

Развитие водных робототехнических систем: путь к нетрадиционным решениям и биоподобным системам

Н.В.Захаров, Старший научный сотрудник, доцент

В.А.Капустин, Научный сотрудник. ЦНИИ Робототехники и Технической Кибернетики (ЦНИИ РТК)

В предыдущих номерах «Морской Биржи» (№4 2007г.; №1, №2 2008г.) авторами данной статьи были рассмотрены вопросы, касающиеся сфер применения, особенностей конструкций и современных методов проектирования перспективных водных робототехнических систем. Информация о подобных системах все чаще появляется на страницах научно-популярных журналов, в новостях и телевизионных передачах, освещающих достижения высоких технологий. При этом важно отметить, что особое внимание уделяется новым видам робототехники, в которых используются нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, коими водная среда, безусловно, богата.

В настоящее время разработки современных роботов используют различные источники на основе постоянно существующих или периодически возникающих в окружающей среде потоков энергии: течение, ветер, солнечный свет, геотермальная активность морского дна, градиент температур и давления водной среды, а также их комбинации. Следует отметить, что возобновляемая энергия не является следствием целенаправленной деятельности человека, что служит ее отличительным признаком. Бессспорно, создатели подобных робототехнических систем руководствуются не только соображениями экономической эффективности и экологической безопасности, хотя именно эти показатели в немалой степени определяют направления их исследований, но и ведут поиск подходов к созданию такой системы, которая могла бы обходиться без участия человека. Опираясь на этот аспект, энергетическая независимость выступает одним из главных козырей подобных разработок. Такие качества как энергетическая и информационная автономность являются определяющими при создании водных робототехнических систем, способных осуществлять навигацию в автономном режиме на протяжении длительного вре-

мени. В этом направлении водная робототехника «идет многомильными шагами». И это не преувеличение. Уже нынешней осенью яхты-роботы команд различных стран мира поднимут свои паруса на штурм Атлантики. Тысячи миль, которые нужно пройти под парусом, кажутся не таким уж крупным достижением. Но все меняется, если учесть, что на борту яхты не будет людей и дистанционно управлять судном никто не будет. Первая в истории попытка роботов самостоятельно пересечь океан под парусом вполне может закончиться потерей всех участников. Ведь даже мореходы из плоти и крови не всегда добиваются до цели. А тут с волнами и шквальным ветром придется бороться небольшим лодочкам, ведомым горсткой микросхем. Тем ценнее окажется победа электроники над стихией. Восемь небольших яхт примут старт в уникальной гонке Microtransat Challenge. По устройству эти яхты схожи. Они в небольшом масштабе повторяют строение «настоящих» парусных судов, только такелажем тут управляют специальные приводы, команды которым отдает бортовой компьютер. Последний постоянно сверяет позицию яхты (благодаря спутниковой навигации) с картой маршрута, следит за погодой «над головой», волнами и ветром и ре-



Австрийский Roboat победил в первом Microtransat, состоявшемся в 2006-м (фото с сайта theregister.co.uk).

гулярно отправляет на берег «отчет» о положении дел. В качестве источников энергии используются аккумуляторы, заряжаемые солнечными батареями

На данный момент для участия в соревновании зарегистрировалось восемь команд из Великобритании, Франции, Австрии, Канады, Португалии и США. Правда, их проекты находятся на разной стадии реализации. У одних есть только картинка и объявление «Ищем спонсоров», у других имеются действующие

прототипы яхт или предыдущие модели, у третьих полным ходом идет постройка «призового аппарата».

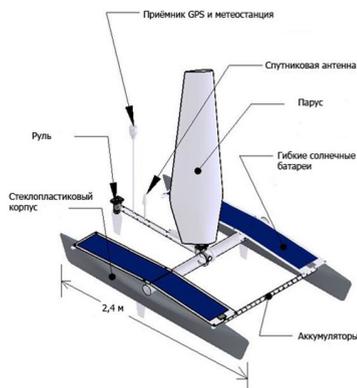
Состязание роботов-яхт придумано Марком Нилом (Mark James Neal) из университета Уэльса и Ивом Бриером (Yves Briere) из ENSICA. Первые такие (довольно скромные) соревнования прошли на одном из французских озер, а также в морском заливе близ берега Британии в 2006 и 2007 годах. Однако трансатлантический переход – куда более серьезное



Слева сверху: 280-килограммовая яхта-робот Beagle V, построенная в Aberystwyth, является предшественницей Pinta. Последняя должна оказаться изящнее (всего 150 килограммов), но быстрее. По расчётам британцев она сможет развивать скорость в 7,4 километра в час. Особенности конструкции – углеволоконный парус-крыло. Справа сверху: одна из моделей от INNOC, хорошо видны солнечные батареи. Внизу: претенденты из Португалии и Канады (фото с сайтов microtransat.org, roboticsailing.org и engsoc.queensu.ca)

испытание для роботов, нежели несколько километров тех первых гонок.

«Это первый случай, когда кто-либо попытается преодолеть океан с любой автоматизированной лодкой, – сообщает Нил. – Большая проблема – долговечность и гибкость работы роботов в сложных условиях. Они должны выжить в течение двух-трёх месяцев без всякой поддержки. Если нам удастся добраться до финиша, я буду очень рад. Это достижение откроет океаны для мониторинга окружающей среды при помощи роботов».



Проект из Мэриленда (иллюстрация с сайта robotboat.blogspot.com)

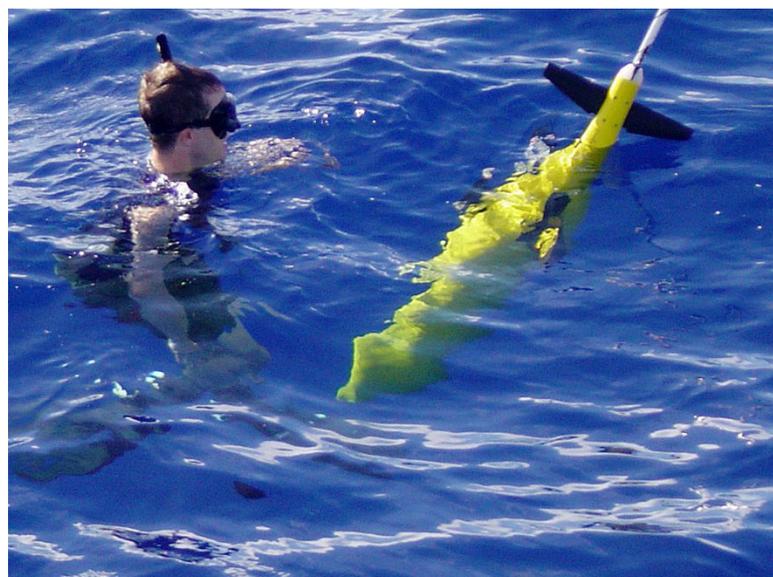
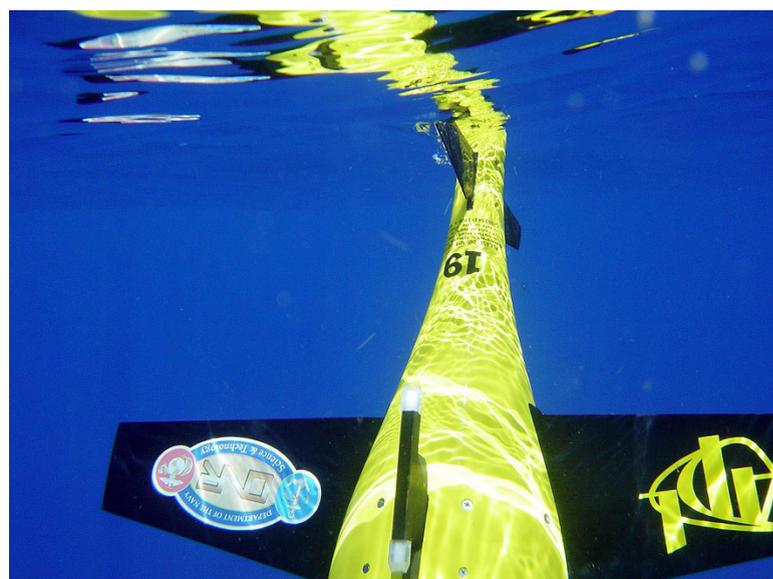
«Датчики таких машин, – продолжает профессор, – будут измерять содержание углекислого газа в воде, концентрацию хлорофилла и загрязняющих веществ, атмосферное давление и температуры воды и воздуха. Собранные данные пригодятся ученым, а также помогут специалистам отслеживать рост планктона или разливы нефти. Роботы соберут эту информацию дешевле и оперативнее, чем с использованием существующих технологий».

Надо заметить, что плавающие роботы уже ходили поперек Атлантики. Можно вспомнить хотя бы выдающийся подводный робот-исследователь Spray – робот, впервые в истории пересекший Гольфстрим. Однако для обеспечения своего движения он использовал совсем другой принцип. С другой стороны, уже известен успех системы, в которой парусом (да еще и летающим) управляет компьютер. Так что современная техника обладает хорошей «базой», чтобы породить работоспособные трансатлантические яхты-роботы.

Старт этой гонки намечен на промежуток между 29 сентября и 5 октября 2008 года. Место старта – Виана до Кастело (Viana do Castelo), Португалия. Финишная линия (по определению организаторов гонки) – это отрезок меридиана 60 градусов западной долготы, ограниченный двумя параллелями – 10 и 25 градусов северной широты. На ряде ресурсов уточнено, что «ленточка» натянута примерно между северной оконечностью Святой Люсии и южной оконечностью Мартиники, хотя это куда более короткий отрезок. В случае если ни одна яхта так и не дойдет до заветной финишной линии, победителем состязания объявят робота, который на момент своего схода или прекращения всей гонки в целом достигнет самой западной точки среди всех претендентов. Таким образом, используя солнечный свет и силу ветра, современные яхты-роботы могут преодолевать огромные по сравнению со своими размерами расстояния. А что же этому могут противопоставить изобретатели подводных роботов?

Летом этого года состоялось одно важное событие – компания iRobot приобрела права на продажу автономного подводного робота Seaglider.

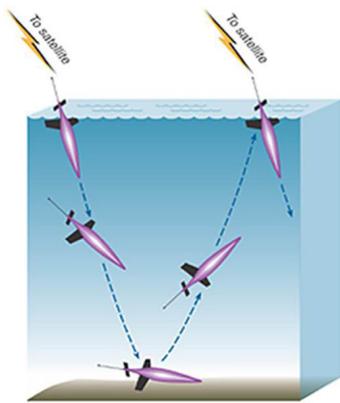
Новый робот способен находиться под водой семь месяцев.



Seaglider при выполнении миссии (фото с apl.washington.edu)

Ученые Университета Вашингтона разработали подводного робота способного погружаться на один километр и проходить за шесть-семь месяцев непрерывного плавания 2300 миль. Такая автономность достигается за счет уникальной двигательной установки. В отличие от обычной подводной лодки, у Seaglider нет

винта. Вместо него судно, похожее на ракету, оборудовано специальным воздушным баллоном: когда он выпускает воздух, робот погружается, при этом хвостовые крылья заставляют ее двигаться вперед. По истечении времени погружения робот поднимается на поверхность и захватывает воздух. Цикл повторяется.



Цикл погружения и всплытия Seaglider (фото с apl.washington.edu)

Обыкновенная подводная лодка «заполняет водой цистерны погружения, чтобы сделаться тяжелее – и освобождается от воды для всплытия» – объясняет профессор океанографии в Университете Вашингтона Фредерик Стар. – «Seaglider же меняет объем, а масса остается той же». Каждый раз при погружении – а во время стандартной миссии Seaglider уходит под воду порядка девятьсот раз – робот передает данные в центр управления посредством спутниковой связи. Операторы могут послать ответную информацию, например, для смены курса.

Seaglider уже используются в научных исследованиях, но компания iRobot надеется, что роботом заинтересуются и военный рынок (с его помощью можно проводить акустическую разведку). Компания, производящая роботов, как для домашнего пользования, так и для специальных операций (обезвреживания мин), планирует сделать Seaglider ключевой составляющей военно-морских сил современности.

«Эти подводные робототехнические системы могут исследовать обширные участки океана, самостоятельно проходить тысячи миль, имея при этом большую автономность» – сообщает председательница и соосновательница компании iRobot Хелен Грейнер. – «Во многих отношениях это настоящая научная фантастика, но она существует и работает».

Не менее фантастичными выглядят роботы, которые плавают в лондонском аквариуме (London Aquarium).

Автономные роботы чувствуют себя в аквариуме действительно как рыба в воде. «Удивительно, насколько красивы и изящны их движения, они невероятно по-



Robotic Fish 7-го поколения (G7) в лондонском аквариуме (фото с сайта essex.ac.uk)

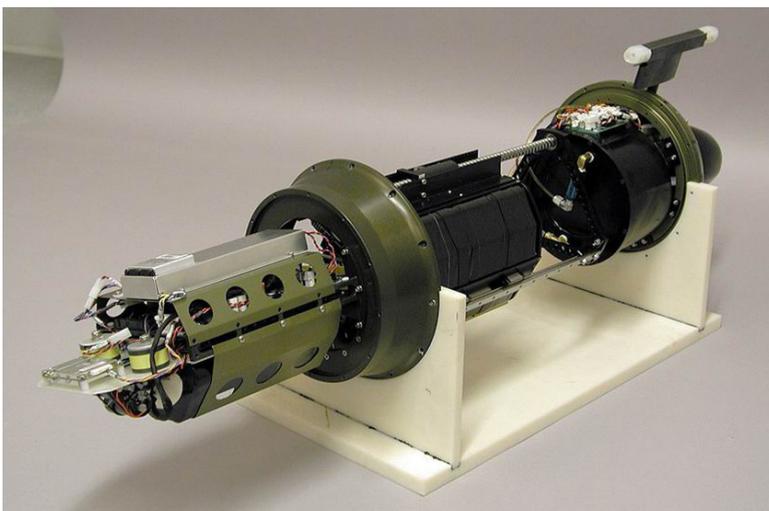
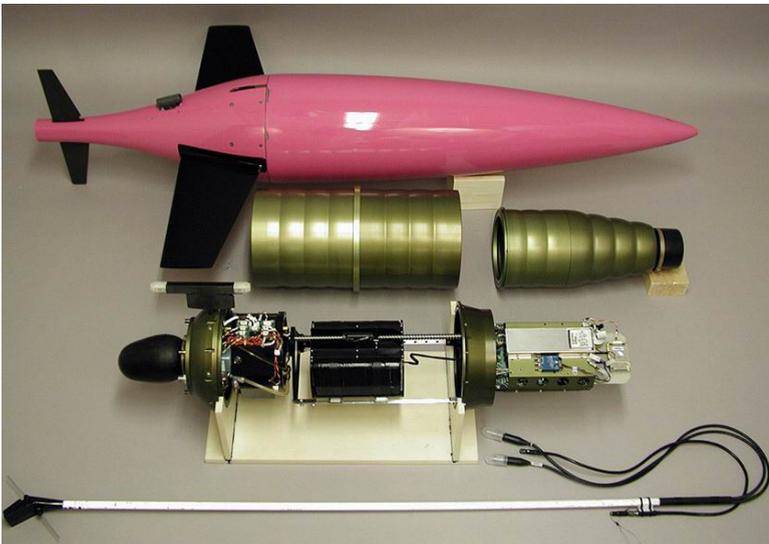
нравятся нашим посетителям», – восхищается теперь директор аквариума Фостер Арчер (Foster Archer).

Создателями развлекающего публику робота (это пока его основная задача) с бесхитрым названием Robotic Fish являются профессор Хошэн Ху (Huosheng Hu) и группа его ассистентов и студентов из британского университета Эссекса (University of Essex).

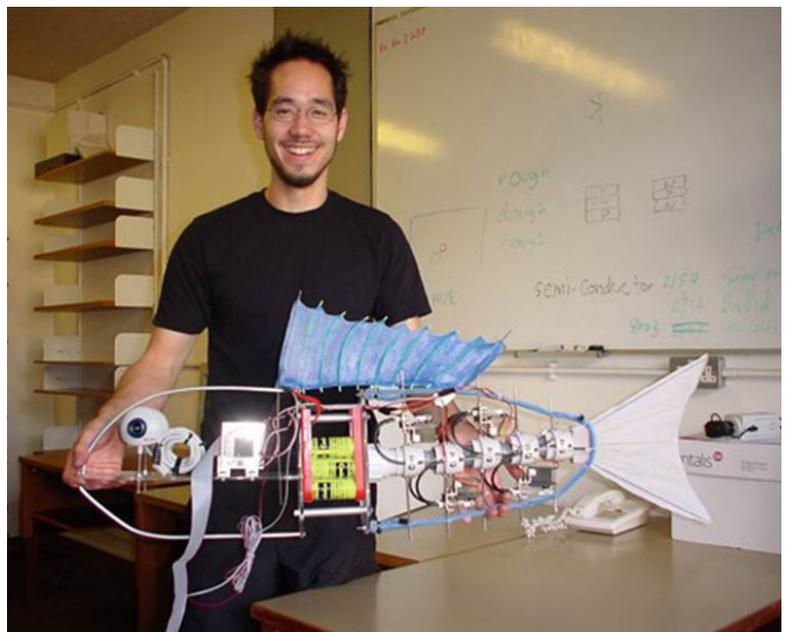
Насколько непросто было создать Robotic Fish, можно судить хотя бы по тому, что в Лондонском аквариуме плавают прототипы 8-го и предыдущих поколений. А у некоторых из этих поколений было по 2-3 версии.

Команда исследователей начала работу с изучения плавания живых рыб и создания компьютерных 3D-моделей. Практически сразу стало ясно – винта двигателя в хвостовой части у робота не будет, ведь создается рыба, а не подводная лодка.

К тому же, природа доказала: используемые настоящими рыбами движения тела, плавников и хвоста куда эффективнее «пропеллера». В результате робот оказался наделен такими качествами, как бесшумность, маневренность, привлекательный дизайн. В ходе исследований обозначилось стремление к достижению наилучших характеристик



Внутреннее устройство Seaglider (фото с apl.washington.edu)



Сентябрь 2003 года: робот первого поколения G1 (фото с сайта essex.ac.uk)

быстроплавающих рыб: скорости тунца, ускорения щуки и пронырливости угря.

«В отличие от предыдущих «рыб» с дистанционным управлением, которых за последние 10 лет было создано немало, наши роботы оснащены датчиками, они полностью автономны и имеют основы искусственного интеллекта, – рассказал Ху. – Роботы ведут себя как живые, подражая рыбам в изящном плавании и быстрых поворотах. Люди путаются, им кажется, что это настоящая рыба».

Ранние прототипы рыб-роботов для обеспечения плавучести использовали пенопластовые поплавки, а управление осуществлялось по проводам. Дальнейшие исследования позволили создать более совершенные модели роботов G6 и G7. Робот восьмого поколения G8, который имеет длину 15 см и ширину 12 см, состоит из набора элементов в хвостовой части, способных совершать маховые движения. При этом движение осуществляется как хвостовой частью, так и с помощью плавников. У «Большой восьмёрки» максимальная скорость плавания в автономном режиме с избеганием столкновений составляет 1,8 км/час. Экономичный режим движения Robotic Fish со скоростью 0,9 км/час позволяет ему плавать около пяти часов без подзарядки аккумулятора.

«В будущем мы хотим, чтобы «рыба» была способна сама находить станцию для зарядки батарей, точно так же, как реальная рыба ищет себе пищу. А вообще, наша работа потенциально имеет массу сфер применения, включая исследование морского дна, обнаружения утечек на нефтепроводах, подводный поиск мин, улучшение работы подводных транспортных средств и так далее», – пояснил профессор.

Хотя вышеприведенные разработки водных робототехнических систем на первый взгляд очень разные, но они имеют общее свойство – во всех представленных конструкциях используются нетрадиционные для современной водной техники принципы построения. Команды создателей яхт-роботов вернулись к использованию движущей силы ветра, которую люди применяли как основную на протяжении многолетней своей истории вплоть до изобретения первого парохода в 1807 году, создателем которого считается Роберт

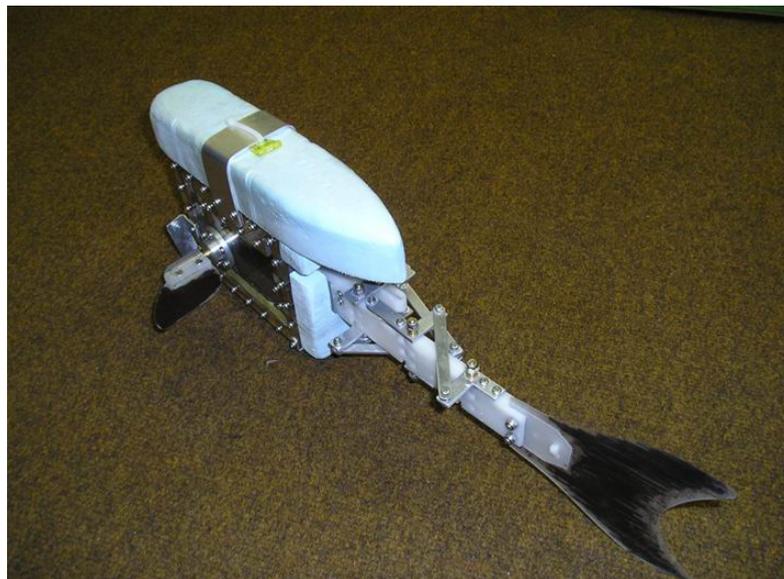
Фултон.

Разработчики же подводного робота Seaglider отказались от традиционных видов двигателей: винтов и пропеллеров. Поэтому роботы данной конструкции и по форме, и по устройству отличаются от своих подводных «собратьев», которые уже имеют широкое коммерческое применение. С одной стороны, «все гениальное – просто» – робот совершает свои спуски и подъемы за счет уменьшения или увеличения своей плавучести. С другой стороны, как и в случае с изобретением парохода, подводные системы на подобном принципе долгое время не находили массового применения. Теперь благодаря разработчикам Seaglider и компании iRobot, приобретшей права на продажу этого автономного подводного робота, мы можем стать свидетелями очередного прорыва в водной робототехнике.

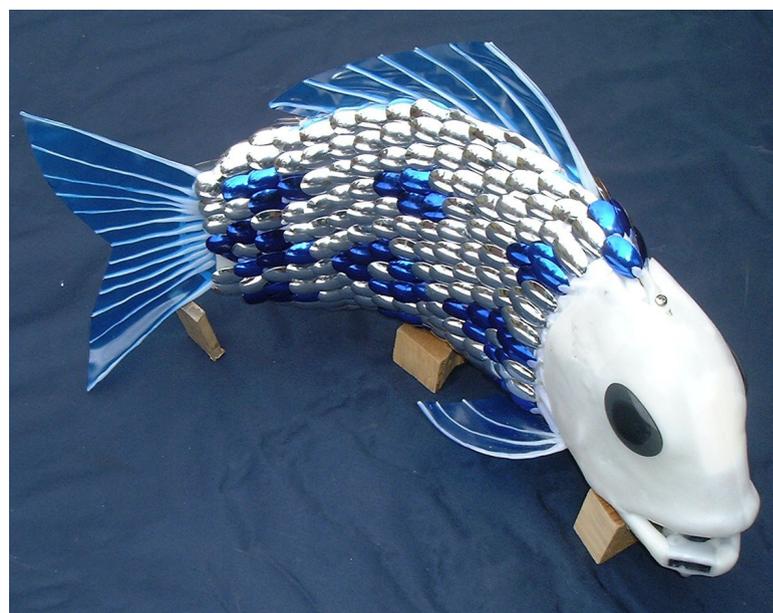
Еще одной примечательной тенденцией является увеличение интереса к биоподобным системам. Результаты исследовательской работы ученых «выливаются» в появление разнообразных игрушек земных и морских животных. А ведь это и есть наиболее эффективный способ привлечения к этой занимательной теме внимания окружающих (не только специалистов узких областей знаний, но и далеких от робототехники людей). Именно эту цель перед собой поставили создатели Robotic Fish и не прогадали. Может именно те представители молодого поколения, которые, прильнув к стенке лондонского аквариума, с увлечением рассматривают «сказочных рыб», в ближайшем будущем станут творцами всемирной роботизации, как мы в свое время ощутили силу компьютерной интеграции. Мы в нашем современном мире совершенно спокойно воспринимаем общение через компьютер и многие без него не могут представить свою повседневную жизнь. Так почему же нельзя предположить, что в ближайшем будущем роботы станут нашими постоянными попутчиками. Создание биоподобных подводных роботов является одним из самых сложных направлений современной робототехники и технической кибернетики, и поэтому, подобным событиям специалистами придается огромное значение. Вместе с тем нельзя полностью игнорировать те устройства и элементы технических конструкций, которые не имеют аналогов



Рыба G2 могла плавать и без головы (фото с сайта essex.ac.uk)



Версия MT1 была построена между G4 и G5. Она была одета в пенопласт (фото с сайта essex.ac.uk)



G8 завоевывает сердца лондонских ребятишек (фото с сайта essex.ac.uk)

в живой природе. Синтез технических и биоподобных элементов в единой робототехнической конструкции представляется наиболее актуальным решением при разработке перспективных подводных роботов. **MS**

Использованные источники:
1. <http://www.navy.ru/>
2. <http://www.membrana.ru/>