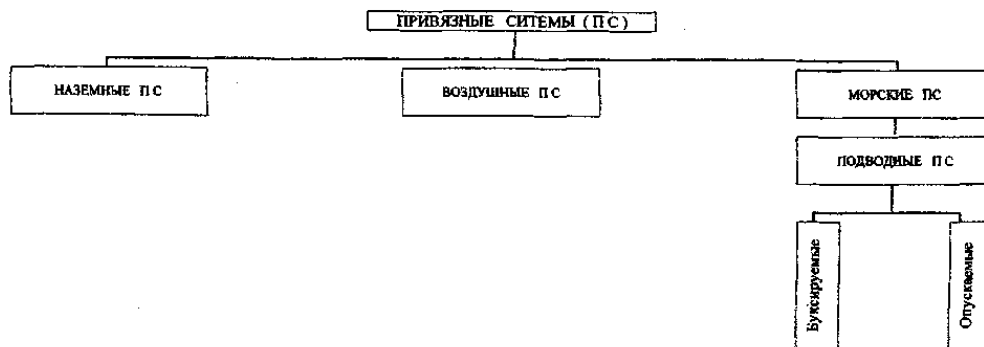


Рисунок 1 – Схема классификации привязных систем

В состав морской привязной системы могут входить несколько отдельных модулей (звеньев) и соединяющих их гибких связей, которые обеспечивают в рабочем состоянии привязной системе необходимую пространственную конфигурацию. В качестве гибких связей могут применяться стальные и синтетические канаты, грузонесущие кабели, цепи и другие гибкие элементы, способные передавать не только механические усилия, но и при необходимости обеспечивать энергетическую и информационную связь между модулями привязной системы, между привязной системой и носителем (судном, подводной лодкой, воздушным средством и т.п.). В качестве модулей, например ППС, могут служить носители подводной аппаратуры, углубляющие, отводящие и самоходные аппараты, буи и другие подобные устройства.

Одним из важнейших средств проникновения в морские глубины являются привязные подводные аппараты (ПА), находящие в последнее время все более широкое применение. Привязными подводными аппаратами принято называть подводные технические средства, имеющие механическую гибкую связь с судном или другой плавучей платформой, которые обеспе-



чивают доставку подводного аппарата в район использования и его обслуживание в процессе работы. Привязной ПА вместе с гибкой связью составляет привязную подводную систему [22, с. 11]. В зависимости от назначения привязной подводной системы может быть обеспечено движение привязного подводного аппарата в толще воды, вблизи ее поверхности или у дна моря.

Такое многообразие привязных систем и в их числе морских привязных систем, появление новых задач и схем функционирования требуют пересмотра существующих отдельных видов классификации.

**Анализ последних исследований и публикаций.** До окончания второй мировой войны в морском деле использовалось ограниченное число технических средств, которые можно было бы отнести к ППС. Это прежде всего рыболовные тралы [4] и устройства для борьбы с морскими минами [3, 14, 19, 36]. Современные ППС решают широкий круг задач в океанологии (исследование физико-химических параметров воды) [5, 12, 17, 19, 24] и геологии (поиск полезных ископаемых, определение их свойств, исследование геологических аномалий) [13, 17, 20, 30, 32]; при обеспечении работ на подводных нефтегазопромыслах [7, 15] и нефтегазопроводах (обследование состояния труб, диагностика и поиск повреждений, ремонт и т.п.) [8, 15-17, 20, 23, 33]; в области рыболовства и рыбоводства [10, 33]; при изучении подводной экологической обстановки [5, 24], военном деле [27]. На базе привязных подводных систем созданы новые образцы военно-морской техники — это буксируемые и опускаемые гидроакустические станции для поиска подводных лодок под слоем температурного скачка [2, 31], а также различного рода тралы, искатели и опускаемые самоходные подводные аппараты для борьбы с минной опасностью в море [14]. С помощью привязных подводных систем производятся работы по поиску и обследованию затонувших образцов военной техники (самолетов, вертолетов, ракет и т.п.), спасению людей. Статические и динамические свойства различных плавучих объектов, удерживаемых на якоре и испытывающих воздействие морского волнения и подводных течений, во многом совпадают со свойствами привязных подводных систем, что позволяет применять при их изучении модели и методы, разработанные для анализа динамики привязных подводных систем. К таким объектам относятся океанологические буи [5, 12], плавучие буровые установки [15, 16], вехи, якорные мины, суда на якорной стоянке и т.п. Перечисленные объекты также могут быть отнесены к привязным подводным системам [22].

Наличие механической связи подводного аппарата с обеспечивающим судном, с одной стороны, упрощает эксплуатацию привязной подводной системы, так как снижает вероятность потери подводного аппарата и облегчает операции спуско - подъема его на судно, обслуживание и подготовку к последующему использованию, значительно увеличивает возможные сроки непрерывной работы за счет подачи энергии с судна на привязной подводный аппарат по соединяющему их кабелю, но с другой стороны, наличие гибкой связи является источником динамических воздействий на подводный аппарат, вызванных качкой и рысканием обеспечивающего судна или плавучей платформы и усложняет управление движением подводного аппарата.

В развитии привязных подводных систем последних десятилетий проявляются тенденции к расширению диапазонов допускаемых режимов их использования — скоростей движения, заглублений подводных аппаратов и условий воздействия внешней среды (степени волнения моря, скорости течения, уклонов дна, прозрачности морской воды и т.п.) [2, с. 12].

**Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы.** В мае 2008 года был принят Указ Президента Украины №463/2008 «О решении Совета национальной безопасности и обороны Украины от 16 мая 2008 года «О мерах по обеспечению развития Украины как морского государства» от 20.05.2008 г. [1]. В соответствии с данным решением был рассмотрен комплекс проблем, связанных с развитием Украины как морского государства.

Для обеспечения технических работ на шельфе важным, на наш взгляд, является принятие п. 16 (а) данного Решения [1, с. 7], в котором указывается, что для обеспечения безопасности и обороноспособности Украины в акваториях Чёрного и Азовского морей, в том числе, необходимо «... обеспечить поиск подводных объектов и быстро реагировать на аварии (катастрофы) на море».

В п. 16 (в) Решения [1, с. 7] отмечается, что необходимо в двухмесячный срок утвердить комплекс мер по созданию Единой национальной автоматизированной системы выявления надводной и подводной обстановки вдоль морского побережья Украины, предусмотрев введение в эксплуатацию в 2008 – 2012 годах соответствующего национального орбитального комплекса.

А в п. 16 (е) Решения [1, с. 8] – создание стационарных и мобильных систем выявления не-санкционированных подводных объектов в границах портовых вод и в районах расположения отечественного нефтегазового комплекса на континентальном шельфе.

Как видим, в данном Решении планируется уделить внимание развитию подводных средств поиска и технике обеспечения выполнения подводных работ на континентальном шельфе, что открывает новые возможности для развития нового направления в судостроительной отрасли Украины – проектированию и созданию подводных аппаратов, ППС и ПБС, других средств освоения ресурсов морей и океанов.

Одним из важнейших вопросов в исследовании любых систем и технических устройств является вопрос их классификации, поскольку это позволяет упорядочить имеющиеся данные.

**Формулирование цели статьи.** Целью данной статьи является создание классификации МПС.

**Изложение основного материала.** Необходимо отметить, что классификации ППС, включающих в свой состав и буксируемые ПА, как таковой не существует. В различных источниках есть отдельные попытки классифицировать ППС по отдельным классификационным признакам [6, 8, 9, 12-14, 17, 21, 23]. Классификации же МПС автор вообще не обнаружил.

В.С. Блинов и В.Э. Магула используют следующие классификационные признаки: по способу перемещаться под водой; по назначению; по виду носителя; по присутствию человека под водой; по энергообеспечению; по составу подводной части; по рабочей глубине погружения; по массе подводных аппаратов [6].

Существует множество определений подводных аппаратов (ПА). Их классификация подробно рассмотрена в литературе [2, 8, 13, 17, 20, 21, 23] и представляет интерес, так как очень часто ПА являются частью ППС и ПБС.

Подводный аппарат - обитаемое или необитаемое инженерное сооружение для проведения подводных наблюдений и работ в автономном подводном плавании в сопровождении судна-носителя (ПА автономный) [26] или при непосредственной связи с судном-носителем с помощью троса или кабель-троса (ПА привязной). Для выполнения подводных работ по своему назначению ПА могут опускаться в море на тросе или кабель-тросе с борта судна-носителя, лежащего в дрейфе (ПА опускаемый), буксироваться в подводном положении судном-носителем (ПА буксируемый), дрейфовать в толще воды (ПА дрейфующий) или перемещаться под водой с помощью собственных движителей (ПА самоходный). Эти аппараты могут быть обитаемыми или управляемыми дистанционно автоматами, самоходными или буксируемыми и привязными, специализированными или общецелевыми; они могут отличаться принципами перемещения под поверхностью воды, системами погружения и всплытия, типами энергетических установок, расчетными глубинами погружения, автономностью, способами доставки к месту проведения исследований или работ, многими другими техническими особенностями [9, 25].



Привязные, буксируемые или самоходные ПА, управляемые дистанционно по кабель-тросу с пульта, расположенного на судне-носителе относят к классу необитаемых ПА. Двигаются в толще воды или по дну и оснащены научной и телевизионной аппаратурой, светильниками, системами стабилизации глубины, манипуляторами (при необходимости), а также навигационной системой, связанной с навигационной системой судна-носителя [8]. Самоходные необитаемые ПА имеют движительно-рулевые комплексы. По кабель-тросу осуществляется подача электроэнергии с судна-носителя, а также навигационная и телевизионная связь, необходимая для дистанционного управления. Основные области применения: научно-исследовательские, поисковые работы, простейшие монтажно-демонтажные и ремонтные работы на нефтяных и газовых подводных установках, траление подводных мин (привязных и донных) [21].

В [11, с. 3] необитаемые ПА подразделяются на три основные группы: буксируемые, телеуправляемые самоходные и автономные самоходные.

Множество систем, существующих в мире, можно классифицировать в зависимости от ряда признаков. Классификация — научный метод, заключающийся в дифференциации всего множества объектов и последующее их объединение в определенные группы на основе какого-либо признака. При общем подходе к классификации систем выделяются следующие признаки [18]:

- по происхождению;
- по объективности существования;
- по взаимодействию с окружающей средой;
- по действию во времени;
- по обусловленности действия;
- по степени сложности.

ППС по происхождению можно отнести к искусственным; по объективности существования — к материальным; по взаимодействию с окружающей средой — к открытым; по действию во времени — к динамическим; по обусловленности действия — к детерминированным; по воздействию окружающей среды — к вероятностным; по степени сложности — к сложным и особо сложным.

Поскольку нас будут интересовать ППС, имеющие в своём составе гибкие элементы (трос или кабель-трос), изучив соответствующую литературу и обобщив существующий опыт, автор считает целесообразным представить следующую классификацию ППС и ПБС.

Предлагаем классификацию МПС осуществлять и по следующим признакам:

**1. по назначению:**

- поисковые (обнаружение, обследование и идентификация подводных объектов);
- исследовательские (ПА, стационарные научно-исследовательские станции, привязные буи, в т. ч. всплывающие и погружающиеся самостоятельно согласно программе; зонды, самописцы течений, батометры, термобатиграфы, датчики магнитометров, метеорологические буи и т.п.);
- производственные (предназначенные для подводных работ, подводные плавучие хранилища нефти, подводные агрегаты для сбора минералов, конвейерная линия между судном и поверхностью морского дна как часть комплекса по передаче добытых минералов, промежуточные подъёмные станции);
- экспериментальные, предназначенные для отработки отдельных видов оборудования;
- специализированные (для выполнения специальных целей, например, военных; охраны портов и подводных объектов, спасательных работ; туристские ПА, инспекции и осмотров, ремонта подводного оборудования).

**2. по способу стационарности:**

- стационарные (плавучие подводные причалы и платформы);

- нестационарные;

**3. по массе и габаритным размерам:**

- малые (до 1000 кг);
- средние (до 5000 кг);
- крупные (до 10000 кг.);
- сверхкрупные (свыше 10000 кг).

**4. по обитаемости:**

- обитаемые, с человеком на борту;
- необитаемые - управляемые дистанционно;
- работающие по заданной программе.

**5. по конструктивным особенностям:**

- буксируемые (батиланы, рыболовные тралы и т.п.);
- опускаемые (гидростаты);
- буи нейтральной плавучести (БНП).

**6. по типу гибкой связи:**

- грузонесущий трос (якорные или швартовные комплексы);
- кабель-трос (гидростаты)
- кабель;
- буксирно-кабельная часть.

**7. по способу удержания на глубине:**

- привязные, поддерживаемые на кабель-тросе (гидростаты);
- буксируемые (батиланы);
- донные (передвигающиеся по дну с помощью механических органов сцепления с грунтом);
- привязные, удерживаемые якорным или швартовным устройством (например, устройства для передачи нефти или газа на танкеры, якорные мины и т.п.);

**8. по способу всплытия:**

- привязные, небуксируемые, поднимаемые на грузонесущем или кабель-тросе (например, БНП, всплывающие по заданной программе);
- буксируемые, поднимаемые на кабель-тросе;
- гидродинамические, поднимаемые тягой двигателей.

**9. по способу доставки к месту назначения:**

- транспортируемые на борту судна-носителя;
- транспортируемые на борту подводного носителя;
- транспортируемые авиационным способом (например, донные и якорные мины);
- транспортируемые автомобильным транспортом и используемые с берега;
- автономные (переносные).

**10. по способу управления:**

- управляемые человеком, находящимся на борту;
- управляемые дистанционно (ТПА);
- работающие по заданной программе.

**11. по глубине удержания:**

- для малых глубин — до 600 м;
- для средних глубин — до 2000 м;
- для больших глубин — до 6000 м;
- для предельных глубин — до 12 000 м.

Схема классификации МПС приведена на рисунке 2.

В [11, с. 3] авторы отмечают, что для длительных пространственно-временных измерений наиболее приспособлены подводные буксируемые системы (ПБС) – класс неавтономных ПА – и подводные буи нейтральной плавучести (БНП) – класс автономных несамоходных (дрейфующих) ПА. Каждый вид технических средств имеет свои особенности и преимущества. ПБС и БНП считают одними из рациональных комплексов технических средств для изучения океана.

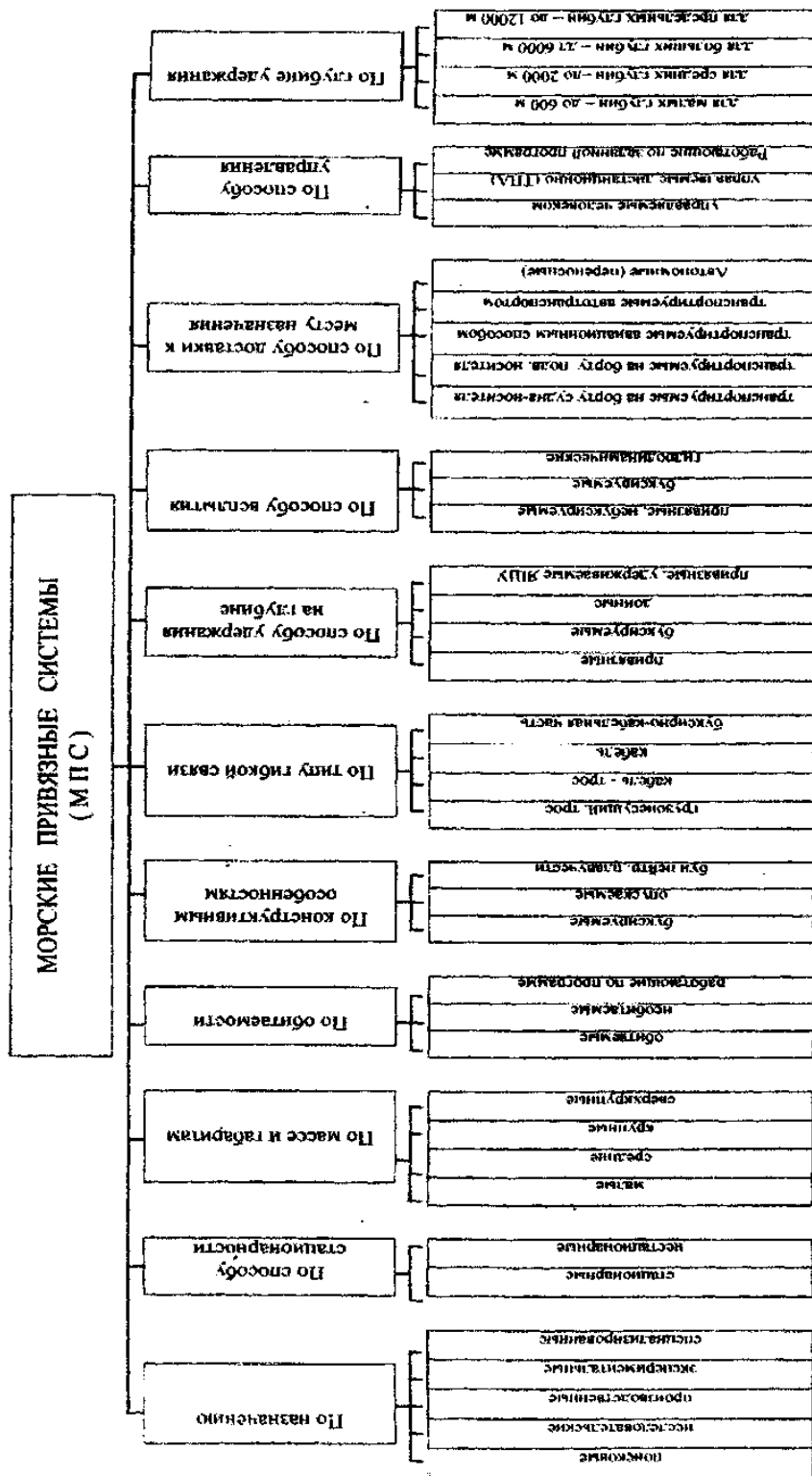


Рисунок 2 – Классификация МПС

Отличительной особенностью подводных буксируемых систем является наличие гибкой связи в виде троса или грузонесущего кабеля между буксировщиком и самим аппаратом. Авторы [32, с. 18] различают в качестве буксира трос, кабель, буксирно-кабельную часть, кабель-трос.

Как отмечает профессор И.Б. Иконников в [11, с. 3], целесообразность применения и высокая эффективность буксируемых подводных систем (ПБС) подтверждаются опытом успешных подъемов различных затонувших объектов, обнаруженных с помощью магнитометрической, телевизионной и прочей буксируемой аппаратуры. Благодаря использованию этих средств получен значительный объем информации о гидрофизических полях океана. Буксируемые аппараты в равной степени пригодны для поиска и разведки полезных ископаемых.

Классификация ПБС рассмотрена в [11, 12]. Так, В.И. Егоров [11, с. 5] предлагает классифицировать ПБС в зависимости от задач, возлагаемых на системы подводного поиска (СПП), и типа поисковой аппаратуры на удерживающие своё углубление от поверхности и буксируемые системы придонного типа.

Рассмотрим классификацию ПБС. **Подводные буксируемые системы (ПБС)** предлагаем классифицировать по следующим признакам:

**1. по назначению:**

- исследовательские ПА (многоцелевые);
- производственные (предназначенные для подводных работ);
- грузопассажирские (предназначенные для транспортировки грузов и легководолазов, туристские);
- экспериментальные, предназначенные для отработки отдельных видов оборудования;
- специализированные (для выполнения специальных целей, например, военных, охраны портов и подводных объектов, спасательных работ).

**2. по конструктивным особенностям:**

- однозвенные;
- двухзвенные;
- многозвенные.

**3. по типоразмерам и массо-габаритным показателям:**

- малые (до 100 кг);
- средние (до 500 – 1000 кг);
- крупные (до 2500 кг);
- сверх крупные (свыше 2500 кг).

**4. по типу гибкой связи:**

- грузонесущий трос;
- кабель;
- буксирно-кабельная часть;
- кабель-трос.

**5. по способу буксировки:**

- буксируемые по поверхности воды (надводными судами и ПЛ из-под воды);
- буксируемые под водой (в том числе и по дну).

**6. по способу удержания на глубине:**

- привязные, поддерживаемые на кабель-тросе (гидростаты);
- буксируемые (батипланы);

**7. по количеству буксируемых элементов:**

- с одним поисковым элементом;
- с несколькими поисковыми элементами (2 и более);

**8. по составу оборудования:**

- стандартное;
- специальное.

**9. по виду буксировщиков:**

- буксируемые судами (в т.ч. судами на воздушной подушке и подводных крыльях);
- буксируемые подводной лодкой (ПЛ);
- буксируемые авиационным способом (самолётами и вертолётами).

**10. по количеству судов-буксировщиков:**

- одним судном (одинарные);
- двумя судами (парные).

**11. по способу доставки к месту назначения:**

- транспортируемые на борту судна-носителя;
- транспортируемые на борту подводного носителя;
- транспортируемые авиационным способом (например, самолётом или вертолётом);
- автономные, базирующиеся на берегу.

**12. по способу всплытия:**

- буксируемые, поднимаемые на грузонесущем тросе;
- буксируемые, поднимаемые на кабель-тросе;
- гидродинамические, поднимаемые тягой движителей

**13. по глубине буксировки:**

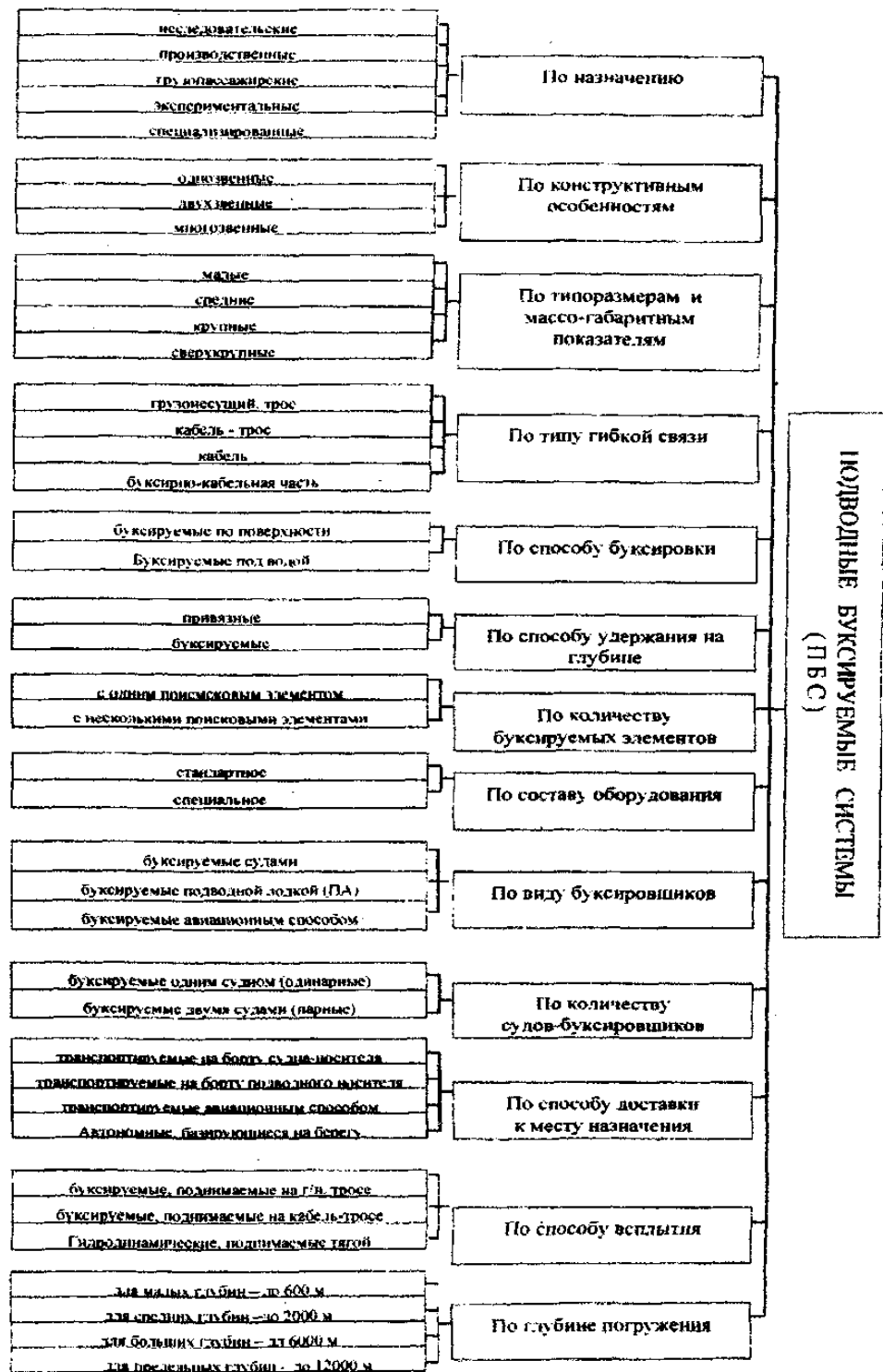
- для малых глубин — до 600 м;
- для средних глубин — до 2000 м;
- для больших глубин — до 6000 м;
- для предельных глубин — до 12 000 м.

Схема классификации ППС приведена на рисунке 3.

Как видим, классификация ППС и ПБС с выделением даже наиболее характерных признаков – типоразмеров, способа погружения, применяемых технологий затруднена. При этом группы признаков, выполняя различные функции, иногда объединяются решением одной задачи. Такой принцип и положен в основу их классификации, исходя из необходимости цельного представления о системе.

**Выводы по данному исследованию.** В настоящее время развитие морской техники требует создания принципиально новых конструкций. Расширяются диапазоны допускаемых режимов их использования — скоростей движения, рабочих глубин подводных аппаратов, ППС и ПБС, и условий воздействия внешней среды (степени волнения моря, скорости течения, уклонов дна, прозрачности морской воды и т.п.), необходимости действовать как в воздушной, так и в водной среде. Анализ проектных задач при создании МПС, например ППС и ПБС, показывает, что значительную теоретическую сложность и наукоёмкость приобретают расчёты гибких связей МПС, прочность и надёжность их элементов. Возникновение новых задач в освоении Мирового океана, морей и внутренних водоёмов, совершенствование и развитие МПС дало толчок развитию существующих и появлению новых отраслей науки и техники, конструкционных материалов и приборов, внедрению инноваций и новых технологий. В связи с этим будет развиваться и совершенствоваться классификация МПС.

Рисунок 3 – Классификация ПВС





#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Указ Президента Украины №463/2008 «О решении Совета национальной безопасности и обороны Украины от 16 мая 2008 года «О мерах по обеспечению развития Украины как морского государства» от 20.05.2008 г.
2. Агеев М.Д. Автоматические подводные аппараты / М.Д. Агеев, Б.А. Касаткин, Л.В. Киселёв и др. - Л.: Судостроение, 1981. – 224 с. - (Серия «Техника освоения океана»).
3. Агеев М.Д. Необитаемые подводные аппараты военного назначения / М.Д. Агеев, Л.А. Наумов, Г.Ю. Илларионов и др // Под ред. акад. М.Д. Агеева. Монография. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 168 с.
4. Альтшуль Б.А. Динамика траловой системы / Б.А. Альтшуль, А.Л. Фридман – М.: Агрпромииздат, 1990. – 237 с.
5. Берто Г. Океанографические буи / Г. Берто. – Л.: Судостроение, 1979. – 215 с.
6. Блишцов В.С. Проектирование самоходных привязных подводных систем / В.С. Блишцов, В.Э. Магула. – К.: Наукова думка, 1997. – 139 с.
7. Боровиков П.А. Подводная техника морских нефтепромыслов / П.А. Боровиков, В.Н. Самарский – Л.: Судостроение, 1980. – 176 с. - (Серия «Техника освоения океана»).
8. Дмитриев А.Н. Проектирование подводных аппаратов / А.Н. Дмитриев. – Л.: Судостроение, 1978. – 237 с. (Серия «Техника освоения океана»).
9. Дмитриев А.Н. Обитаемые подводные аппараты: состояние и перспективы развития. С. 361-378. (В кн.: Проблемы исследования и освоения Мирового океана. Под ред. А.И. Вознесенского. – Киев: Наукова думка, 1976. – 373 с.).
10. Дмитриев А.Н. Подводные разведчики: рыбопромысловый подводный флот / А.Н. Дмитриев, М.Л. Зеферман, В.И. Неретин. – Л.: Судостроение, 1984. – 168 с.
11. Егоров В.И. Подводные буксируемые системы: Учебное пособие. – Л.: Судостроение, 1981. – 304 с.
12. Иконников И.Б. Подводные буксируемые системы и буи нейтральной плавучести. / И.Б. Иконников, В.М. Гаврилов, Г.В. Пузырев. – СПб.: Судостроение. – 1992. – 224 с. (Серия «Техника освоения океана»).
13. Кенни Дж. Е. Техника освоения морских глубин. Пер. с англ. – Л.: Судостроение, 1977. – 312 с. - (Серия «Техника освоения океана»).
14. Кондратович А.А. Противоминное оружие / А.А. Кондратович, Г.Г. Пиянзов. – М.: Воениздат, 1989. – 88 с.
15. Лобанов В.А. Справочник по технике освоения шельфа. – Л.: Судостроение, 1983. – 288 с. (Серия «Техника освоения океана»).
16. Лукошков А.В. Техника исследования морского дна. – Л.: Судостроение, 1984. – 264 с. - (Серия «Техника освоения океана»).
17. Милн П. Подводные инженерные исследования. Пер. с англ. – Л.: Судостроение, 1984. – 344 с. - (Серия «Техника освоения океана»).
18. Мыльник В.В., Титаренко Б.П., Волочиенко В.А. Исследование систем управления: Учебное пособие для вузов. – 3-е изд. – М.: Академический Проект; Трикста. – 2004. – 352 с.
19. Необитаемые подводные аппараты. Под общ. ред. А.В. Сытина. - М.: Воениздат, 1975. – 159 с.
20. Проблемы исследования и освоения Мирового океана. Под ред. А.И. Вознесенского. – Киев: Наукова думка, 1976. – 373 с.
21. Подводная технология / Коробков В.А., Левин В.С., Лукошков А.В., Серебренницкий П.П. - Л.: Судостроение, 1981. – 240 с. - (Серия «Техника освоения океана»).
22. Подводные роботы. Под общей редакцией В.С. Ястребова. – Л.: Судостроение, 1977. – 368 с.

23. Привязные подводные системы. Прикладные задачи статики и динамики. – СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2000. – 324 с. (Авторы: Н.И. Виноградов, М.Л. Гутман, И.Г. Лев, М.З. Нисневич).
24. Хаукс Герхард. Подводная техника. Пер. с нем. – Л.: Судостроение, 1979. – 288 с. – (Серия «Техника освоения океана»).
25. Шехватов Б.В. Океанографические буи и буйковые лаборатории. С. 183 – 204. (В кн.: Проблемы исследования и освоения Мирового океана. Под ред. А.И. Вознесенского. – Киев: Наукова думка, 1976. – 373 с.).
26. Шостак В.П. Эффективность техники освоения океана. Направления проектных исследований / В.П. Шостак. – К.: Наукова думка, 2002. – 319 с.
27. Ястребов В.С. Необитаемые подводные аппараты: состояние и перспективы развития. С. 323 – 342. (В кн.: Проблемы исследования и освоения Мирового океана. Под ред. А.И. Вознесенского. – Киев: Наукова думка, 1976. – 373 с.).
28. Автономные подводные роботы для глубоководных исследований. // Судостроение. – 1990, №12. – С. 4 - 8.
29. Агишев Е.Р. Направления развития обитаемых привязных подводных аппаратов / Е.Р. Агишев, А.В. Крутиков, М.А. Ерпулёв, А.А. Кайфаджян // Судостроение. – 1997, №4. – С. 22 - 27.
30. Андреев М., Ключин В., Охрименко С., Ложкин Д. Малогабаритная низкочастотная гидроакустическая станция с гибкой протяжённой буксируемой антенной для подводных лодок / М. Андреев, В. Ключин, С. Охрименко, Д. Ложкин // Морской сборник. – 2008, №8. С. 59 – 61.
31. Артемьев Анатолий. Морские вертолёты / Анатолий Артемьев // Техника и вооружение: вчера, сегодня, завтра..., 2001, №8. – С. 37 – 42.
32. Артемьев Анатолий. Крылья над морем (хроники морской авиации). К 90-летию морской авиации России. // Авиация и космонавтика: вчера, сегодня, завтра... 2007, №4. – С. 1-5.
33. Буксируемые аппараты (ПА). Раздел: Телеуправляемые ПА. // Зарубежная военноморская техника. – 1990, №25. – с. 12. (Экспресс – информация. ЦНИИ «Румб»).
34. Робот для обслуживания и ремонта подводных кабелей. Раздел: Средства освоения Мирового океана. // Зарубежная военноморская техника. – 1990, №25. – 30 с. (Экспресс – информация. ЦНИИ «Румб»).
35. Васильев В.Ю. Направления развития автономных обитаемых подводных аппаратов / В.Ю. Васильев, Б.Д. Сахаров, А.В. Черненко, А.В. Крутиков // Судостроение за рубежом. – 1989, №6. – С. 22 - 34.
36. Васильев В.Ю. Двухзвенные обитаемые подводные аппараты / В.Ю. Васильев, А.В. Крутиков // Судостроение за рубежом. – 1989, №4. – С. 5 - 15.
37. Васильев В.Ю. Малогабаритные телеуправляемые подводные аппараты / В.Ю. Васильев, А.В. Черненко, А.В. Крутиков // Судостроение за рубежом. – 1989, №2. – С. 25 - 33.
38. Журавлёв В.Ф. Подводные буксируемые системы / В.Ф. Журавлёв, Г.В. Пузырёв, А.Х. Тильман // Судостроение. – 1968, №11. – С. 18 - 21.
39. Коротков В.К. Батислан «Атлант – 1». // Судостроение. – 1986, №7 С. 14-16.
- Ланг В.П., Пиянзов Г.Г. Силы и средства вертолётного траления мин. // Судостроение за рубежом. – 1989, №6. – С. 3 - 16.