



Евгений Курганов

Занимательная навигация

«Рано или поздно, под старость или в расцвете лет, Несбывшееся поманит вас». А, поскольку, по Грину, сверкает «Несбывшееся» над гаванью, вы засобираетесь в море. Или просто начнется очередная навигация, приблизится отпуск и более или менее дальние походы. Наблюдения показывают, что количество миль, пройденных за навигацию, бывает обратно пропорционально длине лодки, и капитаны небольших (иногда самодельных) катеров и мотолодок совершают достаточно долгие и сложные плавания.

Традиционно большое внимание совершенствованию штурманских навыков уделяли яхтсмены-парусники, совершавшие на своих неторопливых, но порой стесненных осадкой «крейсерах» плавания разной степени сложности. В то же время продолжительность плаваний водномоторников обычно определялась емкостью бачка подвесного мотора, что позволяло оценить свое местонахождение просто «выпуклым военно-морским глазом». Но сегодня в России быстро

По своим параметрам и возможностям нынешнее электронное оборудование для маломерных судов на голову превосходит все, что имели на вооружении суда дальнего плавания еще лет тридцать-сорок тому назад. Карт-плоттер с приемоиндикатором спутниковой навигационной системы почти мгновенно выдает наглядные результаты, отражая координаты, курс, скорость и т.д. Но в этой бочке меда присутствует ложка дегтя. И не зря даже самый простенький GPS-приемник сразу после включения выдает на экран предупреждение, общий смысл которого сводится к тому, что полностью доверять его данным не стоит. Да, подобный прибор – хороший помощник, но уходящие в глубь веков традиционные методы навигации все же рано списывать со счета.

растет число небольших моторных судов, скорость и автономность которых выводит плавание выходного дня в разряд крейсерских. Учитывая вышесказанное, вспомним минимально необходимый набор знаний, инструментов и навыков по их применению, которые позволят нам управлять нашим катером, используя накопленный веками опыт, и меньше зависеть от летающих неизвестно где спутников. И, наконец, стоит ли превращать управление своим судном в управление

кружком или крестиком на дисплее? Не лишайте себя радости стать рядом с Колумбом и Магелланом, демонстрируя и совершенствуя свои навыки навигатора.

Не будем углубляться в терминологические споры по поводу того, что есть катер и что – моторная яхта, эта граница условна. Отметим специфичность условий управления катером или небольшой моторной яхтой. Это качка, достаточно высокая скорость и ограниченность пространства на борту,



обусловленного тесноватой рубкой или просто открытым кокпитом.

А кто говорил, что будет легко? Кстати, «Золотая лань» сэра Френсиса Дрейка, на которой он совершил кругосветное плавание, пройдя между Огненной землей и Антарктидой, совершил дерзкий рейд вдоль всего Тихоокеанского побережья Южной Америки и победил во многих «морских боях», была парусником длиной, по разным данным, всего лишь 18–20 м по ватерлинии. Так что условия для работы штурмана при шторме у мыса Горн на «Золотой лани» были не мягче, чем на вашем катере.

Последствия навигационной ошибки для круизного лайнера могут поражать материальными и человеческими потерями. Однако рискну предположить, что потеря вашей лодки (не будем говорить о возможных трагических происшествиях с участием близких) произведет на вас не менее сильное впечатление, чем посадка на мель супертанкера на другом конце Земли. Что же предлагают тысячелетний опыт, сложивший «хорошую морскую практику», и современная техника для обеспечения безопасности мореплавания?

Очевидно, что это прежде всего постоянный контроль за безопасностью своего места на поверхности воды и безопасности курса, которым мы следуем. Рассмотрим возможности решения этой задачи применительно к сравнительно небольшим катерам и моторным лодкам, капитанами которых чаще всего бывают их владельцы. Начнем с конца – с приборов, внедрившихся в практику судовождения в последние десятилетия и кое для кого поставивших под вопрос необходимость штурманских знаний.

Предком современных радиоэлектронных приборов для судовождения можно считать радиопеленгатор, созданный в 1912 г. Измеряя с его помощью направление на специальные радиомаяки и проложив на карте эти направления, на их пересечении штурман получал точку, в которой находится его судно, говоря по-морскому – «свое место». Аппаратура для определения местоположения судна по береговым радионавигационным системам совершенствовалась, точность и дальность определения возрастали, однако

только появление искусственных спутников Земли открыло принципиально новые возможности для судовождения. Принимая сигналы спутников с орбиты, судовой приемоиндикатор почти мгновенно и с высокой точностью вычисляет свои координаты независимо от времени суток и погоды. Первой спутниковой системой навигации (ССН) стала американская «Транзит», работающая с 1964 г. Сегодня, кроме глобальной системы позиционирования GPS NAVSTAR, широкодоступной становится российская ГЛОНАСС, на подходе европейская «Galileo», еще раньше планирует ввести в эксплуатацию свою ССН Китай.

Мы уже упоминали, что навигационная электроника, доступная сейчас владельцам даже самых компактных мотолодок, на порядок превосходит своими возможностями средства, доступные штурманам крупных торговых судов несколько десятилетий тому назад. Но размеры судна (а, чаще всего, кошелька владельца) могут ограничивать применимость всех этих технических достижений. Кроме того, для любой техники характерны пропадания контакта там, где он должен быть, и возникновение его там, где он не нужен. Существуют также зависимость спутниковой навигационной электроаппаратуры от энергоснабжения, необъяснимые глюки и зависания и, в принципе, зависимость от всяких там солнечных бурь и «Бурь в пустыне». Поэтому, когда мы включаем карт-плоттер, на его экране высвечивается напоминание, что электронные карты, точные и надежные, не предназначены для замещения официальных (т. е. бумажных) карт, которые должны оставаться основным источником информации по всем вопросам, связанным с обеспечением безопасности мореплавания.

Итак, начнем с основы основ – с традиционных бумажных карт.

Вероятно, той микросхеме, которая однажды окончательно оттеснит человека от управления судном, карта будет не нужна. Цифры координат в ее электронных мозгах превратятся в значения безопасных курсов. Но человеку и в наши дни, и тысячи лет назад для прокладывания путей и следования по этим путям нужно было помочь представить себе земную поверхность, по

которой он передвигается. И в помощь себе человек начал создавать географические карты, трансформируя бескрайние просторы окружающего мира в масштаб бумажного листа. Однако потребовались тысячелетия, чтобы сформировались общепринятые методы картографирования, а наполнение карт географической информацией и ее уточнение продолжают до сих пор.

Для создания карты, пригодной для целей навигации, нужно было создать способ отсчета – систему координат. На современной карте такая система отсчета задается параллелями и меридианами. Параллели ориентированы в направлении восток–запад и позволяют нам определять широту места; меридианы протянулись с севера на юг, а значения их соответствуют долготам места (любая морская карта, которой мы будем пользоваться, ориентирована «по норду» – то есть север располагается наверху). Чтобы не загромождать карту, на нее обычно наносят несколько линий параллелей и меридианов, кратных либо целым числам, либо десяткам – в зависимости от масштаба карты.

Любопытна история возникновения названий координат: долгота и широта. Их ввел греческий астроном Гиппарх еще во II в. до н.э., определяя координаты объектов по карте, созданной ранее географом Гекатеем Милетским. На этой карте земная поверхность была изображена в виде овала и протяженность его с запада на восток (долгота) была вдвое больше протяженности с юга на север (широта).

Вычислять широту для определения своего места путешественники умели еще до начала нашей эры. Наблюдая суточный ход Солнца и звезд, еще древнегреческие географы установили однозначное соответствие широте места высоты над горизонтом Солнца днем или Полярной звезды ночью. Высотой Солнца или другого астрономического объекта называют угол между направлением на этот объект и направлением на горизонт в плоскости, перпендикулярной земной поверхности (рис. 1). Мысленно соединив линией точки на земной поверхности, для которых при наступлении полудня Солнце будет находиться на одинаковой высоте, мы определим, что эти точки находятся

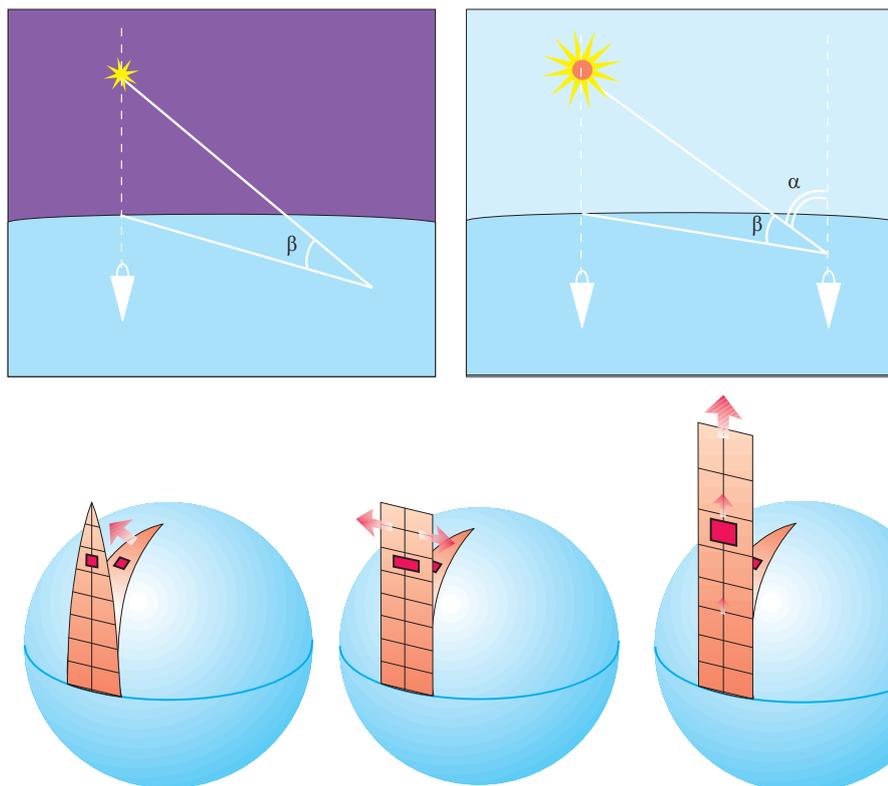


Рис.1. Еще древние мореплаватели северного полушария заметили, что ночной небосвод «вращается» вокруг Полярной звезды. Значительно позже было установлено, что угол, под которым видна Полярная звезда в полночь (на рисунке – β), примерно равен широте места. Широту можно определить и по углу между отвесной линией и направлением на Солнце в полдень, но «поймать» вертикаль на качке сложно. Легче измерить тот же угол над горизонтом и вычислить свою широту при помощи простейшей формулы $\alpha=90-\beta$.

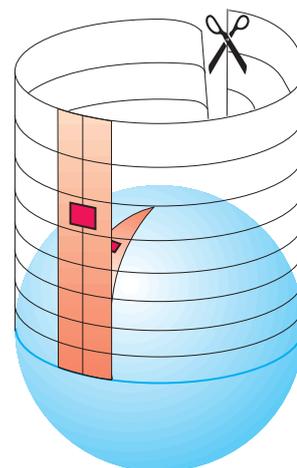


Рис.2.

Выпрямим меридиан и все соседние меридианы до совмещения с поверхностью цилиндра. Это приведет к «растягиванию» какого-либо объекта и его искажению (на рисунке этот эффект условно проиллюстрирован превращением красного квадрата в прямоугольник). Чтобы восстановить пропорции, удлиним меридианы. Квадрат восстановится, но станет больше по площади. Для восстановления пропорций фигур, находившихся на сфере ближе к ее экватору, потребуется незначительное удлинение меридиана. Компенсировать «уширение» по параллели фигур, более отдаленных от экватора, придется более значительным растягиванием их по меридиану. Отсюда изменение масштаба с изменением широты на карте в меркаторской проекции.

на одинаковой широте (параллели). (Особый случай – это экватор, равноудаленная от географических полюсов параллель, которая делит земной шар на два полушария – северное и южное).

Используемая нами система географических координат была еще за сотню лет до нашей эры предложена Клавдием Птолемеем. Птолемей решил измерять координаты в градусах, а отсчет широты вести от экватора до параллели данной точки, принимая экватор за нулевую параллель. И сегодня мы отсчитываем широту нужной нам точки от экватора к полюсу в градусах, минутах (1 градус содержит 60 минут) и десятых долях минуты, присваивая широте название того полушария, в котором лежит наша точка. Делить окружность на 360 градусов начали еще в древнем Вавилоне 4000 лет назад. Вавилонские жрецы подсчитали, что в день равноденствия от восхода до заката Солнце проходит по небу полуокружность, в длину которой можно уложить 180 солнечных дисков. Поэтому полуокружность стали делить на 180, а окружность – на 360 градусов.

Вычисление второй координаты – долготы – потребовало определенного уровня развития техники. До XIII в. считалось, что рассчитать долготу можно только через «многотрудные» способы и всегда с погрешностью. В принципе, понятие «меридиан» вытекает из давно известного направления на Полярную звезду – направления, примерно на которое указывает стрелка магнитного компаса, известного людям более тысячи лет. Направление на полюс или, говоря строго, след от пересечения земной поверхности плоскостью, проходящей через полюс Земли и интересующую нас точку, образует меридиан этой точки. И долготу можно измерять по углу между этой плоскостью и плоскостью некоего нулевого меридиана. Таким нулевым в разные времена назначали и меридиан Родоса, и меридиан Парижской обсерватории, и Пулковский меридиан. Только в 1884 г. международным соглашением было принято считать начальным, нулевым меридиан, проходящий через Гринвичскую обсерваторию на окраине Лондона.

(Кстати, из-за расширения Лондона

обсерватории пришлось переехать в Кембридж, оставив после себя только медную полоску, через которую проходит нулевой меридиан, и собственно название меридиана).

Но главной проблемой в определении долготы было вычисление ее значения. Методы, использовавшиеся в древности и в средние века, были сложны и не давали нужной точности. Один из таких методов основывался на определении разницы во времени наступления полудня в разных точках. По разности времени между нулевым меридианом и меридианом определяемой точки можно узнать долготу этой точки. И в нахождении этой разности крылась главная сложность. Это сегодня можно было бы по мобильнику сообщить, что Солнце на нулевом меридиане в зените, и абонент на определяемом меридиане начал бы отсчет времени до прихода Солнца в зенит на своей долготе. Но такой способ, понятно, был доступен не всегда.

До внедрения радиосвязи и всеобщей телефонизации решить задачу можно было, лишь отметив время наступления полудня в одной точке, пе-



НАШЕ ДОСЬЕ:

Евгений Владимирович КУРГАНОВ (родился в 1949 г.) – опытный яхтсмен и профессиональный судоводитель. Парусным спортом начал заниматься в 70-е гг. в яхт-клубе знаменитой ленинградской Корабельки (ныне Санкт-Петербургский государственный морской технический университет). В 1976 г. уехал на биостанцию ЛГУ на Белом море. Работал рулевым-мотористом, матросом, после окончания заочной учебы в Ленинградском мореходном училище ММФ – штурманом на небольших судах биостанций ЛГУ, МГУ и Академии наук СССР. В активе Евгения – достаточно продолжительные и разнообразные плавания как по морю, так и по внутренним водным путям. С 1985 по 2005 г. с небольшим перерывом – старший помощник капитана на одном из самых известных парусников Питера – шхуне «Ленинград», переименованной после перестройки в «Надежду». С 2005 г. работает шкипером на частных моторных яхтах.

ремеслив часы в другую и получив разность времени наступления полдня в этих точках. Понятно, что ни песочные часы, ни тогдашние механические для этого не годились. Особенно, если долготу нужно было определять на море, при качке, повышенной влажности и экстремальных температурах. Только появление в XIII в. хронометра, настоящего хранителя времени, устойчивого ко всем воздействиям морского путешествия, позволило измерять и наносить на карту долготу с достаточной точностью. Зная, что время наступления полдня на «корабельном» меридиане отличается от гринвичского на NN минут и что Солнце «проходит» один градус за 4 минуты, находим нашу долготу, деля NN на 4. В зависимости от того, раньше или позже, чем на нулевом меридиане, наступает полдень, мы отмеряем вычисленный угол на восток или на запад и оказываемся в соответствующем полушарии.

Важнейшим этапом в развитии картографии стало применение для создания карт меркаторской проекции. Окидывая взглядом окрест лежащее пространство, легко присоединиться к мысли, что Земля плоская и ее можно изобразить на карте в подходящем масштабе. Но все обстоит сложнее. Земля круглая, а точнее шарообразная. И перенести на плоскую карту сферическую поверхность можно, лишь исказив ее. Притом искажения будут тем заметнее, чем больший участок поверхности сферы мы захотим сделать плоским. Для наглядности разрежем на куски мяч (можно воображаемый). Если мы вырежем квадратик совсем маленький, ну, скажем, 1×1 см, этот квадратик будет практически плоским. А вот четверть мяча выровнять по

плоскости не удастся при всей его эластичности – разве что растянув его края больше, чем середину. Но при этом расстояния на краях этого участка сферы изменятся больше, чем в середине, и рисунок, который был на неразрезанном мяче, исказится. То же произойдет с картой земного шара, перенесенной на плоский лист бумаги.

Герхард Кремер, известный под латинским именем Меркатор, в 1569 г. создал карту, используя проекцию, получившую название меркаторской. Меркаторскими называют и карты, построенные на основе этой проекции. Выбранный им способ отражения земной поверхности оказался настолько лучше других, что остается основным до сих пор.

Для построения меркаторской карты представим себе, что земной шар по экватору обернут цилиндром и все точки Земли проектируются на эту цилиндрическую поверхность. Мы как бы разрезаем мячик Земли у полюсов и растягиваем его до прилегания к цилиндру (рис. 2). Меридианы не стягиваются пучками к полюсам, а превращаются в прямые, образующие этого цилиндра, а все параллели

растягиваются и становятся равны экватору по длине. При этом по мере удаления от экватора удлинение меридианов происходит в той же степени, что и параллелей.

Следствиями проделанной операции будет следующее. Мы сможем раскатать полученный цилиндр на плоскость, уменьшить его в нужном масштабе и разрезать на карты в размер нашего штурманского стола. При этом на карте параллели будут перпендикулярны меридианам, все углы на местности будут равны углам на карте, а прямая линия курса будет пересекать все меридианы под одним углом, что очень облегчает прокладку курсов в море. Возникает и несколько сложностей, не ощутимых, если плавание происходит на маленьком квадратике вырезанной поверхности (т. е. масштаб карты крупный), но при дальнем плавании требующих учета.

Первая сложность: невозможно адекватно отобразить приполярные зоны – точку полюса нельзя растянуть до длины экватора. Поэтому околополярные области, от 85 градуса широты, изображают в других проекциях. Сложность вторая: кратчайшим

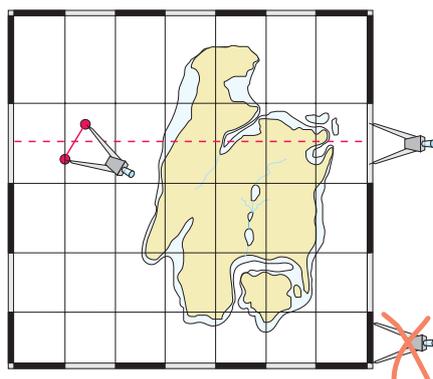


Рис.3. Для измерения расстояния между двумя точками на карте ножки циркуля-измерителя устанавливаем на эти точки, а затем, не меняя раствор циркуля, прикладываем его к боковой рамке карты на той же широте и по шкале (1 минута широты = 1 морской миле) определяем расстояние. Использование шкалы ниже или выше по циркулю, прикладываем его к боковой рамке карты на той же широте и по шкале (1 минута широты = 1 морской миле) определяем расстояние. Использование шкалы ниже или выше по циркулю, прикладываем его к боковой рамке карты на той же широте и по шкале (еще раз взгляните на рис. 2, объясняющий, почему на верхней части карты мили «длиннее»). Нижняя и верхняя горизонтальные шкалы служат только для определения координат (долготы). Для измерения расстояний использовать их нельзя. Причина та же – масштаб карты изменяется в зависимости от широты, т. е. по вертикали.

расстоянием между двумя точками при таком изображении будет вовсе не прямая, а дуга, выгнутая к полюсу. Но утешением для нас будет совершенная незаметность отличия прямой от дуги при непродолжительном плавании – скажем так, в пределах одного моря. В этом случае мы можем совершенно спокойно полагать прямую кратчайшим путем на картах крупного и среднего масштабов. Третья сложность заключается в заметном увеличении (в результате удлинения спроектированных параллелей и меридианов) масштаба карты по мере отдаления от экватора. При изображении на одном листе карты большей части полушария Земли острова, лежащие ближе к полюсам, начинают непропорционально увеличиваться. Букварный пример – остров Гренландия, который на меркаторских картах площадью приближается к Африке, будучи на самом деле куда меньше. Иначе говоря, масштаб карты меняется по мере удаления от экватора. Как же измерять расстояния на картах с таким переменным масштабом?

Давайте сначала вспомним, что вообще называется масштабом.

Масштабом карты называется отношение длины какой-либо линии на карте к действительной длине этой же линии на земной поверхности. Масштабы бывают числовые и линейные.

Числовой масштаб изображается дробью, числитель которой единица, а знаменатель – число, показывающее, скольким единицам длины на

местности равна одна такая единица на карте. Например, 1:25 000 означает, что одной единице длины на карте соответствует 25 000 таких же единиц на земной поверхности, т. е. 1 см на карте соответствует 25 000 см на земле или воде.

Линейный масштаб показывает, сколько единиц, применяемых для измерения расстояний на местности, содержится в одной более мелкой единице длины на карте. Например, 1 миля в 1 см, 5 км в 1 см.

Кстати о миле. Наименование это происходит от латинского «*milia passum*», означающего «тысяча шагов». В Древнем Риме милю определяли как «тысячу двойных шагов вооруженного римского воина». Современная миля – это единица длины, имеющая распространение в национальных неметрических системах единиц и применяющаяся ныне главным образом в морском деле.

Одна морская миля принята равной одной минуте широты, т. е. линейной величине одной минуты дуги меридиана. Таким образом, перемещение на одну морскую милю вдоль меридиана примерно соответствует изменению географических координат на одну минуту широты. «Примерно» – это потому, что в различных странах морская миля вычисляется по-разному и имеет немного различающиеся значения, например: – 1853.18 м в Великобритании и в Японии; – 1853.24 м в США.

По современному определению,

принятому в 1928 г. по решению Международного гидрографического бюро, в международной морской миле ровно 1852 м.

Морская миля, являясь одновременно мерой длины и угловой мерой, наиболее удобна для работы с морской картой, когда в процессе судовождения приходится решать задачи, связанные с измерением углов и угловых расстояний, и основные точки маршрута выражены в виде их географических координат. Например, если на карте необходимо отложить 15 миль, пройденных судном, то достаточно на боковой, вертикальной рамке морской карты, где отмечены градусы и минуты широты, отмерить циркулем 15 минут, чтобы получить это расстояние в масштабе карты. А так как (вспомним!) масштаб на меркаторских картах меняется с широтой, то при измерении расстояний на карте следует пользоваться масштабом, взятым с боковой рамки карты непременно на той же параллели, на которой измеряется расстояние (рис. 3).

Подробнее о масштабе и единицах измерения, используемых в морской картографии – в следующем номере.

Иллюстрируя эту статью, в одной из картинок художник позволил себе немного пошутить (впрочем, довольно невинным образом, учитывая серьезность рассматриваемой темы). Первый из читателей, который обнаружит замаскированный «прикол» и сообщит об этом в редакцию по электронной почте artiom@kateru.ru, получит приз: футболку и бейсболку с логотипами «Кия».

АКВА
УНИВЕРСАЛ
ЗАПЧАСТИ
И КОМПЛЕКТУЮЩИЕ
ДЛЯ ВОДНО-МОТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Гребные винты.
Судовое оборудование.
Официальный дилер "Корсар".
Доставка товара во все регионы России.
Более 2,5 миллионов наименований в каталоге.

www.aquauniversal.ru
info@aquauniversal.ru

(495) 941-66-36

Всегда в наличии в Уфе

КАТЕРА и ПРИЦЕПЫ

КОРВЕТ, ВЕЛЬБОТ, НОВАЯ
ЛАДОГА, СТРЕЛКА

МОТОРЫ MERCURY

т. (347) 251-80-50, 291-22-75, +7 919 1499-333; www.katerufa.ru

Клеи и герметики "Sikaflex"

МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

- настил тиковых палуб
- вклейка минеральных и оргстекло
- универсальные герметики
- конструкционные клеи и т. д.

УСЛУГИ ПО НАСТИЛУ ТИКОВЫХ ПАЛУБ

СТЭК-М, официальный дистрибьютор "Sika", Санкт-Петербург
(812) 335-6930, 251-2606, info@sika.spb.ru, www.sika.spb.ru

ЗАО "НАВИС"

- Рулевые машины
 - » ручные гидравлические
 - » электрогидравлические
 - » с приводом от ГД
- Авторулевые (серт. РРР, РС, DNV)
- Поддуливающие устройства

Группа компаний "Навис"
наб. Обводного Канала, 14, Санкт-Петербург, Россия, 192019
тел: +7 (812) 567 3763, 567 3658 e-mail: marketing@naviscontrol.ru
<http://www.naviscontrol.ru>