

УДК 528.22(26)

**Современное состояние и тенденции развития гидрографо – геодезического обеспечения морских геологоразведочных работ****А. И. Галошин**

ГНПП «Севморгео», г. Санкт-Петербург, Россия.

В статье обсуждаются последние достижения технологий гидрографических и геодезических съемок, таких как дифференциальная система GPS/ГЛОНАСС субметровой точности определения положения на поверхности моря, интегрированная DGPS с гидроакустической системой HPR для определения положения под водой, многолучевые эхолоты, гидролокаторы бокового обзора; морские датчики движения, специально разработанные для высокоточного измерения перемещений в море для пользователей, требующих высокой точности измерений дифферента, крена и перемещений по высоте. Аэролазерная батиметрия имеет значительный потенциал для замены эхолота при измерении глубин. Отмечено, что ROV (буксируемые подводные аппараты) и AUV (автономные подводные аппараты) становятся технически и экономически более выгодной платформой для съемки в специальных применениях и в будущем станут широко используемой техникой.

На современном этапе наибольшие достижения в создании эффективных, малогабаритных, надежных средств вычислительной техники послужили толчком развития гидрографической и геодезической аппаратуры и методики её использования в различных морских условиях в реальном времени. Эти успехи несомненно отразились на совершенствовании программно-математического обеспечения обработки результатов морских гидрографических наблюдений, выполняемых с помощью современной аппаратуры, как правило, объединенной в комплексы различной конфигурации.

За последние 10 – 15 лет существенно возрос интерес к поиску, разведке и добыче полезных ископаемых на шельфе и в глубоководных районах Мирового океана. В связи с этим возросли требования как к точности и оперативности определения положения носителей (суда, подводные аппараты, буровые станки, зонды и т. п.) морской геофизической, геологической аппаратуры, так и к качеству и надежности информации о рельефе морского дна в реальном времени.

При исследованиях удаленных и слабоизученных акваторий морей и океанов, для обеспечения установки и регулярного функционирования буровых и добывающих платформ на шельфе и в открытом океане, и для других морских операций широко используются высокоточные средства и методы динамично развивающихся спутниковых навигационных систем (СНС) в комплексе с гидроакустическими навигационными системами (ГНС), эхоло-

тами, гидролокаторами и другими датчиками навигационной и геофизической аппаратуры.

Спутниковые навигационные системы ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США) реализуют возможности высокоточного и оперативного определения координат любого морского объекта, точной синхронизации в пространстве взаимного положения объектов, определения скорости и направления движения объектов в реальном времени в любой точке Мирового океана.

В настоящее время происходит модернизация СНС ГЛОНАСС и GPS на основе их совместного использования, создания также широкозонных дополнений этих СНС, таких как WAAS, EGNOS, MSAS, используя наземные станции контроля и геостационарные спутники [ 3 ]. Это развитие СНС проявляется и в создании Европейской глобальной СНС «Галилео», в широком развитии дифференциальных наземных станций, в использовании относительных и фазовых методов высокоточного определения координат и ориентации в пространстве.

Дифференциальный режим работы СНС осуществляется с помощью создания дифференциальных подсистем (ДПС): широкозонных (WAAS, EGNOS, MSAS), региональных и локальных. Информация от широкозонных контрольных станций передается на главные станции для совместной обработки и определения общих поправок и сигналов целостности, которые через наземные станции передачи данных отправляются на геостационарный спутник типа Инмарсат, Артемис, МСАТ для ретрансляции потребителям. Радиус рабочей зоны широкозонных дифференциальных подсистем

5000-6000 км. Региональные ДПС обеспечивают отдельные регионы морей в радиусе от 400 км до 2000 км и более. Локальные ДПС имеют радиус действия в пределах 50 – 200 км.

В настоящее время известны широкозонные ДПС: американская (WAAS), европейская (EGNOS) и японская (MSAS). WAAS (Wide Area Augmentation System), широкозонная система геостационарного дополнения GPS может быть использована для высокоточной морской и сухопутной навигации, а также при проведении работ на шельфе в Северной Америке и частично в Северной Атлантике.

В работе над системой EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) принимают участие Франция, Германия, Испания, Великобритания, Норвегия, Италия, Австрия, Португалия, Швейцария. В разработке учитывается интеграция EGNOS с аналогичными системами WAAS и MSAS. EGNOS включает в себя спутники ГЛОНАСС и GPS космический сегмент из трех активных и одного резервного геостационарных спутников, а также наземный сегмент: контрольная станция, главная станция, станция передачи данных. Основу EGNOS составляют геостационарные спутники связи Инмарсат III, на которых установлен ретранслятор навигационных сигнала

лов, соответствующих сигналу поддиапазона L1 GPS. Ретранслятор передаст дальномерный псевдошумовой C/A код, навигационное сообщение, сообщение о целостности сигналов спутников GPS, ГЛОНАСС и Инмарсат III, вектор поправок для спутников GPS, ГЛОНАСС и Инмарсат III. Для синхронизации измерений используются отдельные наземные станции.

ДПС MSAS (Multifunctional Transport Satellite Augmentation System), разрабатываемая в Японии, предназначена для навигации и связи, и должна состоять из трех основных частей: космического сегмента, наземного сегмента и сегмента потребителей. Зона действия MSAS охватывает большую часть азиатской территории России и прилегающих акваторий морей и Тихого океана. Планируется полностью ввести MSAS в строй к 2010 г. Ожидаемая точность определения координат с помощью ДПС MSAS лучше точности номинального режима ГЛОНАСС и GPS, и составит 2,5-5 м. Предусмотрено сопряжение данной ДПС с региональными и локальными ДПС, что позволит повысить точность определения координат.

Региональная ДПС Starfix состоит из 60 наземных контрольно-корректирующих станций и четырех спутников Инмарсат, охватывая районы всех континентов, акватории прилегающих морей и океанов, за исключением части Африки и Азии (Россия). Точность определения места 1-2 м на расстояниях до 1000 км и соответственно 3 м при расстояниях свыше 2000 км от ДПС.

Региональная ДПС SkyFix охватывает все основные районы Земли, где проводятся работы по исследованиям, добыче, использованию природных ресурсов. По сигналам GPS данная ДПС обеспечивает точность определения места 3 м, а с использованием нескольких контрольно-корректирующих станции лучше 1 м. Создаваемая региональная ДПС SkyFix фирмой Rasal Survey Limited будет состоять из 60 контрольно-корректирующих станций и четырех геостационарных спутников Инмарсат. Предполагается в будущем использовать не только сигналы GPS, но и ГЛОНАСС.

Проект создания региональной ДПС Eurofix выполняется совместно российскими и европейскими специалистами на основе использования передающих станций радиотехнических систем дальней радионавигации Лоран - С/Чайка для передачи корректирующей информации подсистем ГЛОНАСС/GPS. Результаты предварительных исследований показали, что точность определения места составила 3,4 м на расстояниях 1000 км и около 2,5 м на расстоянии около 500 км от контрольно-корректирующей станции. Основным преимуществом данного проекта региональной ДПС по сравнению с другими является меньшие материальные затраты при охвате значительной площади обеспечения высокоточного определения координат. Аналогичные проекты создания региональных ДПС существуют в других странах (США, Канада, страны бассейна Средиземного моря).

Локальные ДПС для передачи данных используют всенаправленные средневолновые радиомаяки с дальностью действия до 200 км. Запланировано создать сеть таких локальных ДПС, работающих по СНС ГЛОНАСС и GPS, вдоль всего побережья России и акваторий прилегающих морей. Средняя квадратическая погрешность определения координат при совместном использовании ГЛОНАСС и GPS в этом случае составит 2 – 4,5 м. Для работы с локальными ДПС в России и на Украине создана соответствующая аппаратура контрольно-корректирующих станций.

Особое место занимают локальные ДПС для высокоточного геодезического обеспечения определения координат на расстояниях не более 50 км. Сантиметровая, дециметровая точность определения координат при использовании геодезических локальных ДПС достигается за счет строгой математической обработки результатов измерений, полученных при слежении за фазой несущей частоты сигнала. Достоинством этих локальных ДПС является то, что для этих систем не предъявляются высокие требования по непрерывности, доступности и целостности, по сравнению с другими ДПС.

Например, по исследованиям работы сети из 11- опорных станций (Финляндия) [ 3 ], оборудованных спутниковыми приемниками Ashtech Z – 12, при использовании дифференциального режима и передаче поправок в стандарте RTCM получена точность определения плановых координат 0,5 см, а точность определения высоты составила 1 см.

По предложению ЕС и Европейского космического агентства (ЕКА) разработан проект создания глобальной СНС «Галилео», основанный на использовании более 21 среднеорбитального спутника и трех геостационарных спутников. СНС «Галилео» в основном предназначена для гражданского пользователя и оптимизирована для стран, расположенных в высоких широтах. Предполагается возможность взаимодействия СНС «Галилео» с GPS и ГЛОНАСС. При использовании локальных ДПС предполагаемая точность определения координат не превысит 0,5 м. Более равномерное расположение рабочих зон спутников СНС «Галилео» по всему земному шару, более высокая тактовая частота структуры сигналов позволят достичь более высокой точности определения места, оперативности и доступности навигационного обеспечения пользователей.

В настоящее время различными фирмами предлагается широкий выбор аппаратуры СНС, удовлетворяющей требованиям любого потребителя. Среди представленных в нашей стране можно отметить следующие фирмы: Javad, Trimble Navigation, Garmin, Leica, Ashtech, КБ «НАВИС», Госцентр Землемер и другие. Фирма JAVAD Positioning Systems выпустила приборы нового поколения: двухчастотные (L1 C/A код, L1/L2 P-код и полные фазы несущих), двухсистемные (GPS/ГЛОНАСС), двенадцатиканальные (GPS + ГЛОНАСС) комбинированные приемники типа Legacy, Odyssey и Regency.

Особенность этих приборов состоит в том, что каждый из них является двух-частотным и двухсистемным приемником. Основой GPS технологии фирмы JAVAD является микросхема *Paradigm*. В корпусе этой микросхемы объединены 40 универсальных каналов, каждый из которых способен отслеживать сигнал GPS или ГЛОНАСС на частоте L1 или L2 и может быть использован в качестве скоростного (32 Кбит/сек) коммуникационного канала. Микросхема *Paradigm* включает в себя 6 независимых высокоскоростных коммуникационных каналов с распределенным спектром, обладающих высокой синхронизацией, из-за жесткой привязки ко времени GPS. В микросхему встроена система шумоподавления, способная погасить 6 внутриполосных помех, а также система обработки сигнала для уменьшения влияния многолучевости при обработке кода и фазы. Приемники фирмы JAVAD снабжаются пакетом программного обеспечения Pinnacle для постобработки данных GPS, полученных в море, а также для планирования GPS-наблюдений, проектирования и предрасчета создаваемых геодезических сетей. Во время обработки программа позволяет получать дифференциальные поправки для повышения точности из различных каналов (с диска, приемника, через сеть Интернет и т. п.). Обработка выполняется автоматически с использованием поправок и анализом уравнивания. Системы координат можно выбрать до обработки или преобразованы в них позже. Имеется встроенная библиотека моделей геоида, которая может обновляться из собственных локальных моделей и из комбинации высот эллипсоида, полученных во время GPS-наблюдений и данных нивелирования.

Фирмой Garmin разработан ряд навигационных приборов GPS, отличающихся простотой исполнения и использования. Новая разработка Garmin – это eTrex, самый маленький и простой 12-и канальный приемник, встроенный алгоритм которого Pace Track позволяет быстро и просто сориентироваться на местности, выбрать или проложить маршрут, отметить путевые точки, определить скорость своего движения. Кроме спутниковых навигационных приемников фирма Garmin предлагает комбинированную систему навигатор-плоттер с эхолотом GPSMAP 235 SOUNDER, которая объединяет в себе функции персонального навигатора и эхолота. Две частоты подводного сканирования, а также графический дисплей с 4 градациями серого цвета позволяют получать качественную информацию о рельефе дна, термоклинах и других подводных объектах. Масштабирование позволяет уточнить подробности рельефа дна на различных глубинах. С помощью функции маркирования можно отмечать подводные объекты для определения их координат и глубины – скалы, углубления и затонувшие предметы, чтобы использовать эту информацию в будущем.

Альтернативные методы обеспечения высокого уровня точности и стабильности данных определения координат с помощью СНС сформировали

критерий для выбора Aquarius LRK GPS системы (фирма Thompson) определения положения для проекта Harwich (морской канал) [ 4 ]. LRK (Long Range Kinematic) является кинематической техникой реального времени, основанной на прямом использовании GPS L1 и L2 фаз несущих частот, в отличие от простого сглаживания кодовых данных, использующегося в дифференциальной GPS.

Известно, что главная часть гидрографических съемок морского дна выполняется и будет выполняться в будущем однолучевыми эхолотами. К высококачественному гидрографическому эхолоту обычно предъявляются следующие требования:

- эхолот должен быть прост в обращении,
- эхолот должен иметь два канала на различных частотах для анализа поверхности дна при различных практических применениях,
- эхолот должен иметь регистратор, который содержит упреждающую аннотацию (выполняет программным путем установку оперативных частот и все настройки имеют обратную связь с процессором), должен применяться приемник новой технологии с высокоэффективными преобразователями, предназначенными почти для всех глубин океана без использования усилителей.

Появление многолучевых эхолотов снизило интерес к разработке новой революционной технологии однолучевых эхолотов и число выпуска за год однолучевых эхолотов снизилось на 10-20%. Батиметрическая съемка многолучевыми эхолотами постепенно становится доступной технологией как по цене, так и по практическому использованию. Но технология съемки однолучевыми эхолотами еще длительное время будет являться основной для получения батиметрических данных на малых участках и в качестве независимого контроля качества съемки многолучевыми системами сбора батиметрических данных. Проявляется интерес к более строгому и эффективному определению точности съемки с помощью многолучевых эхолотов. Поэтому перспективным является развитие систем, обеспечивающих надежный контроль качества съемки многолучевыми системами. Наиболее совершенные однолучевые и многолучевые эхолоты с постоянно обновляющимся ПМО производятся норвежской фирмой Simrad.

Старые многолучевые приемопередающие технологии не могут быстро обрести новое лицо и в основном применяются при съемке мелководий.

Современный подход заполняет брешь между многолучевыми и однолучевыми эхолотами – это 5-и канальный эхолот Mini Swath [ 4 ], который работает с преобразователем  $5 \times 9^0$  частотой 200 КГц, облучая дно полосами по  $45^0$  по обоим бортам судна. 200 КГц и  $9^0$  - это характеристики классического преобразователя для большинства гидрографических съемок, который обеспечивает достаточную детализацию рельефа дна. Имея только один

пятиэлементный преобразователь, система освобождается от полосовой помехи, которая зависит от глубины. Для полного покрытия дна съемкой этим эхолотом необходимо пройти вдвое более галсов по сравнению с многолучевым эхолотом, но выгода несравнима с классическими многолучевыми системами. Например, съемки гаваней, каналов часто являются небольшими по объемам работ. 10-ти часовая работа с однолучевым эхолотом может быть уменьшена до двух часов с многолучевым эхолотом и около трех часов при работе с системой Mini Swath. Время для проверки и калибровки Mini Swath равно времени выполнения тех же операций для однолучевого эхолота, но для многолучевого эхолота оно намного больше и продолжается так долго, что с помощью Mini Swath можно выполнить какую-то работу. Стоимость Mini Swath в 4-5 раз ниже средней стоимости многолучевых систем и ниже в два раза стоимости современного однолучевого эхолота. По габаритам Mini Swath не больше однолучевого эхолота. Он сопрягается с таким же регистратором, как и однолучевой эхолот, но отражает на экране дисплея в реальном времени 3-х мерное представление рельефа дна, как у многолучевых систем. Этот эхолот прост в эксплуатации и не требует специальных знаний и тренировки от пользователя.

Многолучевые эхолоты будут медленно входить в практику гидрографических съемок, что обусловлено рядом причин: высокая стоимость, сложность устройства системы и необходимость высокого профессионального мастерства исполнителя. Многолучевой эхолот является и будет оставаться прибором усложненной технологии, дорогим для производства, используя принцип выполнения измерений, требующий дорогостоящих датчиков движения (перемещений судна) и сложного ПМО для получения результатов съемки высокого качества.

Современные многолучевые системы оснащаются высокоточными датчиками перемещений съемочного судна MRU 1-6/H, Seapath 200, созданными фирмой Seatex.

MRU (Motion Reference Unit) – датчик движения (перемещения) специально разработан для точного измерения рыскания, дифферента, крена, перемещения судна или подводного аппарата по высоте практически для любых морских операций. Эти датчики оснащены акксельрометрами и высокоточными гирокомпасами, в зависимости от применения и удовлетворения потребителя по точности и стоимости. Точность определения угловых параметров составляет  $0,03^0$ , цена колеблется от 10000 до 30000 долларов США.

Датчик Seapath (Position, Attitude, Time, Heading) создан для удовлетворения современных требований о положении, относительном положении, курсе судна при определении координат по гидроакустической навигационной системе (ГНС) и при работе с системами картирования морского дна. Этот датчик интегрируется с GPS и с технологией инерциальной навигации, чтобы

оптимизировать точность батиметрических и сейсмических съемок, и систем доплеровского акустического профилирования течений.

Особо следует отметить фундаментальные достижения в производстве гидролокационной техники. Гидролокаторы бокового обзора (ГЛБО) стали многолучевыми, малогабаритными, высокотехнологичными с развитым ПМО и с возможностью установки практически на любом съемочном судне или даже на катере. Наибольших достижений в их производстве достигла датская фирма Reacon. К таким приборам относится разработка этой фирмы ГЛБО CM 800, предназначенный для работы на глубинах до 1500 м.

Современный уровень точности однолучевых, многолучевых эхолотов, ГЛБО, спутниковых навигационных систем, гидроакустических навигационных систем при их комплексном использовании позволяет значительно повысить качество определения рельефа морского дна, а следовательно и батиметрических карт. Это требует адекватного программно-математического (ПМО) обеспечения. Для решения отдельных задач рядом зарубежных фирм разработано ПМО, ориентированное на конкретного пользователя. Например, фирмой CARIS (Канада) создан пакет программ CARIS LOTS для определения границ шельфа с использованием только однолучевого эхолота и ГЛБО. Фирмой ESRI (США) предложено ПМО ARCINFO-8, позволяющее дополнить существующую цифровую модель рельефа (ЦМР) новыми данными, полученными от многолучевого эхолота, ПМО ARCIMS-3 позволяет создать ГИС для района съемки. Фирмой COASTAL OCEANOGRAPHIC INC. (США) предложено ПМО Hurack Max, позволяющее создавать ЦМР и формировать батиметрическую карту по данным многолучевого эхолота и ГЛБО для гаваней и узкостей на шельфе. Существует также большое число ПМО по созданию электронных карт. Все эти разработки ПМО решают отдельные вопросы создания батиметрических карт и не рассчитаны на комплексную обработку информации от однолучевого, многолучевого эхолотов и ГЛБО, отличаются очень высокой стоимостью и невозможностью для пользователя изменить или улучшить заложенные в них алгоритмы. Поэтому возникает необходимость в создании современной технологии комплексной обработки батиметрических данных, полученных от однолучевого, многолучевого эхолотов и ГЛБО, для построения однородной высококачественной карты крупного масштаба на всю исследуемую площадь морского дна [ 2 ].

Аэролазерная батиметрия имеет значительное преимущество и потенциал по сравнению с с определением глубин в мелком море эхолотами со съемочного судна. Она дает площадной массив данных с высокой продуктивностью и со скоростью летательного аппарата. Лазерная батиметрия начинает широко использоваться и имеет значительные перспективы для выполнения батиметрической съемки в кратчайшие сроки на значительной площади.



Фирмой OPTECH INC. (Канада) создана аэролазерная батиметрическая система SHOALS-1000 (Scanning Hydrographic Operational Airborne Laser Survey), которая является полностью интегрированной и замкнутой, базирующейся на лазерной широкополосной съемочной аппаратуре для мелководных прибрежных вод (глубины не более 40 м) [ 5 ]. Система устанавливается стационарно на самолете или на вертолете. Как дополнение к известным многолучевым акустическим системам, она идеально подходит для крупномасштабной съемки малоисследованных и покрытых водой прибрежных и береговых территорий. Дополнительное преимущество системы SHOALS-1000 состоит в ее способности непрерывной съемки дна водоемов через береговую черту и далее на суше.

Так как аппаратура этой системы установлена на летательном аппарате, то она имеет ряд преимуществ по сравнению с системами, устанавливаемыми на судне:

- съемка выполняется со скоростью летательного аппарата,
- ширина полосы съемки не зависит от глубины водоема,
- система выполняет эффективную съемку на мелководье и на побережье, покрытом водой,
- система может выполнять съемку одновременно как суши, так и дна моря непрерывно через береговую линию.

Предоставляя эти преимущества, система SHOALS-1000 ускоряет решение съемочного задания, дает значительную экономию в цене на единицу снимаемой площади и существенно упрощает ряд других применений береговых съемочных работ.

В настоящее время вырос интерес к производству буксируемых подводных аппаратов (ROV) – в течение года число ROV, интенсивно используемых на производстве, возросло с 385 до 446, и намечается переход к ROV с полностью электрической силовой установкой взамен гидравлической и рассчитанных на большие глубины. Это приведет к значительному повышению эффективности использования ROV и автономных подводных аппаратов (AUV) при выполнении геофизических съемок в глубоководных районах Мирового океана.

За автономными подводными аппаратами будущее. Возросла техническая оснащенность AUV и коммерческая выгода их использования в качестве съемочной платформы, особенно в глубоководных районах, для специальных применений, таких как большой протяженности геофизические профили, океанографические операции. Таким образом, они являются удачной альтернативой съемочным судам.

Остается одной из важных проблем в глубоком море точное определение положения как надводного судна, так и буксируемого или автономного подводного аппарата. Особое внимание уделяется работам на больших глу-

бинах, как наиболее дорогостоящим. Например, в мелководной части Норвежского моря стоимость проекта съемки и бурения на газовом месторождении оценивается около 25000 долларов США, в то время как в глубоководной части Северной Атлантики эта стоимость оценивается в 1,4 млн. долларов США.

Сейчас детальные морские съемки все чаще выполняют с подводных аппаратов – буксируемых, автономных обитаемых или необитаемых, это требует точного определения координат аппарата. Высокая точность определения координат точек необходима при бурении скважин, прокладке кабелей, монтаже трубопроводов, строительстве в море портовых и иных технических сооружений. Освоение шельфа и объявление 200-мильной ширины экономических зон требует точного определения положения границ между акваториями, принадлежащими различным странам, фирмам и т. п. Такая же проблема возникает и на глубоководных участках добычи полезных ископаемых. Комплексирование гидроакустических и спутниковых навигационных систем позволяет обеспечить геодезическую привязку с необходимой точностью для решения всех вышеперечисленных задач [ 1 ].

Наибольшие успехи в создании гидроакустических навигационных систем, которые органично интегрируются с современными навигационными системами и датчиками в комплексы различной конфигурации и назначения, достигнуты объединенной фирмой KONSBERG SIMRAD. Этой фирмой создан ряд гидроакустических навигационных систем серии HPR 400 (Hydroacoustic Position Reference): HPR 406, HPR 408, HPR 410, HPR 418, способных работать в режимах длинной базы (ДБ), короткой базы (КБ), ультракороткой базы (УКБ). HPR 406 – система, работающая в режиме КБ, оснащена 3-4 антеннами, смонтированными в шахтах судна. HPR 408 – система, работающая в режиме ДБ, обеспечивает высокую точность определения положения в пределах акустической дальности действия сети маяков-ответчиков, закрепленных на морском дне. Положение судна или подводного аппарата определяется по дальностям до трех или большего числа маяков-ответчиков. Положение (калибровка) маяков-ответчиков определяется автоматически с точностью в несколько сантиметров. В то же время положение ROV, AUV и надводного судна определяется с точностью в несколько дм.

HPR 410 – система, работающая в режиме ультракороткой базы, способная сопрягаться с другими навигационными системами и датчиками, применяющаяся в условиях повышенного окружающего шума. HPR 418 – система является комбинацией систем HPR 408 и HPR 410, может работать в режимах УКБ и ДБ, а также в комбинации УКБ/ДБ. Для высокоточного и надежного определения положения подводных аппаратов с помощью этих ГНС применяются сферические антенны, состоящие из нескольких сотен элементов с зоной действия в пределах полной сферы. Большое число элементов позволя-

ет ГНС формировать узкие 10-и градусные лучи для приема ответных сигналов от маяков-ответчиков с любого направления.

Таким образом, современное состояние гидрографических, навигационных и геодезических систем, датчиков, объединенных в комплексы с необходимым ПМО, соответствует возросшим требованиям к выполнению морских геологоразведочных работ и любых других морских исследований и работ различного назначения. Пользователю лишь необходимо сделать рациональный выбор между затратами на предлагаемую аппаратуру, технологию и стоимостью результата выполненных работ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галошин А. И., Глумов И. Ф. Гидроакустическая трилатерация. 1995. М. Изд-во «Недра». 174 с.
2. Галошин А. И., Густов А. А., Кузьмин Ю. И. и др. Отчет по НИР «Разработка методики и технологии построения единой карты рельефа дна по комплексным данным различных эхолотов с использованием данных гидролокатора бокового обзора». 2001. Гос. рег. № 01.20.09 002. Санкт-Петербург. ГНПП «Севморгео». 199 с.
3. Соловьев Ю. А. Системы спутниковой навигации. 2000. М. ЭКО-ТРЕНД3.267 с.
4. Jan Eygenraam. Deepening of Harwich Bay Navigational Channel. Hydro international. March 2000. Volume 4. Number 2. p. 32.
5. Scanning Hydrographic Operational Airborne Laser Survey. Optech Inc. Canada. Toronto. January 2000. Version 1.1. 14 p.

### **Modern condition and tendencies of development geodetic maintenance of sea prospecting works**

**A.I.Galoshin**

This paper discusses the latest advancements in hydrographic and geodetic surveying technology, such as differential GPS/GLONASS system for submeter surface positioning, integrated DGPS with HPR hydroacoustic system for the underwater positioning, multibeam sonar systems, side-scan sonar and marine motion sensors, which is specially designed for high precision motion measurements in marine applications for users requiring high accuracy roll, pitch and heave measurements. Airborne laser bathymetry is showing considerable potential to replace sonar for depth sounding. It is remarkable, ROV and AUV are increasingly be-

coming technically and commercially viable as survey platforms for specific applications and will become a much more widely used technique.