

Федеральное агентство морского и речного транспорта

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ МОРСКОГО И РЕЧНОГО ФЛОТА
имени адмирала С. О. МАКАРОВА

Ю.Г. Фирсов

ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОРСКИХ ИЗЫСКАНИЙ

Учебник

Санкт-Петербург
2025

ВВЕДЕНИЕ

Учебник разработан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и рабочей программой дисциплины «Гидрографическое обеспечение морских изысканий».

В современных условиях особенно возрастает роль гидрографического обеспечения различного рода морских изысканий, связанного как с детальным изучением рельефа дна, так и позиционированием подводных технических средств в водной толще и вблизи дна. Подобные задачи решает инженерная гидрография, имеющая особенности в части норм и требований, а также применяемых технических средств и информационных технологий. В отличие от традиционной гидрографии, направленной на создание навигационных морских карт, инженерная гидрография имеет основной целью поддержку разнообразных морских изысканий и направлена в первую очередь для формирования детальных цифровых моделей рельефа дна, а также высокоточного позиционирования различных объектов на дне. Основные отличия инженерной от традиционной гидрографии заключаются в следующем.

1. Выполнение съемок на локальных участках с высокой детальностью
2. Высокоточное определение объектов на дне, в том числе на больших глубинах
3. Комплексное информационное батиметрическое и геодезическое обеспечение
4. Представление окончательных результатов съемки в форматах для ГИС



Глава 1. Технологии выполнения современных гидрографических работ для обеспечения морских изысканий

- 1.1. Средства и методы гидрографического обеспечения морских изысканий
- 1.2. Международная нормативная база современной гидрографии
- 1.3. Отечественные гидрографические нормативные документы
- 1.4. Контроль и оценка качества гидрографического обеспечения морских изысканий



Гидрография - определение МГО

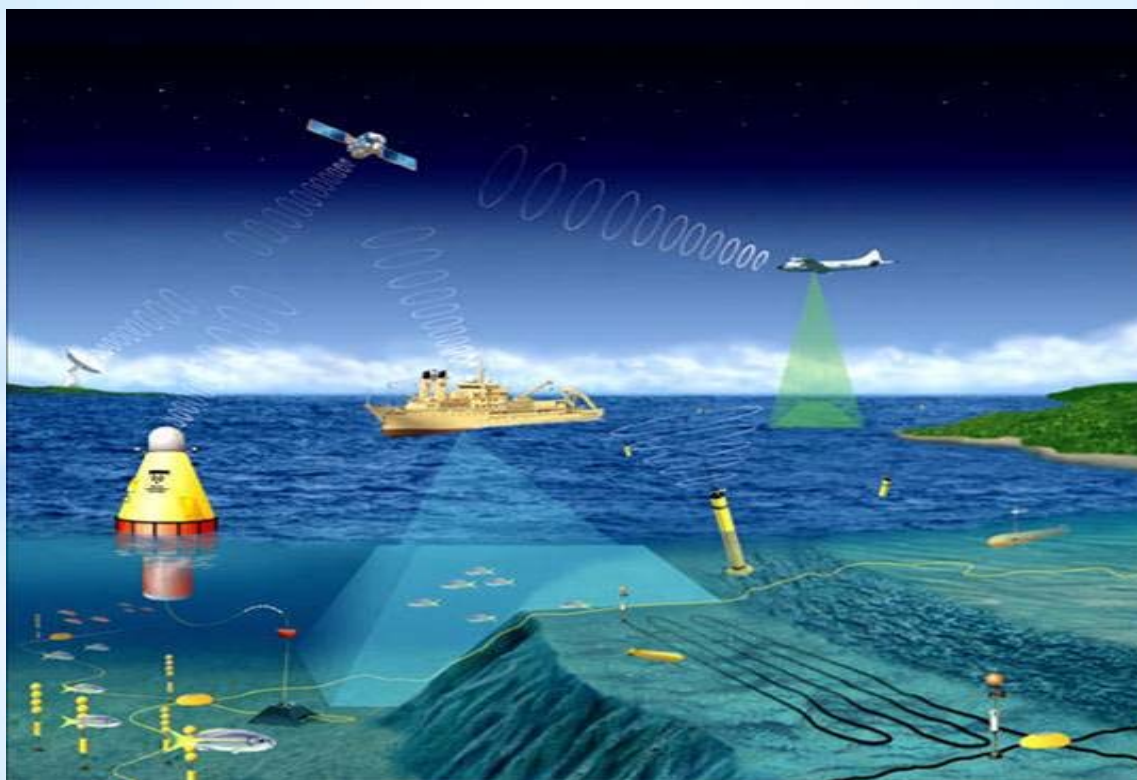
Гидрография является прикладной наукой, связанной с измерениями и описаниями подводного рельефа и морских берегов в интересах обеспечения мореплавания и другой морской деятельности, связанной с исследованиями, защитой среды и предсказанием ее развития.

ГОСТ 23634-83 «Навигация и гидрография морские» определяет Гидрографию, как раздел ОКЕАНОГРАФИИ, включающий изучение Мирового океана в интересах мореплавания и использования природных ресурсов



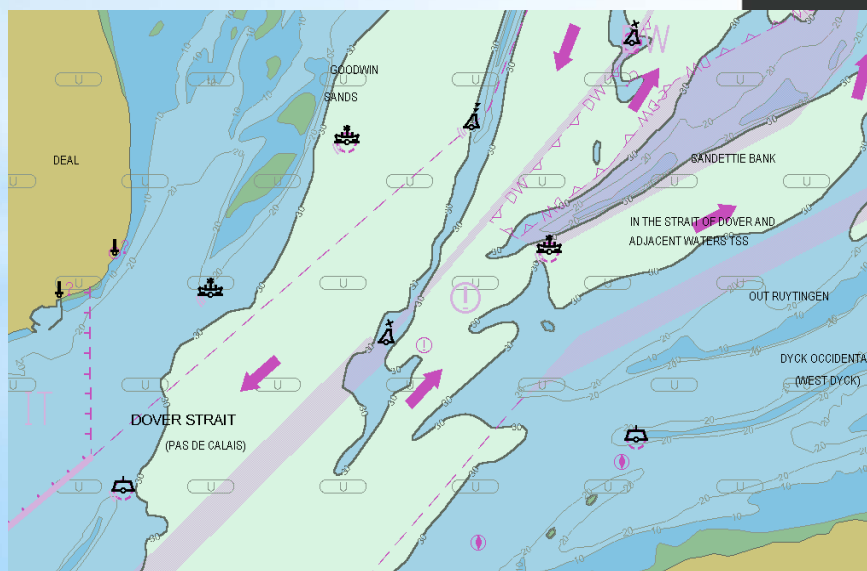
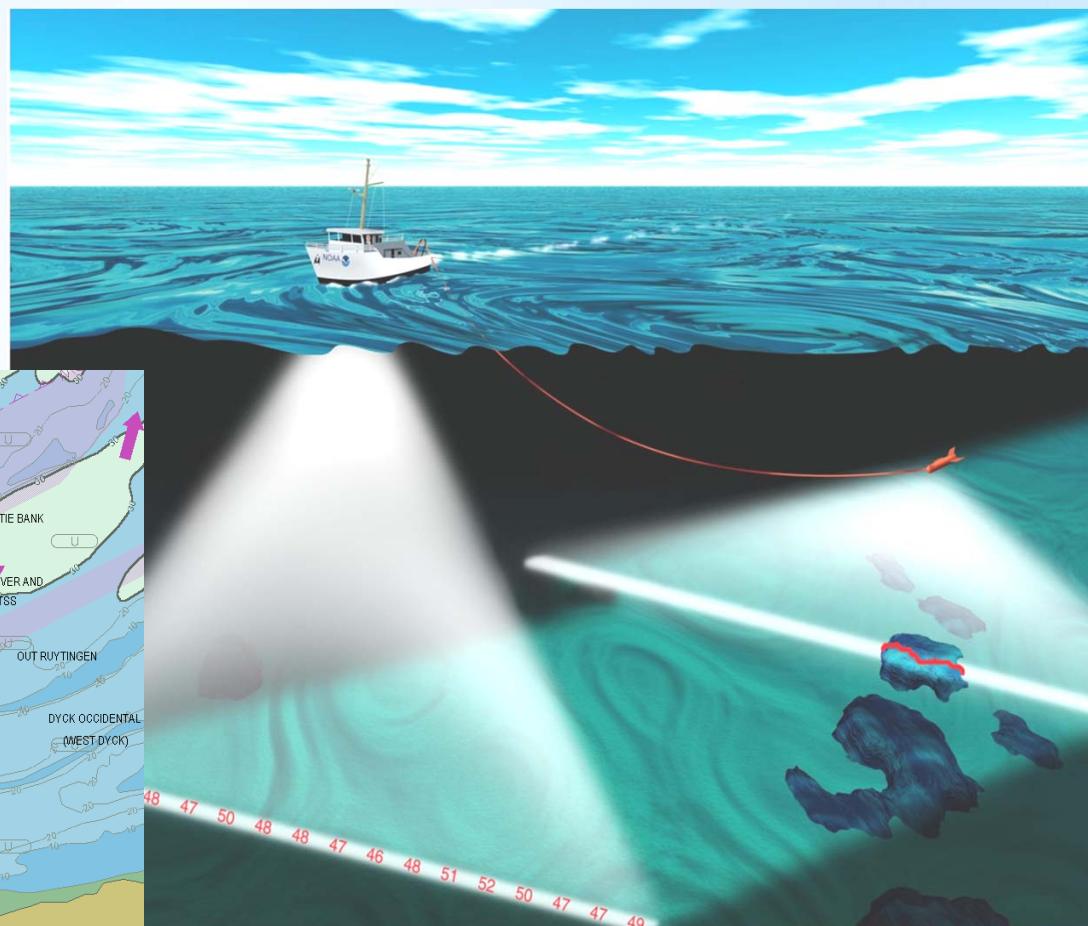
Основные направления современной гидрографической деятельности

- Съёмки для создания навигационных карт (Nautical Charting);
- Съёмки для прибрежных инженерных работ (Surveys for Coastal Zone Management);
- Съёмки в удаленной морской зоне (Industrial Offshore Surveying)



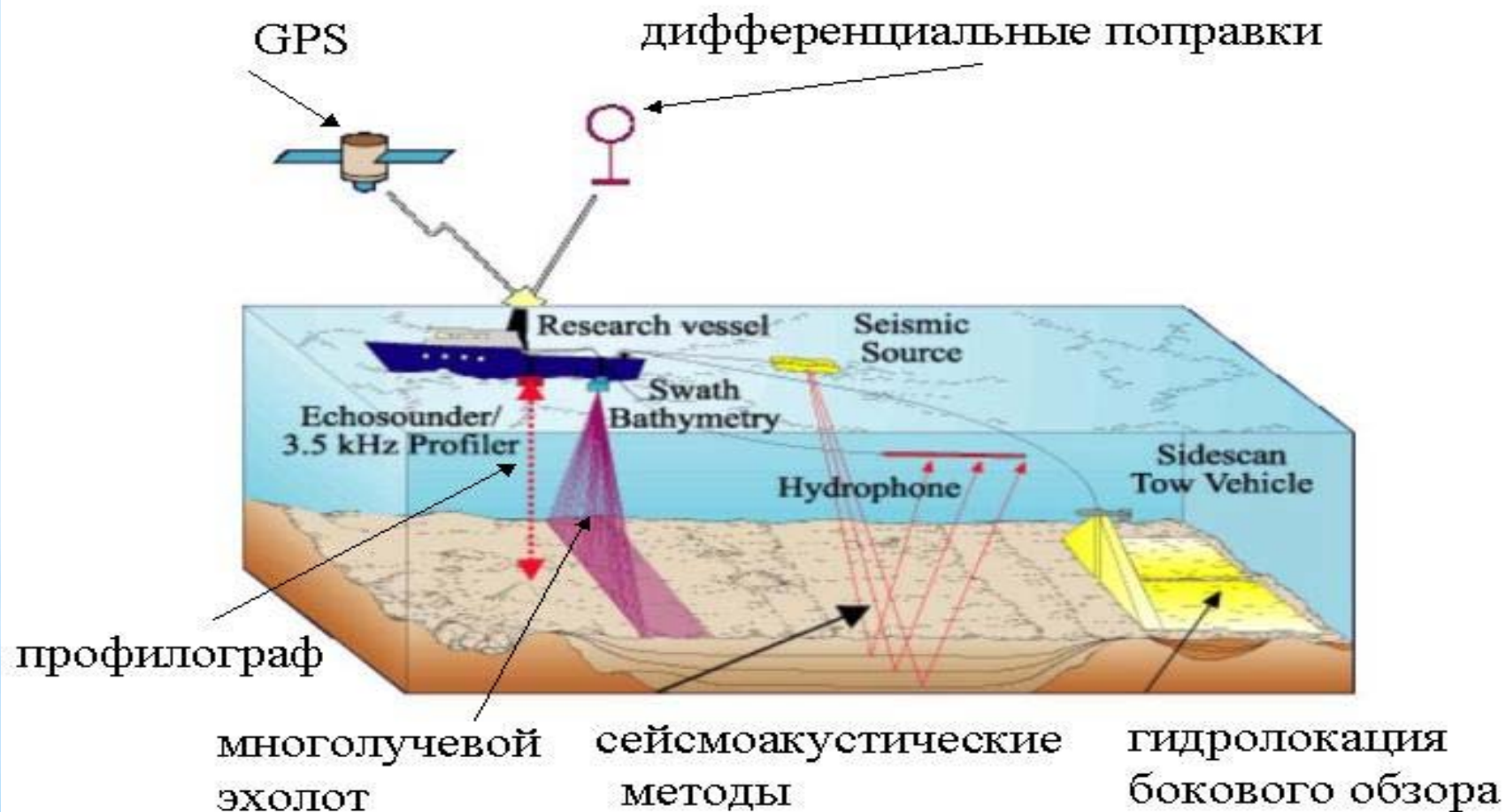


Гидрографические работы для создания навигационных карт





Гидрографические работы на шельфе и в прибрежной зоне





Комплексные гидрографические работы на шельфе и в прибрежной зоне моря





Съемки в удаленной морской зоне - промышленная гидрография





Промышленная гидрография

Основные особенности:

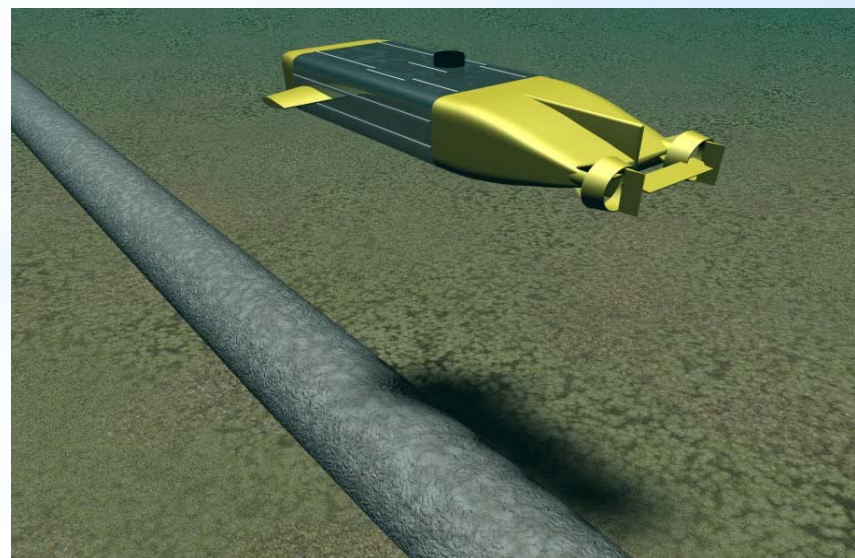
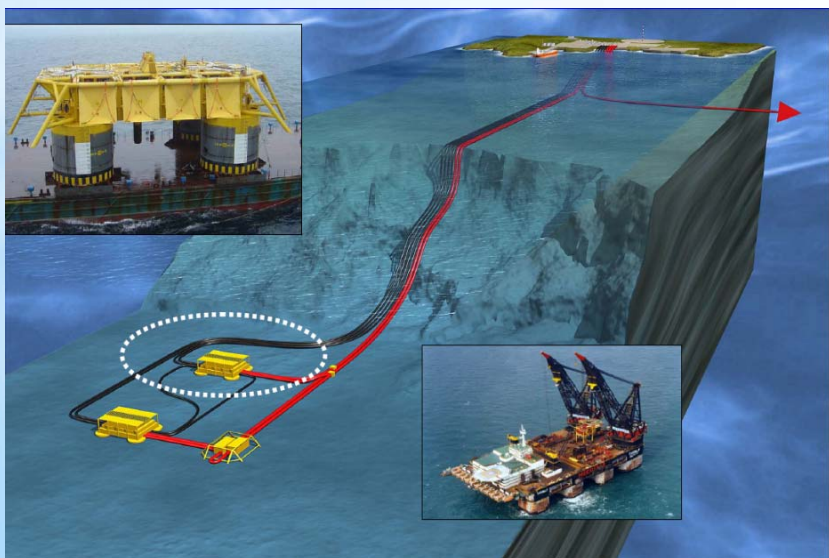
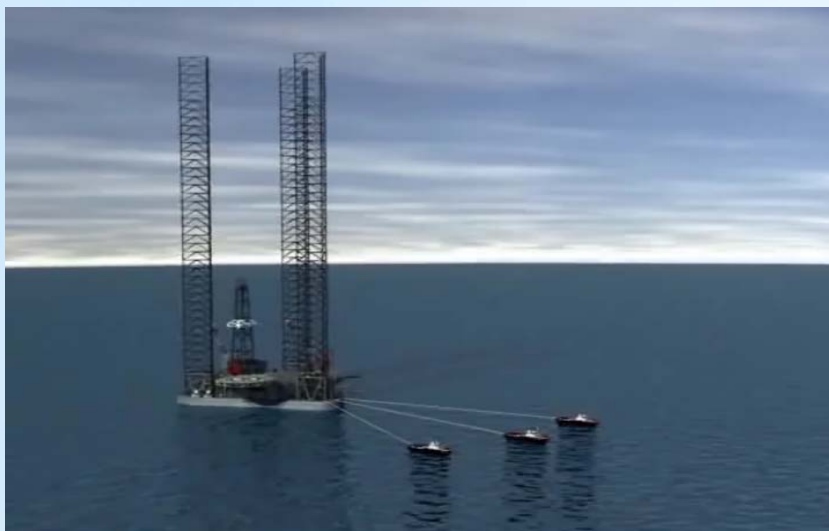
- Высокие требования к качеству позиционирования
- Использование подводных технических средств (ROV – Remotely Operated Vehicle, AUV – Automated Underwater Vehicle);
- Использование навигационных гидроакустических систем с ультра короткой и длинной базой (USBL - UltraShort Base Line, LBL - Long Base Line)





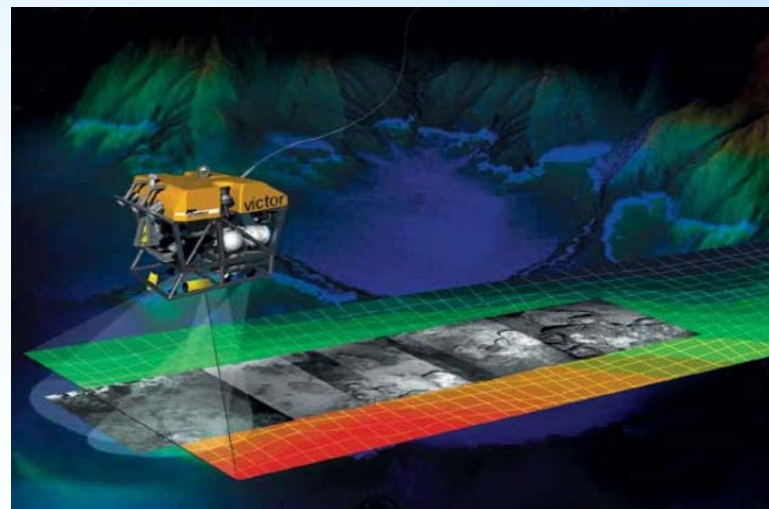
Обеспечение работ на морских месторождениях

- буксировка и позиционирование буровых платформ
- прокладки трубопроводов и кабелей на дне





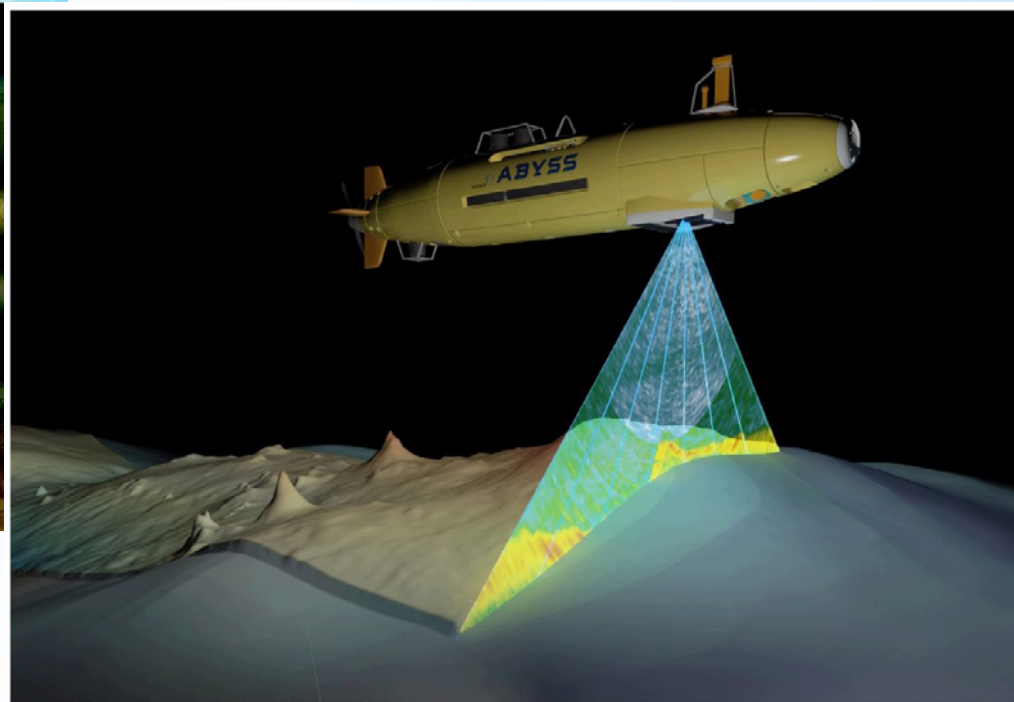
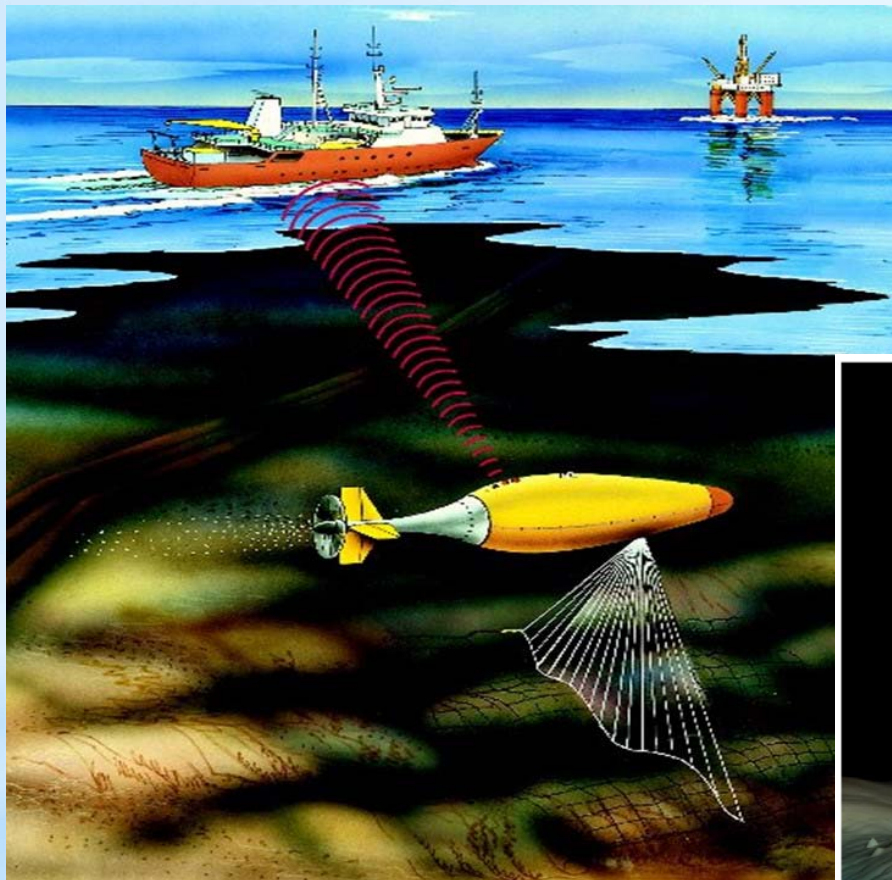
Работа с подводными техническими средствами (ПТС) - телеуправляемые необитаемые подводные аппараты (ТНПА)





АВТОНОМНЫЕ необитаемые подводные аппараты (АНПА)

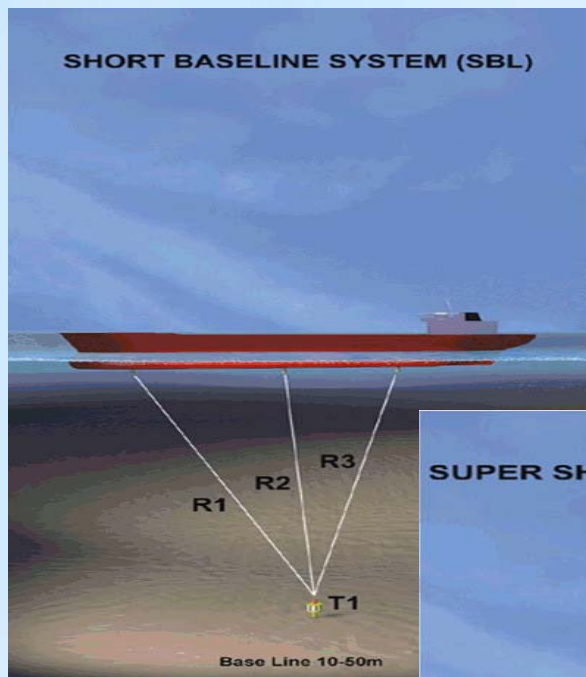
AUV
Autonomous Underwater
Vehicle





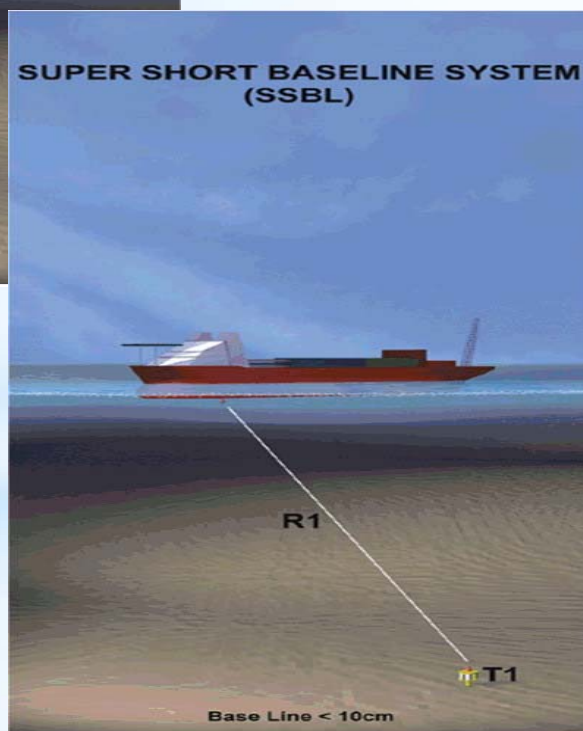
Гидроакустические навигационные системы

SHORT BASELINE SYSTEM (SBL)



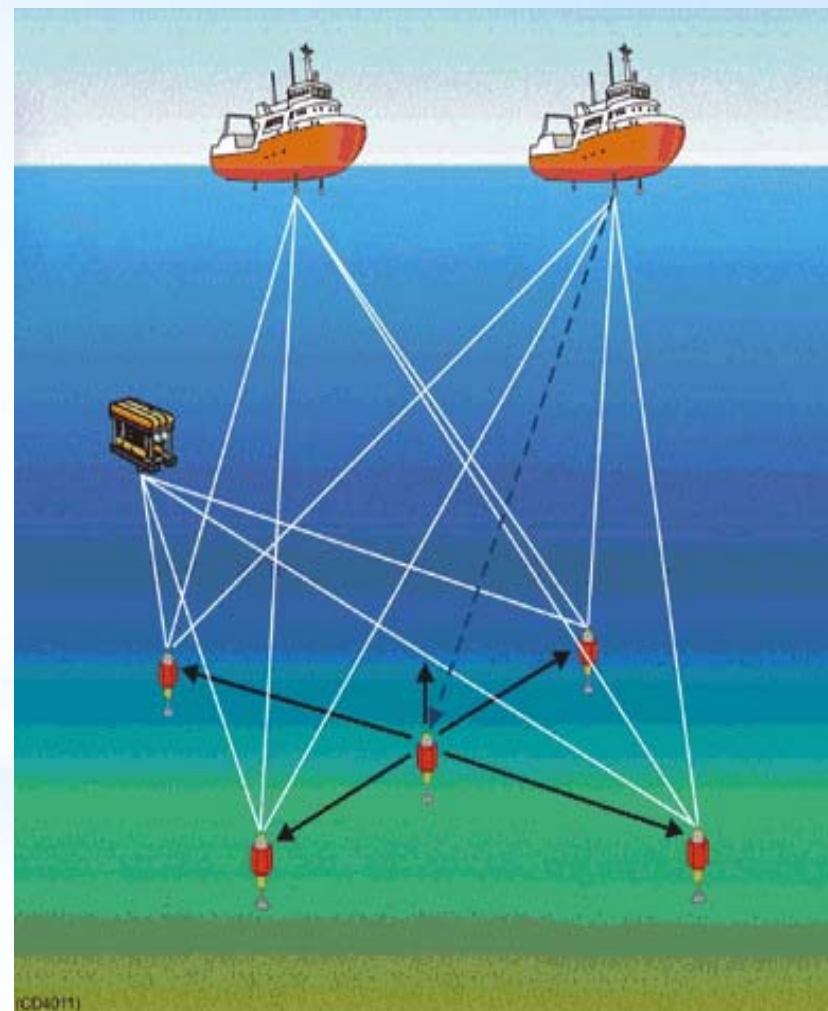
Системы с короткой базой (КБ)

SUPER SHORT BASELINE SYSTEM (SSBL)



Системы с ультра-короткой базой (УКБ)

Системы с длинной базой





Стандарты на гидрографическую съемку МГО

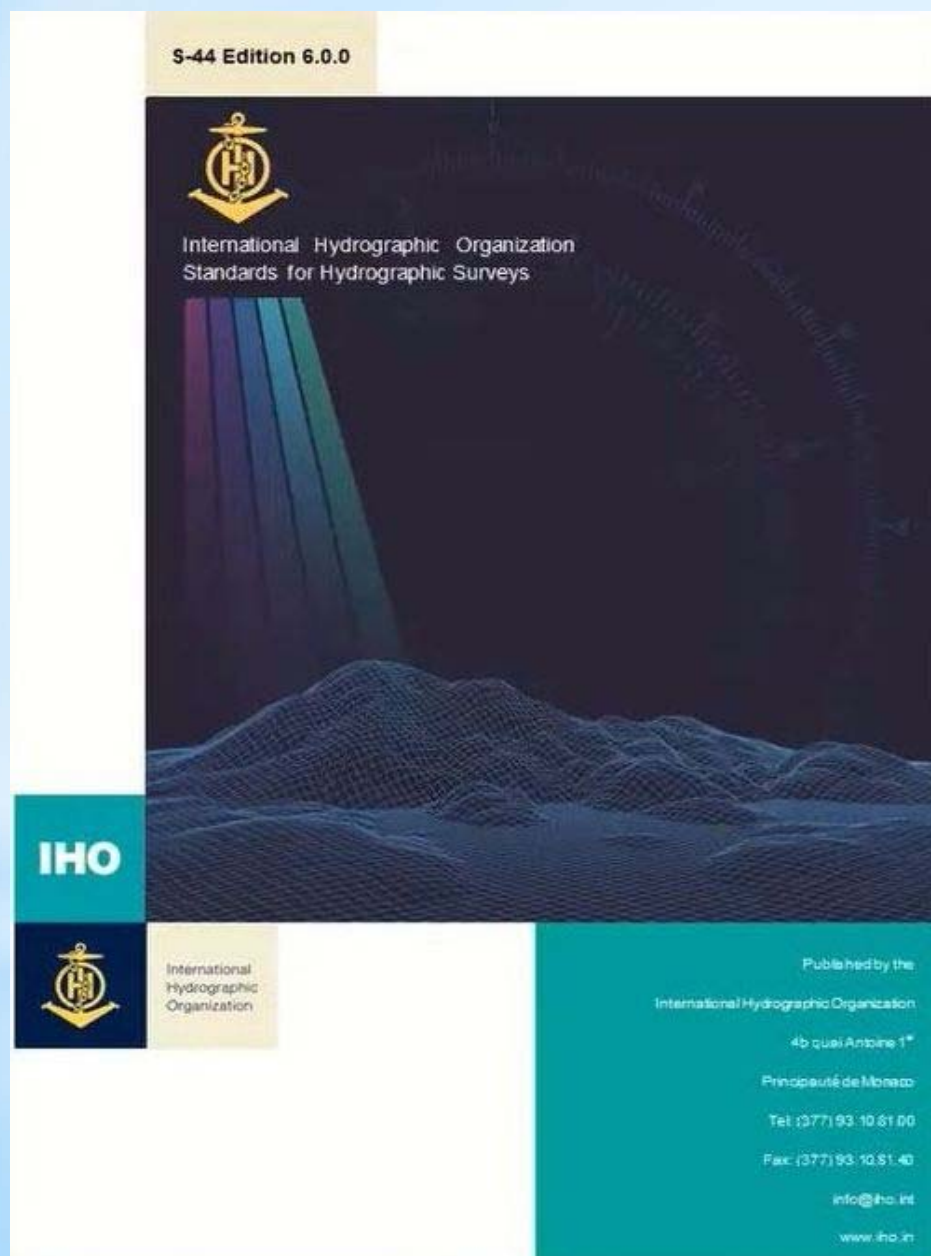
6- ая редакция

S - 44 (2024) –v.6.2.0
является развитием 5-ой
редакции в части качества
съемки рельефа дна;
введены новые понятия –

батиметрическое покрытие»

«матрица спецификаций и .т. д.

В 2024 г. в 280 ЦКП ВМФ выполнен
официальный перевод S 44 v.6.1.0.
на русский язык, дополненный
гlossарием новых терминов





Стандарты на гидрографические съемки корпуса инженеров армии США (US ACE) ЕМ –1110-2-1003 (2013)



US Army Corps
of Engineers

EM 1110-2-1003
30 November 2013

ENGINEERING AND DESIGN

Hydrographic Surveying

Новое издание 2013 года
При этом предыдущее издание
2004 не потеряло свое значение
С 2022 г. документ на сайте
US ACE уже недоступен

DEPARTMENT OF THE ARMY
US Army Corps of Engineers
Washington, DC 20314-1000
EM 1110-2-1003
Manual
No. 1110-2-1003
30 November 2013

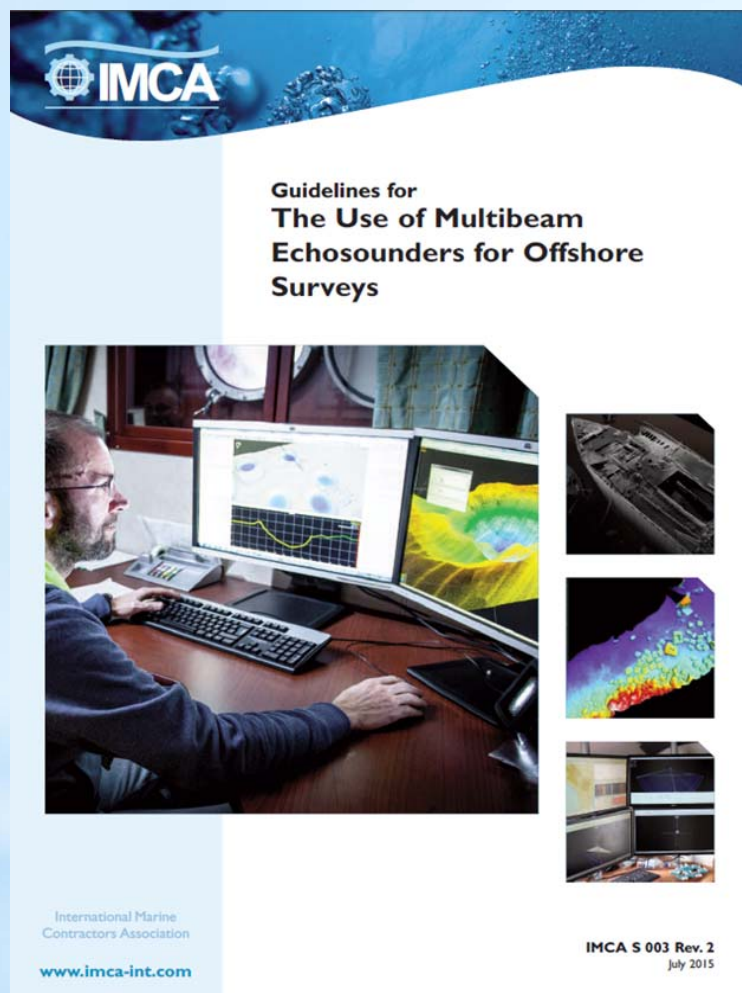
Engineering and Design
HYDROGRAPHIC SURVEYING

TABLE OF CONTENTS

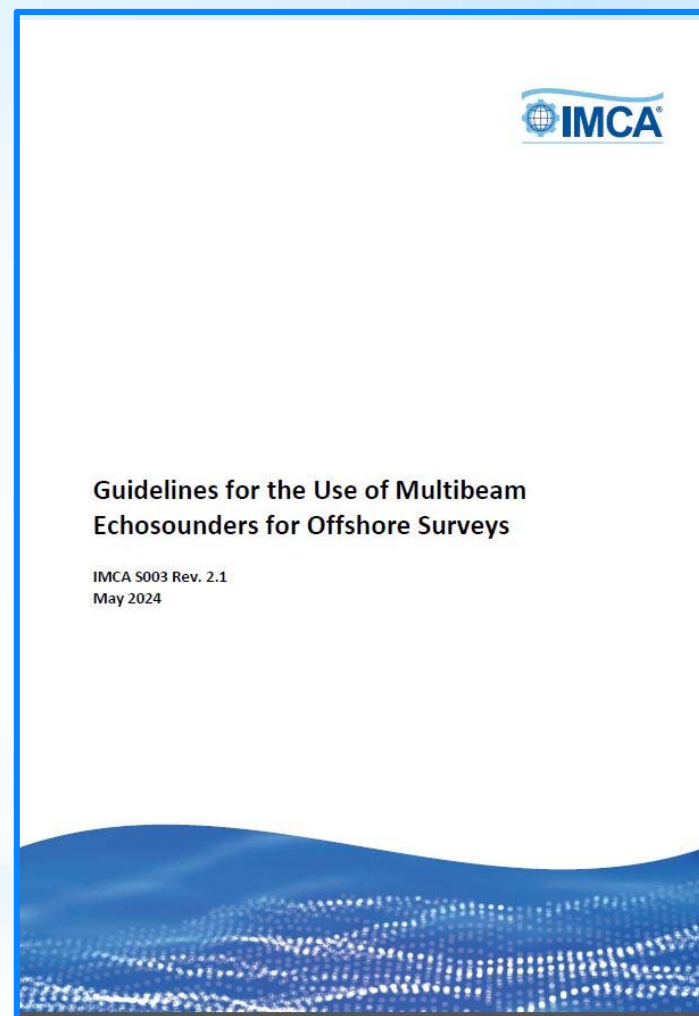
	Paragraph	Page
Chapter 1. Introduction		
Purpose	1-1	1-1
Applicability	1-2	1-1
Distribution	1-3	1-1
References	1-4	1-1
Discussion	1-5	1-1
Abbreviations and Acronyms	1-6	1-1
Hydrographic Survey Support to Corps Civil Works Activities	1-7	1-1
Use and Scope of Manual	1-8	1-3
Hydrographic Surveying Requirements during Project Phases	1-9	1-4
Geospatial Data Policy	1-10	1-4
Metrics	1-11	1-5
Trade Name Exclusions	1-12	1-5
Manual Development	1-13	1-5
Proponency	1-14	1-6
Chapter 2. Overview of Hydrographic Surveys for Civil Works Navigation and Water Control Projects		
Required Supplemental References	2-1	2-1
Section I: Overview of Hydrographic Survey Techniques		
General Hydrographic Survey Methods	2-2	2-1
Survey Coverage Options	2-3	2-2
Survey Line Spacing and Alignment Specifications	2-4	2-3
Horizontal Positioning Methods and Datum Specifications	2-5	2-5
Vertical Datum Specifications	2-6	2-6
Water Surface Elevation Measurement Specifications	2-7	2-6
Vessel Motion and Orientation Requirements	2-8	2-7
Quality Control and Quality Assurance	2-9	2-8
Miscellaneous Survey Requirements	2-10	2-8



Guidelines for The Use of Multibeam Echosounders for Offshore Surveys IMCA S-003,



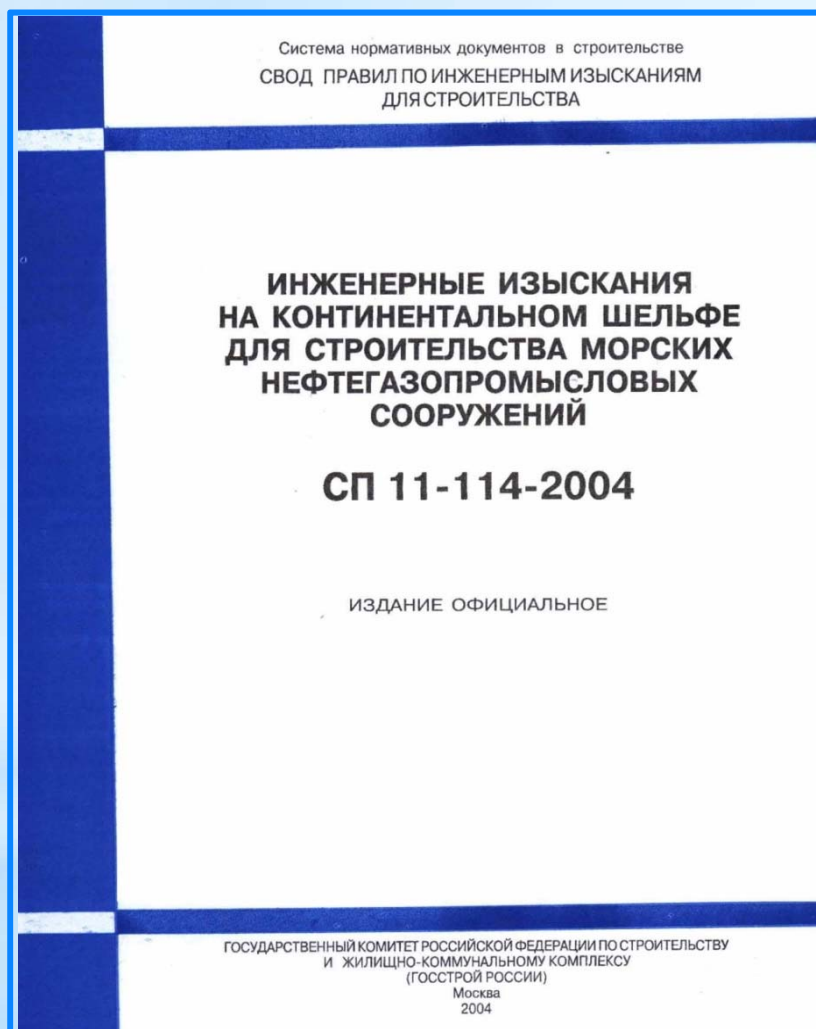
Rev.2 – January 2015



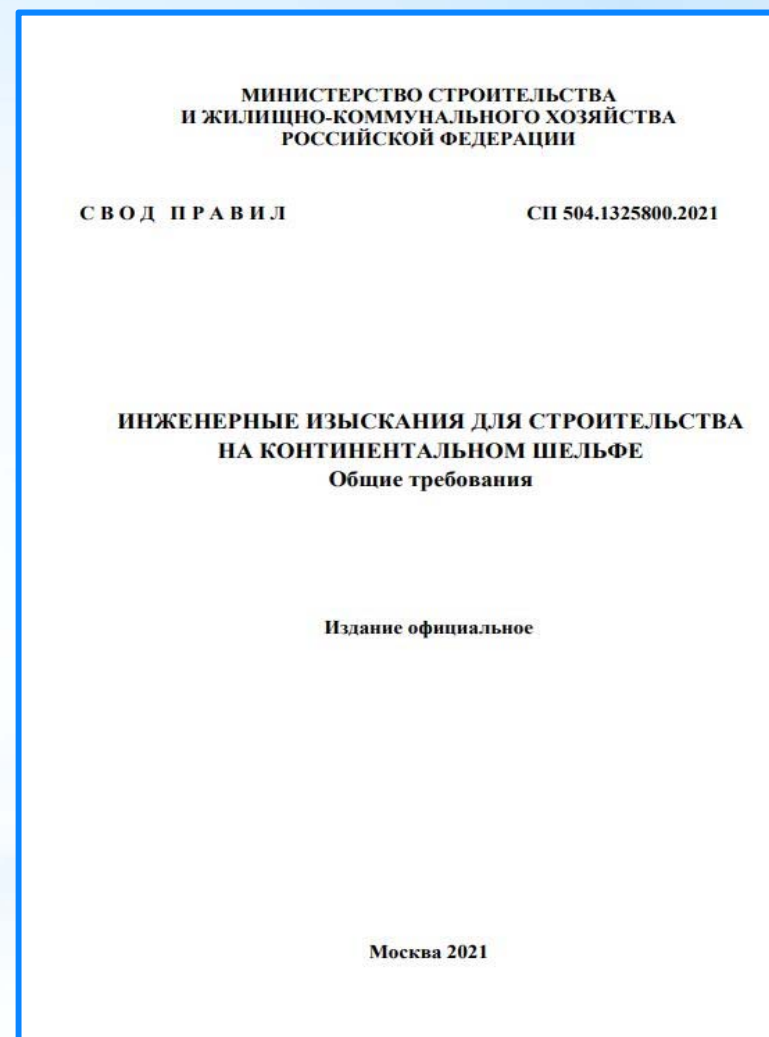
Rev.2.1 – May 2022



Свод Правил Инженерные изыскания на континентальном шельфе 2021



Глава 5. Инженерно-геодезические
изыскания (2004)



Глава 5. Инженерно-геодезические
изыскания (2021)



Контроля и оценки качества гидрографического обеспечения морских изысканий

QC/QA=Quality Control / Quality Assurance

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА (QC) - все планируемые и систематические действия, необходимые для обеспечения достаточной уверенности в том, что продукт или услуга будут удовлетворять заданным требованиям качества

ГАРАНТИИ КАЧЕСТВА (QA)- все процедуры, которые гарантируют, что продукт отвечает определённым стандартам и техническим требованиям.

Этапы Контроль качества/ Гарантии качества

Подготовка к съемке и формирование Плана Качества

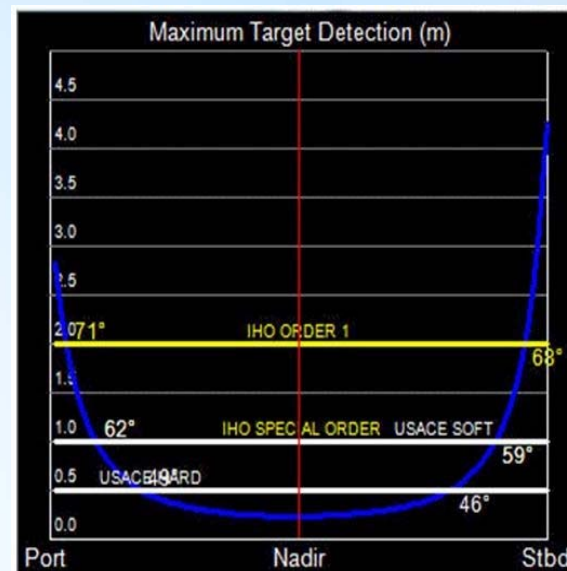
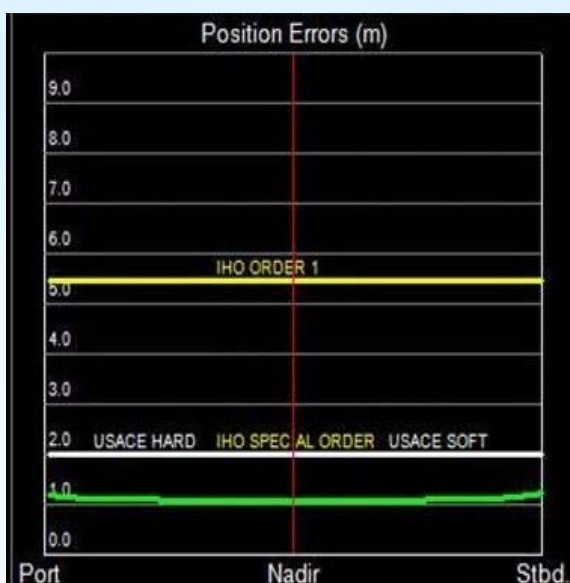
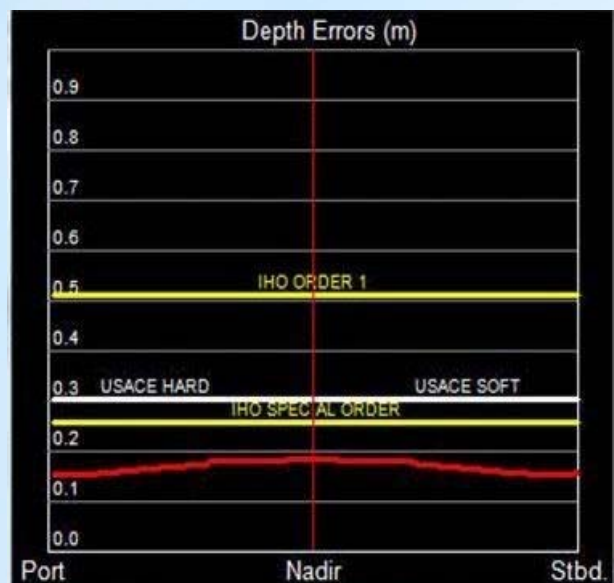
Качества Контроль качества выполнения съемки

Контроль качества при пост-обработке

Контроль качества при представлении результатов съемки



Расчет модели априорных погрешностей в ЭГИС HYDRACK MAX



HYPACK TPE CALCULATOR

	Physical Offsets			Sensor Offset Errors			
	Positions	MRU	Transducer	Positions	MRU	Transducer	
101 Number of Beams	0.00	0.00	-0.14	0.01	0.01	0.01	☒ IHO Special Order
10 Depth of Bottom (m)	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	☒ IHO Order 1
150 Angular Coverage (deg)	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	☒ USACE Hard
40 Maximum Ping Rate (Hz)	0.00	0.00	1.05	0.01	0.01	0.01	☒ USACE Soft
1.5 Along Track Beamwidth (deg)	1529	Speed of Sound (m/s)	5.0	Survey Speed (kts)	1	Roll Angle (deg)	
1.5 Across Track Beamwidth (deg)	1.0	Peak-to-Peak Swell (m)	0.1	Speed Error (m/s)	3.0	Pitch Angle (deg)	
0.15 Pulse Rate (msecs)	0.0	F-A Seafloor Slope (deg)	0.05	Roll Offset Angle of X-Ducer (deg)	0.0	Fixed Heave Error (m)	
180 Sector Steering Angle (deg)	0.0	P-S Seafloor Slope (deg)	0.50	Pitch Offset Angle of X-Ducer (deg)	5.0	Heave (Err of Heave Amplitude)	
12 Amplitude/Phase Meas X-Dover (samples)	0.02	Water Level Error (m)	0.50	Heading Offset Angle of X-Ducer (deg)	0.02	Roll Sensor Error (deg)	
6 Amplitude Detect Denominator	0.05	Spatial Tide Prediction Error (m)	1.05	Transducer Draft (m)	0.02	Pitch Sensor Error (deg)	
240 Frequency (kHz)	0.50	Sound Speed Sensor Error (m/s)	0.5	Positioning System Error (m dmrs)	0.01	Roll Offset Error (deg)	
6 Receive Bandwidth	0.25	Surface Sound Speed Error (m/s)	0.1	Heading Error (deg)	0.01	Pitch Offset Error (deg)	
	1.00	Spatio-Temporal Variation (m/s)	0.02	Draft Error (m)	30	Yaw Offset Error (deg)	
	10	Thickness of S-T Layer (m)	0.02	Squat Error (m)	0.005	Positioning Time Lag (msec)	
	0	Sound Speed Error Beyond SV Profile	0.02	Loading Changes (m)	0.05	MRU Time Lag (secs)	
	21	Maximum Depth of SV Profiler			0.05	Transducer Time Lag (secs)	
						Latency (secs)	

Graph Exit



Глава 2.

Космическая геодезия и средства определения местоположения при гидрографическом обеспечении морских изысканий

- 2.1. Краткое изложение теоретических основ космической геодезии
- 2.2. Достижения прикладной астрономии и космической геодезии
- 2.3. Современное состояние и перспективы развития космической геодезии
- 2.4. Система координат WGS-84 и Международная наземная опорная сеть ITRF
- 2.5. Российские национальные системы координат
- 2.6. Преобразования систем координат
- 2.7. Модели геоидов
- 2.8. Высотная основа для геодезии и гидрографии



Геодезические системы отсчета

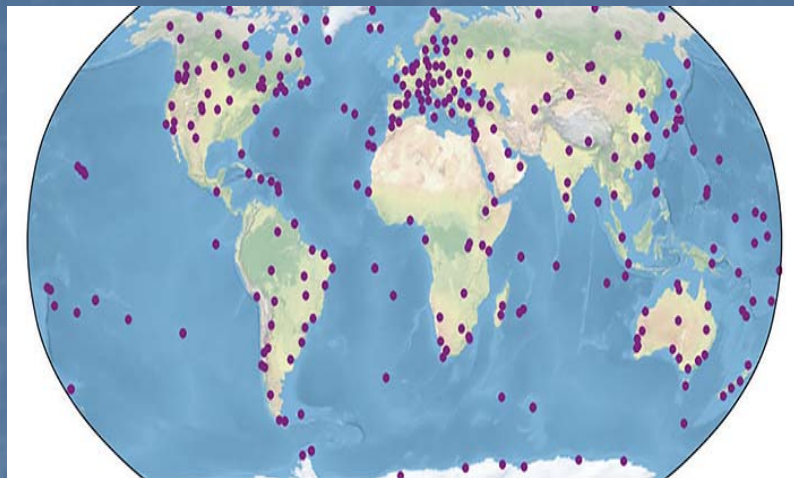
Международная опорная земная система отсчета **ITRF**

Поверхность и полюса Земли подвержены геодинамическим процессам. Ось вращения движется в теле Земли и перемещается относительно небесных тел. Составной частью геодезических систем отсчета являются опорные сети (**Reference Frame = RF**), фиксирующие положение гринвичской пространственной прямоугольной геоцентрической системы координат. Новейшими методами космической геодезии созданы опорные сети станций -

ITRF (**International Terrestrial Reference Frame**), закрепляющие положение центра масс Земли с точностью до 10 см и ориентирующие полярную ось по ее условному земному полюсу (**Conventional Terrestrial Pole**), соответствующему среднему полюсу Земли за период 1900-1905 гг. и исправленному на нутацию.



Глобальная сеть станций IGS



Сеть IGS первоначально создавалась как дополнительный инструмент, способный повысить точность прогнозирования орбит спутников GPS.

В 1993 было всего 20-30 станций, а в 2024 их уже более **500**.

Точность расчета орбит повысилась с 20 см. в 1993 до 2-3 см. в 2004. Точность расчета орбит в режиме реальном времени составляет менее 10 см. На базе сети станций IGS функционирует служба слежения за тектоникой плит и создана систем ITRS (**International Terrestrial Reference System**), реализацией которой на определенную эпоху является сети станций ITRF (**International Terrestrial Reference Frame**).

После выпуска ITRF2020 в апреле 2022 года в IGS разработана новая система координат IGS (IGS20)



Международная земная система отсчета ITRS (International Terrestrial Reference System)

- Реализуется каталогом координат опорных станций ITRF. Для установления используются различные технологии: ГНСС, РСДБ, SLR (лазерная локация ИСЗ), DORIS (Допплеровская Спутниковая система)
- Точность определения координат и скоростей движения станций системы ITRF в пределах 0.1–1 см и 1-0.5 мм в год.
- Система ITRF первоначально согласована со стандартной моделью геопотенциала **EGM96**. Модель содержит все коэффициенты сферических гармоник до 70 степени и 600 выборочных коэффициентов до 360 степени.
- Точность расчета высоты геоида составляет от 0.1 до 0.5 м.



Технологии космической геодезии



РСДБ



SLR

Установление земной системы координат основано:

- РСДБ – радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами;
- Лазерная локация Искусственных Спутников (SLR);
- Спутниковые методы Навстар/ГЛОНАСС (GNSS=ГНСС);
- DORIS – Doppler Orbitography by Radiopositioning Integrated on Satellite (высокоточное определение орбит).



Геодезические системы отсчета

В системе ITRF учитывается дрейф тектонических плит во времени от их исходного положения -эпохи Система ITRF является реализацией геоцентрической системы WGS-84 на определенную эпоху. Последней действующей на сегодняшний день (2024) реализацией WGS-84 является «**WGS-84 (G2238)**». В этой системе отсчета осуществляется прогнозирование орбит спутников НАВСТАР с апреля 2022 года по настоящее время (2025 г.)

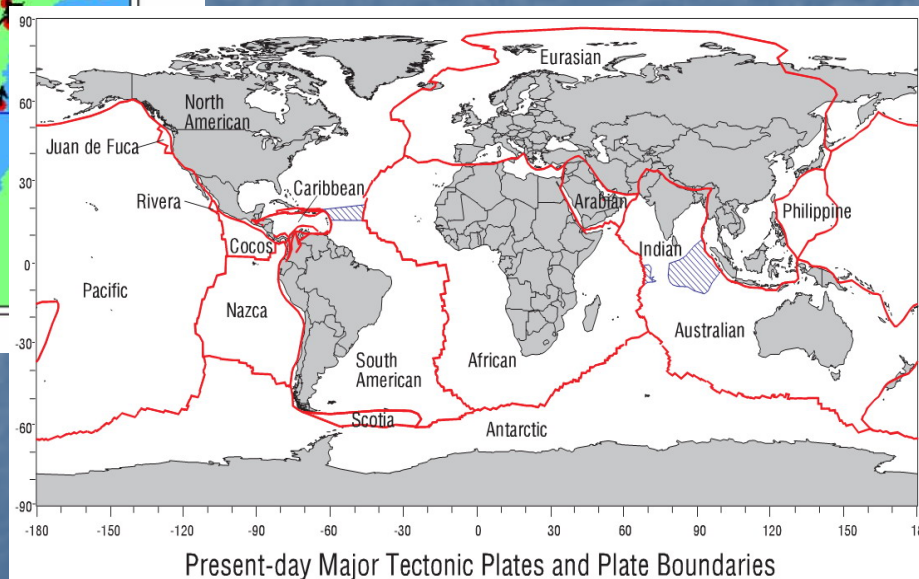
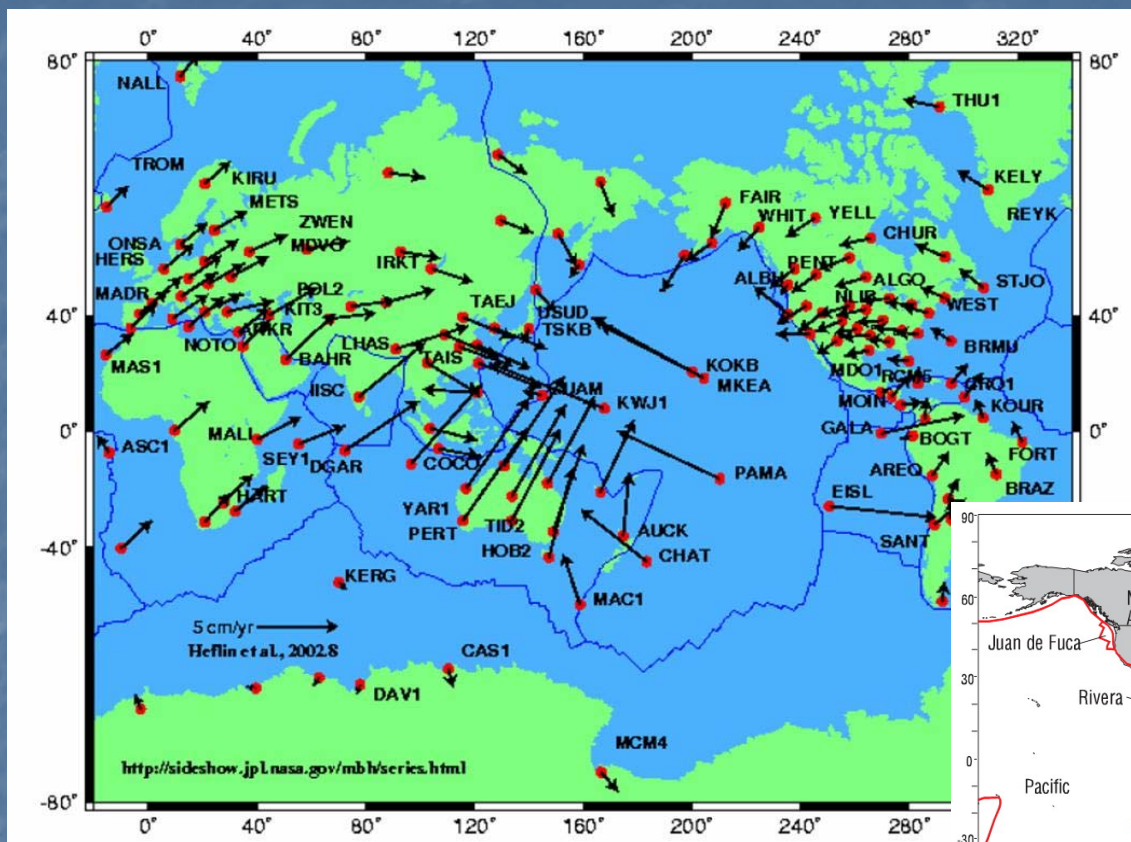
Системы отсчета соотносятся между собой в соответствии со следующей формулой:

$$\text{ITRF 2020} = \text{WGS-84 (G2238)} \pm \Delta \text{ (м)}.$$

где Δ – величина земного прилива



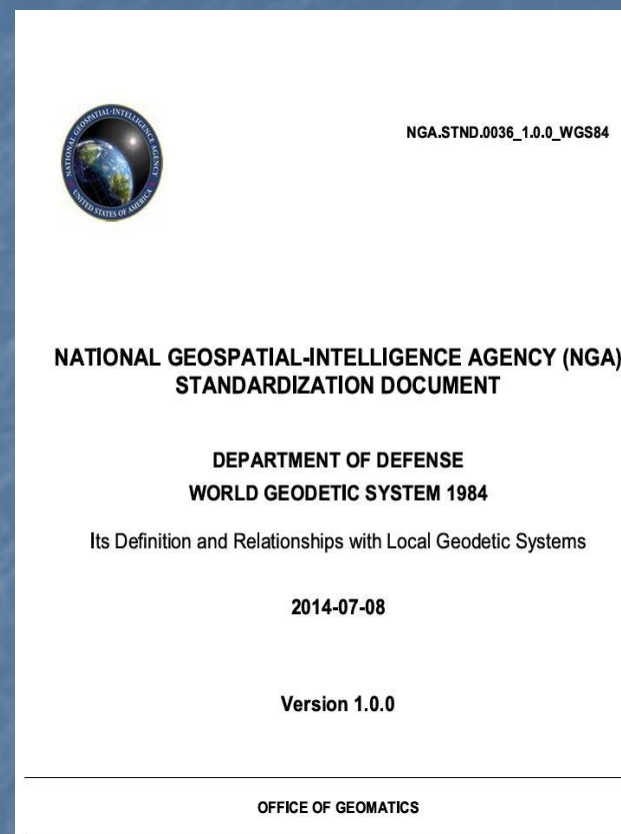
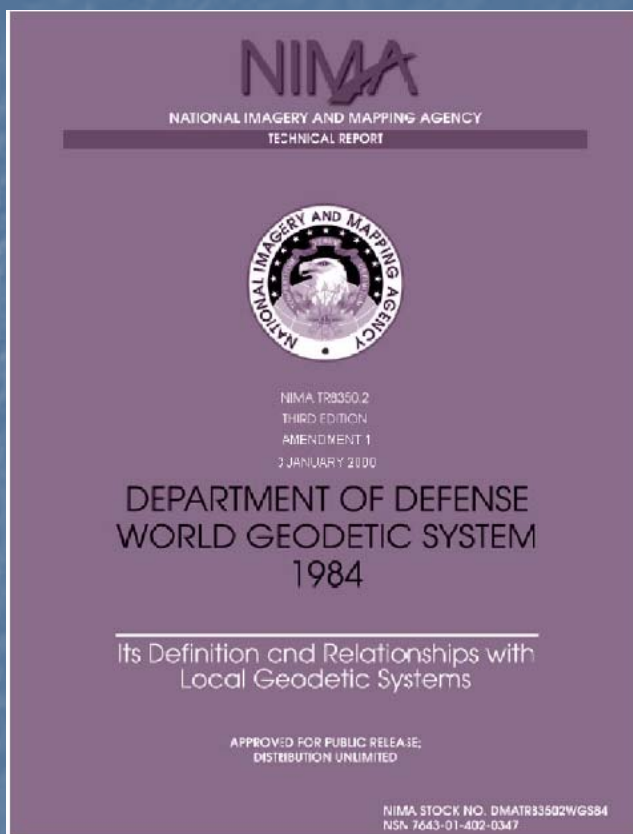
Учет дрейфа тектонических плит



<http://sideshow.jpl.nasa.gov/mbh/series.html>



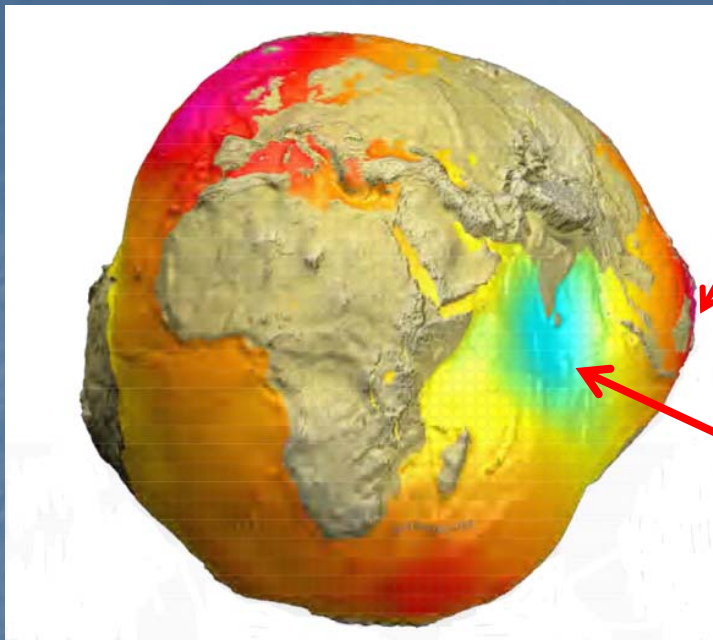
Основная информация по системе координат WGS-84 и ITRF



В издании NIMA (**National Imagery Mapping Agency**) США приводятся основные сведения по системам координат WGS-84 и ITRF, а также параметры для преобразования с одного эллипсоида на другой



Геоид



Новая Гвинея

южная часть Индии.

Геоид – это уровенная (геопотенциальная) поверхность которая на морских акваториях условно совпадает со средним уровнем моря

Вариации в плотности горных пород, а также топографии земной поверхности приводит к тому, что высоты геоида над эллипсоидом изменяются в некоторых местах поверхности земного шара в пределах сотен метров;

- самая высокая точка геоида : +75 м. над эллипсоидом находится в Новой Гвинее**
- сама низкая точка: - 104 м. ниже поверхности эллипсоида находится на юге части Индии.**



Геодетическая и ортометрическая высоты

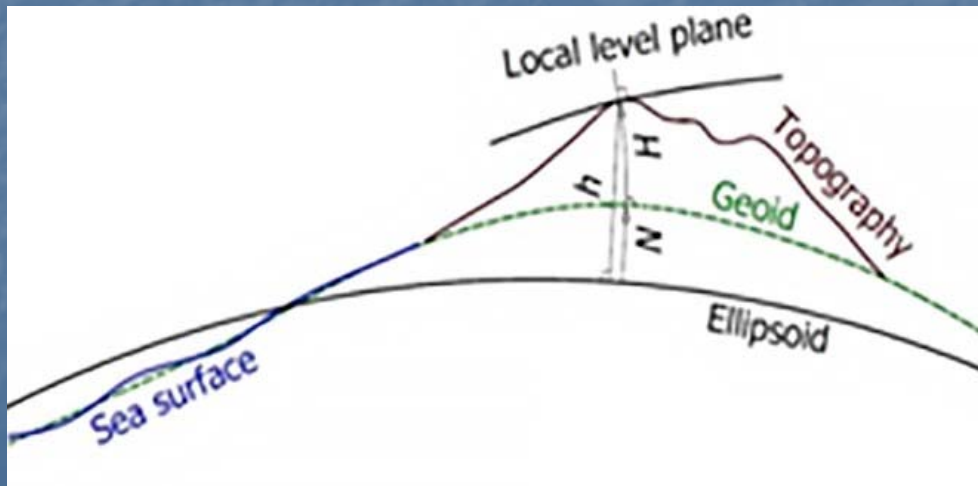


Геодетическая высота (h) является суммой ортометрической высоты (H) и высоты геоида над эллипсоидом (N):

$$h = H + N$$

Величину N часто именуют также «аномалией высот», или «геоидной поправкой».

u - отклонение отвесной линии





Модели геоида

- ▶ Глобальные
- ▶ Региональные
- ▶ Локальные

Наиболее распространенной глобальной моделью геоида является **EGM-96, EGM 2008** созданная в NIMA (National Imagery Mapping Agency) США

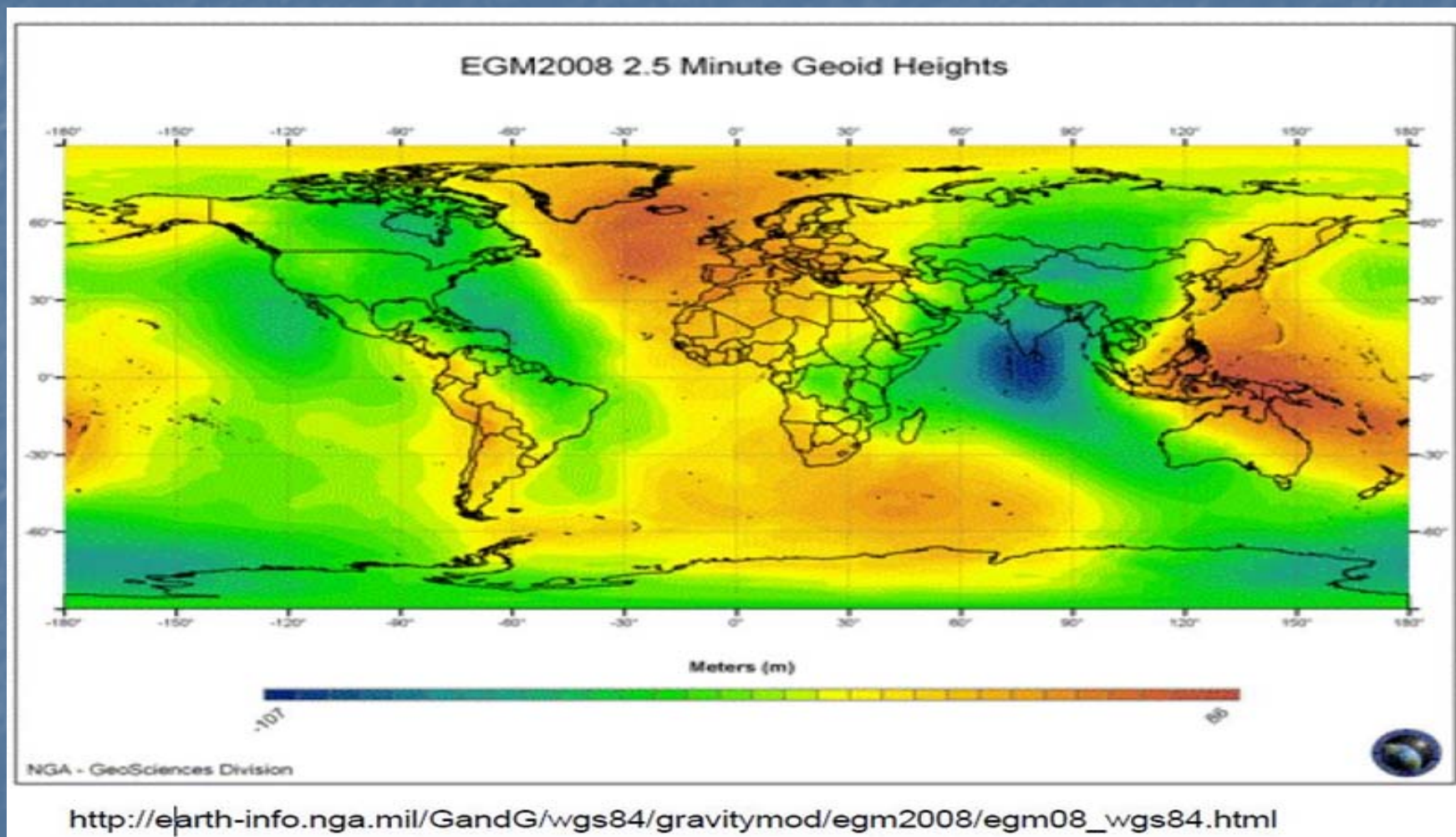
Доступна региональная модель геоида для США и Канады: **Geoid – 96, Geoid – 99, Geoid-12.**

Некоторые страны также опубликовали свои региональные модели геоида (Франция, Бельгия, Нидерланды, Великобритании и др.).



Карта геоида EGM-2008

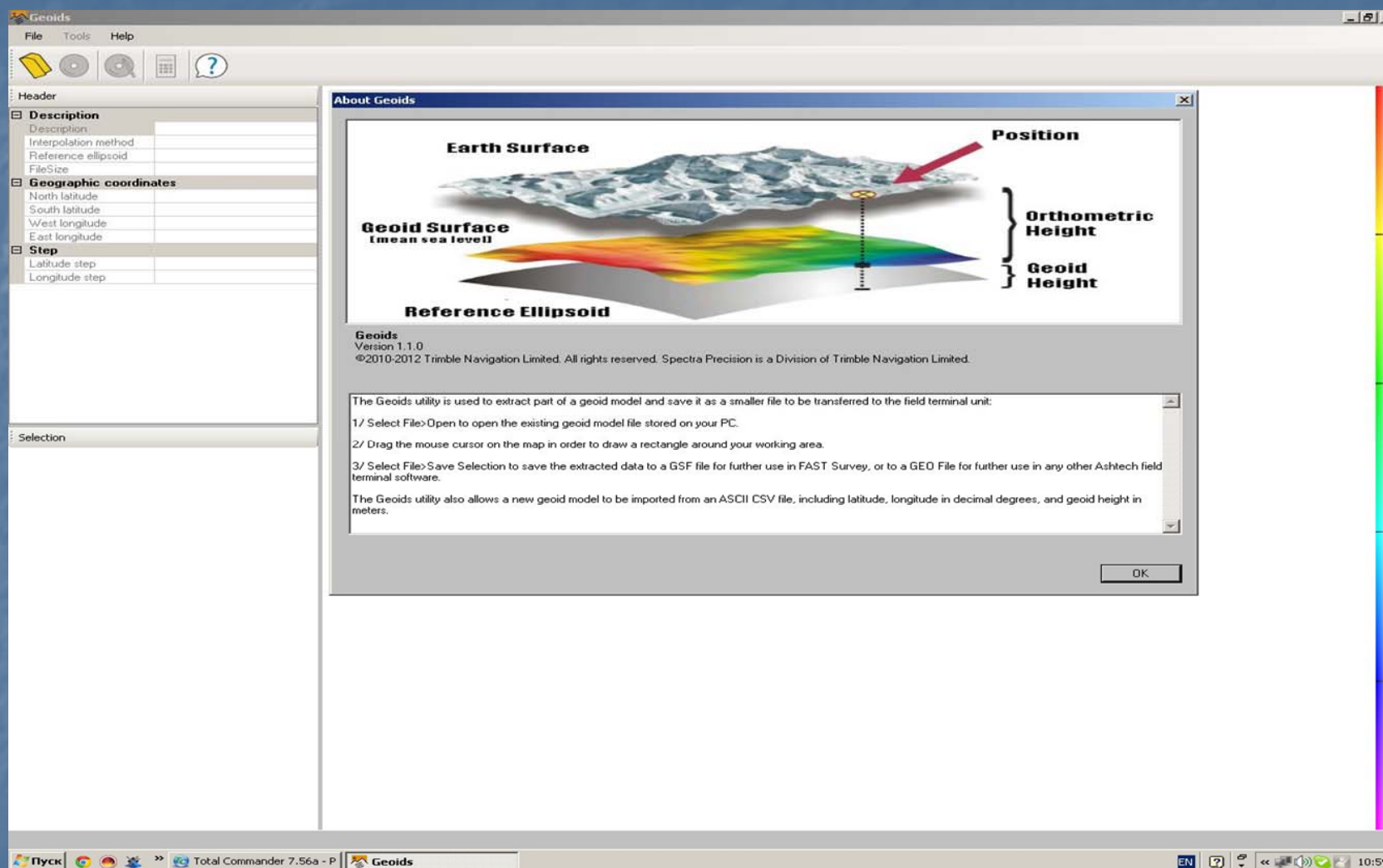
(регулярная сетка высоты геоида 2.5' x 2.5')



http://earth-info.nga.mil/GandG/wgs84/gravitymod/egm2008/egm08_wgs84.html



Программа Geoid



<http://resources.ashtech.com/GEOIDS/>



ashtech

GEOID

Models

- [Australia](#)
- [Belgium](#)
- [Canada](#)
- [Colombia](#)
- [Denmark](#)
- [France](#)
- [Ireland](#)
- [Japan](#)
- [Lithuania](#)
- [Malaysia](#)
- [Mexico](#)
- [Netherlands](#)
- [Norway](#)
- [Sweden](#)
- [United Kingdom](#)
- [United States](#)
- [World](#)

Tools

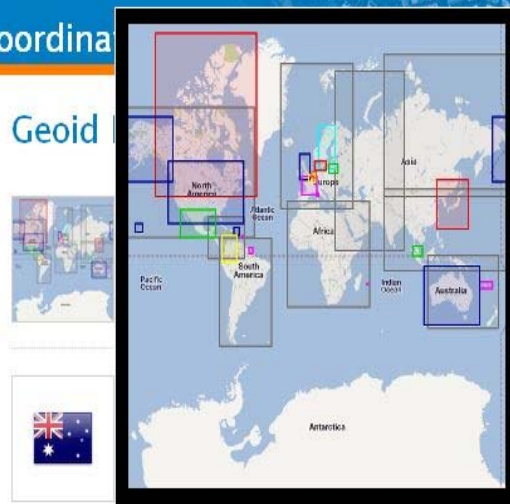
- [Extract Tool](#)

Help

- [When is the Extract Tool Needed?](#)
- [Installing the Extract Tool on your Computer](#)
- [Downloading a Geoid to your Computer and Receiver](#)
- [Cropping a Geoid - Installing a Cropped Geoid](#)
- [Preparing a Geoid for Use in FAST Survey](#)

Coordinat

Geoid



latest Geoid Model available for your area

for Australian Geoid Model AUSGeo09



Download Belgium Geoid Model hBG03

Click above to download and install the vertical shift file for Belgium Geoid Model hBG03



Download Canadian Geoid Model GSD95

Click above to download and install the vertical shift file for Canadian Geoid Model GSD95



Download Canadian Geoid Model HT1

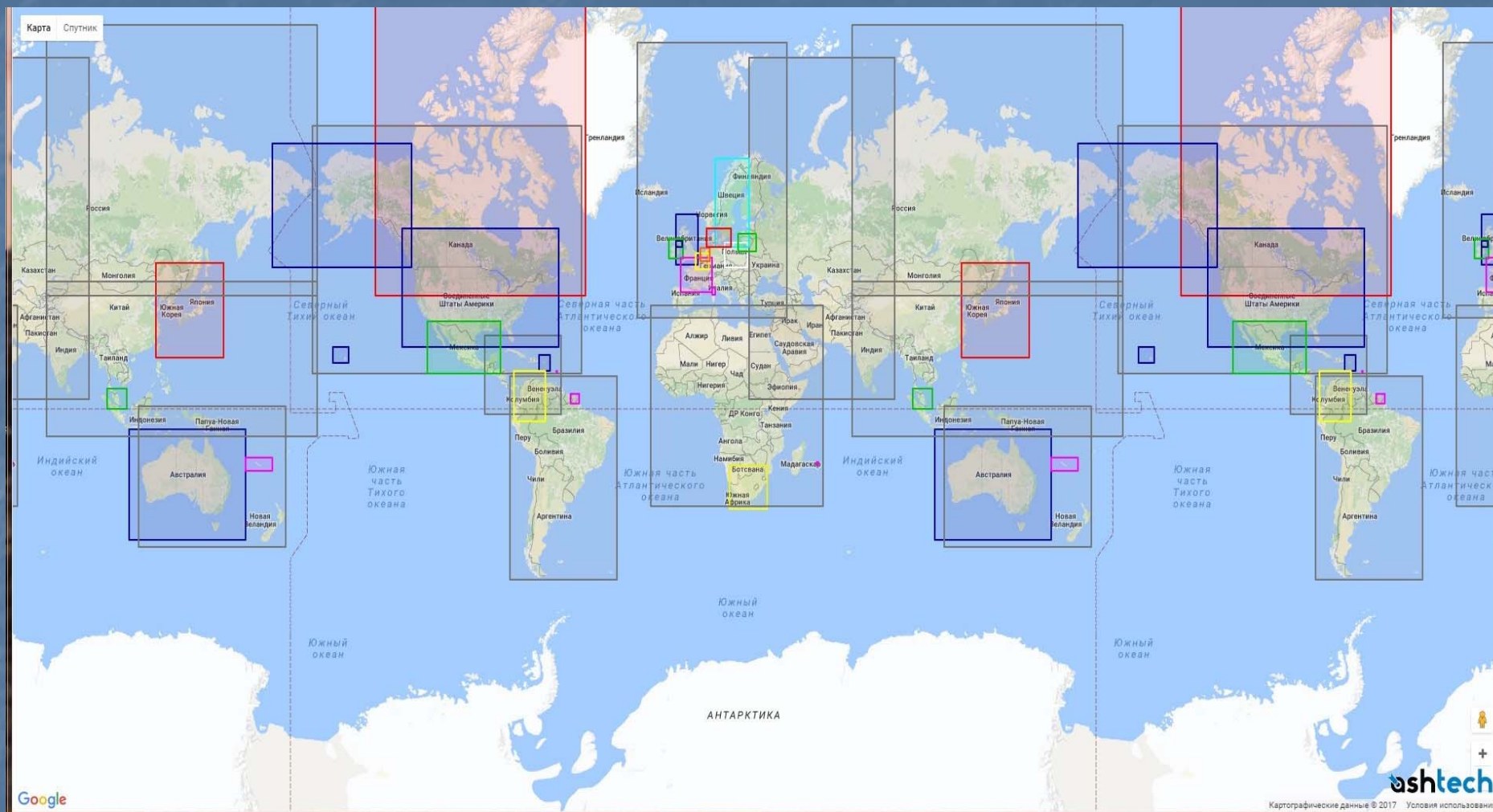
Click above to download and install the vertical shift file for Canadian Geoid Model HT1

Подготовка программы «Geoid»

Региональные модели геоидов для стран Европы, Северной и Южной Америки, а также Австралии



Карта с рамками региональных моделей геоидов



<http://resources.ashtech.com/GEOIDS/maps.html>



Система координат ПЗ-90.11 для ГНСС ГЛОНАСС

Параметры Земли 1990 года
(ПЗ 90-11)
2014

Большая полуось
общеземного эллипсоида

6 378 136

Сжатие
общеземного эллипсоида

1/298,257 84

ВОЕННО-ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ГЕНЕРАЛЬНОГО ШТАБА ВООРУЖЕННЫХ СИЛ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«ПАРАМЕТРЫ ЗЕМЛИ 1990 ГОДА»
(ПЗ-90.11)

Справочный документ

Москва – 2014 г.



Новая система координат ГСК-2011

Постановление Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. N 1463 "О единых государственных системах координат"

В соответствии с **пунктом 1 статьи 5** Федерального закона "О геодезии и картографии" Правительство Российской Федерации постановляет:

1. Установить следующие единые государственные системы координат: геодезическая система координат 2011 года (ГСК-2011) - для использования при осуществлении геодезических и картографических работ;

общеземная геоцентрическая система координат "Параметры Земли 1990 года" (ПЗ-90.11) - для использования в целях геодезического обеспечения орбитальных полетов и решения навигационных задач.

2. Установить, что система геодезических координат 1995 года (СК-95), установленная **постановлением** Правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 г. N 568 в качестве единой государственной системы координат, и единая система геодезических координат 1942 года (СК-42), введенная постановлением Совета Министров СССР от 7 апреля 1946 г. N 760, применяются до 1 января 2017 г. в отношении материалов (документов), созданных с их использованием.

3. Установить, что в единых государственных системах координат, указанных в **пункте 1** настоящего постановления, применяются следующие числовые геодезические параметры:

фундаментальные геодезические постоянные, а также параметры общего земного эллипсоида согласно **приложению**; геометрические и физические числовые геодезические параметры, утверждаемые Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии (в отношении геодезической системы координат Российской Федерации 2011 года (ГСК-2011)) и Министерством обороны Российской Федерации (в отношении общеземной геоцентрической системы координат "Параметры Земли 1990 года" (ПЗ-90.11)).

При этом ориентации координатных осей и угловая скорость единых государственных систем координат в составе числовых геодезических параметров единых государственных систем координат должны соответствовать рекомендациям Международной службы вращения Земли и Международного бюро времени.

4. Федеральной службе государственной регистрации, кадастра и картографии обеспечить создание и эксплуатацию геодезических пунктов геодезической системы координат 2011 года (ГСК-2011) и размещать на своем **официальном сайте** в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" информацию о составе, техническом оснащении и местоположении таких пунктов, за исключением информации, относящейся к государственной тайне.

5. Министерству обороны Российской Федерации обеспечить создание и эксплуатацию геодезических пунктов общеземной геоцентрической системы координат "Параметры Земли 1990 года" (ПЗ-90.11) и размещать на своем **официальном сайте** в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" информацию о составе, техническом оснащении и местоположении таких пунктов, за исключением информации, относящейся к государственной тайне.

6. Министерству обороны Российской Федерации совместно с Федеральным космическим агентством при эксплуатации глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС обеспечить до 1 января 2014 г. переход к использованию общеземной геоцентрической системы координат "Параметры Земли 1990 года" (ПЗ-90.11).

7. Признать утратившим силу с 1 января 2017 г. **абзац второй пункта 1** постановления Правительства Российской Федерации от 28 июля 2000 г. N 568 "Об установлении единых государственных систем координат" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2000, N 33, ст. 3389).

Председатель Правительства
Российской Федерации

Д. Медведев

Москва,
28 декабря 2012 года
N 1463

Приложение к постановлению Правительства РФ от 28 декабря 2012 г. N 1463

Фундаментальные геодезические постоянные, а также параметры общего земного эллипсоида, применяемые в единых государственных системах координат

Параметр	Обозначение	Единица измерения	Значение
----------	-------------	-------------------	----------

I. Геодезическая система координат 2011 года (ГСК-2011)

1. Фундаментальные геодезические постоянные

Геоцентрическая гравитационная постоянная Земли (с учетом атмосферы)	μ	$\text{км}^3/\text{с}^2$	398600,4415
Угловая скорость вращения Земли	ω	рад/с	$7,292115 \cdot 10^{-5}$

2. Параметры общего земного эллипсоида (началом системы координат является центр масс Земли. В качестве отсчетного эллипсоида принят общеземной эллипсоид, ось вращения которого совпадает с осью Z геодезической системы координат (ГСК-2011))

Большая полуось	a	м	6378136,5
Сжатие	α	-	1/298,2564151

II. Общеземная геоцентрическая система координат "Параметры Земли 1990 года" (ПЗ-90.11)

3. Фундаментальные геодезические постоянные

Геоцентрическая гравитационная постоянная Земли (с учетом атмосферы)	μ	$\text{км}^3/\text{с}^2$	398600,4418
Угловая скорость вращения Земли	ω	рад/с	$7,292115 \cdot 10^{-5}$

4. Параметры общего земного эллипсоида (началом системы координат является центр масс Земли. В качестве отсчетного эллипсоида принят общеземной эллипсоид, ось вращения которого совпадает с осью Z системы координат "Параметры Земли 1990 года" (ПЗ-90.11))

Большая полуось	a	м	6378136
Сжатие	α	-	1/298,25784



Семь параметров для преобразования различных систем координат в ГСК-2011

№ п/п	Исходная система	Конечная система	ΔX , м	ΔY , м	ΔZ , м	ω_x 10^3 угл. с	ω_y 10^3 угл. с	ω_z 10^3 угл. с	$m \times 10^6$
1	СК-42	ГСК-2011	+23.575	-140.83	-79.77	-1.738	-346.441	-794.263	-0.2274
2	СК-95	ГСК-2011	+24.65	-129.14	-83.06	-67	+4	+129	-0.175
3	ПЗ-90	ГСК-2011	-1.443	+0.170	+0.230	-1.738	+3.559	-134.263	-0.2274
4	ПЗ-90.02	ГСК-2011	-0.373	+0.2	+0.210	-1.738	+3.559	-4.263	-0.0074
5	ПЗ-90.11	ГСК-2011	0	+0.014	+0.008	+0.562	+0.019	-0.053	+0.0006
6	WGS-84	ГСК-2011	-0.343	+0.470	+1.130	-1.738	+3.559	+65.737	-0.1074
7	ITRF-2008	ГСК-2011	+0.002	-0.003	-0.003	+0.053	+0.093	-0.012	+0.0008



Действующий ГОСТ Р 32453-2017

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(MTC)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

ГОСТ
32453—
2017

Глобальная навигационная спутниковая система

СИСТЕМЫ КООРДИНАТ

Методы преобразований координат
определяемых точек

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2017

Алгоритмы:

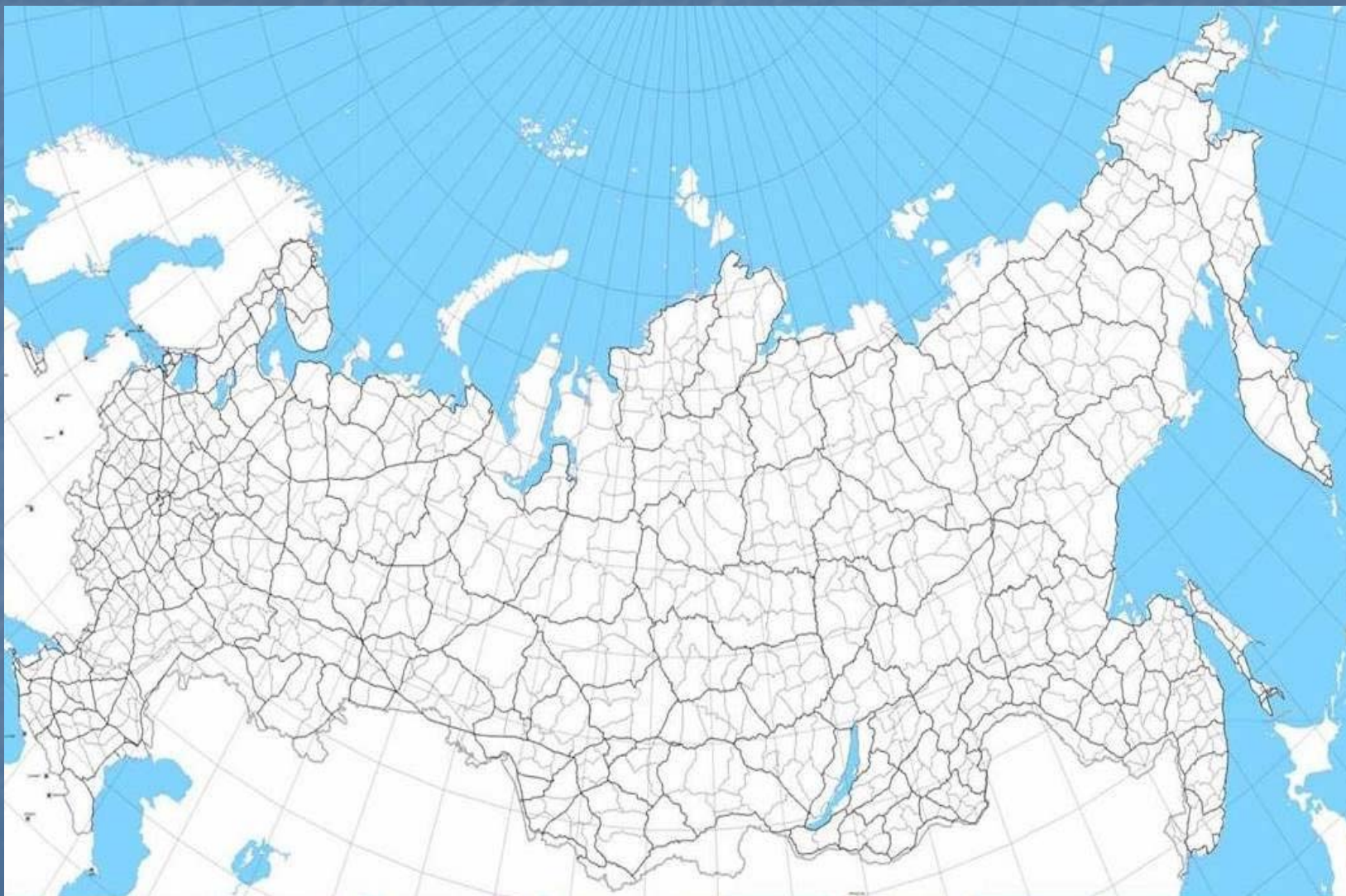
- $B, L, H \rightarrow X, Y, Z$
- $X, Y, Z \rightarrow B, L, H$
- $B, L, H \rightarrow X, Y$ (Гаусс)

Преобразования:

- СК-42 $\leftrightarrow$ ПЗ-90.11
- ПЗ-90.11 $\leftrightarrow$ WGS-84
- СК-95 $\leftrightarrow$ ПЗ-90.11



Распространение единой системы нормальных высот по территории России





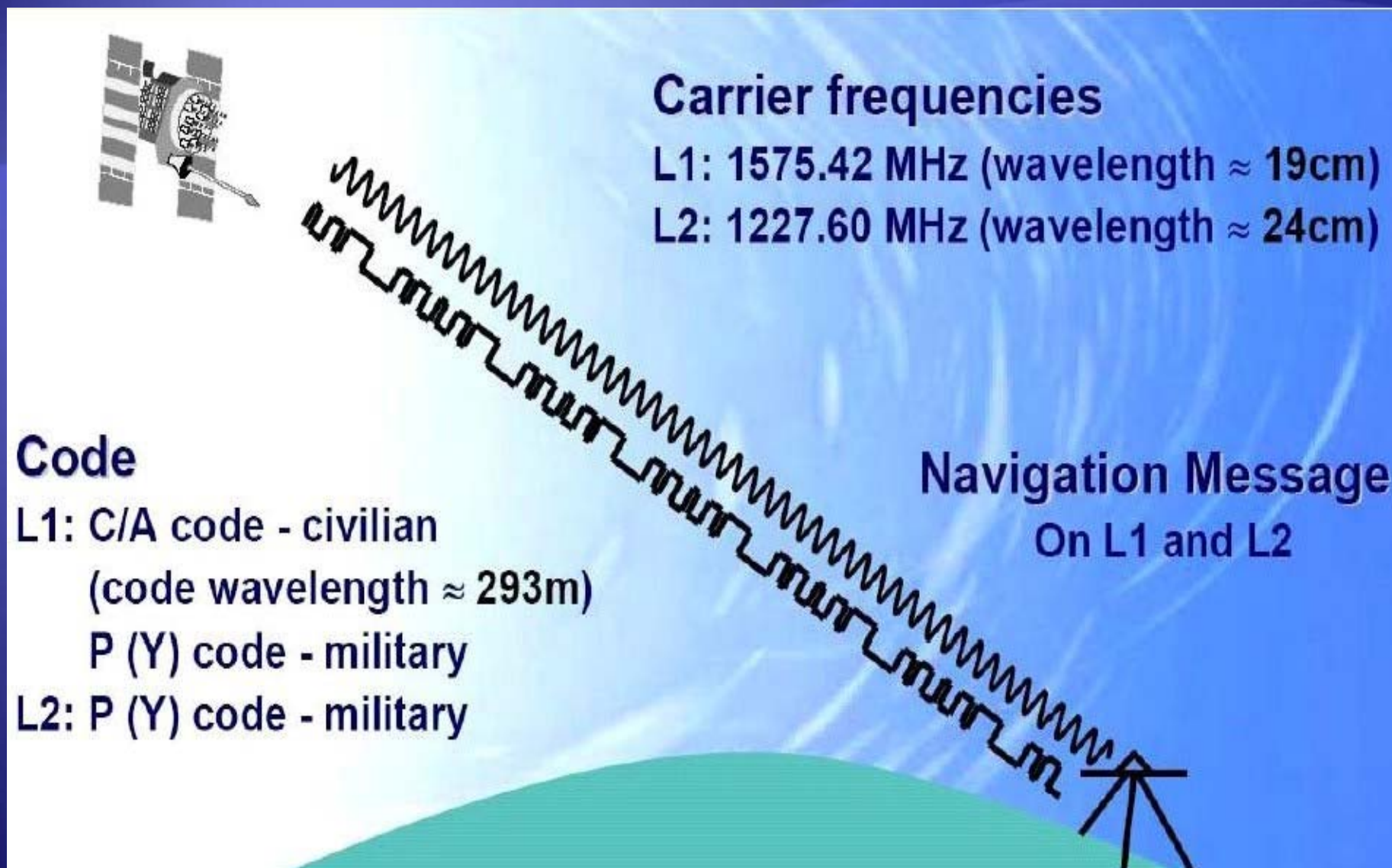
Глава 3.

Технологии для выполнения гидрографического обеспечения морских изысканий

- 3.1. Спутниковые навигационные и геодезические технологии
- 3.2. Современное состояние и перспективы развития
спутникового позиционирования для морских изысканий
- 3.3. Спутниковые подсистемы глобальных навигационных
спутниковых систем для гидрографии.
- 3.4. Традиционные уровенные наблюдения и их обработка
- 3.5. Международная база данных уровенных наблюдений
- 3.6. Использование моделей геоида при гидрографическом
обеспечении морских изысканий
- 3.7. Новые технологические возможности гидроакустической
аппаратуры для выполнения площадной съемки рельефа и
обнаружения объектов в водной толще



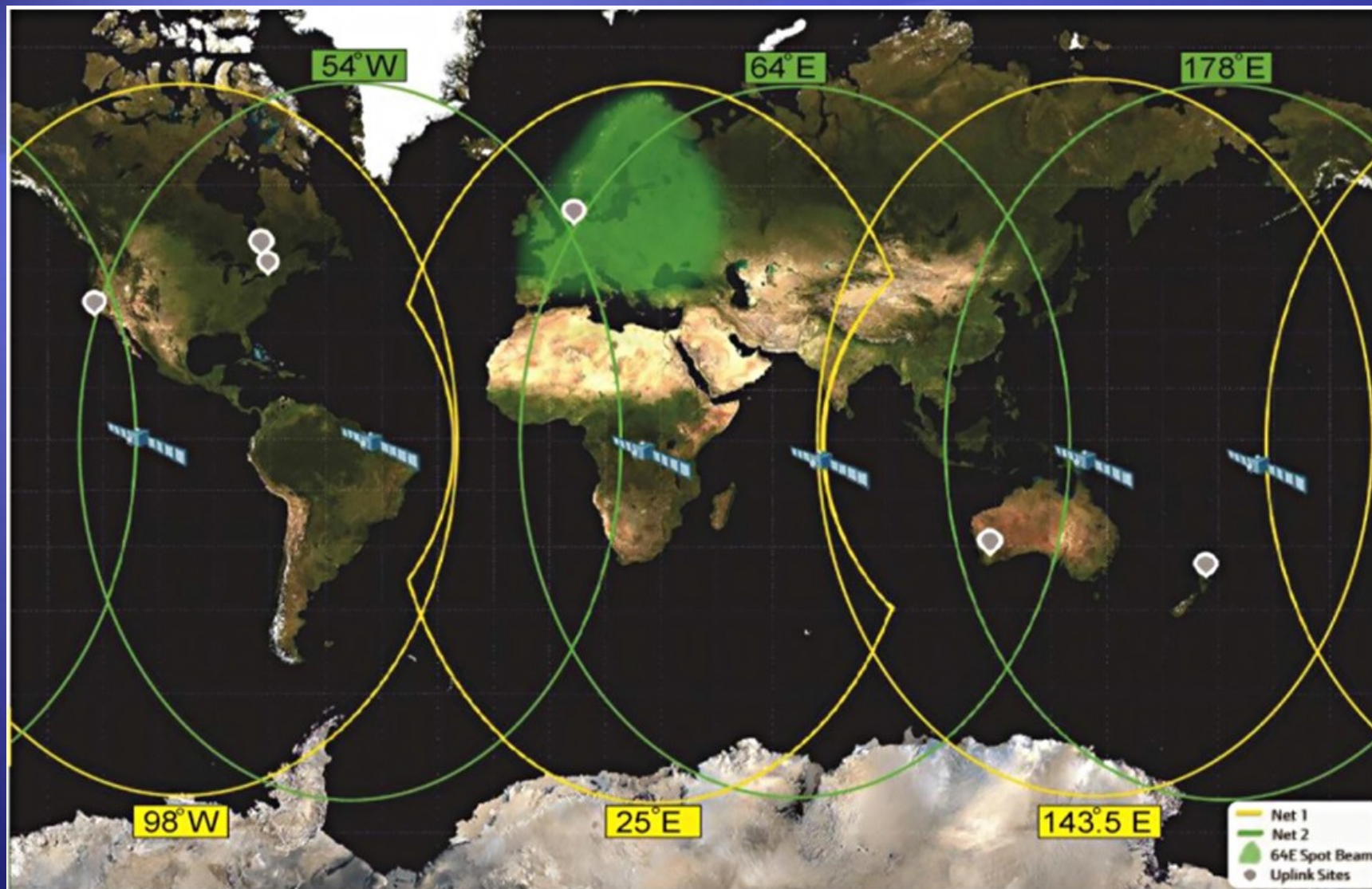
Типы измерений и частоты ГНСС GPS







Рабочие зоны подсистемы С-Nav





Спутниковая навигационная аппаратура C-Nav

C-Nav3050R



C-Nav5000



C-NavX1

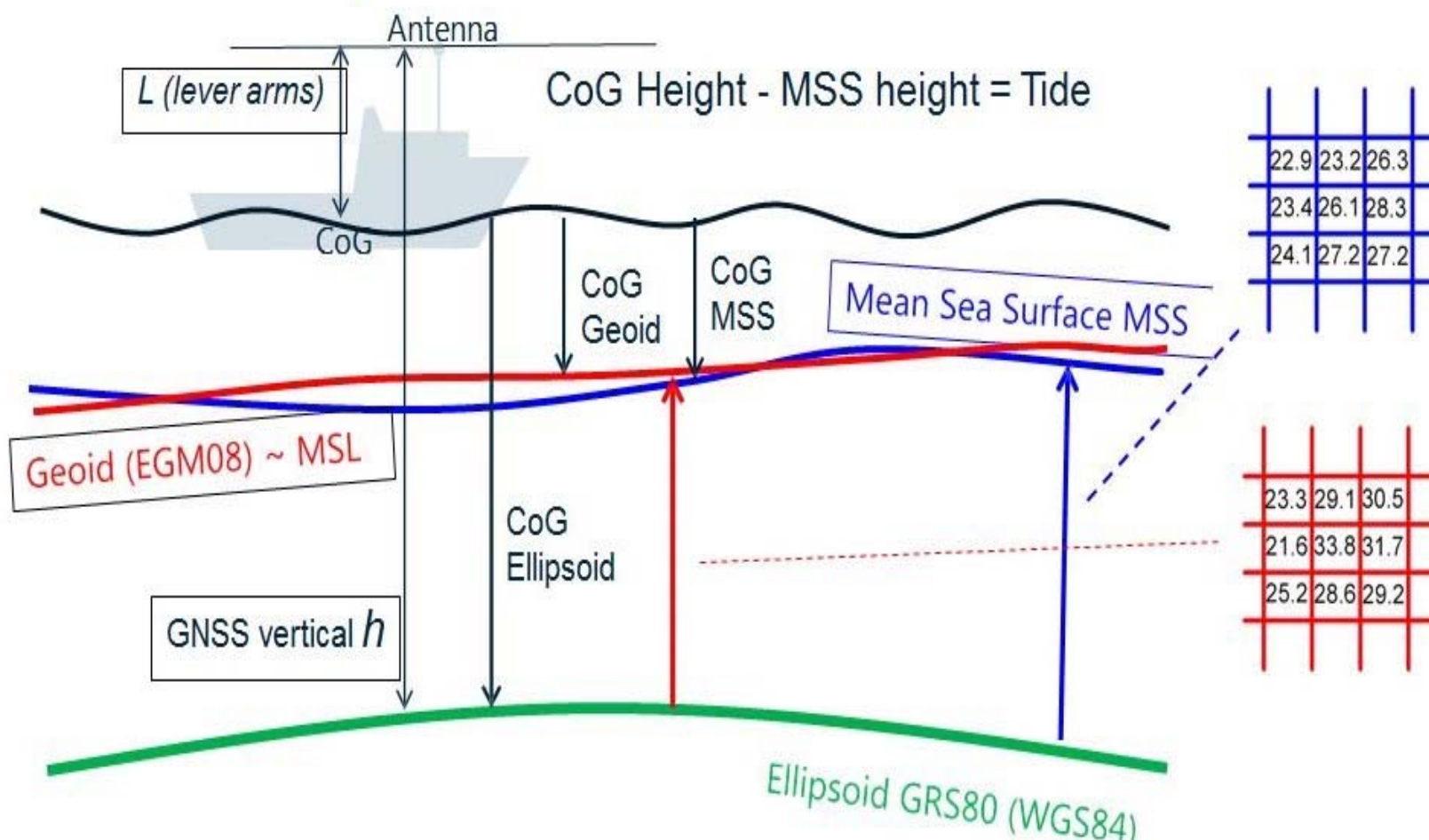


C-NavX3™ GNSS



Принцип работы программа C-Tide- Online в режиме реального времени

C-Tides® - Principle





Спутниковая навигационная аппаратура для работы с сервисами SeaStar и Marine Star

CHA 9410–GNSS
для работы с сервисом
SeaStar



Septentrio
для работы с сервисом
MarineStar





Схема оборудования с использованием протокола NTRIP от спутниковой системы Иридиум или судового терминала для сервиса MarineStar в Арктике

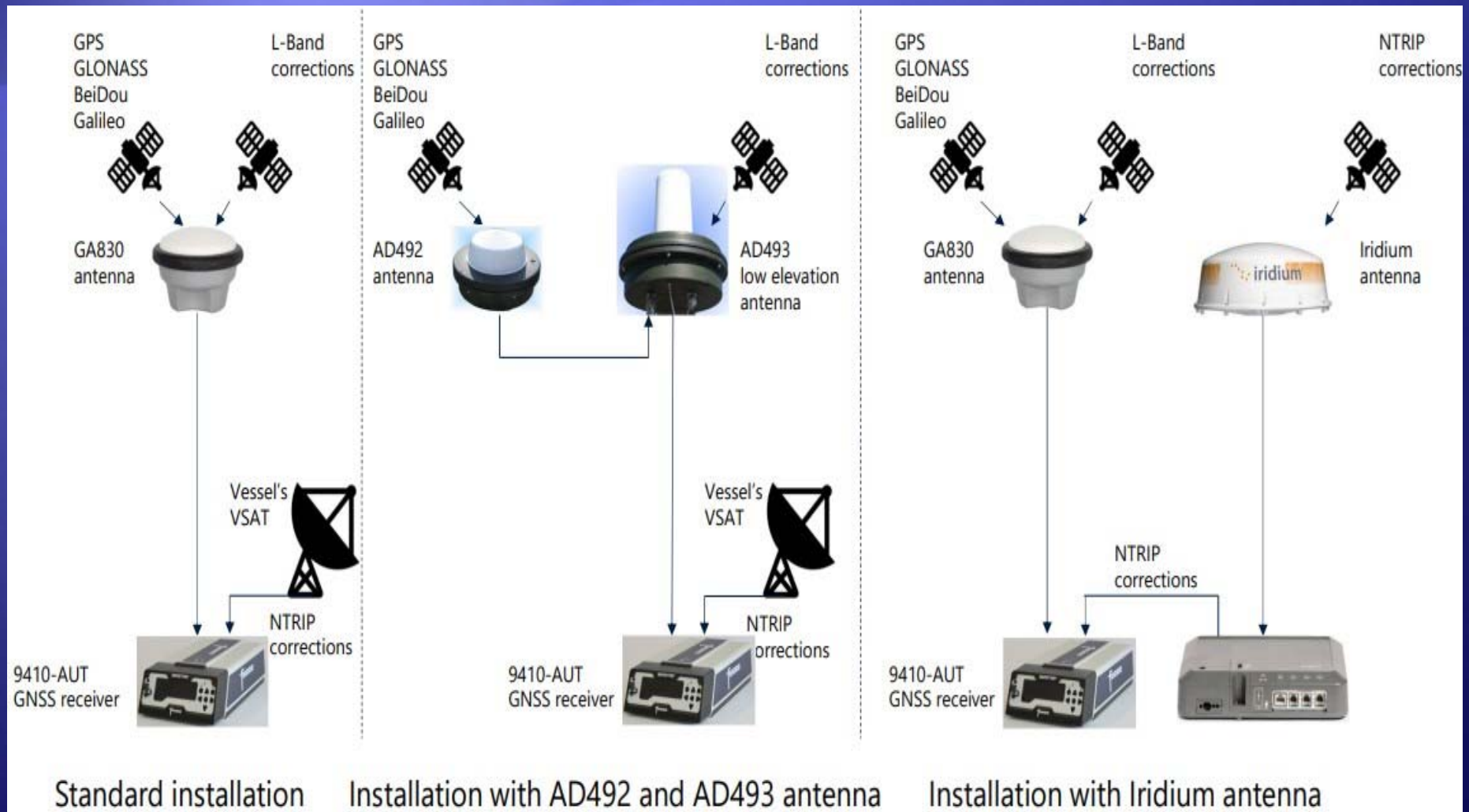
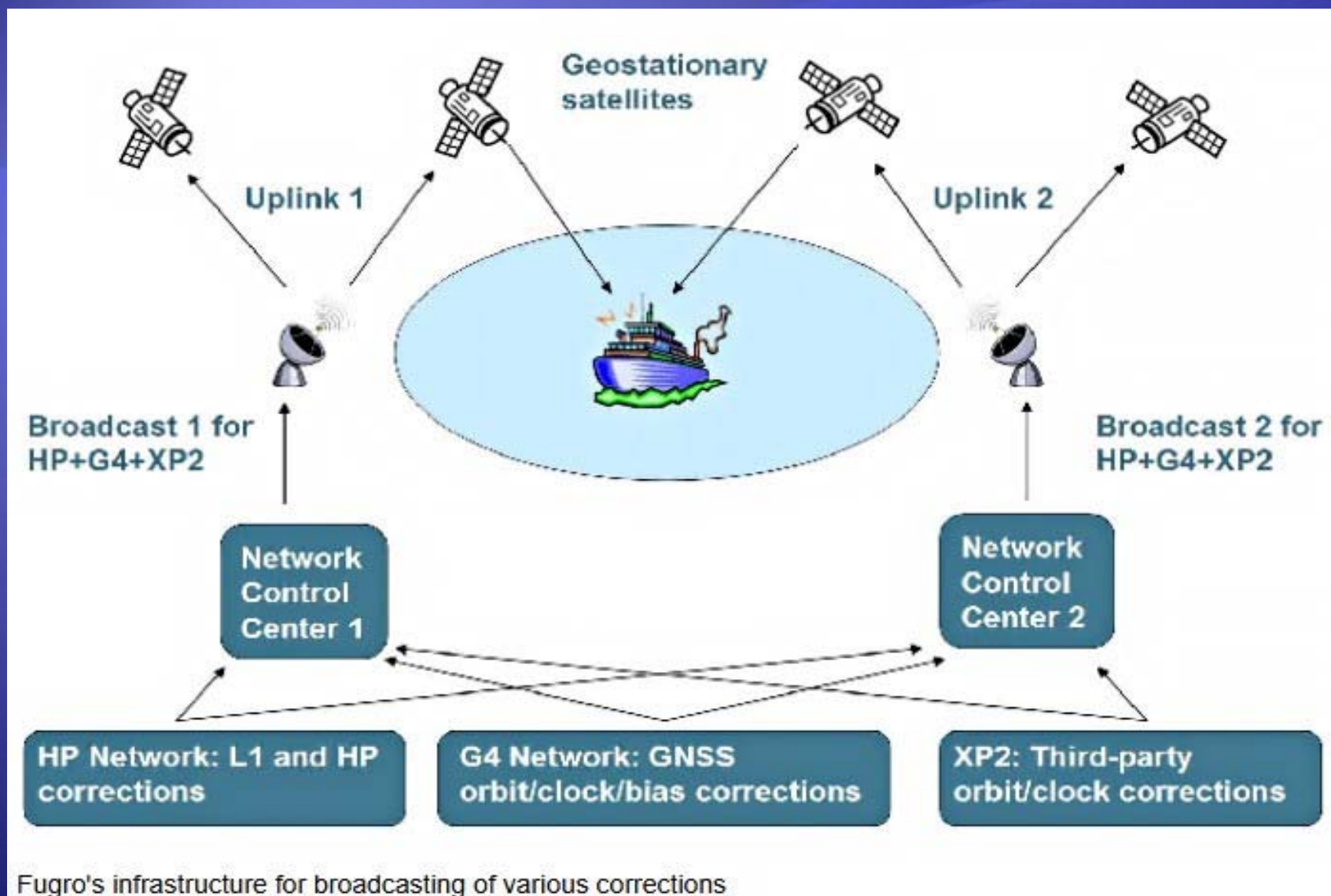


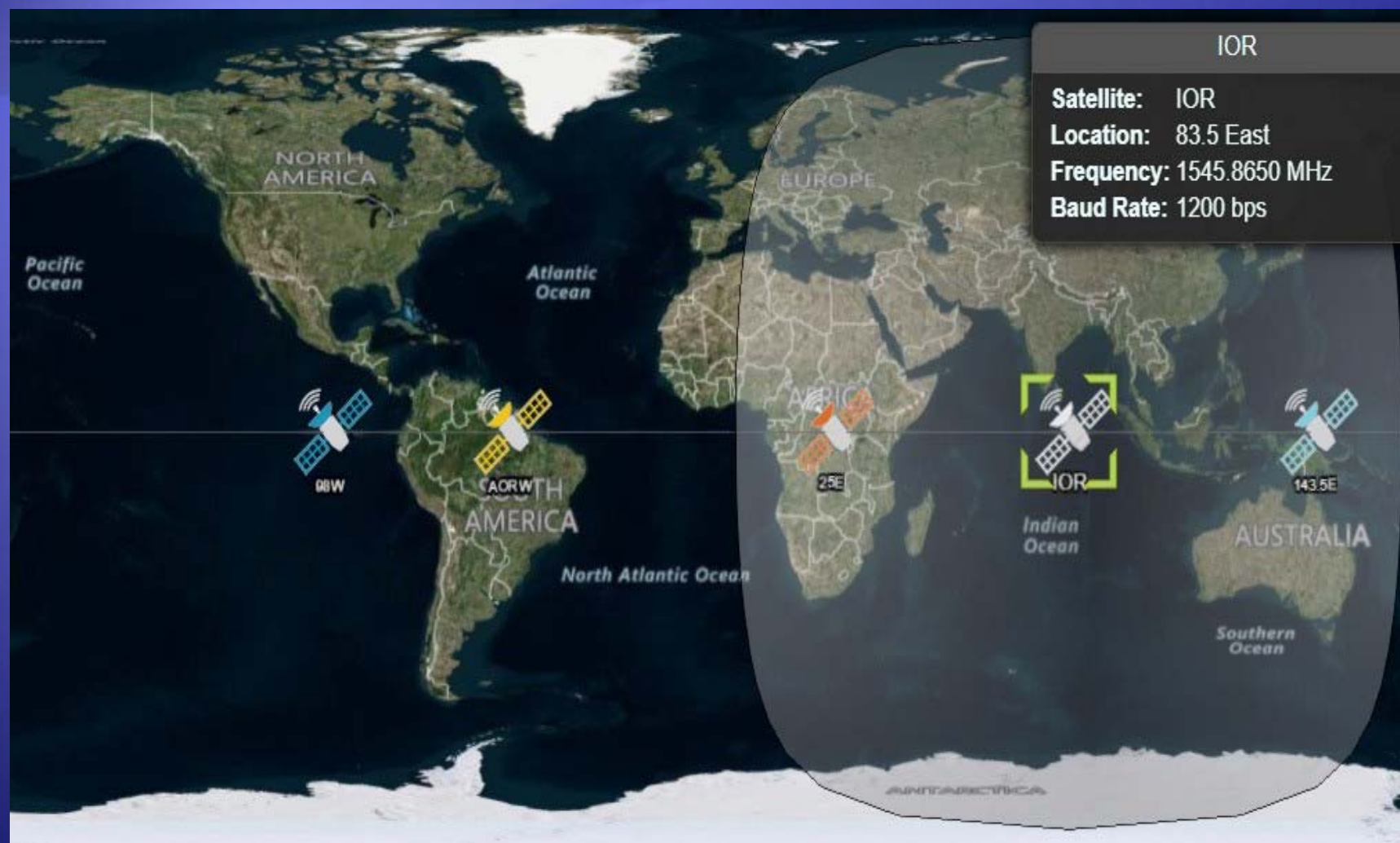


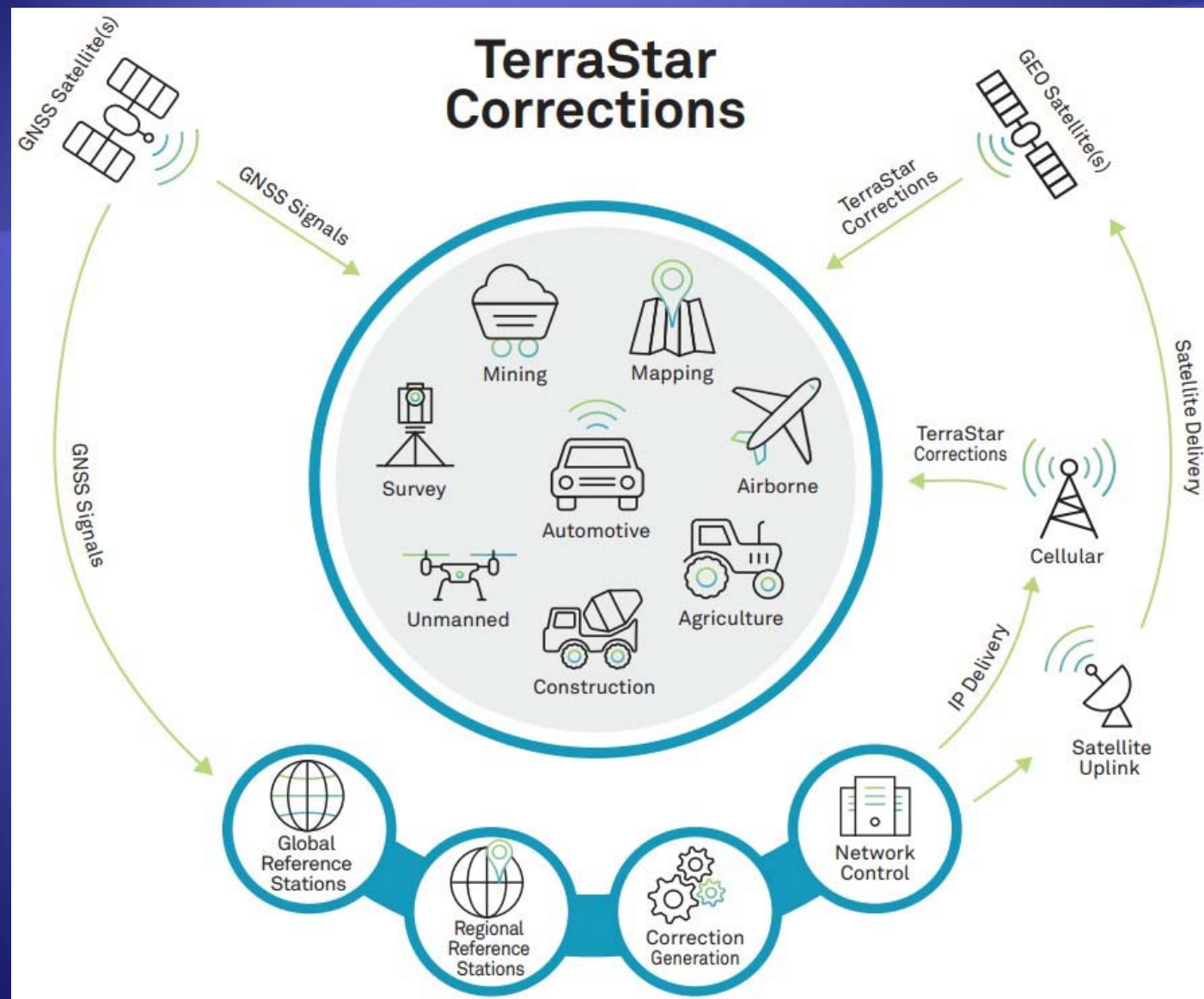
Схема инфраструктуры для передачи поправок глобального дифференциального сервиса FUGRO





Зона передачи поправок с одного из геостационарных спутников TerraStar





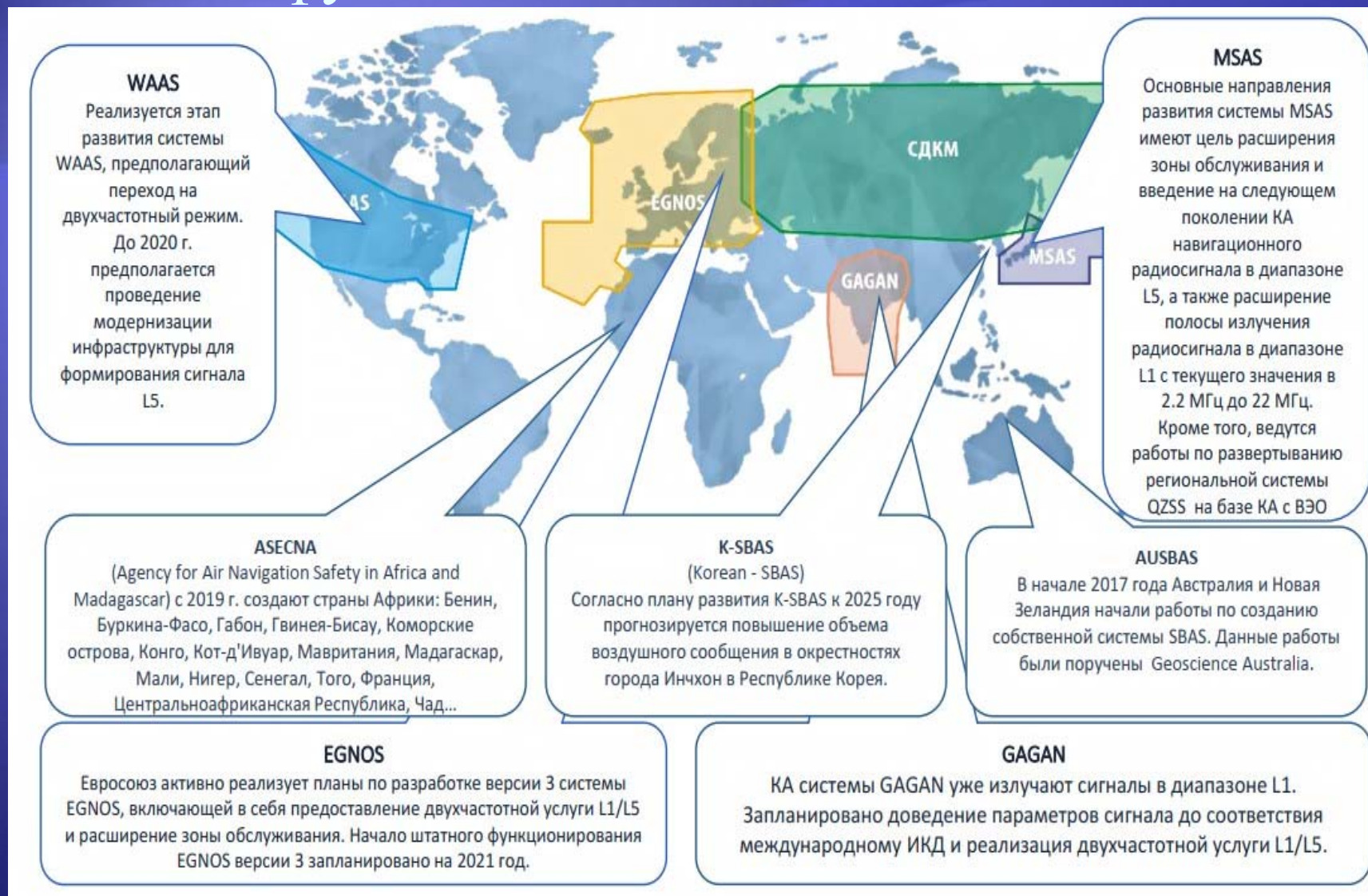
Структура сервиса TerraStar

Универсальная
аппаратуры
EFT-S2
(Россия)



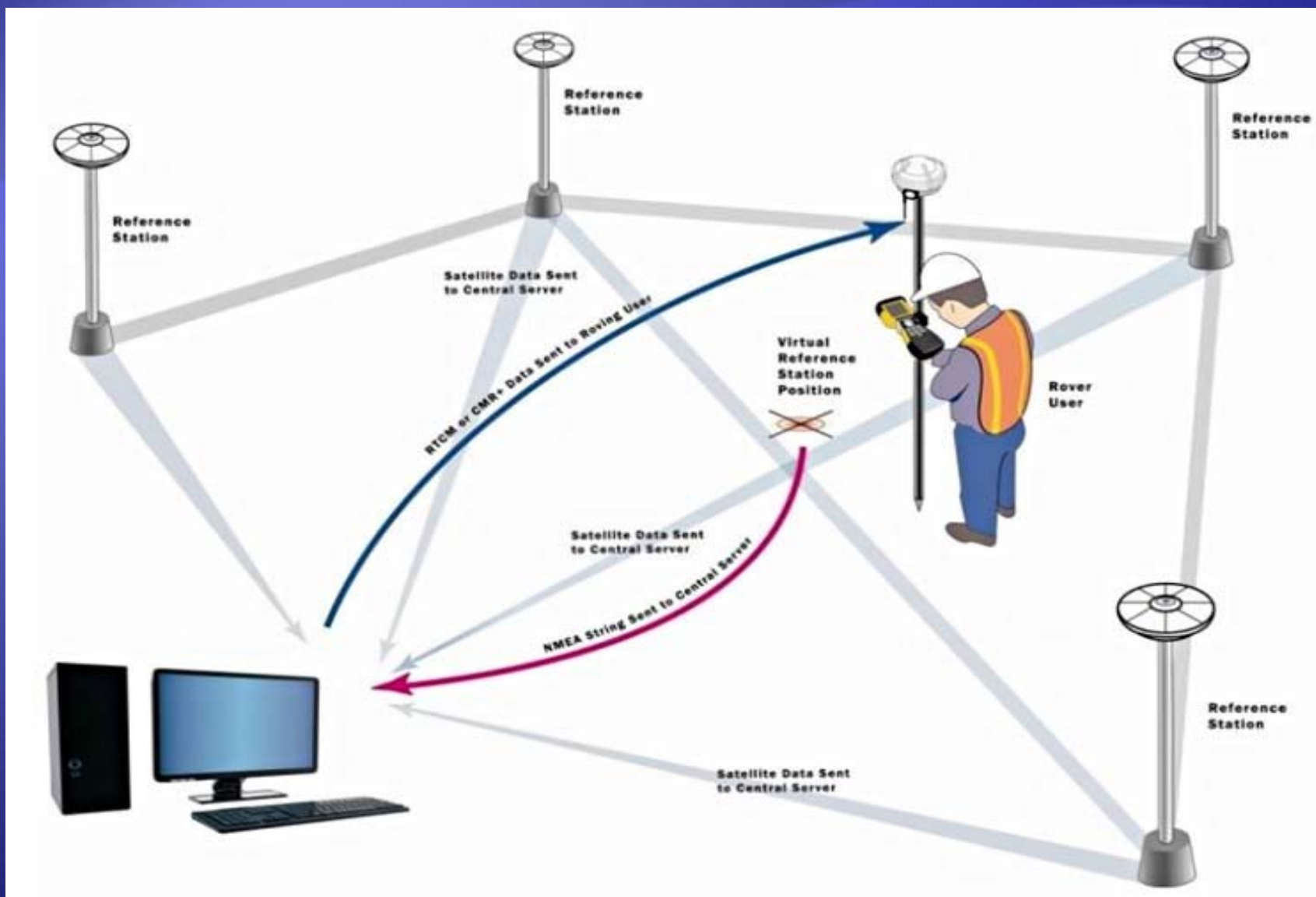


Рабочие зоны действующих широкозонных систем функционального дополнения ГНСС



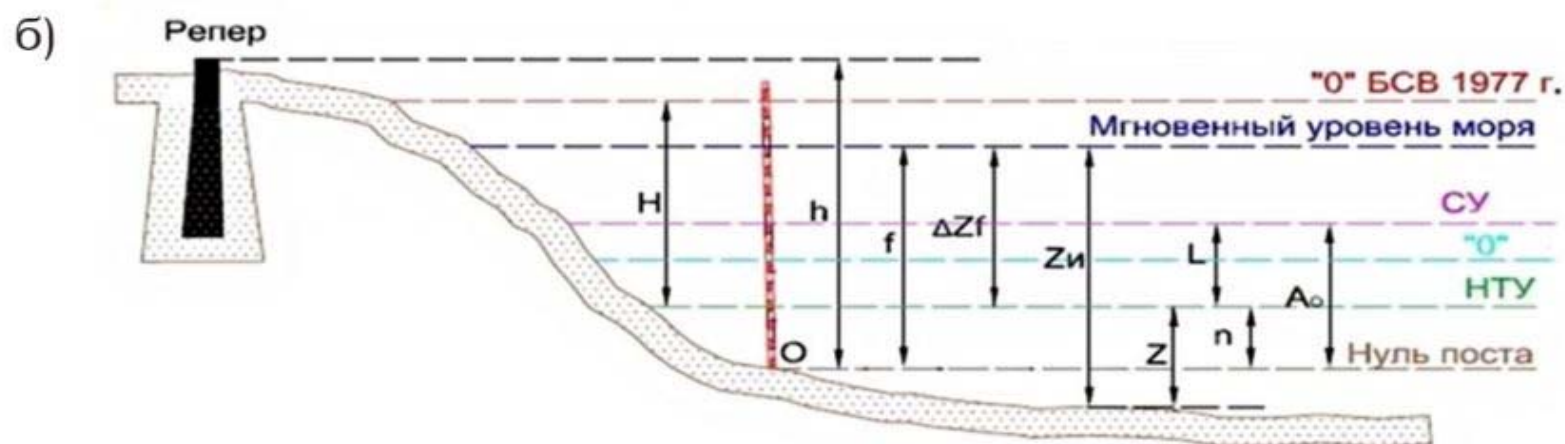
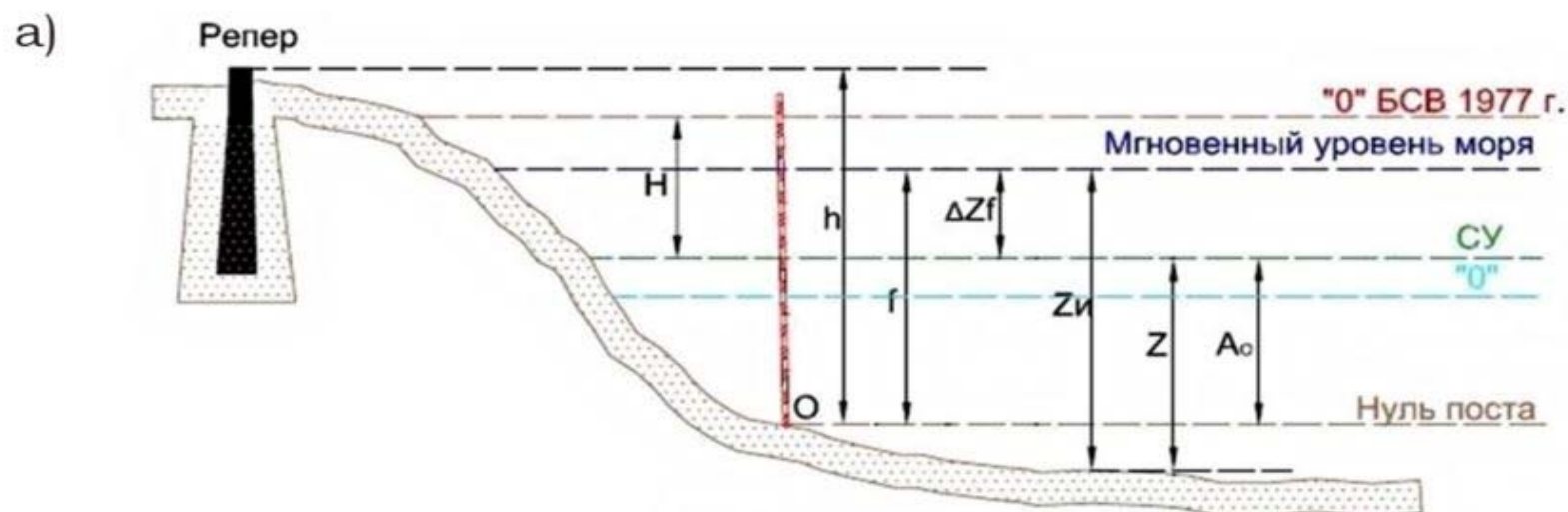


Структура сети опорных станций RTK





Взаимосвязь отсчетных горизонтов уровней при определении поправок уровня



а) безливное море

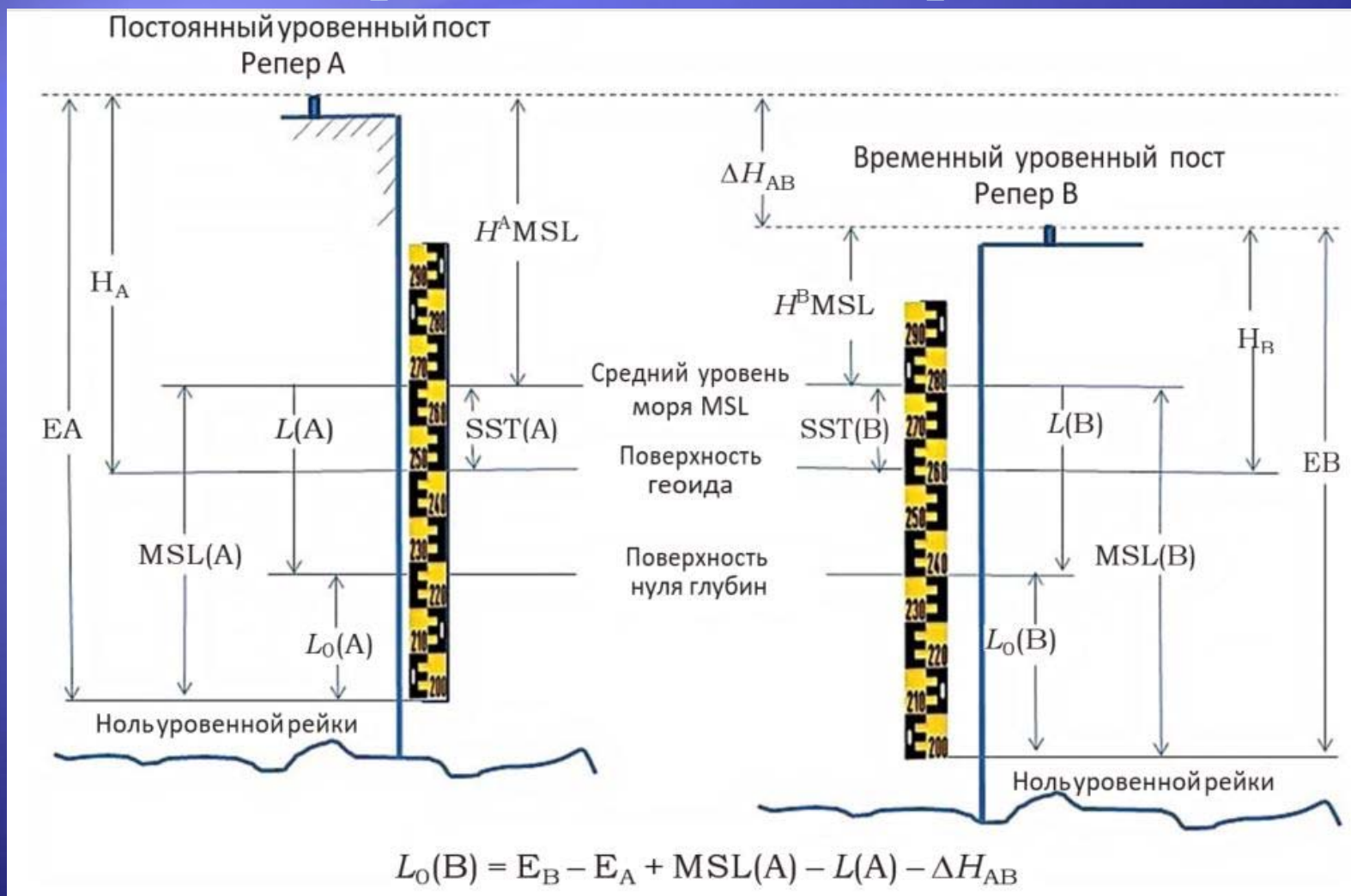
ГОМИ-25

б) моря с приливом

54

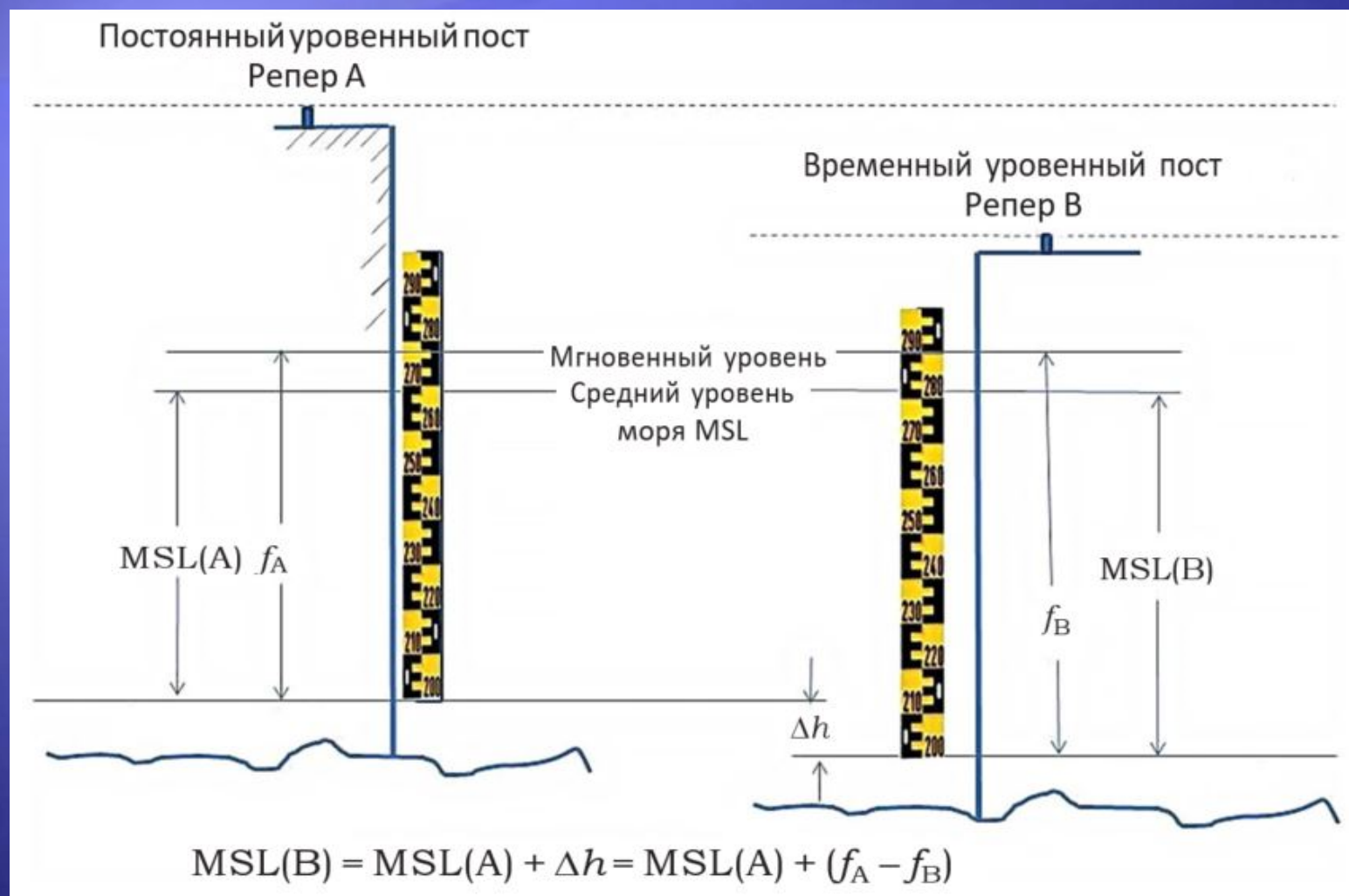


Отсчетные горизонты при передаче среднего уровня способом геометрического нивелирования



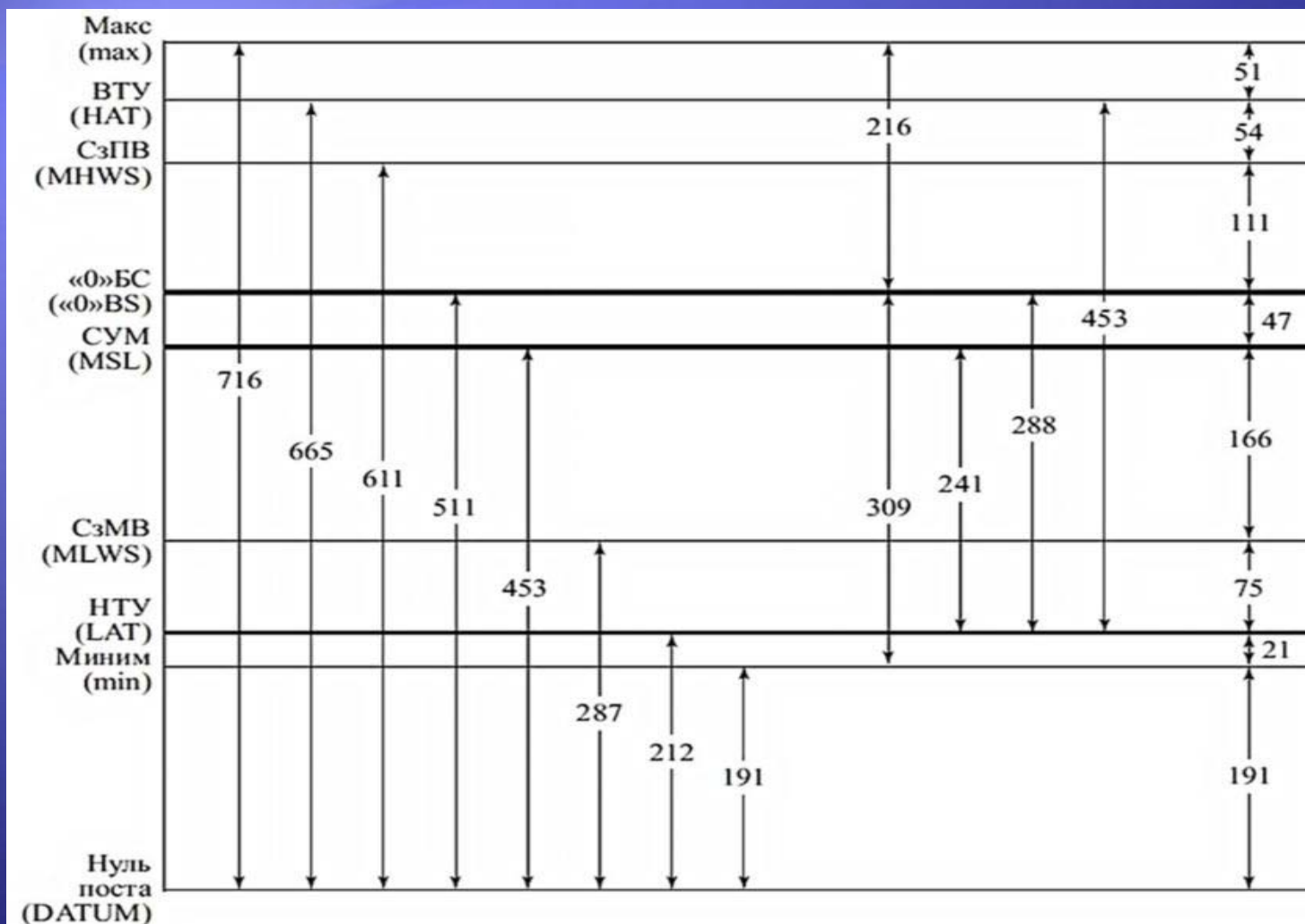


Отсчетные горизонты при передаче среднего уровня способом водного нивелирования



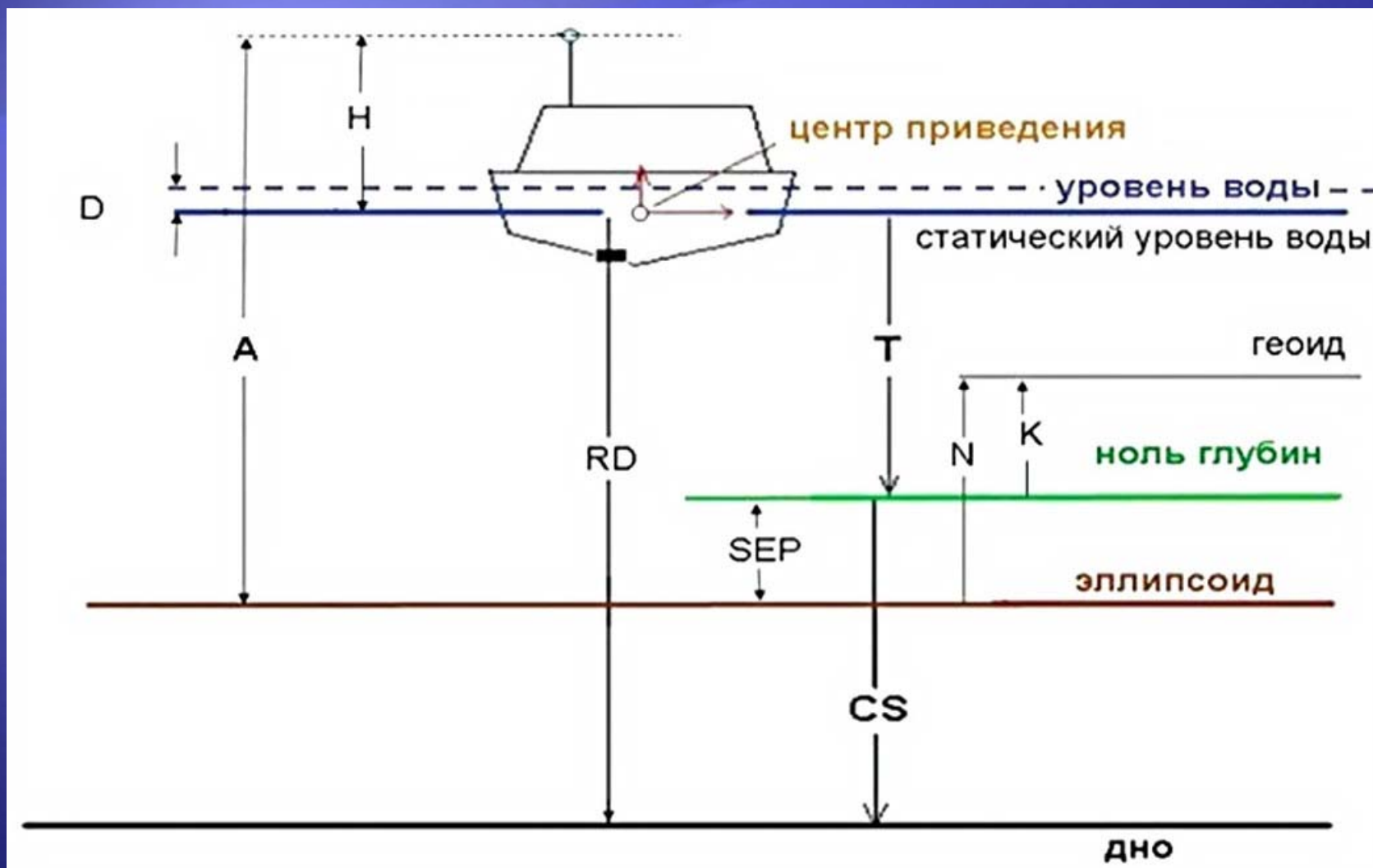


Положение отсчетных поверхностей (см), экстремумов приливов и суммарных уровней на УП «Териберка»



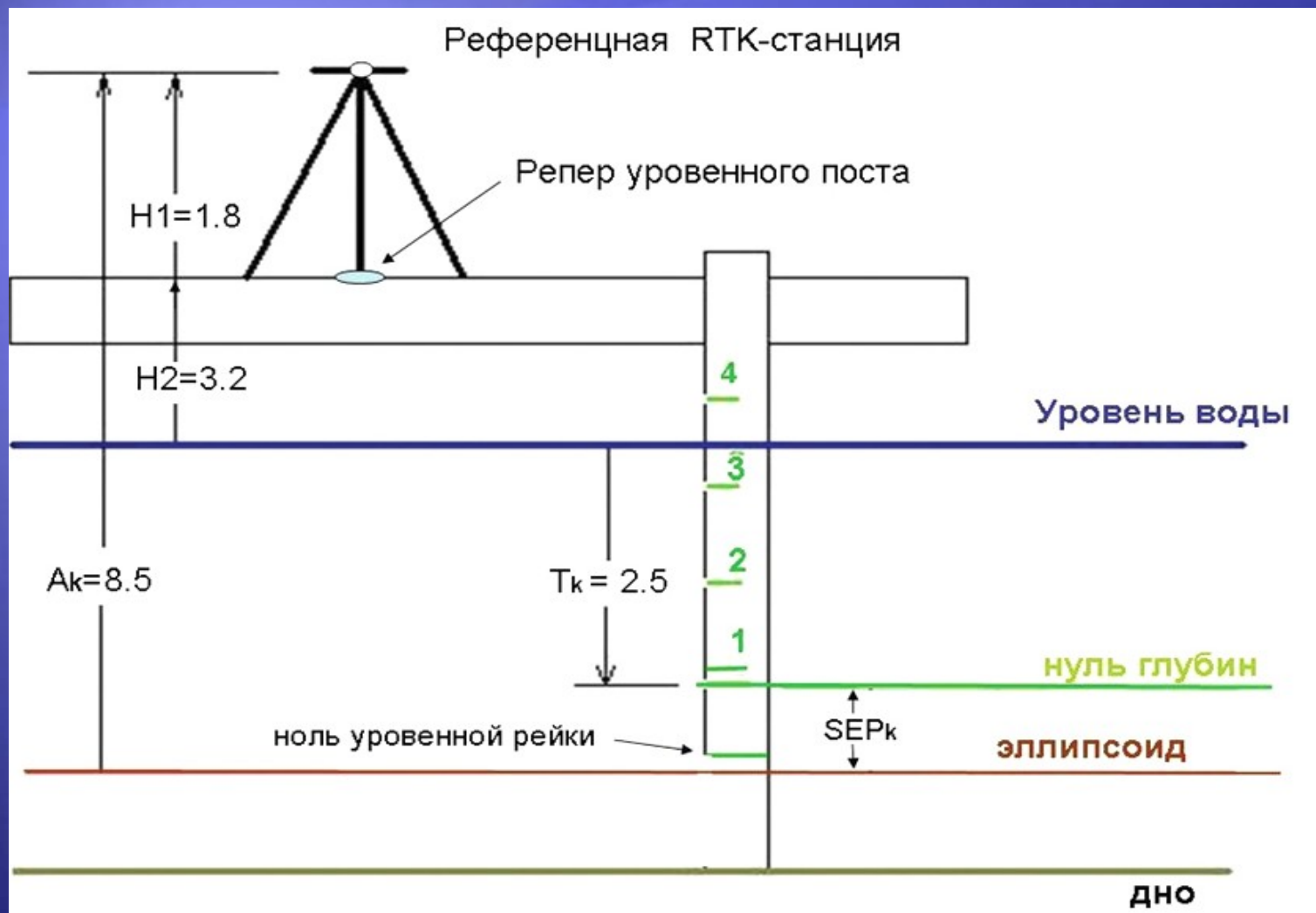


Метод определения поправки уровня при фиксации нуля глубин относительно геоида



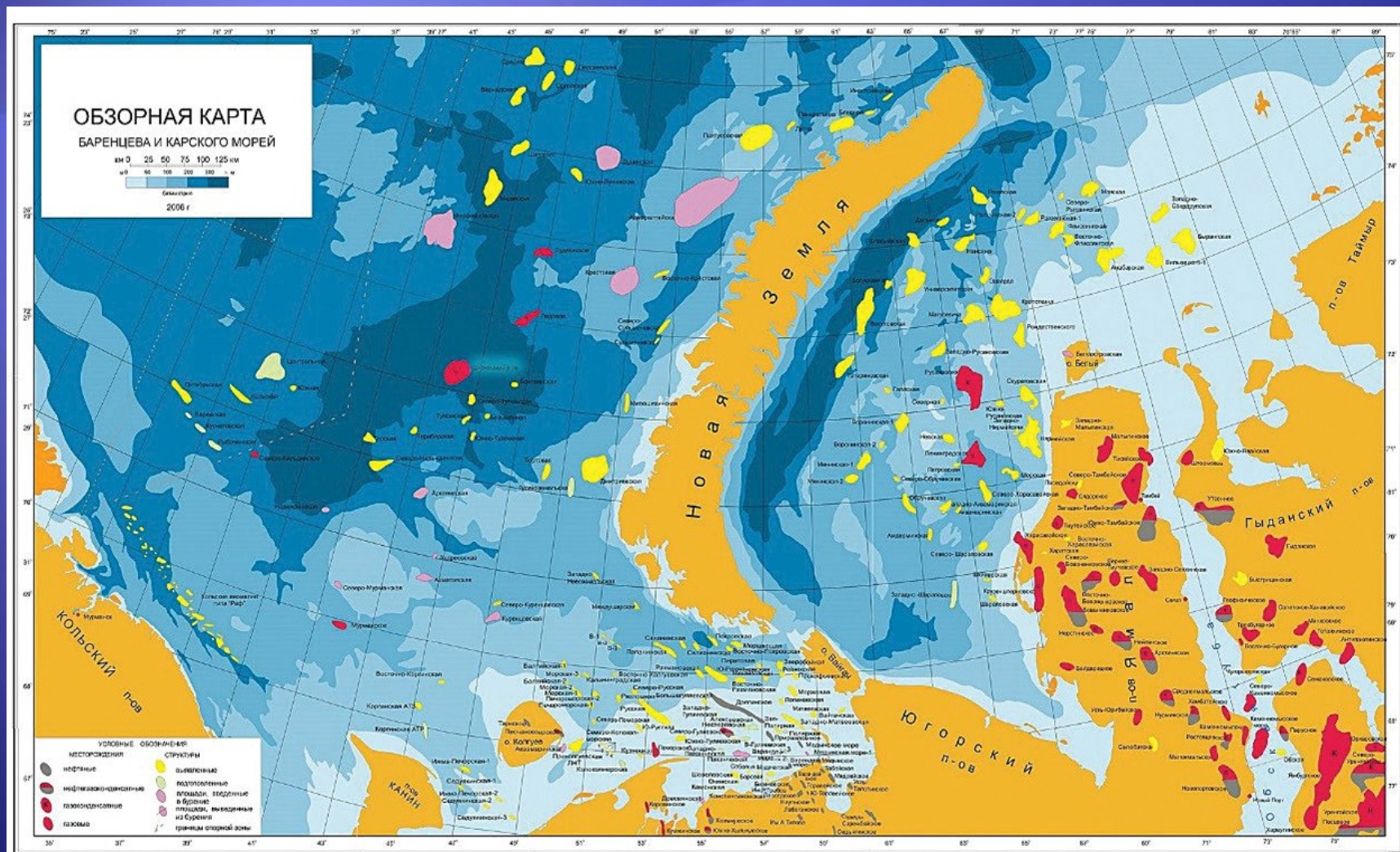


Определение превышения нуля глубин над эллипсоидом (SEP_k) на уровне поста



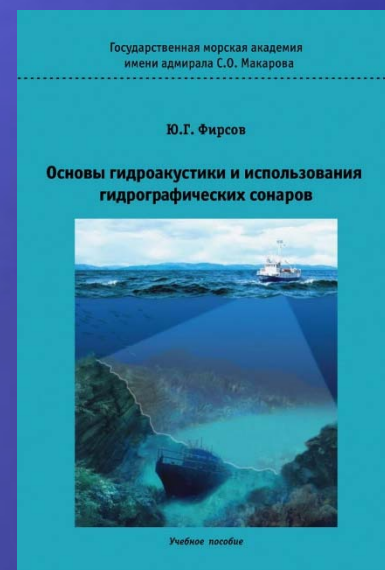


Карта нефтегазовых месторождений западного сектора российской Арктики

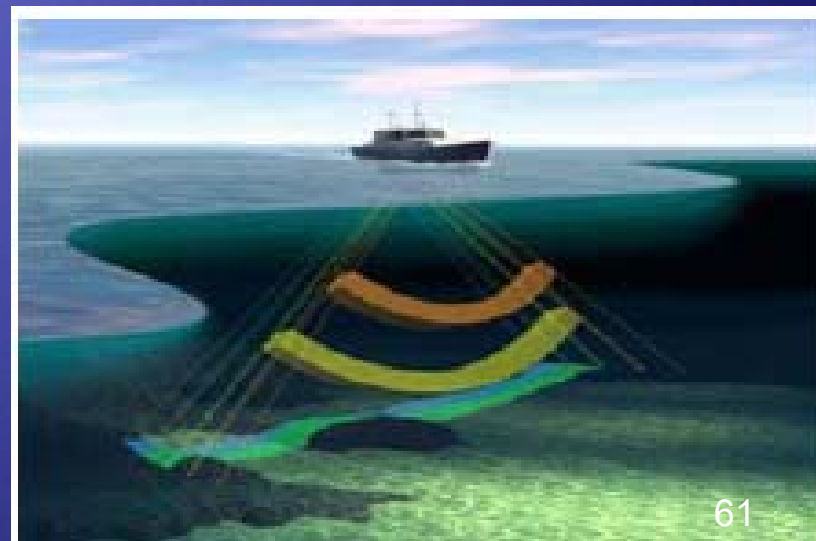




Многолучевая батиметрия

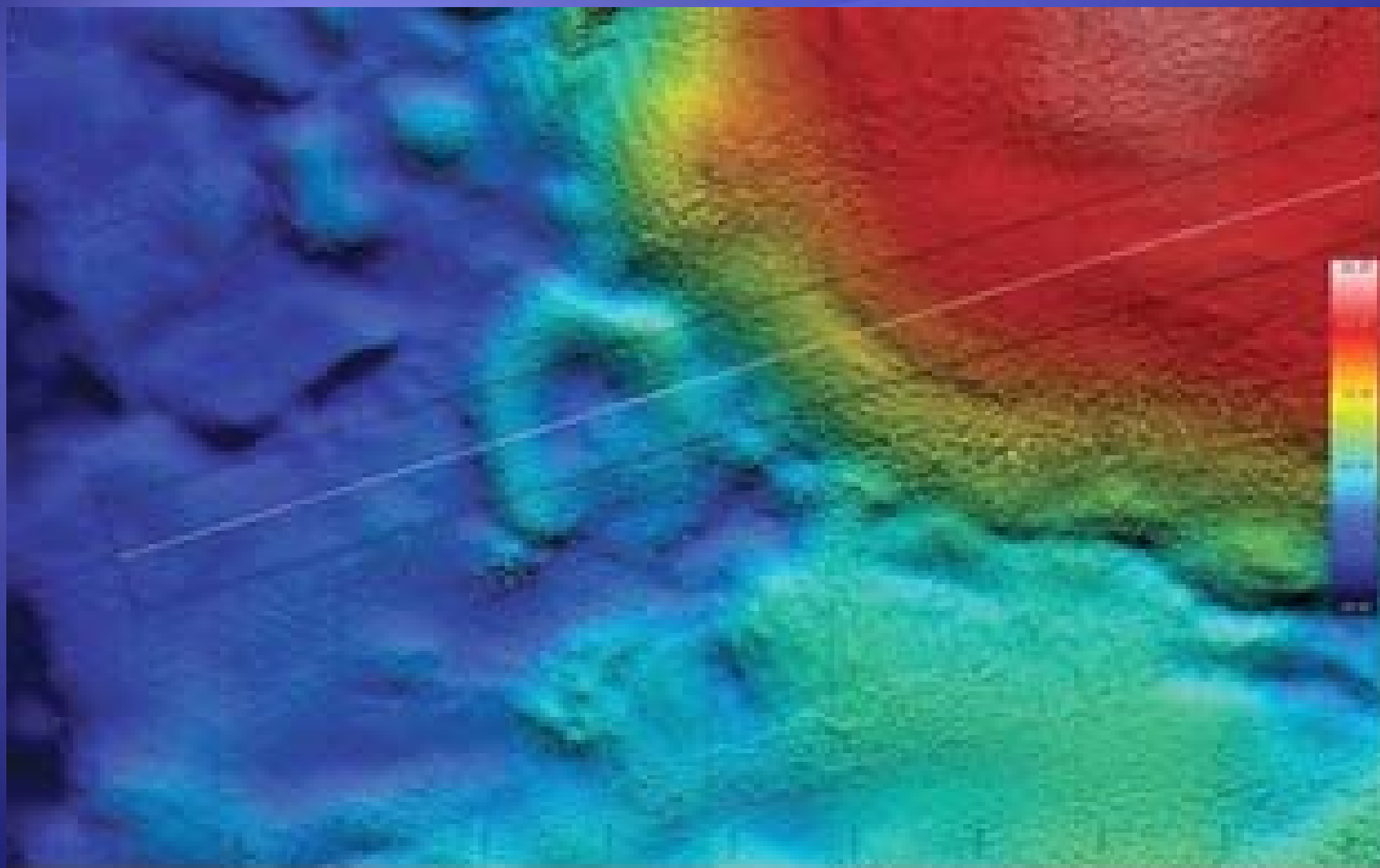


Для получения полного покрытия
дна акустической энергией
необходимо правильно выбрать
скорость хода судна с МЛЭ



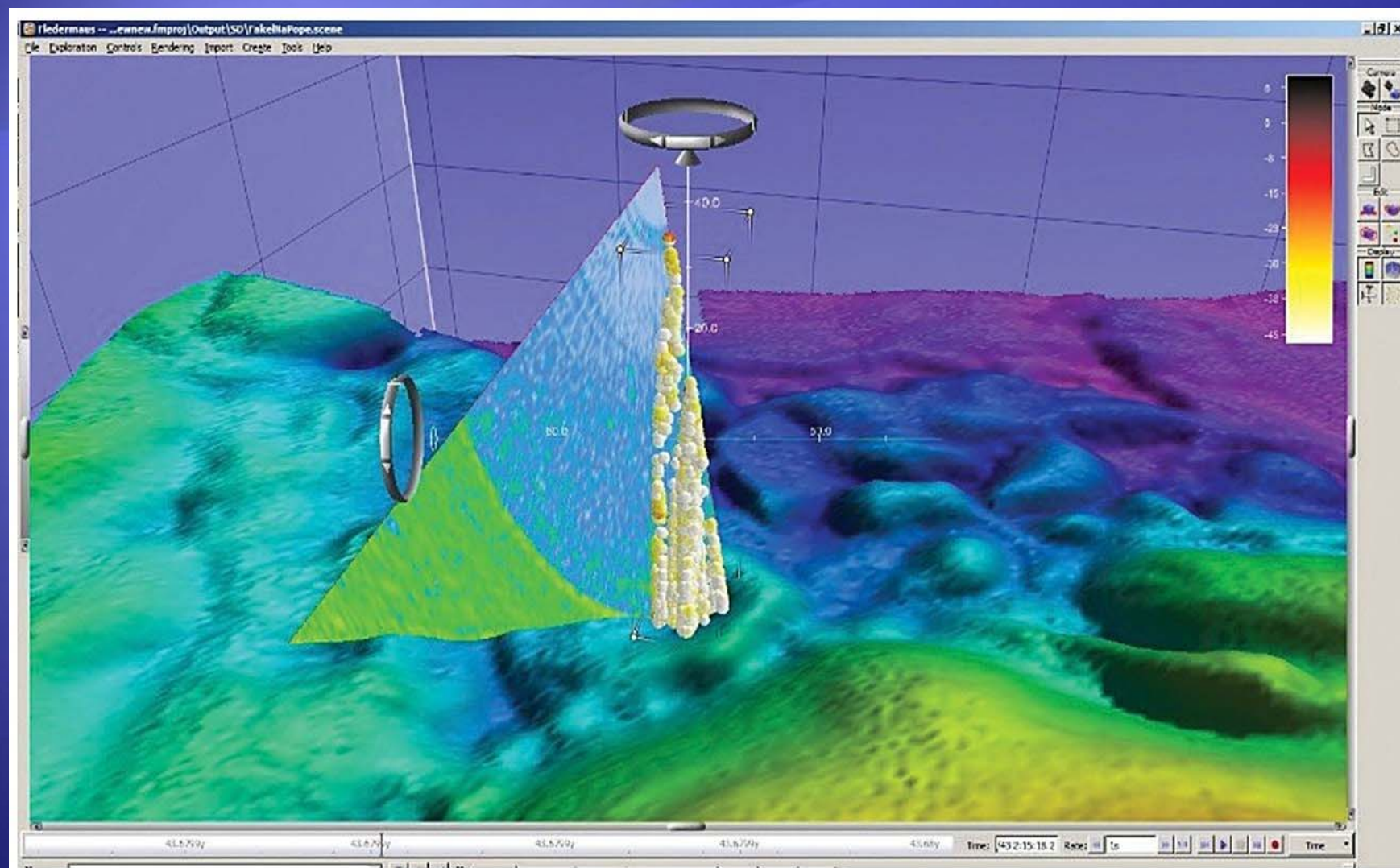


Изображение цифровой модели рельефа (ЦМР) дна реального времени в ЭГИС QINSy



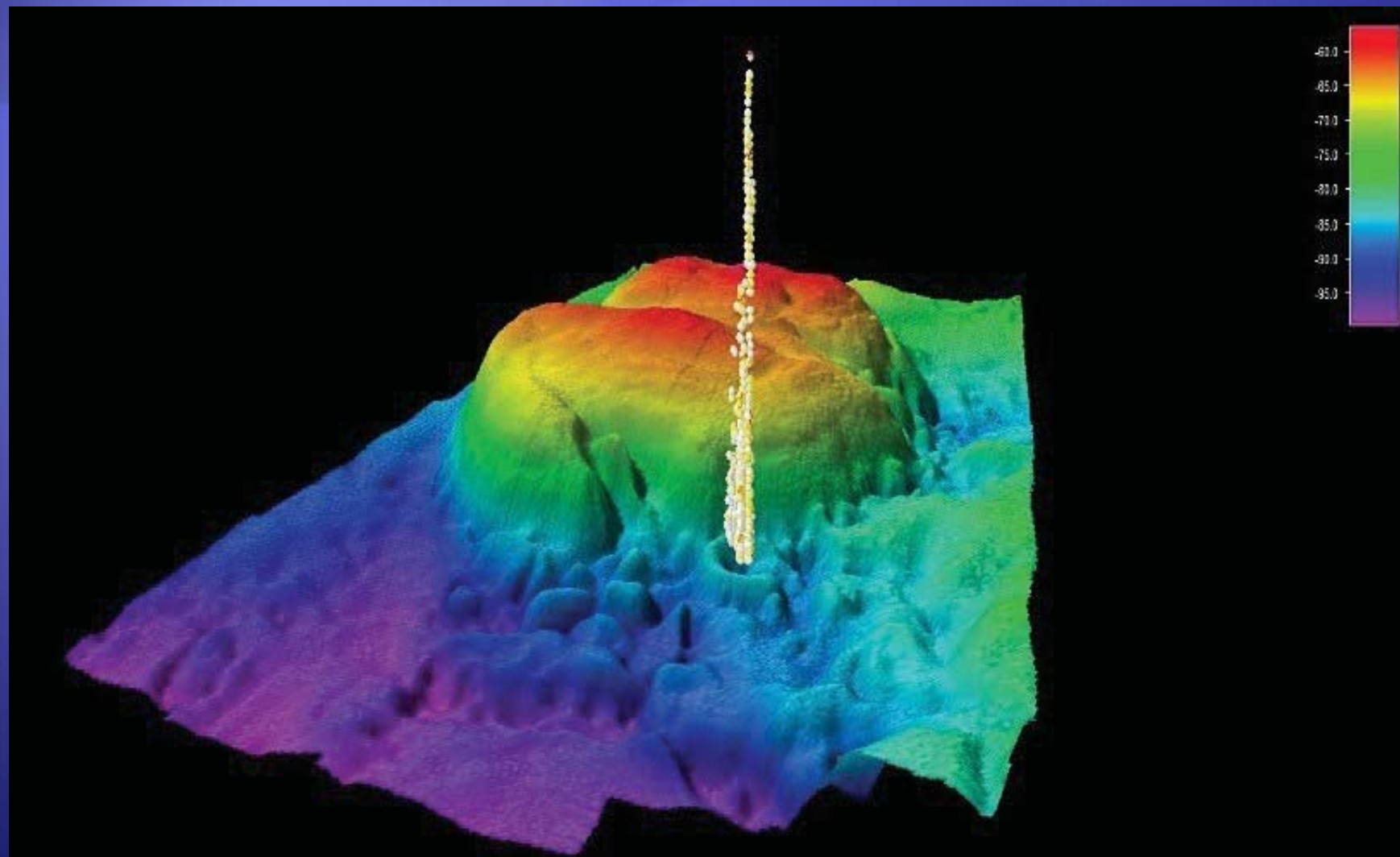


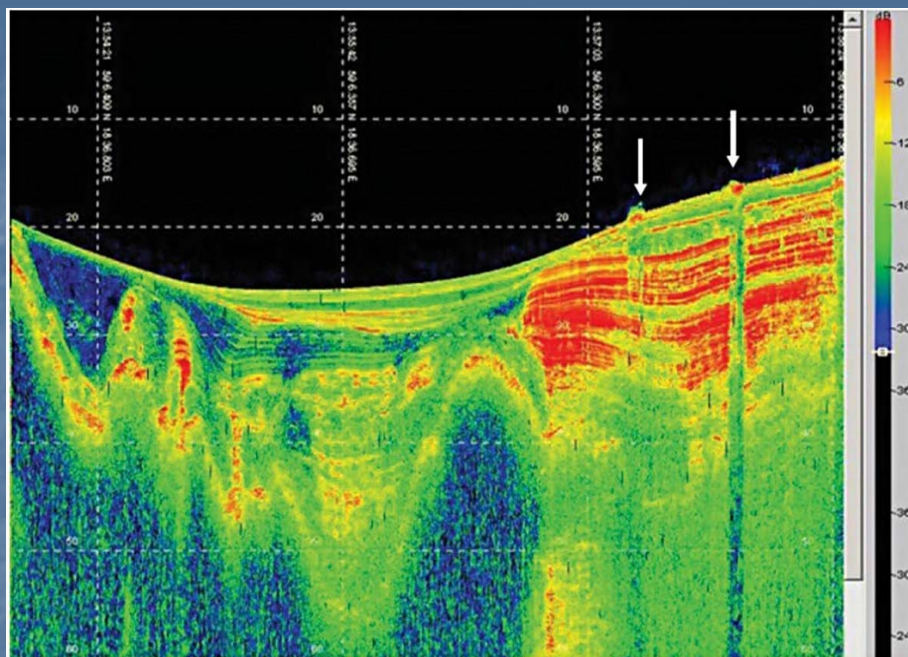
Визуализация газовой эманации в программном пакете Fledermaus (модуль «MidWater»)





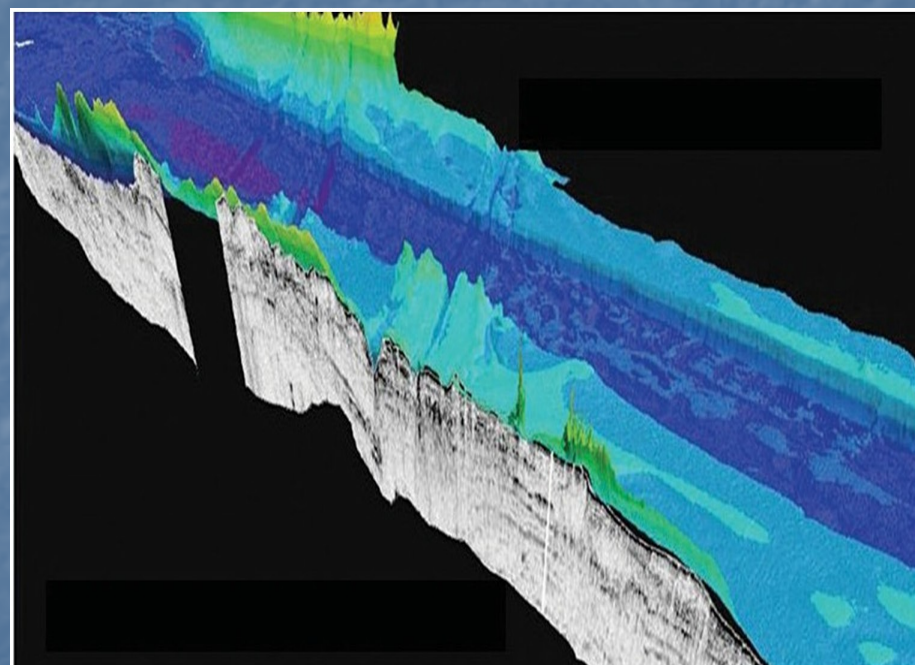
Трехмерное изображение «плюма» газогидрата в программном пакете Fledermause на фоне ЦМР





Визуализация газопроявления в толще осадка и на поверхности морского дна на профилеграмме параметрического эхолота- профилографа PS-40 (Kongsberg)

Визуализация донного газопроявления с использованием современных гидрографических информационных технологий



Комплексное представление данных площадной съемки МЛЭ и данных эхолота- профилографа в программе трехмерной визуализации (Fledermause)



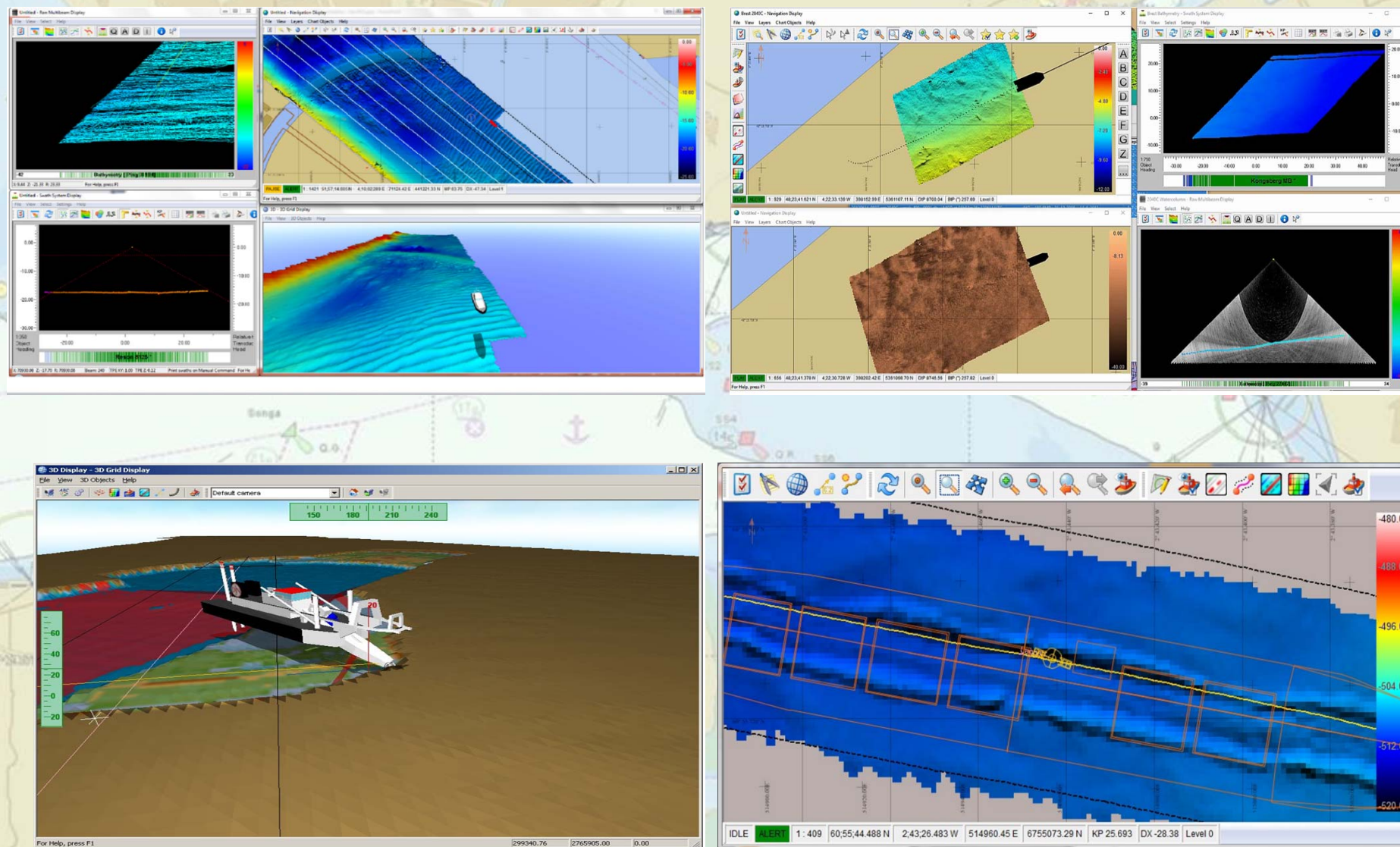
Глава 4

Использование гидрографических информационных систем

- 4.1. Общие сведения по новой версии 9.x ЭГИС QINSy
- 4.2. Электронная гидрографическая информационная система QINSy фирмы QPS
- 4.3. Начало работы ЭГИС QINSy версии 9
- 4.4. Настройка шаблона базы данных QINSy v.9
- 4.5. Система реального времени QINSy Controller («Контроллер»)
- 4.6. Настройки съемки («Session Setup») и создание окон в программе «Контроллер»
- 4.7. Использование ЭГИС QINSy Survey при выполнении батиметрической съемки
- 4.8. Контроль качества батиметрической информации при работе в реальном времени
- 4.9. Имитационные режимы работы ЭГИС QINSy
- 4.10. Постобработка результатов съемки с МЛЭ в ЭГИС QINSy



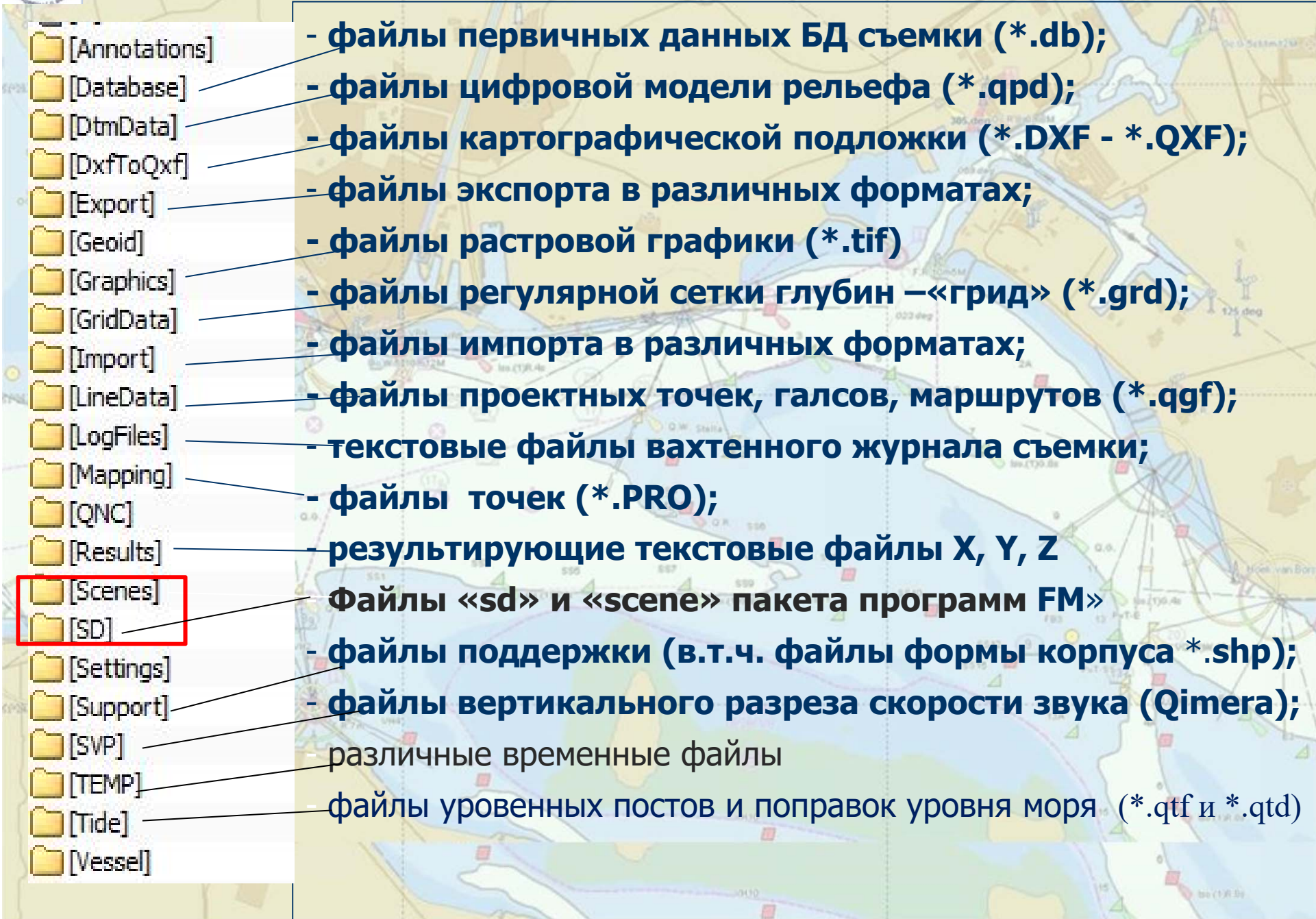
Обзор задач решаемых гидрографической информационной системой QINSy v.9.x





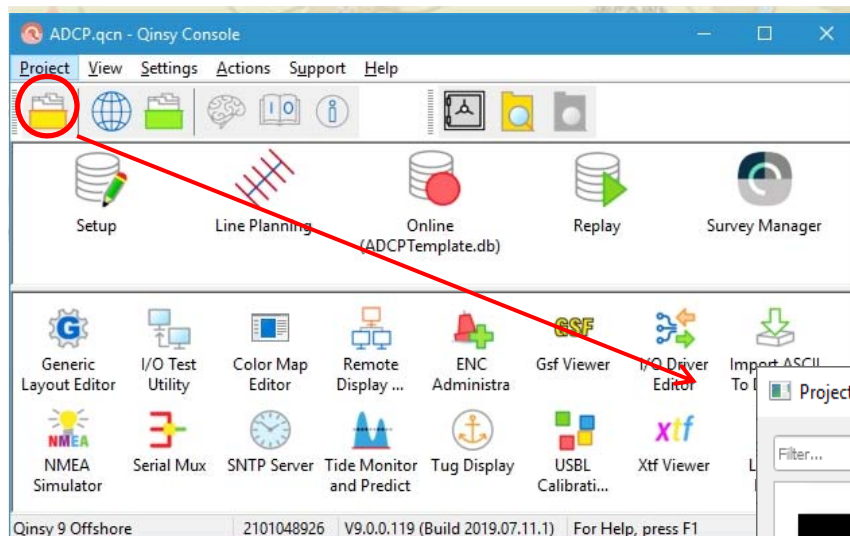
Структура директории проекта QINSy v.9.x



- 
- [Annotations] - файлы первичных данных БД съемки (*.db);
 - [Database] - файлы цифровой модели рельефа (*.qpd);
 - [DtmData] - файлы картографической подложки (*.DXF - *.QXF);
 - [DxfToQxf] - файлы экспорта в различных форматах;
 - [Export] - файлы растровой графики (*.tif)
 - [Geoid] - файлы регулярной сетки глубин –«грид» (*.grd);
 - [Graphics] - файлы импорта в различных форматах;
 - [GridData] - файлы проектных точек, галсов, маршрутов (*.qgf);
 - [Import] - текстовые файлы вахтенного журнала съемки;
 - [LineData] - файлы точек (*.PRO);
 - [LogFiles] - результирующие текстовые файлы X, Y, Z
 - [Mapping] - Файлы «sd» и «scene» пакета программ FM»
 - [QNC] - файлы поддержки (в.т.ч. файлы формы корпуса *.shp);
 - [Results] - файлы вертикального разреза скорости звука (Qimera);
 - [Scenes] - различные временные файлы
 - [SD] - файлы уровенных постов и поправок уровня моря (*.qtf и *.qtd)
 - [Settings]
 - [Support]
 - [SVP]
 - [TEMP]
 - [Tide]
 - [Vessel]



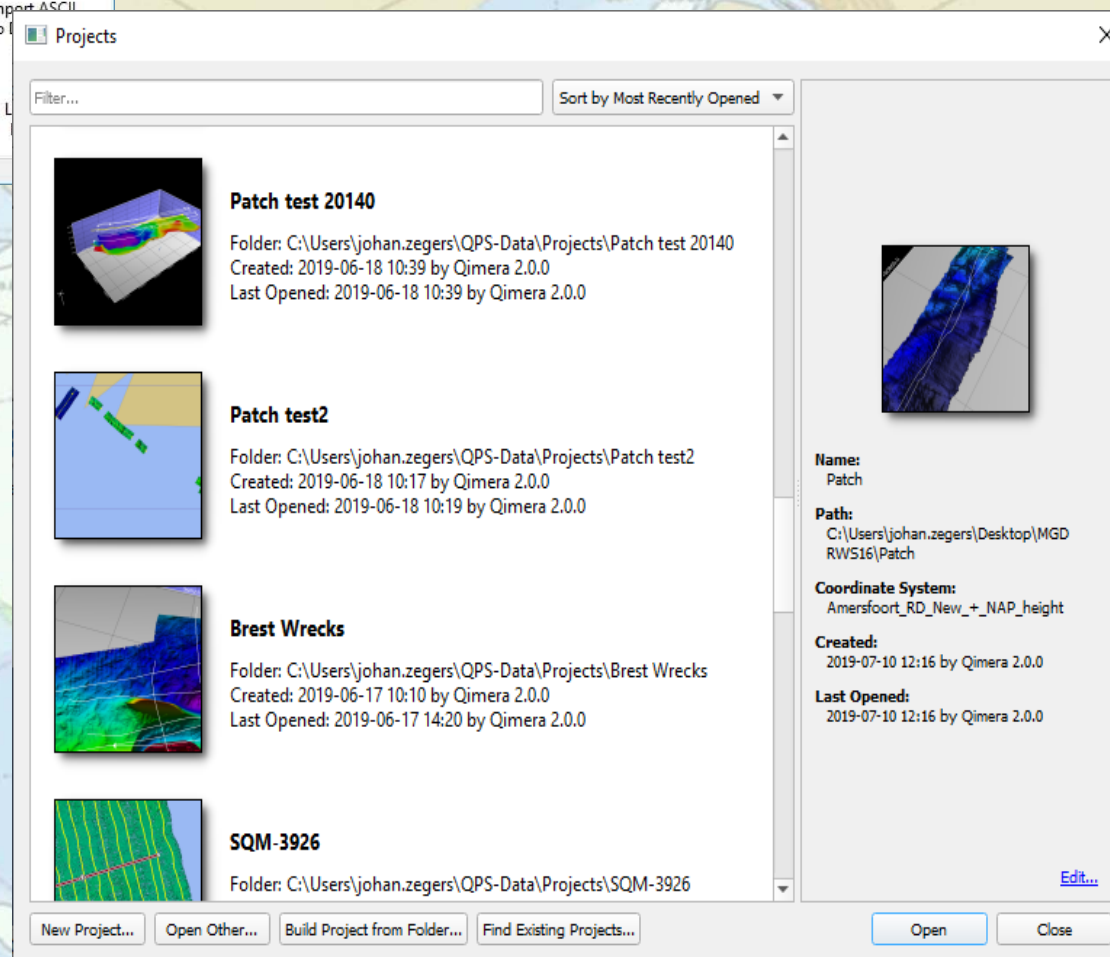
Создание проекта в программе «Console» QINSy v.9.x

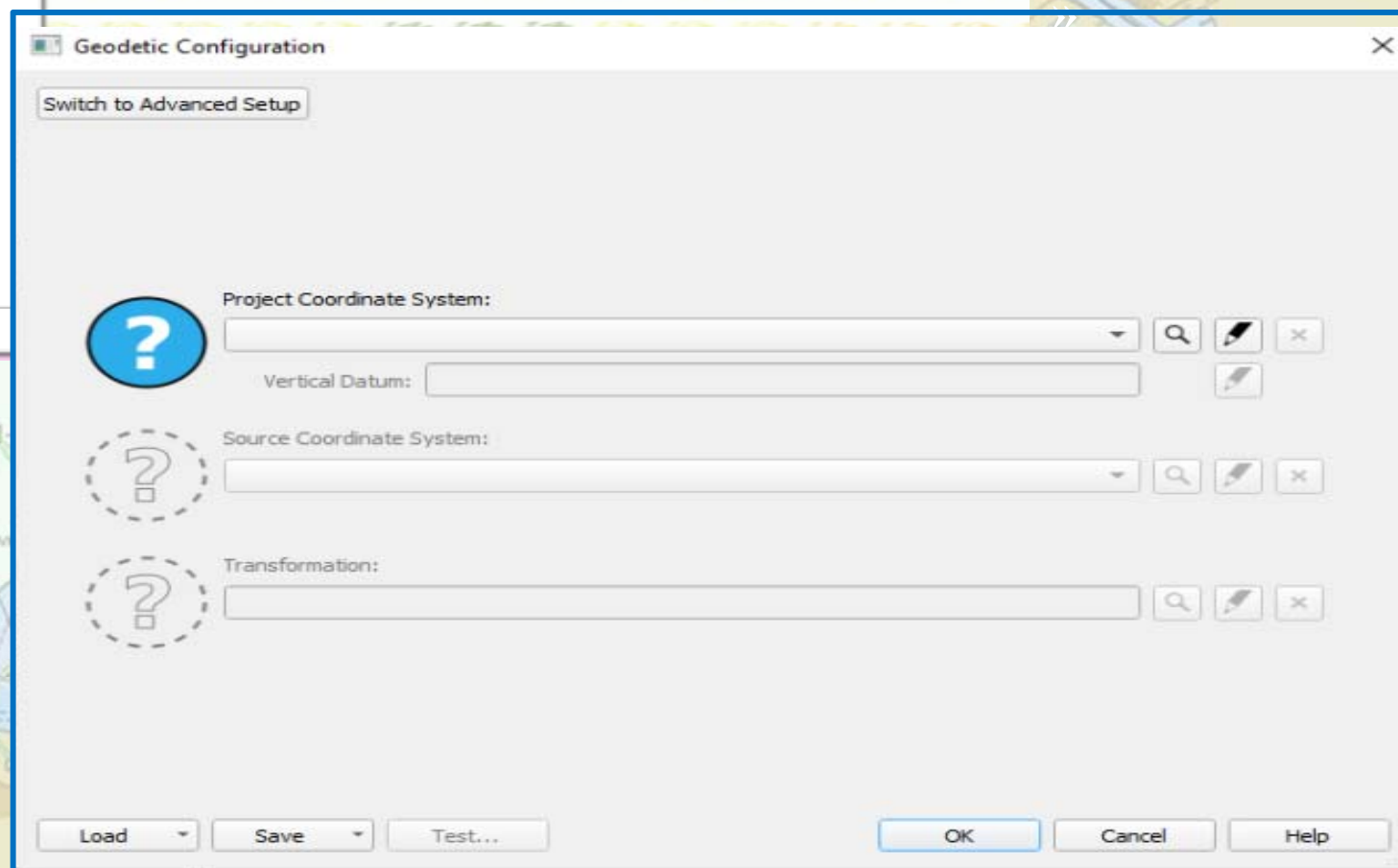
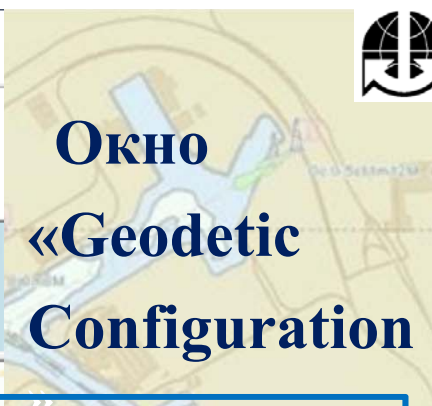
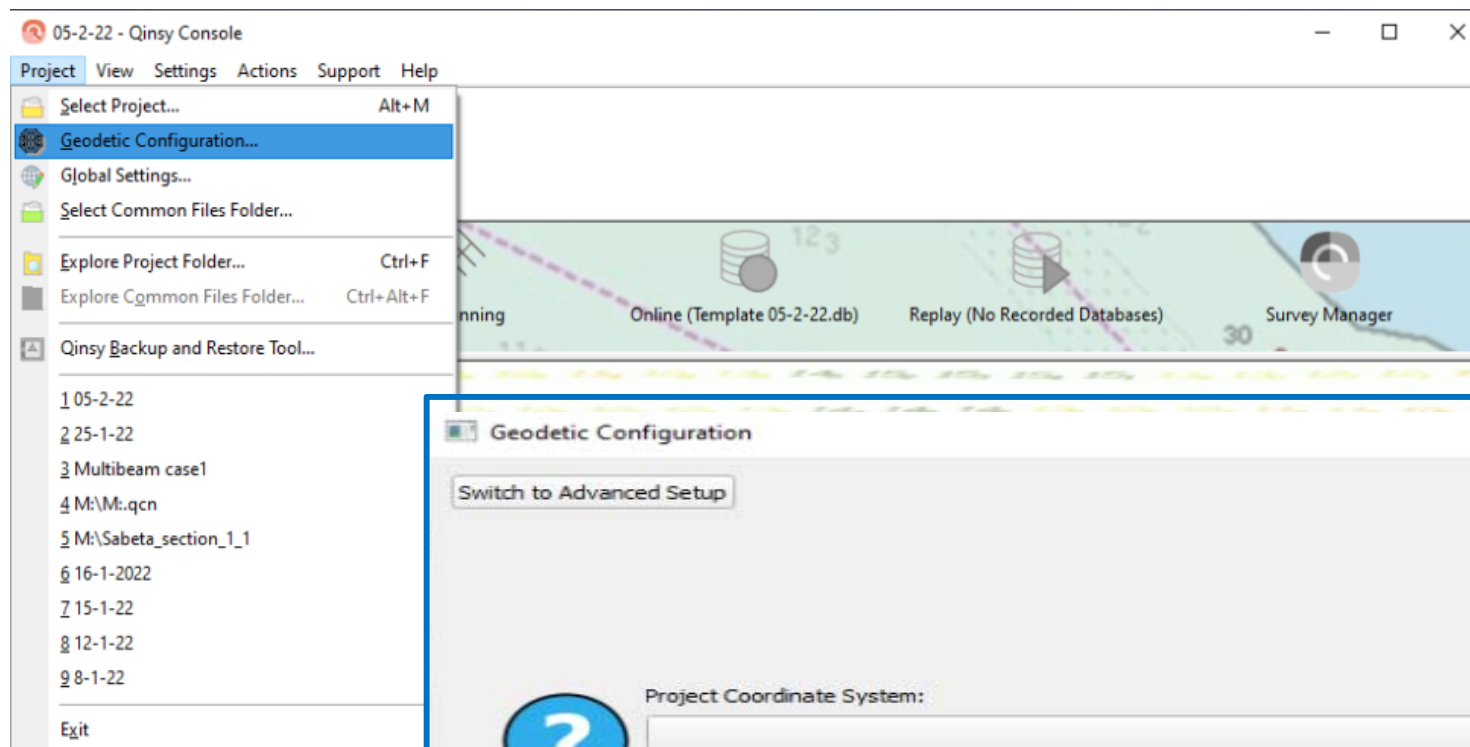


Опции:
Создание нового
проекта

Открытие видимого
проекта или другого
проекта

Поиск проекта

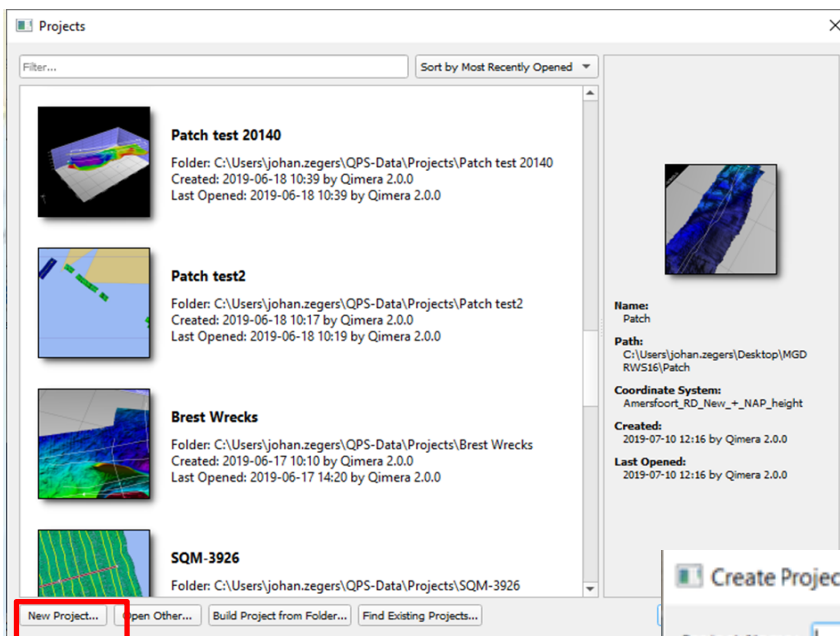




Вызов окна установок геодезии: Project → Geodetic Configuration



Установки геодезии при создании нового проекта «New Project» в версии 9.x QINSy



Кнопка «New Project»

В окне «Create Project»

ВВОДИМ

- имя проекта
- расположение проекта
- тип съемки *
- описание съемки *

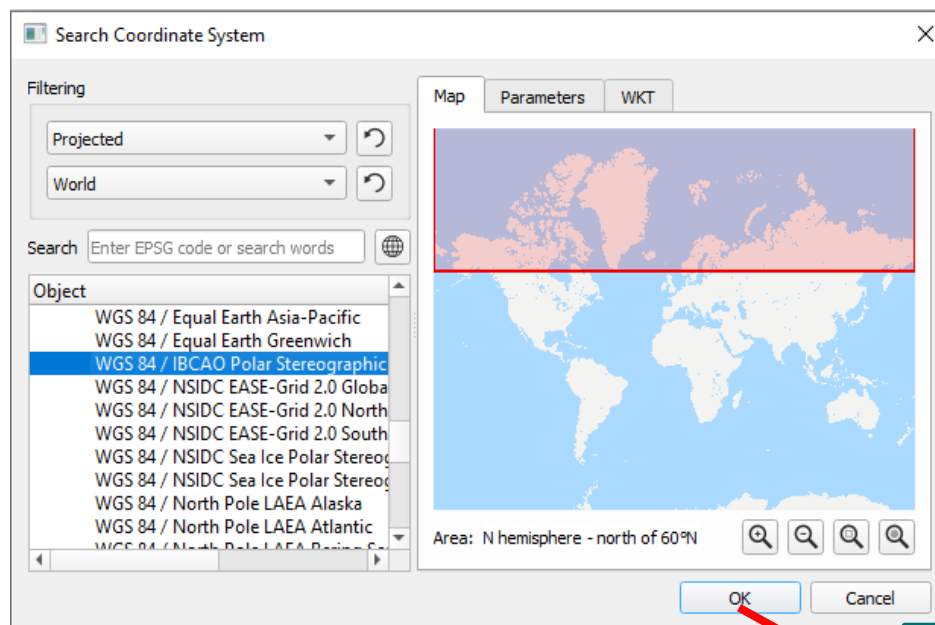
(*) не обязательная информация

- геодезию проекта или файл *.wkt



Окно «Search Coordinate System»

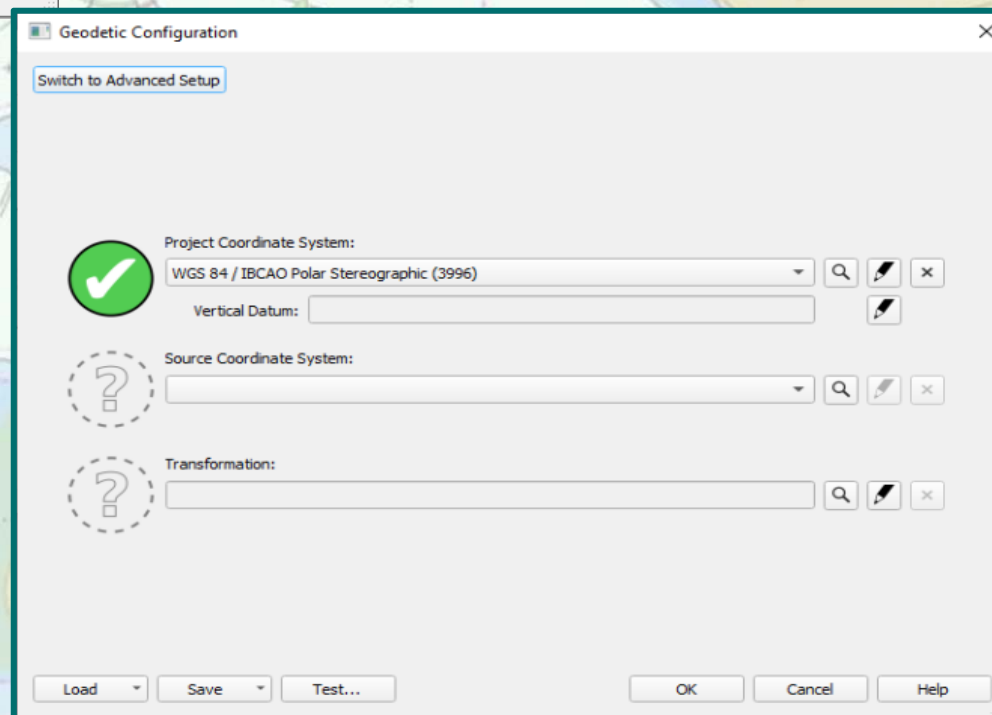
Пример настройки геодезии в виде
Полярной Стереографической
проекции на эллипсоиде WGS-84



Использование фильтров

1. Выбираем картографическую проекционную систему: **Projected**
2. Указываем район – выбран: **World**
3. На панели «**Object**» находим картографическую проекцию на заданном эллипсоиде

На графической панели в закладке «Map» индицируется район на который распространяется проекция. Район может быть задан вручную путем графического указания на карте.





Набор геодезических данных EPSG Международной ассоциации производителей нефти и газа (IOGP)

Набор геодезических данных **EPSG (European Petroleum Survey Group)** Международной ассоциации производителей нефти и газа представляет собой сборник описаний систем координат и методов их преобразований для глобального, национального и локального вариантов использования. Каждая система координат, включая описание эллипсоида и картографической проекции, имеет кодовое имя, содержащее поле идентификатора EPSG и цифровой номер. Поиск системы координат осуществляется по кодовому имени или району на земном шаре.

Кодовые имена систем координат, присвоенные в наборе данных EPSG, используются при задании системы координат в электронных гидрографических информационных системах фирмы QPS, «QINSy», «Qimera» и «Fledermaus», а также других ГИС (например: **Global Mapper**) и ЭГИС (например: **НУРАСК**)

Полярная стереографическая проекция IBCAO имеет идентификатора

EPSG 3996

Геодезические координаты на эллипсоиде имеет идентификатора

EPSG 4326



Сохранения созданной проекции в файле формате *.wkt



Geodetic Configuration

[Switch to Advanced Setup](#)

☒ Project Coordinate System:
WGS 84 / IBCAO Polar Stereographic (3996)

Vertical Datum:

☐ Source Coordinate System:

☐ Transformation:

```
PROJCS["WGS 84 / IBCAO Polar Stereographic",  
  GEOGCS["WGS 84",  
    DATUM["World Geodetic System 1984",  
      SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563,  
        UNIT["meter",1,  
          AUTHORITY["EPSG","9001"]]],  
        AUTHORITY["EPSG","7030"]]],  
        AUTHORITY["EPSG","6326"]]],  
    PRIMEM["Greenwich",0,  
      AUTHORITY["EPSG","8901"]]],  
      UNIT["degree",0.0174532925199433,  
        AUTHORITY["EPSG","9102"]]],  
        AUTHORITY["EPSG","4326"]]],  
    PROJECTION_NAME["IBCAO Polar Stereographic",  
      AUTHORITY["EPSG","19840"]]],  
      PROJECTION["Polar Stereographic (Variant B)",  
        AUTHORITY["EPSG","9829"]]],  
        PARAMETER["central_meridian",0,  
          UNIT["degree",0.0174532925199433,  
            AUTHORITY["EPSG","9102"]]]],  
          PARAMETER["false_easting",0,  
            UNIT["meter",1,  
              AUTHORITY["EPSG","9001"]]]],  
            PARAMETER["false_northing",0,  
              UNIT["meter",1,  
                AUTHORITY["EPSG","9001"]]]],  
                PARAMETER["standard_parallel_1",75,  
                  UNIT["degree",0.0174532925199433,  
                    AUTHORITY["EPSG","9102"]]]],  
                    UNIT["meter",1,  
                      AUTHORITY["EPSG","9001"]]],  
                      AUTHORITY["EPSG","3996"]]],  
    METADATA["WGS 84 / IBCAO Polar Stereographic",  
      PARAMETER["version",2],  
      PARAMETER["timestamp","20220205T145042"]]]]
```

Загрузка файла *.wkt



Тестирование системы координат на основе Полярной Стереографической проекции на эллипсоиде WGS-84

Geodetic Configuration

Switch to Advanced Setup

Project Coordinate System:
Pulkovo 1942 / Gauss-Kruger zone 5 (28405)

Vertical Datum:

Source Coordinate System:
WGS 84 (4326)

Transformation:
WGS 84 to Pulkovo 1942 (Custom)

Load Save Test... OK Cancel Help

Test Coordinate Systems

Coordinate Epoch:

Input

WGS 84

Latitude: 59 56 26.00 N

Longitude: 29 30 05.00 E

Ellipsoidal Height (h): 10.0000

Geoid Height (N):

Easting:

Northing:

Orthometric Height (H):

Convergence:

Scale Easting:

Scale Northing:

Geocentric X: 2787574.7643

Geocentric Y: 1577223.1227

Geocentric Z: 5497171.4085

Output

Pulkovo 1942 / 6-degree Gauss-Kruger zone 5

Latitude: 59 56 26.17 N

Longitude: 29 30 13.15 E

Ellipsoidal Height (h): -4.8115

Geoid Height (N):

Easting: 5639934.3720

Northing: 6650218.3673

Orthometric Height (H): -4.8115

Convergence: 2.167277

Scale Easting: 1.000240

Scale Northing: 1.000240

Geocentric X: 2787548.0816

Geocentric Y: 1577353.5002

Geocentric Z: 5497257.6983

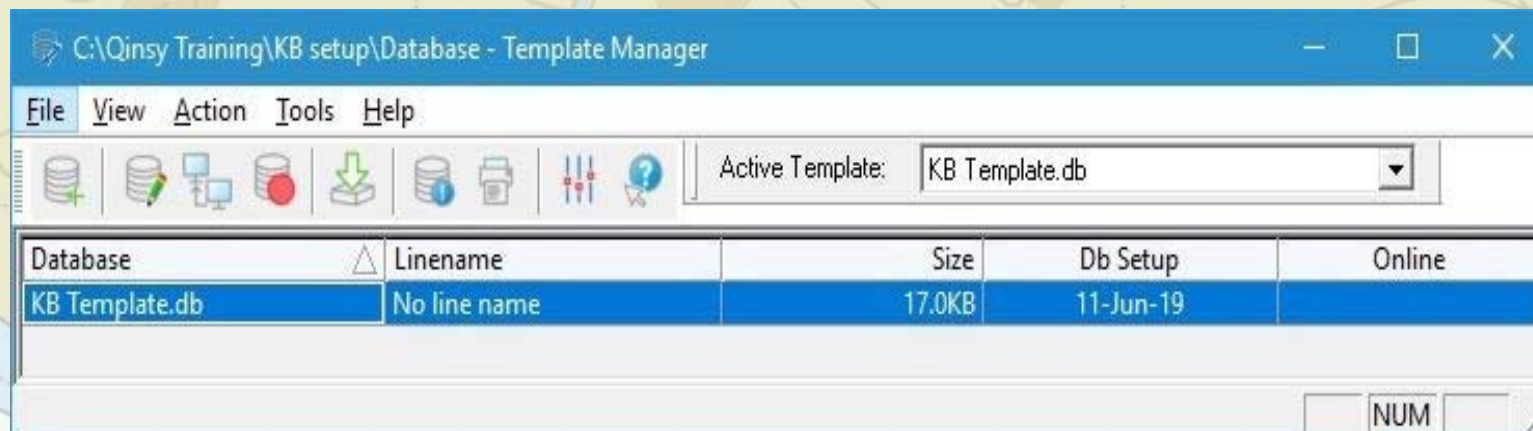
Convert >> << Convert

Format Options

Geographic Unit: ddd mm ss.ss H Projected Unit: metre

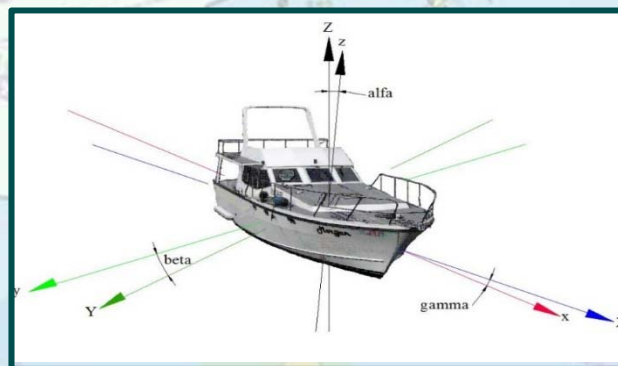
Export Print Close

Автоматическое создание
отчета в файле формата pdf
(опция «Print»)



Создание шаблона базы данных QINSy v.9.x для выполнения съемки

1. Задание параметров объекта (судна)



- Тип «объекта» (носителя оборудования);
- Имя объекта;
- положение начала системы координат объекта;
- форма корпуса «объекта»



Задание параметров «объекта»

- Выберите тип «объекта», чаще всего - это будет судно.
- Введите имя «объекта».
- Назначьте точку начала системы координат объекта (центр судовой системы координат). Эта точка будет иметь нулевые координаты в судовой системе отсчета. Рекомендуется расположить эту точки по возможности как можно ближе к центру тяжести (CoG – Center Of Gravity).
- Введите высотное превышения точки начала системы координат объекта над плоскостью киля объекта.
- Проверьте, отмечен ли «Параметр проседания» (**‘Define Squat parameters’**), если он определен, то должен использоваться при исправление глубин.
- Задайте форму корпуса «объекта» и сохраните ее в файл с расширением . shp



Выбор типа «объекта»

Object Definition

General Object Definition

Type:

Name:

Object Reference Point

Description:

Height above Draft Reference: m

Object Squat Model

Squat Method:

< Back Next > Finish Cancel Help

Object Definition

General Object Definition

Type:

Name:

Object Reference Point

Description:

Height above Draft Reference: m

Object Squat Model

Squat Method:

< Back Next > Finish Cancel Help

Object Definition

General Object Definition

Type:

Name:

Object Reference Point

Description:

Height above Draft Reference: m

Object Squat Model

Squat Method:

< Back Next > Finish Cancel Help

Object Definition

General Object Definition

Type:

Name:

Object Reference Point

Description:

Height above Draft Reference: m

Object Squat Model

Squat Method:

< Back Next > Finish Cancel Help

Выбор типа «объекта» с которого будет выполняться съемка и ввод его имени



Параметр «Height above draft reference»

Object Definition

General Object Definition
Type:
Name:

Object Reference Point
Description:
Height above draft reference: m

Object Squat Model
Squat Method:

< Назад **Далее >** Готово Отмена Справка

Object Reference Point
Description:
Height above draft reference: m

Height status

Vertical Datum
 for height results
Height offset: Meters

Mean Sea Level Model
 for height settings

Tide parameters
Tide Method:
Number of gauges:
System(s):
Tide:

Draft / Squat parameters
Draft:
Squat method:
Depth value:
Speed value:

Offset from Object Reference Point
X (Stb = Positive): Meters
Y (Bow = Positive): Meters
Z (Up = Positive): Meters

Object Reference Point

Для эхолота смещение антенны по высоте (Z) вводится в программе «Настройка шаблона»

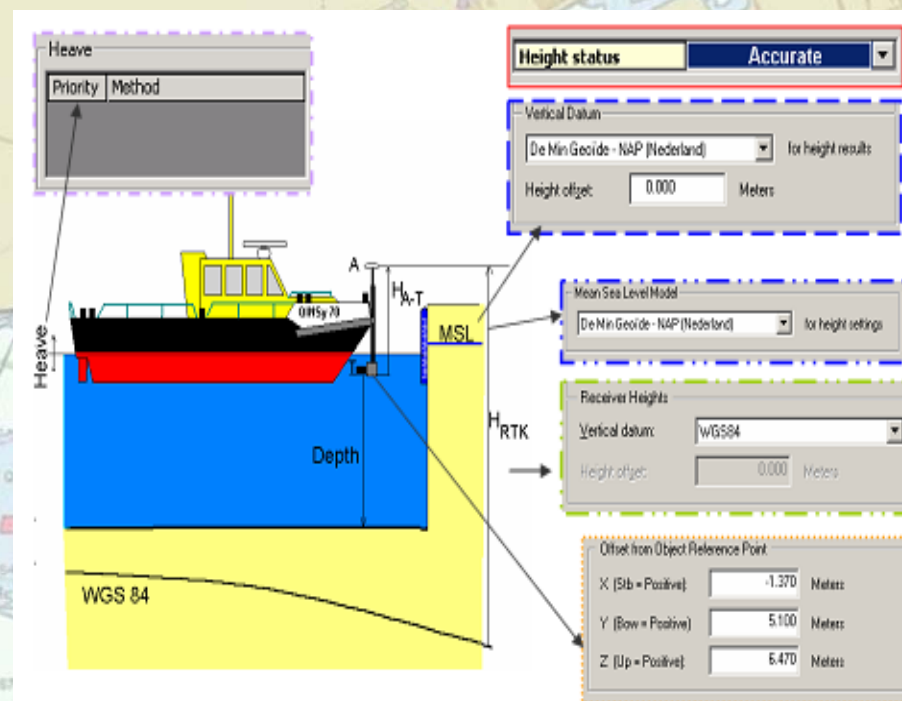
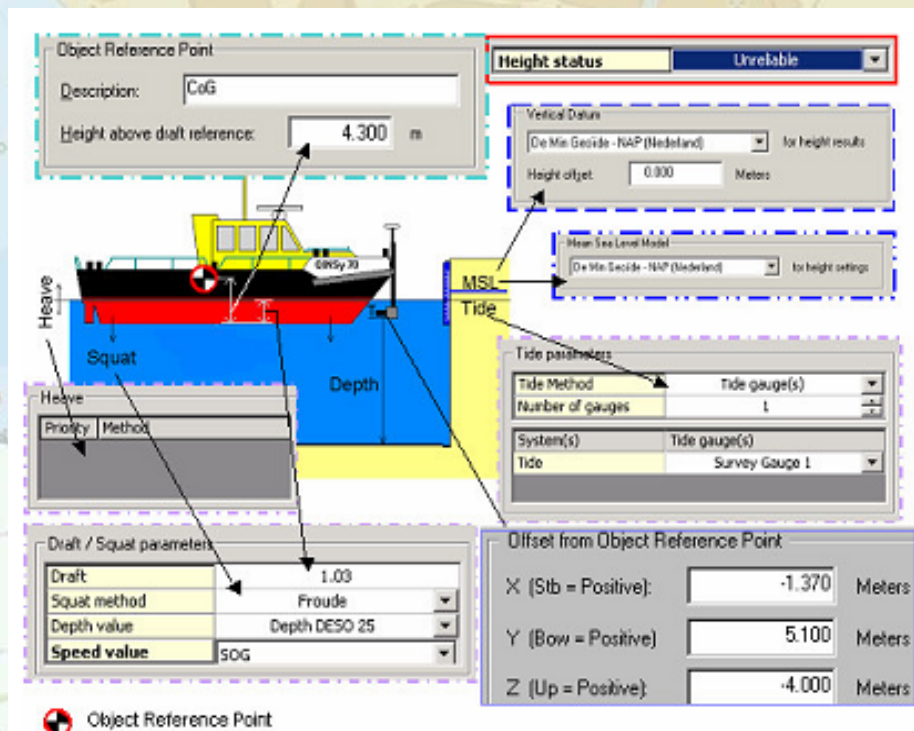
Статическая осадка «объекта» - «draft» вводится в программе Контроллер (Controller)



Методы ГНСС фиксации высоты в QINSy



- установка в программе «Контроллер»

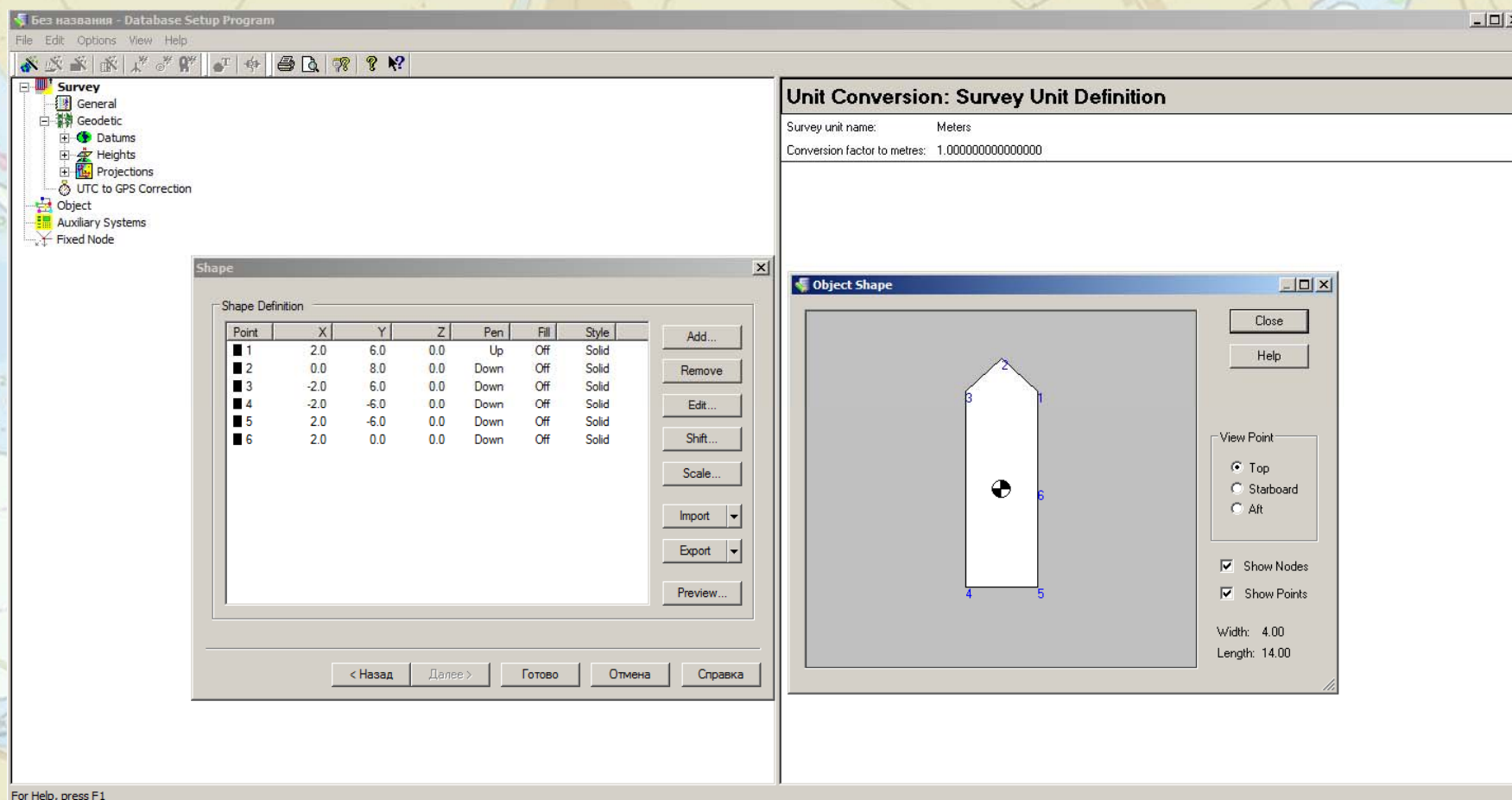


В QINSy предусмотрены два различных метода получения поправок за уровень моря при выполнении съемки рельефа при использовании глобальной спутниковой системы (GNSS); :

- «ненадежная» геодезическая высота от GNSS (**Unreliable**);
- «точная» геодезическая высота GNSS (**Accurate**);



Файл формы корпуса «объекта»



- Создается одним из двух способов:
- Вводом координат, формирующих корпус «объекта» с клавиатуры;
- Импорт файла формы корпуса объекта в форматах: .shp, .dxf



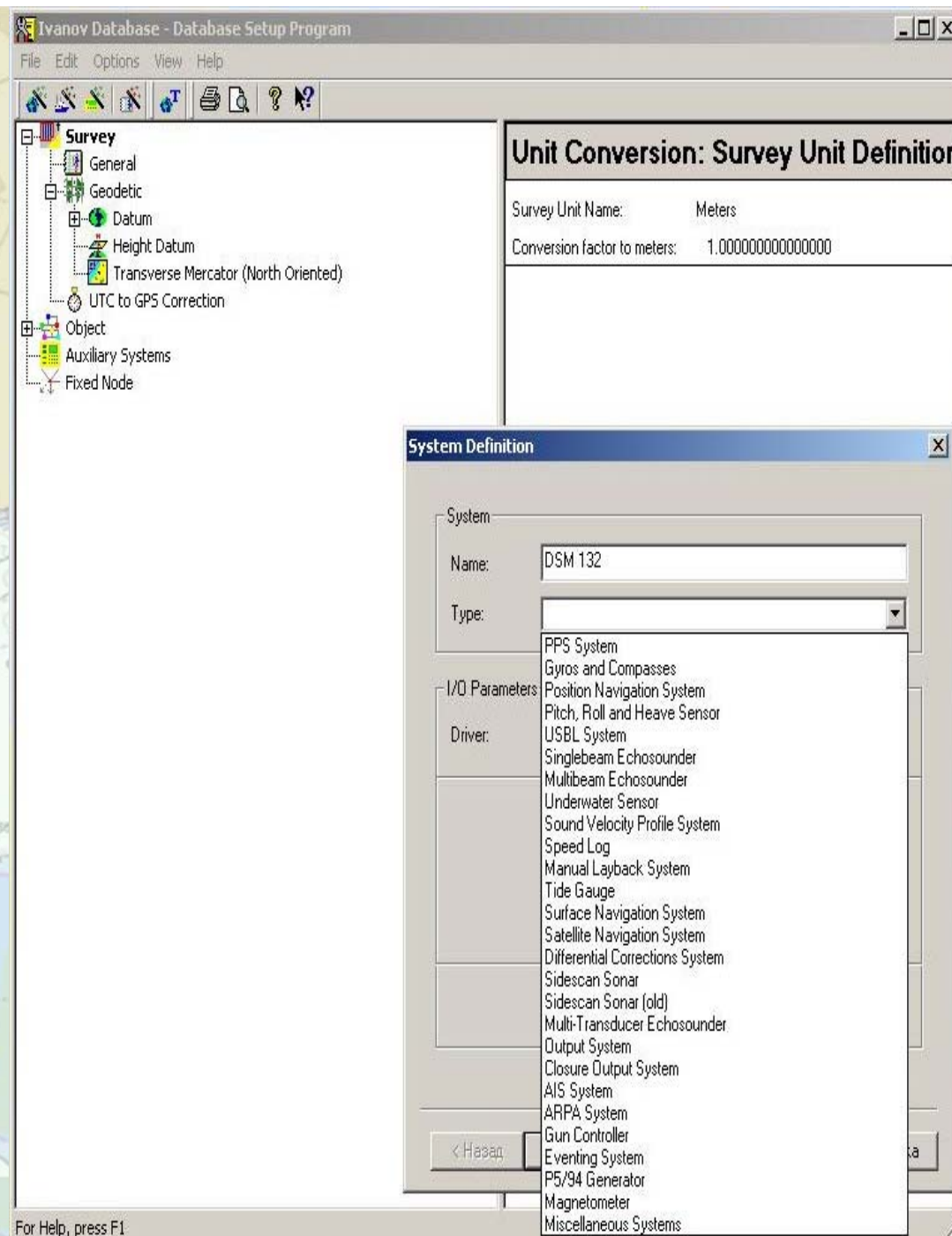
2. Сопряжение с оборудованием

Мастер задания оборудования



Необходимо:

- выбрать тип оборудования;
- задать смещения антенн;
- определить тип интерфейса и драйвер для сопряжения с оборудованием.





Настройки системы позиционирования QINSy v.9.x

Template test 17-3-24 - Database Setup Program

File Edit View Options Help

Survey

- General
- Geodetic
 - Datums
 - WGS 84
 - Heights
 - Chart Datum / Vertical Datum
 - Mean Water Level Model
 - Digital Terrain Models
 - Projections
 - Universal Transverse Mercator (North Hemisphere)
 - Local Construction Grid
- UTC to GPS Correction**
- Object
 - Auxiliary Systems
 - Fixed Node

UTC to GPS Correction

UTC to GPS time correction: 18.000 s

New System

System

Name: GNSS_sim

Type:

- Position Navigation System
- Gyro Compass
- Pitch Roll Heave Sensor
- Multibeam Echosounder
- Time Synchronization System
- AIS System
- ARPA System
- Acceleration Velocity Sensor
- Acoustic Doppler Current Profiler
- Bundle Auxiliary Sensor
- Bundle Depth Sensor
- Bundle Gyro Compass
- Closure Output System
- Differential Corrections System
- Eventing System
- Gun Controller
- Gyro Compass
- Layback System
- Magnetometer
- Miscellaneous System
- Multi-Transducer Echosounder
- Multibeam Echosounder
- Output System
- P5/94 Generator
- Pitch Roll Heave Sensor
- Position Navigation System
- Rotation Angle Sensor
- Satellite Navigation System
- Sidescan Sonar
- Singlebeam Echosounder
- Sound Velocity Profile System
- Speed Log
- Surface Navigation System
- Tide Gauge
- Time Synchronization System
- USBL System
- Underwater Sensor

Notes

I/O Parameters are

< Back

Qinsy 9 Offshore For Help, press F1



Настройки для системы позиционирования ГНСС для COM-порта в QINSy v.9.x

Template rev01 - Database Setup Program

File Edit View Options Help

Survey

- General
- Geodetic
 - Datums
 - WGS 84
 - RGF93
 - Shift RGF93 to WGS 84
 - Heights
 - Chart Datum / Vertical Datum
 - Mean Water Level Model
 - Digital Terrain Models
 - Projections
 - Universal Transverse Mercator (North Hemisphere)
 - Local Construction Grid
 - UTC to GPS Correction
- Object
 - QPS
 - System
 - GNSS
 - Variable Node
 - QPS CoG
 - Antenna
 - Link
 - Auxiliary Systems
 - Fixed Node

System: GNSS

Description: GNSS
Type: Position Navigation System
Driver: Network - NMEA Position and Heading (Checksum)
Executable and Cmdline: DrvPositionNMEAUDP.exe

Port: 9000
Update rate: 0.000 s
Latency: 0.000 s

Acquired by: [Directly into Qinsy] (No additional time tags)
Observation time from: N/A
Number of slots: 0

Satellite system name: WGS 84

Horizontal datum: WGS 84 (Greenwich)
Vertical datum: WGS 84 (Greenwich)
Height file: N/A
Height level: No Level Correction
Height file: N/A
Height offset: 0.000 m

SD latitude: 0.050 m
SD longitude: 0.050 m
SD height: 0.100 m

Measurement unit: Meters

Receiver description: GNSS
Receiver number: 0

Object location: QPS
Node name: Antenna
X (Stbd = Positive): 1.000 m
Y (Bow = Positive): 2.000 m
Z (Up = Positive): 1.500 m
A-priori SD: 0.010 m

Edit System [GNSS]

System Name: GNSS
Type: Position Navigation System

Socket Settings
Driver: Network - NMEA Position and Heading (Checksum)
Acquired by: [Directly into Qinsy] (No additional time tags)

Port number: 9000

Latency: 0.000 s

Notes
I/O Parameters are only used in online mode and have no effect in replay mode.
Latency is only applicable for non-UTC drivers.
This driver also supports other system types. [More info...](#)

< Back Next > Finish Cancel Help



Настройки системы позиционирования ГНСС для сетевого соединения в QINSy v.9.x

New System

System
Name: GNSS
Type: Position Navigation System

Socket Settings
Driver: [Type here to search]
Port number:

Notes
I/O Parameters are

This driver also supports

< Back Next > Finish Cancel Help

Edit System [GNSS]

System
Name: GNSS
Type: Position Navigation System

Socket Settings
Driver: Network - NMEA Position and Heading (Checksum)
Acquired by: [Directly into Qinsy] (No additional time tags)

Port number: 9000

Latency: 0.000 s

Notes
I/O Parameters are only used in online mode and have no effect in replay mode
Latency is only applicable for non-UTC drivers
This driver also supports other system types [More info...](#)

< Back Next > Finish Cancel Help

Для сетевого соединения по протоколу NMEA = Port
Number 9000



Настройки для однолучевого эхолота

Singlebeam Echosounder Transducers

Location

Object: QPS-25

Transducers

Transducer	Slot
TD 33 kHz	1
TD 210 kHz	2

Add 1 Remove

Transducer Mounting Angles

Roll offset: 0.000

Pitch offset: 0.000

Transducer Slot Identifier

Slot ID: 2

Label: 210 kHz

Transducer Opening Angle

Beam width: 10.000

Echosounder Raw Sample Data

☐ Use Raw Samples Cal. Factor: 1.0000 Calibrate...

< Back Next > Finish Cancel Help

Singlebeam Echosounder Parameters

Echosounder Draft Correction

☐ Echosounder is draft corrected 1

☒ Correction derived from node offsets

☐ Enter manually: 0.000 m

Echosounder Other Parameters

Used velocity: 1485.000 m/s

Depth unit: Meters

☐ Echosounder is heave compensated 3

Footprint Calculation 4

☐ Depths require no re-processing ☐ Superimpose squat

☒ Footprint calculated using pitch/roll

☐ Footprint placed vertically below transducer (nadir direction)

☐ Except when pitch/roll is outside transducer beam angle

Calibrated velocity: 1485.000 m/s

Note: not used when velocity profile is enabled

< Back Next > Finish Cancel Help



Необходимые дополнительные параметры для ОЛЭ

Singlebeam Echosounder Parameters

Echosounder Draft Correction

☐ Echosounder is draft corrected ①

☒ Correction derived from node offsets

☐ Enter manually: 0.000 m

Echosounder Other Parameters

Used velocity: ② 1485.000 m/s

Depth unit: Meters

☐ Echosounder is heave compensated ③

Footprint Calculation ④

☐ Depths require no re-processing ☐ Superimpose squat

☒ Footprint calculated using pitch/roll

☐ Footprint placed vertically below transducer (nadir direction)

☐ Except when pitch/roll is outside transducer beam angle

Calibrated velocity: ⑤ 1485.000 m/s

Note: not used when velocity profile is enabled

< Back Next > Finish Cancel Help

• Параметры для ОЛЭ:

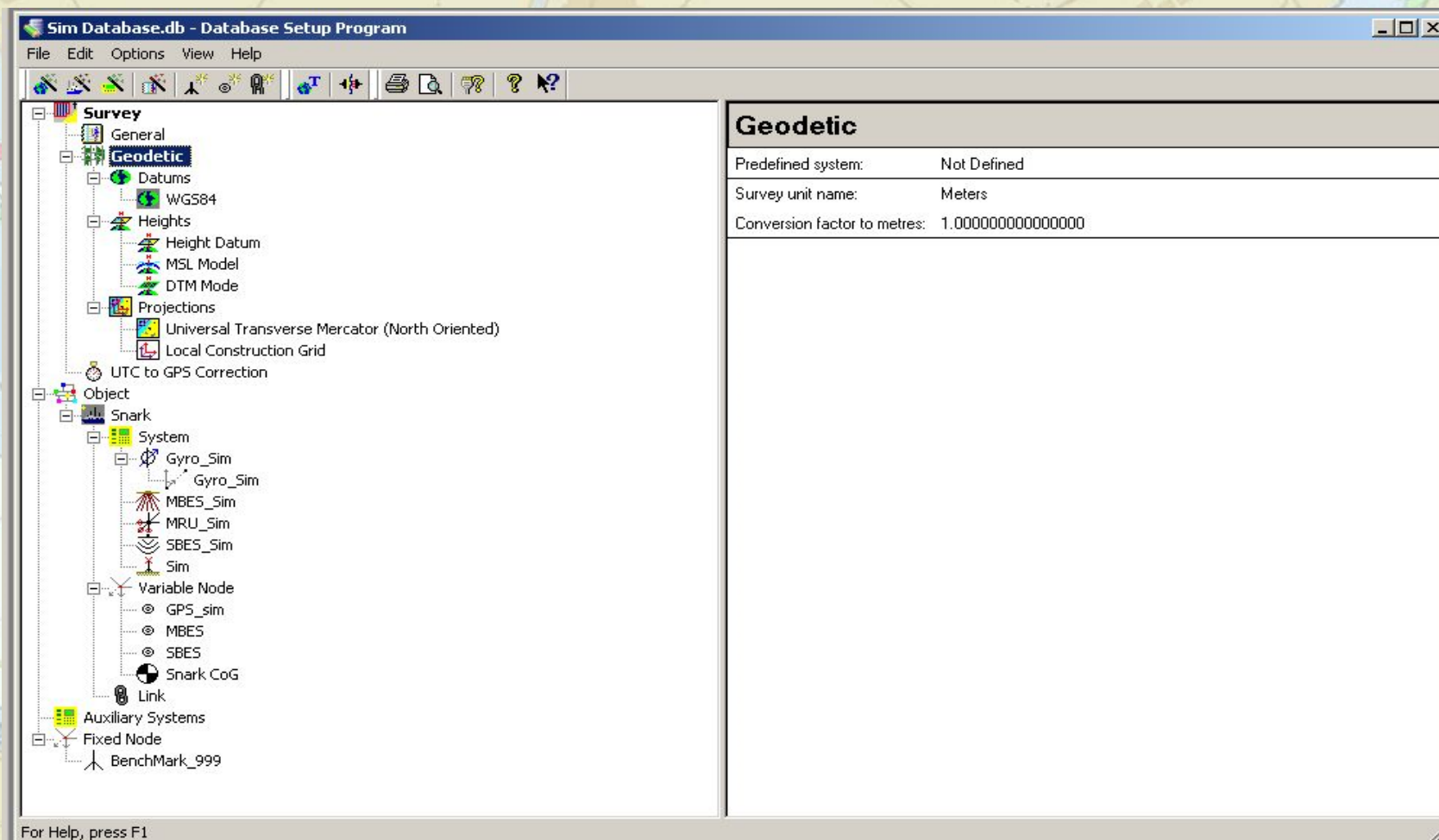
- (1) источник информации о заглублении антенны ОЛЭ (смещение: Z или ручной ввод);
- (2) скорость звука, установленная в ОЛЭ;

ОЛЭ может быть подключен к ДПС

- (3) исправление глубины с учетом вертикального перемещения от ДПС
- (4) исправление глубины и ее положения с учетом углов крена\ дифферента;
- 5) скорость звука по результатам тарирования ОЛЭ (не используется если рассчитана средняя гармоническая скорость звука из Контролере



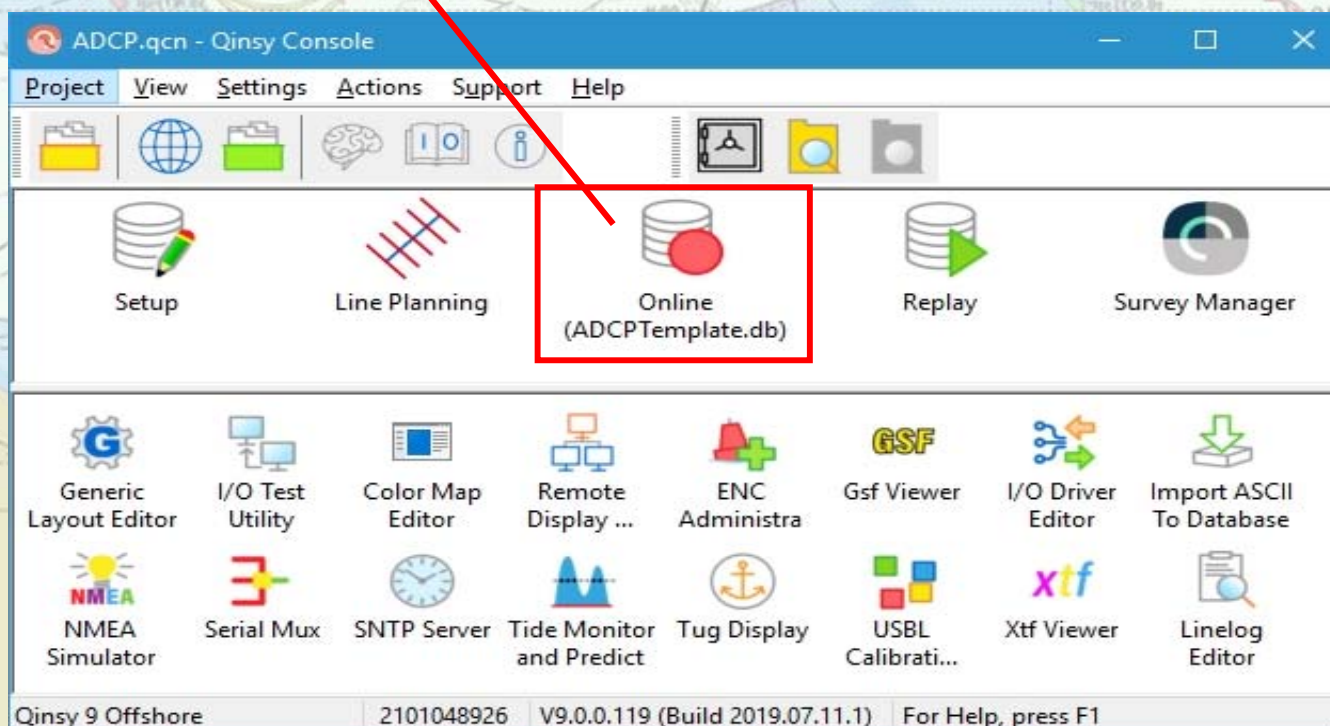
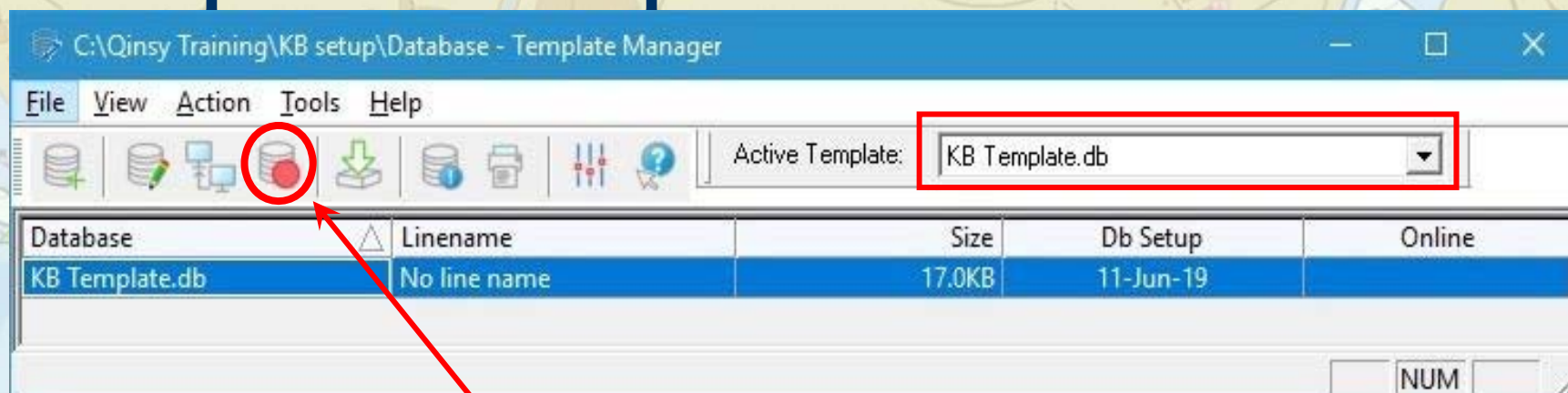
Завершение настройки шаблона БД



При завершении настройки шаблона БД можно выполнить проверку выполненных установок и закрыть окно; программа сама запросит сохранение шаблона



Включение системы реального времени «Controller»





Главное окно системы реального времени «Controller» Статус

Панель заголовка
Панель главного
Меню

Панель основных
Инструментов

Информационная
панель

Template (0).db - Controller

File View Settings Session Calibrations Options Reset Help

Pos

Trial Project

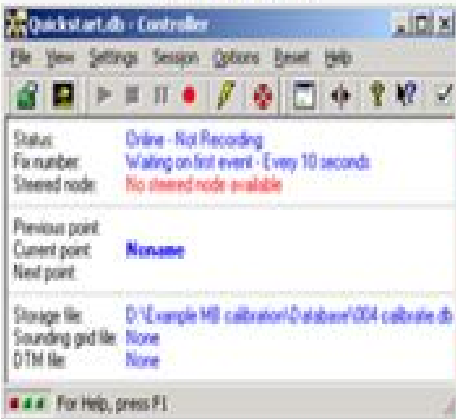
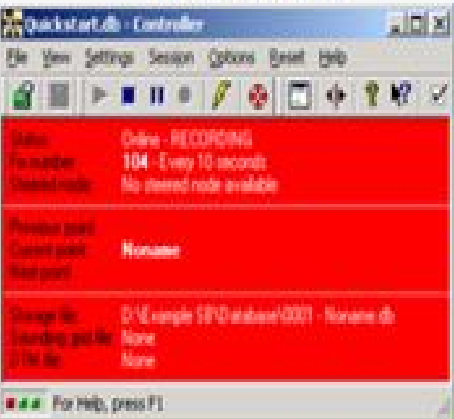
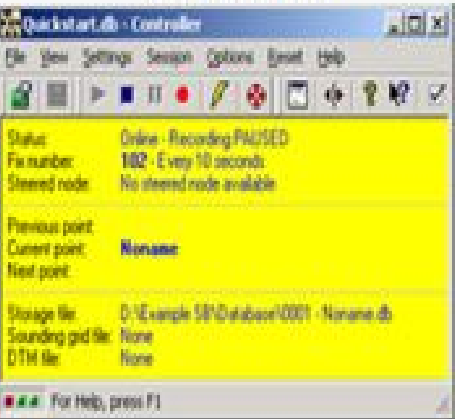
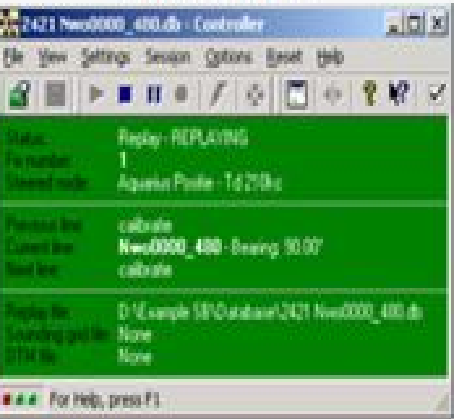
Status:	Trial project Online - Not Recording	Панель зоны Статус
Steered node:	Pos - Vessel CoG on Vessel	
Previous route:		Панель зоны Галсы
Current route:	Route1 - Bearing: 92.14° (True)	
Next route:		
Storage file:	20190723_135633 - Route1 - 0001.db	Панель зоны Регистрация
Sounding grid file:	SoundingGrid.grd	
Generic logging:	Disabled	Панель зоны Ресурсы
Free disk space:	24.4 GB (C:)	
Local time:	Tuesday, July 23, 2019 15:58:24	
I/O Status:	Idle	

5%

For Help, press F1



Режимы работы системы реального времени «Controller»

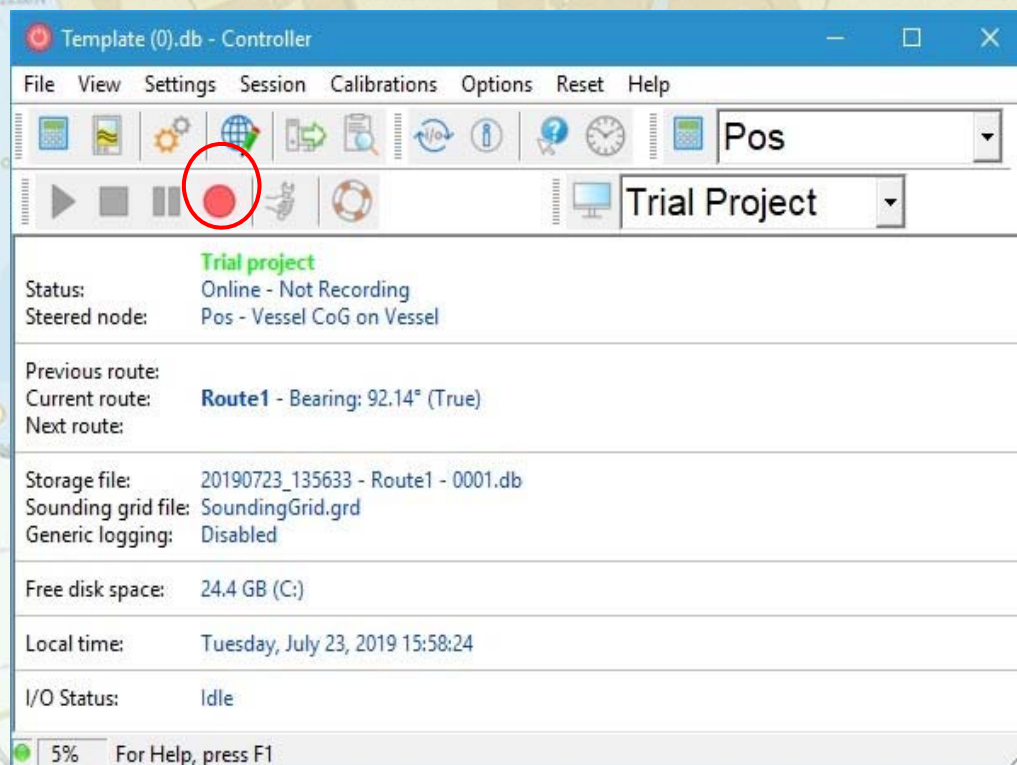
белый фон	красный фон	желтый фон	зеленый фон
			
No action	Recording data	Paused	Replay data

Главное окно режима работы системы съемки «Controller» может находиться в одном из 4-х состояний:

- «Controller» без регистрации данных съемки (no action)
- «Controller» с регистрацией данных съемки (recording data)
- «Controller» с паузой в регистрации данных съемки (pause)
- «Controller» в режиме воспроизведения данных съемки (replay data)



Система реального времени «Controller» (подготовка к выполнению съемки)



Создание окон

При первом запуске программы первоначально необходимо создать набор окон, используя программу «Display Manager». Необходимыми для первой практической работы являются:

- Navigation Display;
- Helmsman Display

-

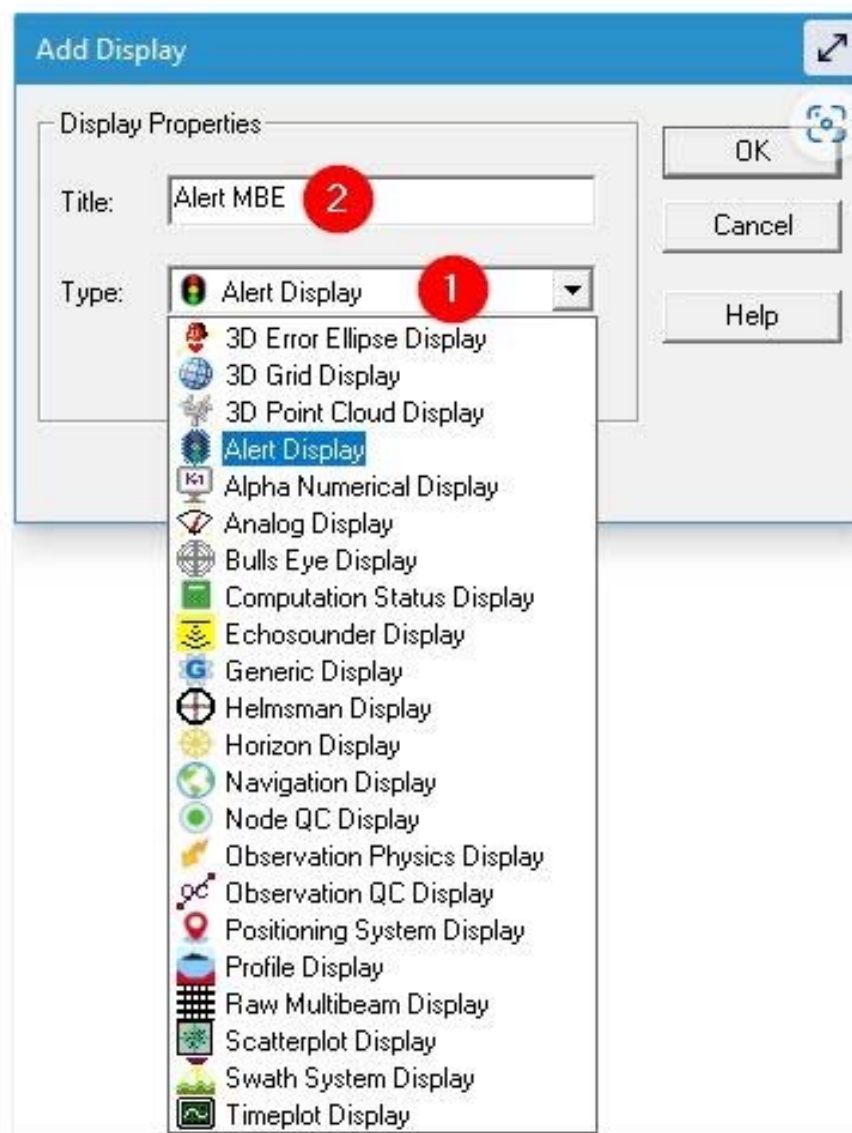
Всего в QINSy 21 тип окон

Настройки программы «Controller» включает:

1. Настройка фильтрации данных позиции (Computation Setup);
2. Выбор файла проектных галсов (Session Setup => planning);
3. Выбор метода фиксации событий (Session Setup => fixing);
4. Выбор принципа регистрации данных (Session Setup => storage).



Доступные окна в программе «Display Manager» QINSy v.9.x



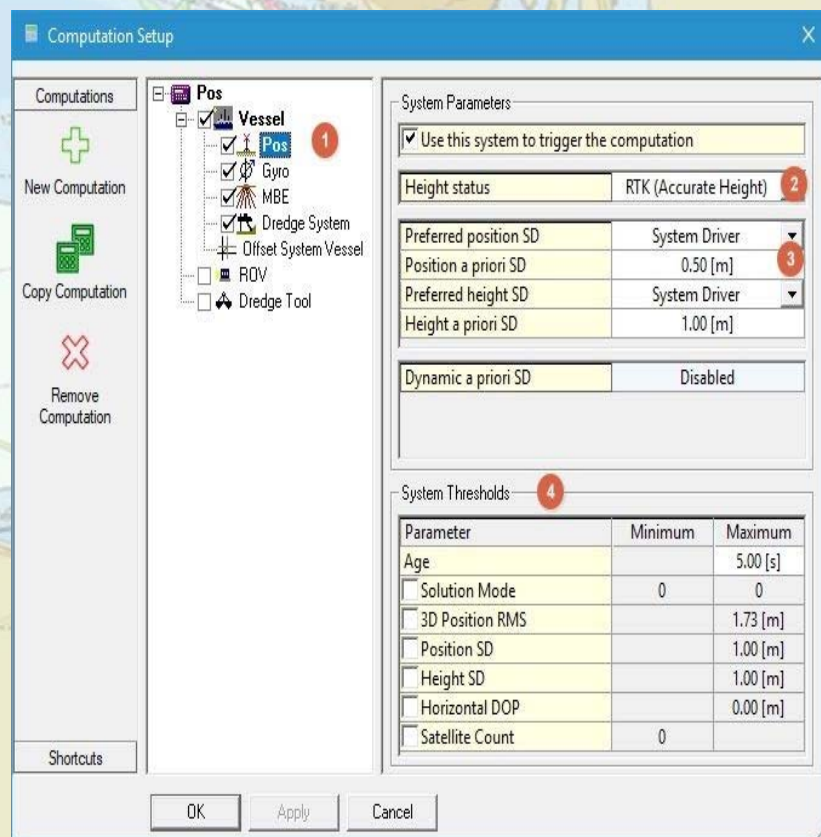
(1) После задания имени набору окон можно начать процесс добавление окон в этот набор

(2) Добавление новых окон в «набор» с заданным именем

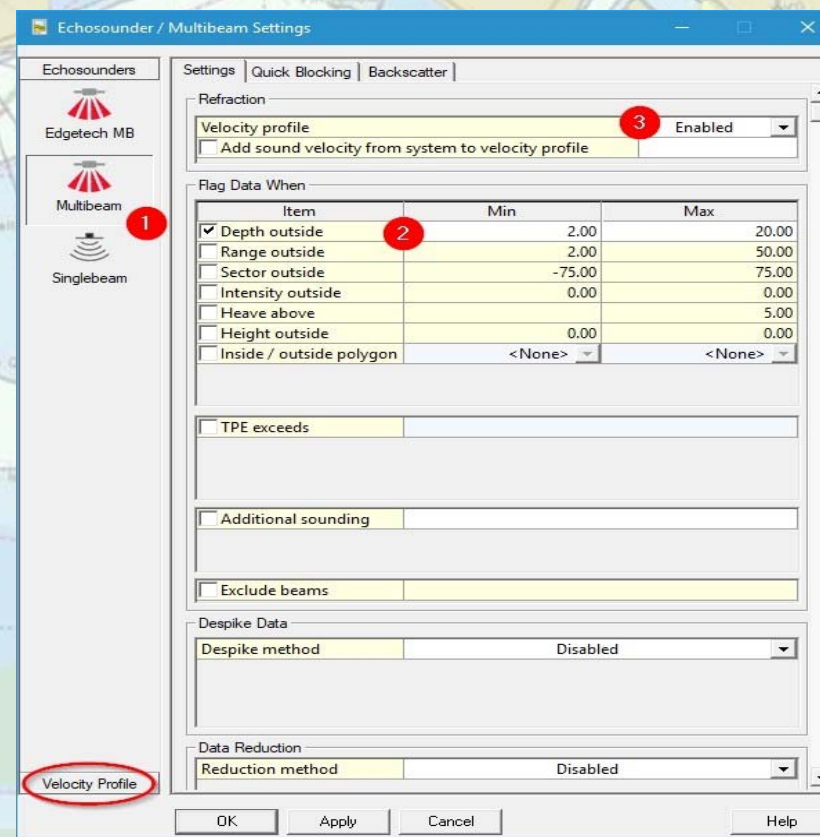


Настройка съемки в программе Контроллере

- (1) Настройка фильтрации данных позиции (Computation Setup);
- (2) Настройка эхолотов (Echosounder Settings)
- (3) Выбор файла проектных галсов (Session Setup => planning);
- (4) Выбор метода фиксации событий (Session Setup => fixing);
- (5) Выбор принципа регистрации данных (Session Setup=> storage).



(1)

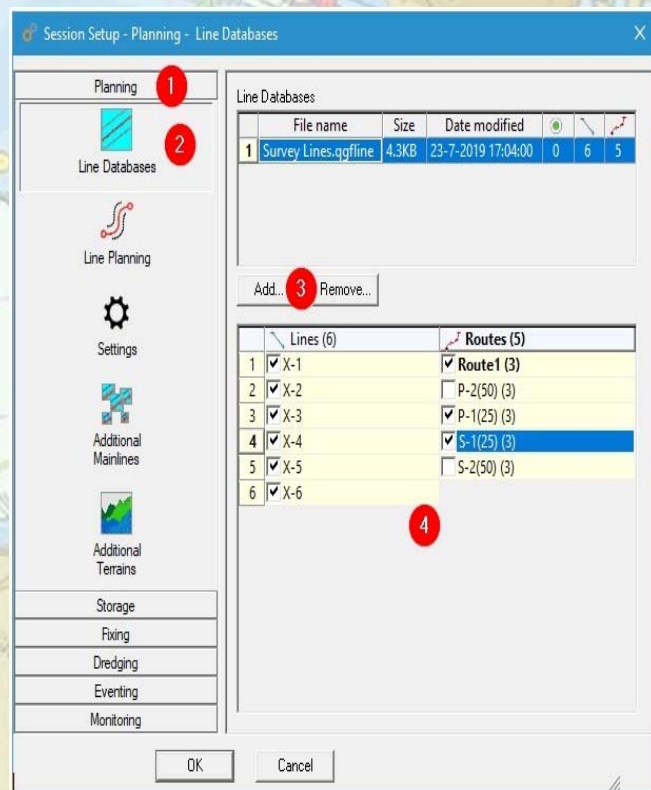


(2)

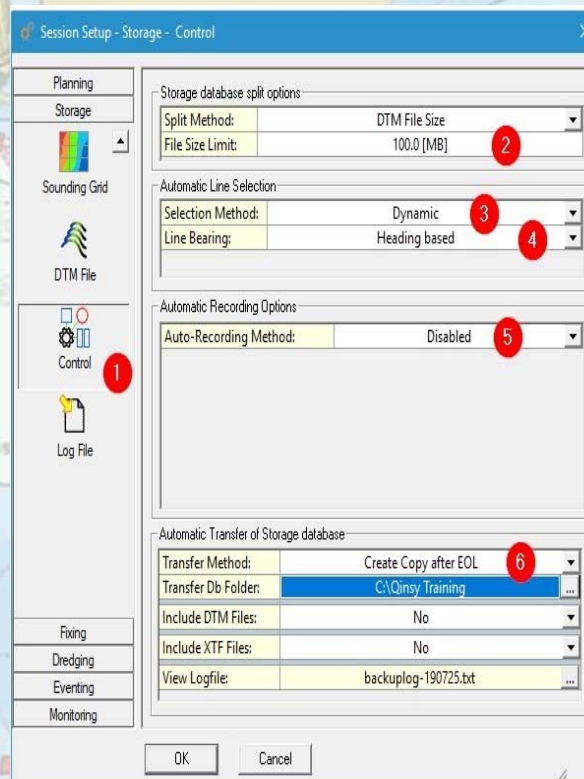


Настройка съемки в программе Контроллере

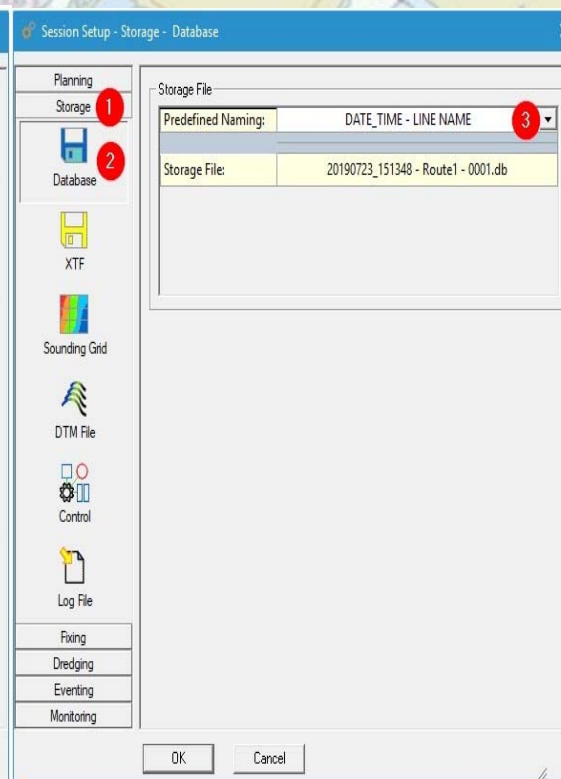
- (3) Выбор файла проектных галсов (Session Setup => planning);
(4) Выбор метода фиксации событий (Session Setup => fixing);
(5) Выбор принципа регистрации данных (Session Setup=> storage).



(3)



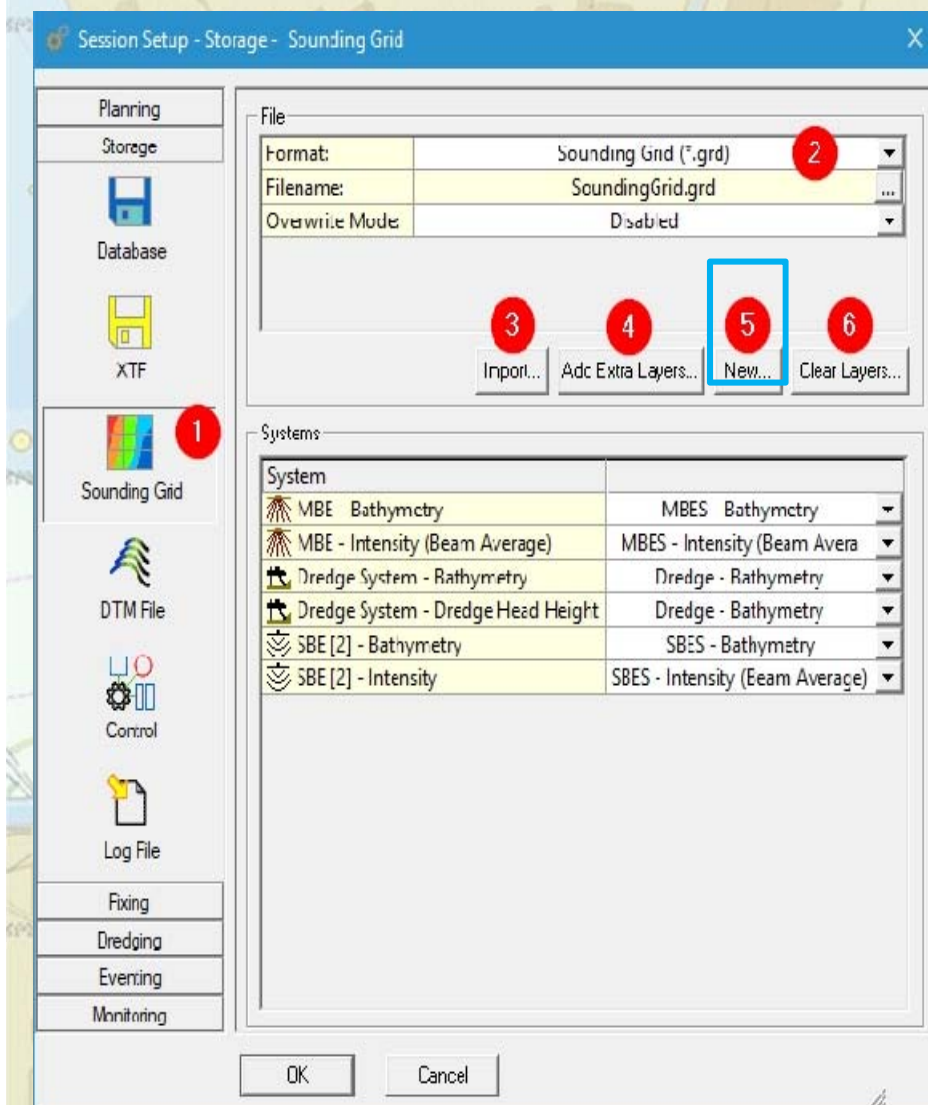
(4)



(5)



Настройка регистрации данных съемки рельефа в регулярную сетку глубин (Sounding Grid) в Контроллере



- Для настройки регистрации в файлы *.grd необходимо вначале создать сетку (грид) с заданными параметрами. Это можно с использованием «Sounding Grid».
- В версии 9.x QINSy новую сетку можно создать в окне «Sounding Grid» в Контроллере (см. голубую рамку)
- В версии 9.x QINSy файлы *.grd могут быть в 2-х вариантах:
 - «Sounding Grid» и
 - «Dynamic Surface»
- (5) Новый файлы .grd может быть задан как «Sounding Grid» или «Dynamic Surface» который представляет регулярную сетку глубин с набором атрибутов для ячейки грида (плотность отметок глубин, неопределенность глубины с 95% доверительной вероятностью)



Настройка регистрации данных съемки рельефа в регулярную сетку глубин в Контроллере

Grid settings

1 Name: 2019-07-25

2 Cell size: 0.5

Origin: Generate Automatically

Origin Easting: 0.00

Origin Northing: 0.00

Grid units: Survey units

Number of layers: 8

Layer collection

Name	Icon
MBES - Bathymetry	[Icon]
MBES - Beam average	[Icon]
MBES - Beam time series	[Icon]
SBES - Bathymetry	[Icon]
SBES - Intensity	[Icon]
Dredge - Dredge head height	[Icon]
Dredge - Mixture density	[Icon]
Dredge - Mixture velocity	[Icon]

Layer properties

Name	MBES - Bathymetry
Layer type	Bathymetry
Attributes	
Mean value	Yes
Hitcount	Yes
95% confidence	Yes
Min/Max	Yes
Date	No
Quality flag	No

Name	Icon	Layer type	Attribute selection	Mean value	Hitcount	95% confidence	Min/Max	Date	Quality flag
Multibeam									
☒ MBES - Bathymetry	[Icon]	Bathymetry	User defined	☒	☒	☒	☒	☐	☐
☒ MBES - Beam average	[Icon]	Backscatter (SSS)	User defined	☒	☐	☐	☒	☐	☐
☒ MBES - Beam time series	[Icon]	Backscatter (SSS)	User defined	☒	☐	☐	☒	☐	☐
Singlebeam									
☒ SBES - Bathymetry	[Icon]	Bathymetry	User defined	☒	☒	☒	☒	☐	☐
☒ SBES - Intensity	[Icon]	Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
Dredging									
☐ Dredge - Bathymetry	[Icon]	Bathymetry	User defined	☒	☒	☒	☒	☐	☐
☒ Dredge - Dredge head height	[Icon]	Bathymetry	User defined	☒	☒	☒	☒	☐	☐
☐ Dredge - Current production	[Icon]	Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☒ Dredge - Mixture density	[Icon]	Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☒ Dredge - Mixture velocity	[Icon]	Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
References									
☐ Design	[Icon]	Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☐ Insurvey	[Icon]	Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☐ Interim survey	[Icon]	Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☐ Post survey	[Icon]	Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☐ Update	[Icon]	Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐

6 Add layer

Help OK Cancel

■ В версии 9.x QINSy сетку можно создать в окне «Sounding Grid» в Контроллере

■ В версии 9.x QINSy файлы *.grd могут быть в 2-х вариантах:

Sounding Grid и Dynamic Surface

Динамическая поверхность (**Dynamic Surface**) содержит не только сетку глубин, но и сами отметки глубин с их атрибутами. Такой файл *.grd может быть использован для пост-обработки данных съемки в пакете «Qimera».

Файл *.grd варианте **Sounding Grid** представляют регулярную сетку глубин с набором атрибутов ячейки грида включая плотность отметок, неопределенность глубины в ячейке с доверительной вероятностью 95% (СКП глубины * 1.96).



Окно настройки новой регулярной сетки глубин

- (1) Имя файла*.grd
- (2) Размер ячейки
грида (м)
- (3) Выбор регистрации
батиметрии.
- (4) Выбор слоя для
визуализации
батиметрии
- (5) Выбор набора
атрибутов:
 - оценка глубины в
ячейке грида
(Mean value);
 - количество глубин в
ячейке грида (Hitcount)
 - неопределенность
глубины в ячейке
(95% confidence);
 - минимальная/
максимальная глубина
в ячейке (Min/Max);

Creating a new sounding grid

Grid settings

Name: 2019-07-25

Cell size: 0.5

Origin: Generate Automatically

Origin Easting: 0.00

Origin Northing: 0.00

Grid units: Survey units

Number of layers: 8

Layer collection

Name
MBES - Bathymetry
MBES - Beam average
MBES - Beam time series
SBES - Bathymetry
SBES - Intensity
Dredge - Dredge head height
Dredge - Mixture density
Dredge - Mixture velocity

Layer properties

Name	MBES - Bathymetry
Layer type	Bathymetry
Attributes	
Mean value	Yes
Hitcount	Yes
95% confidence	Yes
Min/Max	Yes
Date	No
Quality flag	No

Name	Icon	Layer type	Attribute selection	Mean value	Hitcount	95% confidence	Min/Max	Date	Quality flag
☒ Multibeam									
☒ MBES - Bathymetry		Bathymetry	User defined	☒	☒	☒	☒	☐	☐
☒ MBES - Beam average		Backscatter (SSS)	User defined	☒	☐	☐	☒	☐	☐
☒ MBES - Beam time series		Backscatter (SSS)	User defined	☒	☐	☐	☒	☐	☐
☒ Singlebeam									
☒ SBES - Bathymetry		Bathymetry	User defined	☒	☒	☒	☒	☐	☐
☒ SBES - Intensity		Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☒ Dredging									
☐ Dredge - Bathymetry		Bathymetry	User defined	☒	☒	☒	☒	☐	☐
☒ Dredge - Dredge head height		Bathymetry	User defined	☒	☒	☒	☒	☐	☐
☐ Dredge - Current production		Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☒ Dredge - Mixture density		Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☒ Dredge - Mixture velocity		Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☐ References									
☐ Design		Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☐ Insurvey		Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☐ Interim survey		Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☐ Post survey		Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐
☐ Update		Other	User defined	☒	☐	☐	☐	☐	☐

Add layer

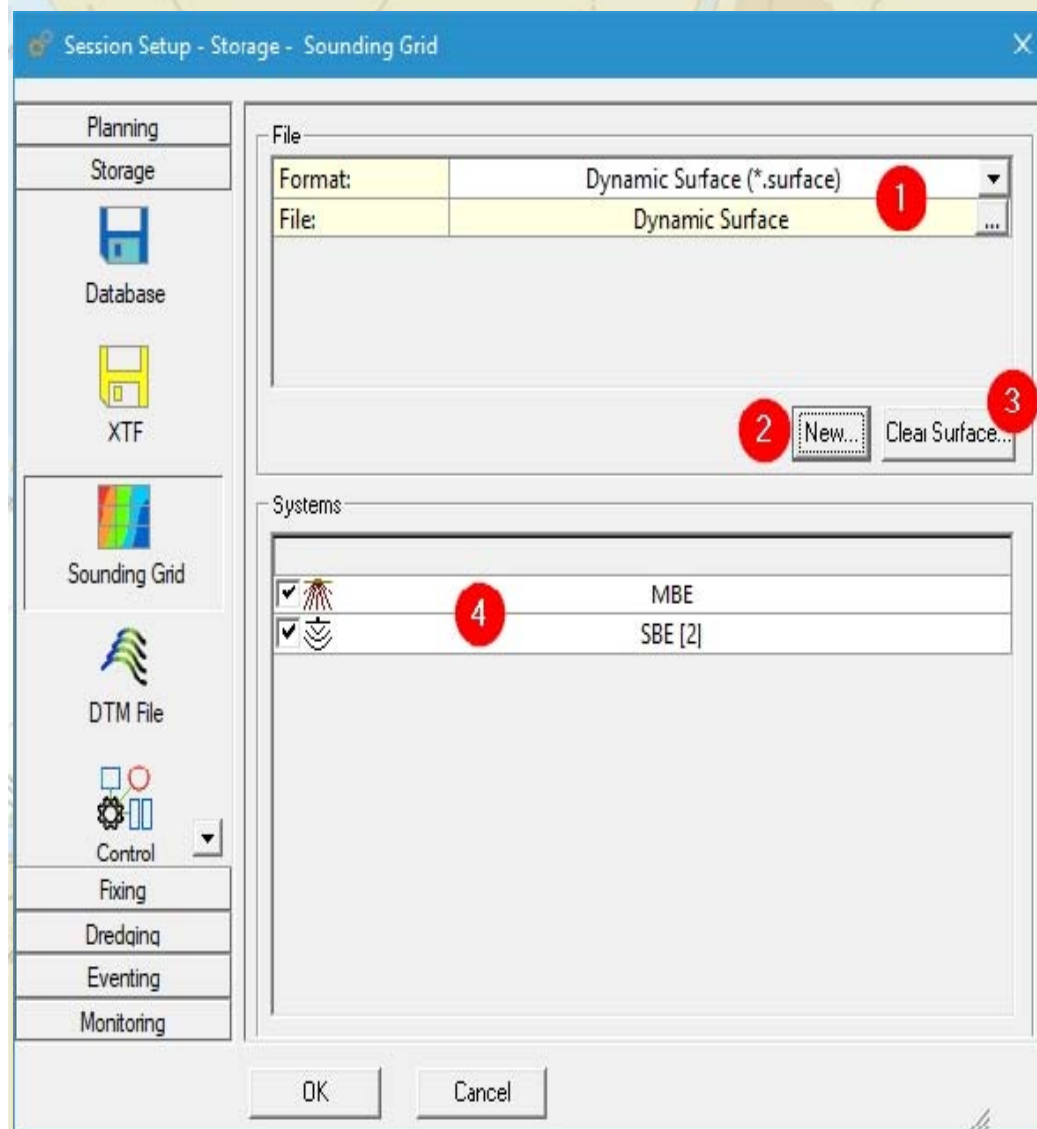
Help

OK

Cancel



Настройки новой регулярной сетки глубин в виде «Dynamic Surface»



- (1) Включить настройку регулярной сетки в виде «Dynamic Surface»
- (2) Выбрать «New» для создания новой регулярной сетки в виде «Dynamic Surface»
- (3) Очистка текущей сетки
- (4) Выбор сонара для регистрации регулярной сетки в виде «Dynamic Surface»

После щелчка клавиша «New» появится окно задания (1) имени и размерности ячейки (2) сетки «Dynamic Surface»





Настройки батиметрического файла (глубины с атрибутами) файл *.qpd (DTM-file)

Session Setup - Storage - DTM File

Planning

Storage

Sounding Grid

DTM File **1**

Control

Log File

Fixing

Dredging

Eventing

Monitoring

File

Format: *.qpd - Qinsy Processing **2**

Mode: Use Database storage name

Filename: 0002 - Route1 - 0001.qpd

Flagged FP: All footprints are stored, flagged footprints are inactive (Recommended)

Systems

	Use System
☒	MBE 3
☐	Dredge System
☒	SBE [2]

OK Cancel

(1) Выбор регистрации
файлов с форматом
*.qpd

(2) Выбор варианта файла
с форматом *.qpd

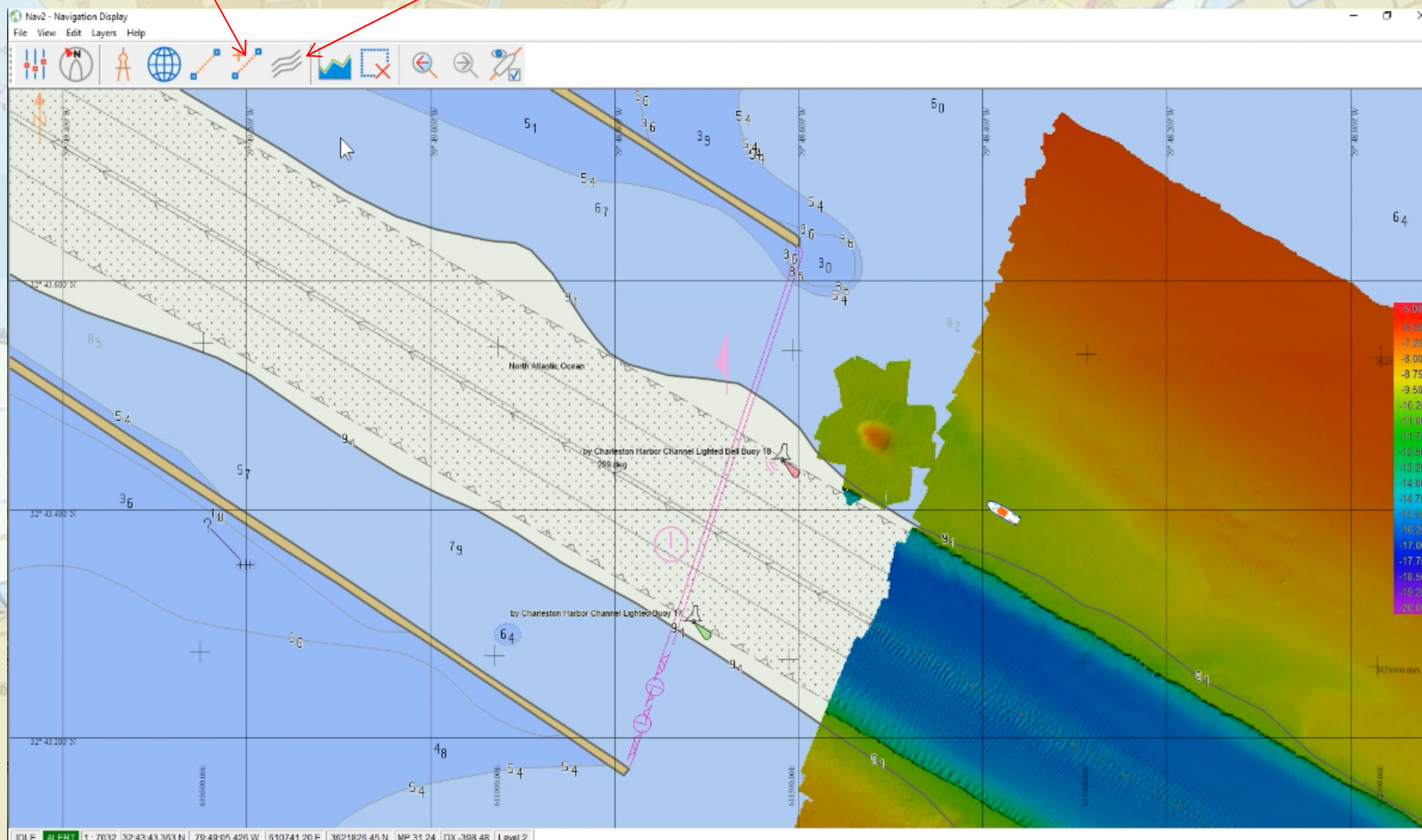
(3) Выбор сонара данные
которого будут
регистрироваться



Оперативное планирование галса в окне «Navigation Display»

Waypoints Planning

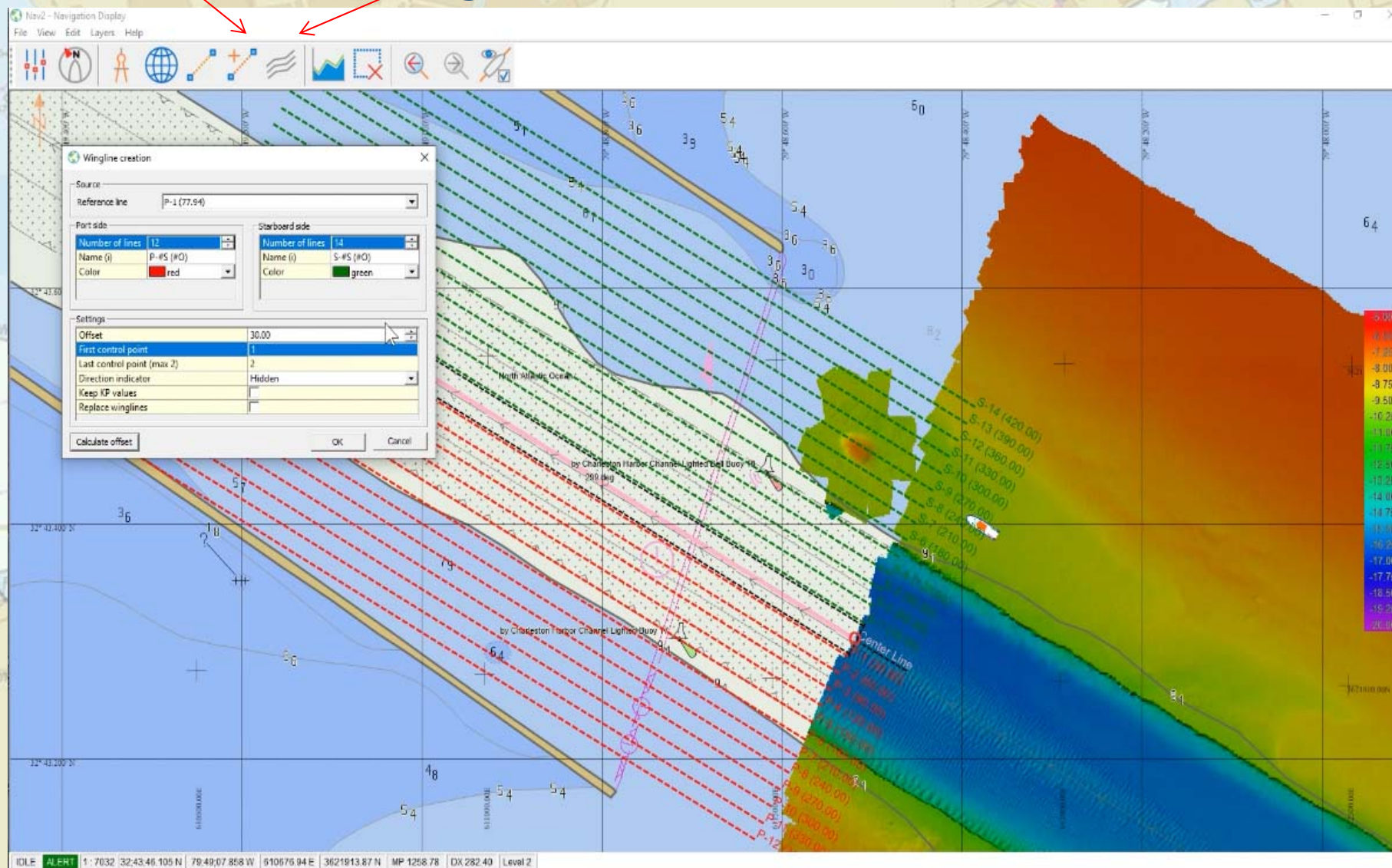
Wingline creation





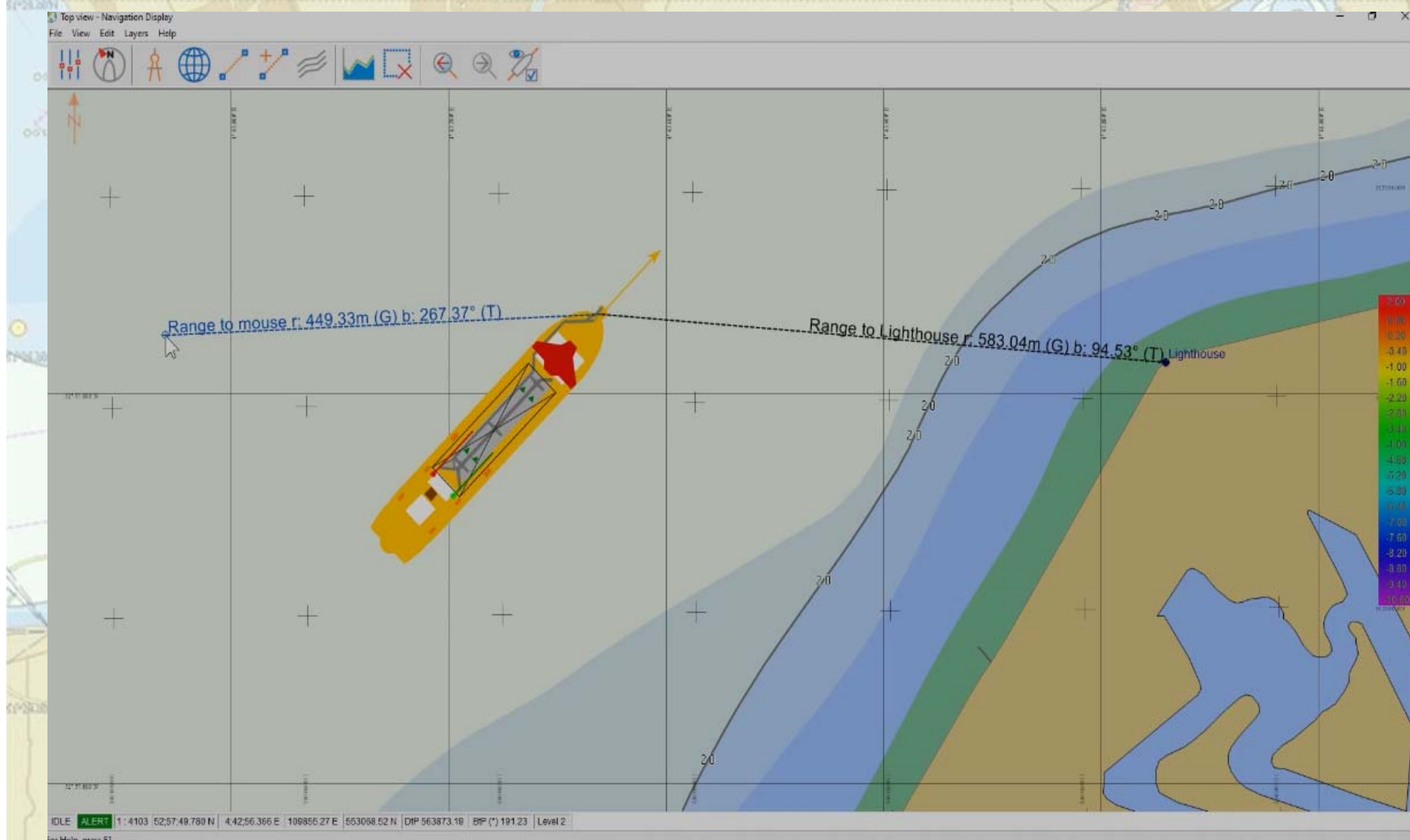
Оперативное планирование галса в окне «Navigation Display»

Waypoints Planning Wingline creation





Оперативный указатель «Range Marker» окне «Navigation Display» QINSy v.9.x





Имитатор протокола NMEA в версия v.9.2.2 ЭГИС «QINSy» (с 2020)



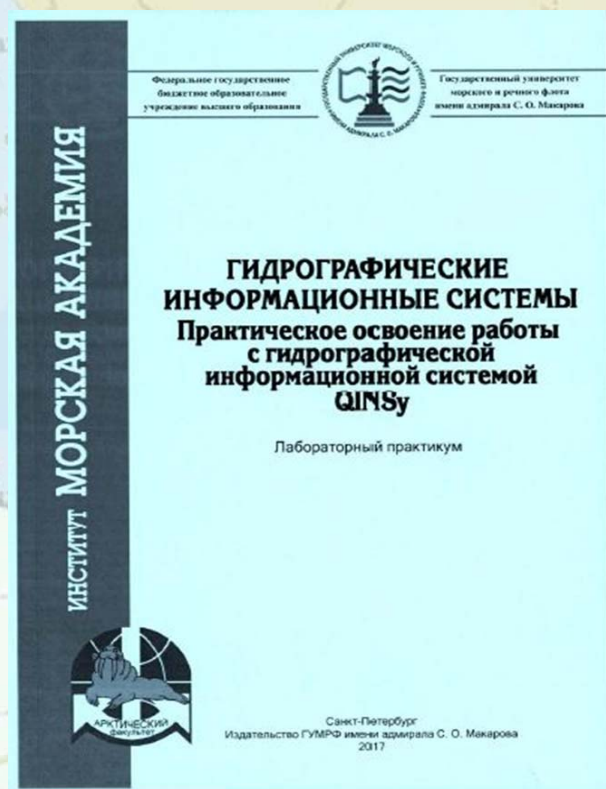
The screenshot displays the QINSy software interface. The main window is titled "Multibeam case - Qinsy Console" and features a menu bar (Project, View, Settings, Actions, Support, Help) and a toolbar. Below the toolbar, there are several icons for different functions: Setup, Line Planning, Online (Template MBE Case version 8.0.db), Replay, and Survey Manager. A red circle highlights the "NMEA Simulator" icon, which is located in the "I/O Driver Editor" section. A red arrow points from this icon to the "NMEA Simulation" dialog box.

The "NMEA Simulation" dialog box contains the following sections:

- NMEA Properties (actual)**
 - Latitude: 51;57;03.393 N
 - Longitude: 3;30;05.491 E
 - Height: 25.0 meters
 - Heading: 45.0 deg
 - Speed: 10.0 knots
 - Time: 14:37:28
- WGS-84 Position (startup)**
 - Latitude: 51;57;00.000 N (Position... button)
 - Longitude: 3;30;00.000 E
 - Height: 25.0 meters (Spike button)
- Attitude Parameters (preset)**
 - Heading: 45.0 deg (Attitude... button)
 - Turnrate: 2.0 deg/sec (Quality... button)
 - Speed: 10.0 knots
 - Acceleration: 0.2 knots/sec (Noise... button)
- Port Parameters**
 - Port: COM18 (COM Port... button)
- NMEA records**
 - ☒ \$GPGGA
 - ☐ \$GPGGK
 - ☐ \$GPGLL
 - ☐ \$GPRMC
 - ☐ \$GPVTG
- Buttons:** Exit, Help
- Additional options:** ☐ Add slot number to message: 0



Лабораторный практикум ГМРФ по изучению основ практического использования ЭГИС QINSy



Выполнение практических работы на ПЭВМ включает четыре последовательных **этапа**

- Этап 1. Первоначальное освоение пакета ЭГИС QINSy (лаб. работы № 1 и 2)
- Этап 2. Подготовка к выполнению батиметрической съемки (лаб. работы № 3 – 5)
- Этап 3. Выполнение съемки с многолучевым эхолотом (лаб. работы № 6 – 9)
- Этап 4. Выполнение постобработки съемки с многолучевым эхолотом (лаб. работы № 10 – 12) включая расчет калибровки

Итоговой работой освоения 3-го этапа являются работы 7-9

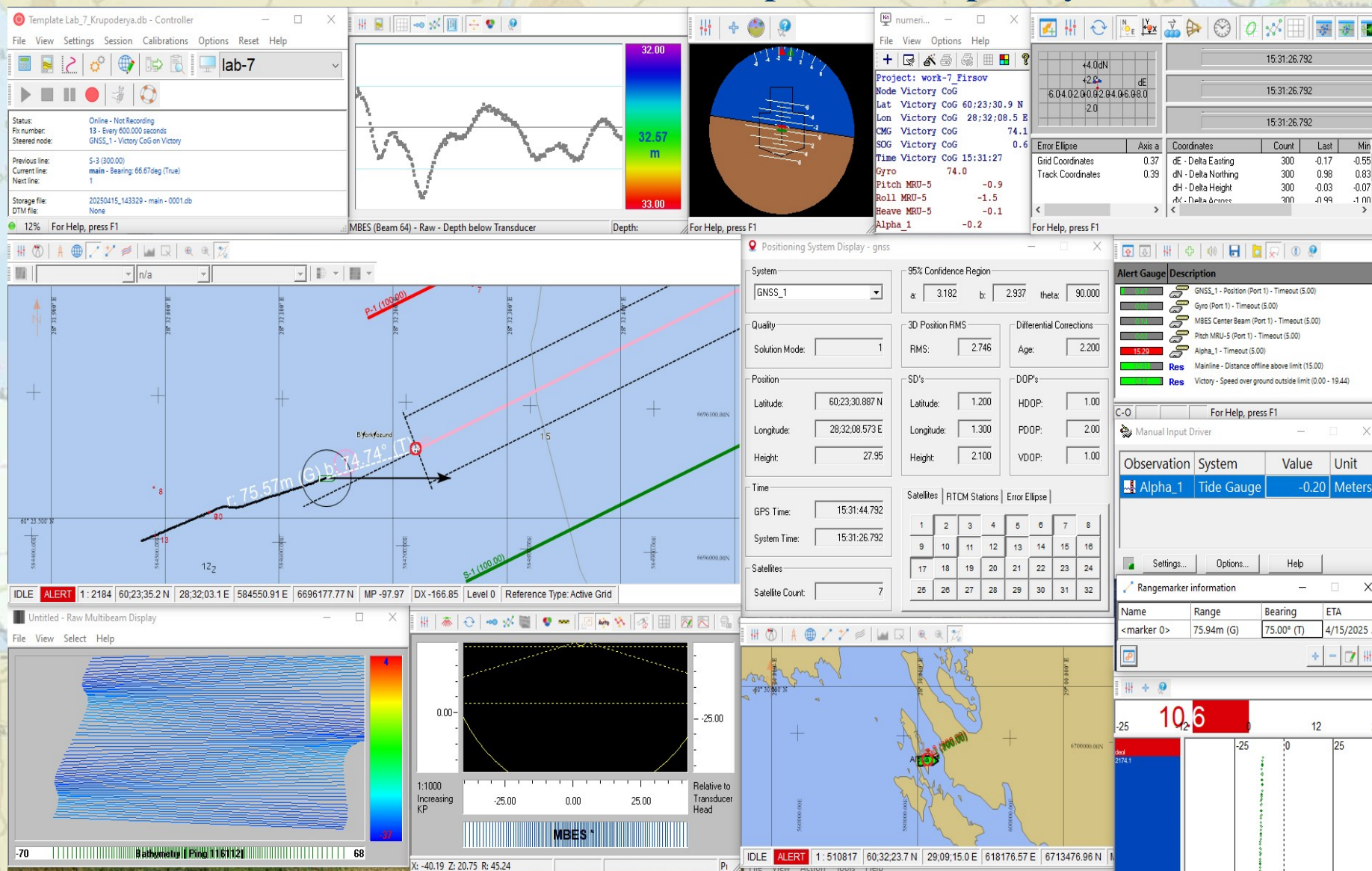
Все практические работы поддержаны необходимыми исходными данными а также файлами электронных картографических подложек форматов S-57, dxf, Geotiff

Перед началом выполнения первой практической работы целесообразно обеспечить загрузку в ЭГИС QINSy картографических подложек файлов обменного форматов ЭНК S-57, которая выполняется в рамках специальной внешней процедуры



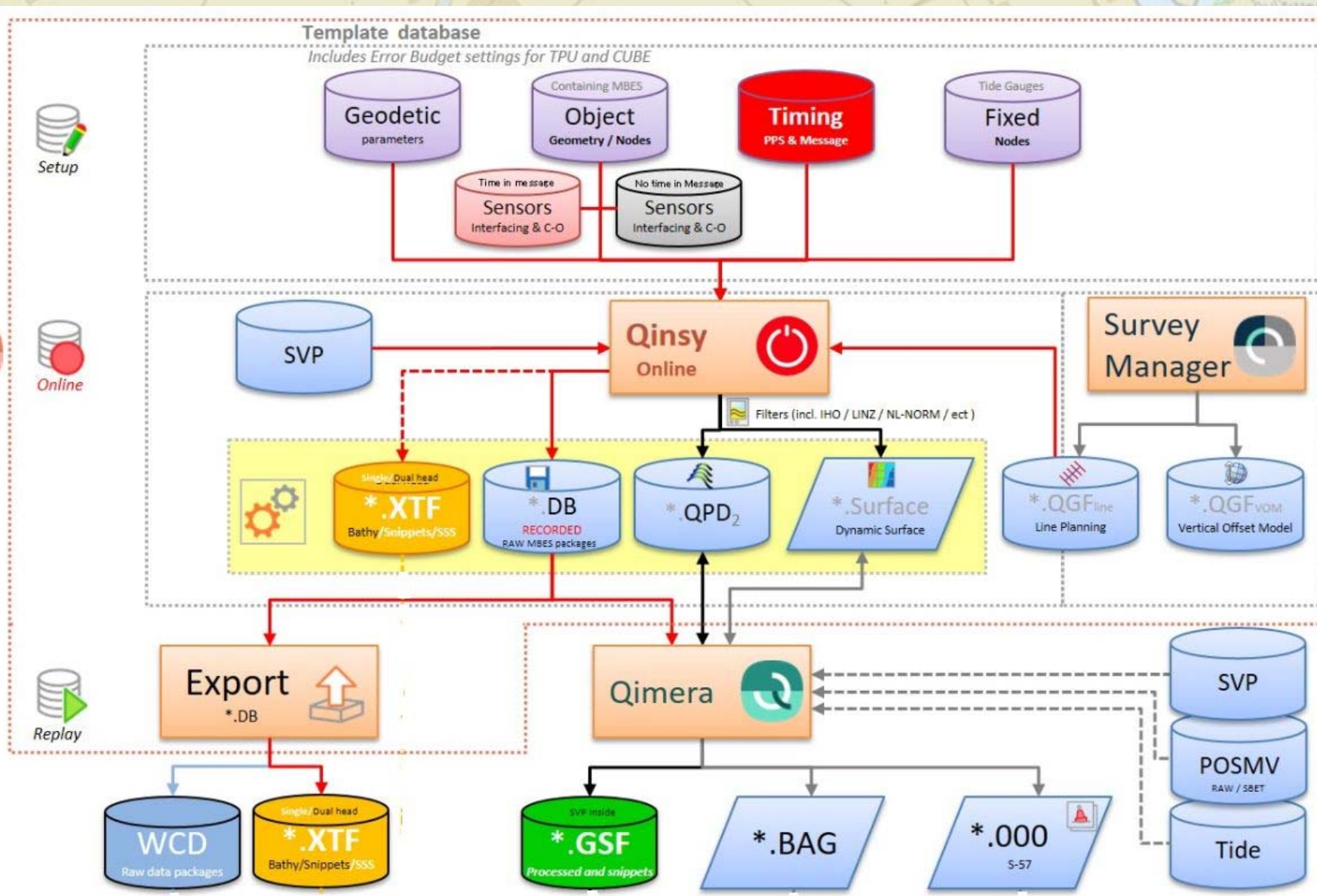
Практическая работа № 7

Имитация площадной съемки в проливе Бьерке-Зунд





Блок-схема QINSy v.9.x (2020)+Qimera v.9.x





Глава 5.

Гидроакустические навигационные системы

- 5.1. Типы гидроакустических навигационных систем
- 5.2. Классификация гидроакустических навигационных систем с ультракороткой базой
- 5.3. Основы теории гидроакустической навигационной системы с ультракороткой базой
- 5.4. Калибровка гидроакустической навигационной системы с ультракороткой базой
- 5.5. Программа калибровки
- 5.6. Реализации гидроакустических навигационных систем с ультракороткой базой
- 5.7. Совместное использование гидроакустической навигационной системы с ультракороткой базой TrackLink и ЭГИС QINSy
- 5.8. Использование ГАНС УКБ TrackLink в ЭГИС QINSy



Гидроакустические навигационные системы (ГАНС)

Гидроакустические навигационные системы являются единственным средством определения местоположения подводных технических средств (ПТС) на морском дне и в водной толще для обеспечения поиска и разведки, а также решения широкого круга задач освоения ресурсов Мирового океана.

В зависимости от требуемых дальностей действия в ГАНС используются различные рабочие частоты

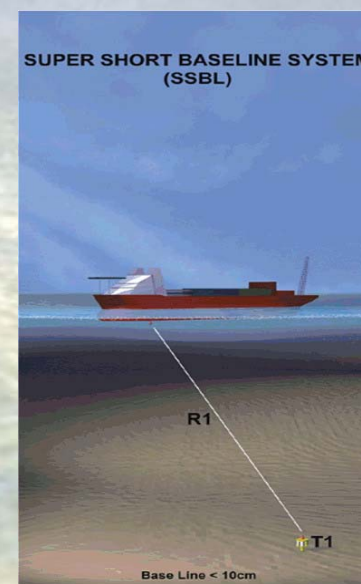
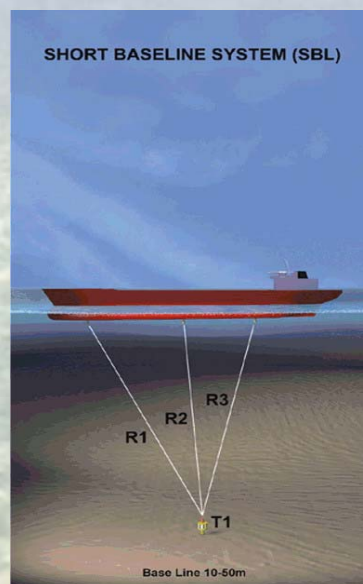
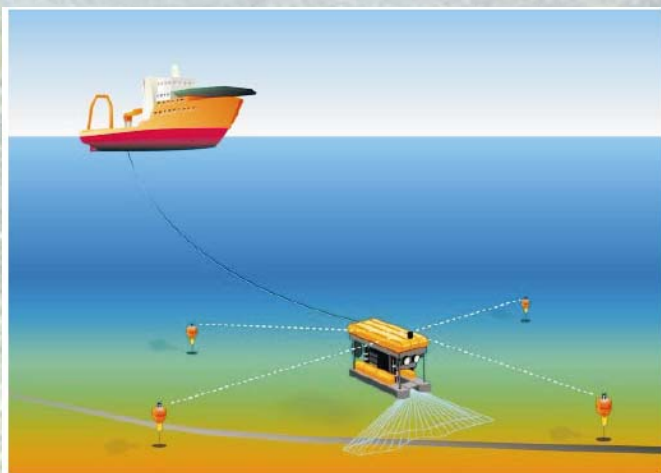
- Низкочастотный диапазон 8-16 кГц, максимальная дальность 10 км.
- Среднечастотный диапазон 18-36 кГц, макс. дальность 2-3,5 км.
- Высокочастотный диапазон 30-64 кГц, макс. дальность 1500 м.
- Сверхвысокочастотный диапазон 50-110 кГц, дальность до 1000 м.
- Ультра высокочастотный диапазон 200-300 кГц, дальность до 100 м.



Классификация ГАНС

В мире насчитывается более 200 видов ГАНС. Все многообразие сводится к ограниченному типу систем в зависимости от длины базовых линий, образованных гидроакустическими антеннами, все эти системы делятся на системы:

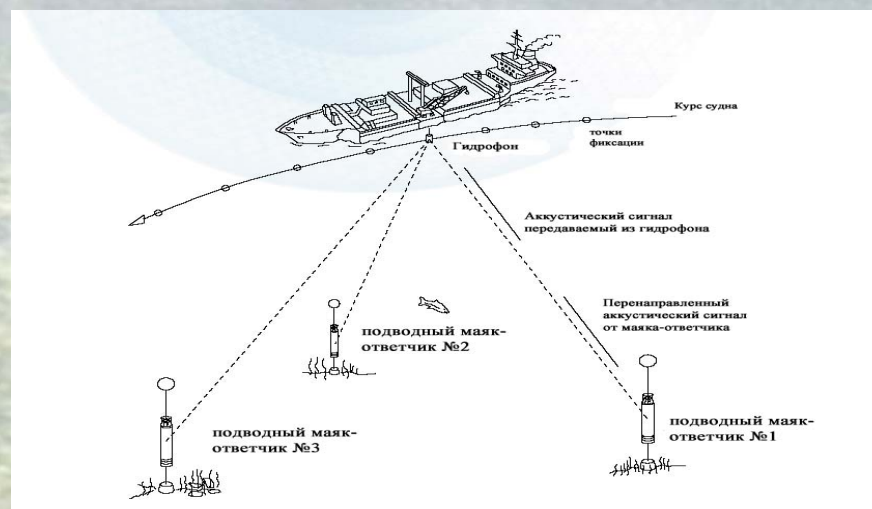
- 1) с длинной базой = ДБ (LBL),
- 2) с короткой базой = КБ (SBL),
- 3) с ультракороткой базой = УКБ (USBL)
- 4) комбинированные, способные работать, как с длинной, так и с ультракороткой базой.





ГАНС с длинной базой (ДБ)

- Системы с длинной базой относятся к дальномерным системам в которых местоположение подводного объекта вычисляется по результатам измерения расстояний между объектом и как минимум тремя маяками-ответчиками, установленными в различных точках морского дна. Координаты самих маяков-ответчиков определяются по специальной методике в процессе регламентированных проходов судна в районе их постановки путем измерения расстояний до маяков и одновременным измерением собственных координат судна по данным СНС. Расстояния до маяков-ответчиков определяются путем измерения времени запаздывания ответных сигналов каждого маяка относительно сигнала запроса судовой аппаратурой.
- Координаты подводного объекта на борту судна вычисляются как результат пересечения в пространстве трех сфер, радиусы которых равны расстояниям от подводного объекта до соответствующего маяка - ответчика.
- AUV, ROV и другие подводные технические средства (ПТС) могут определять свои координаты путем запроса маяков ответчиков вычисления времен запаздывания ответных сигналов маяков.



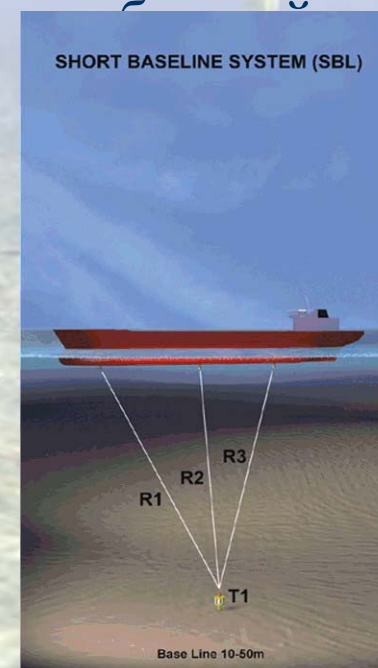
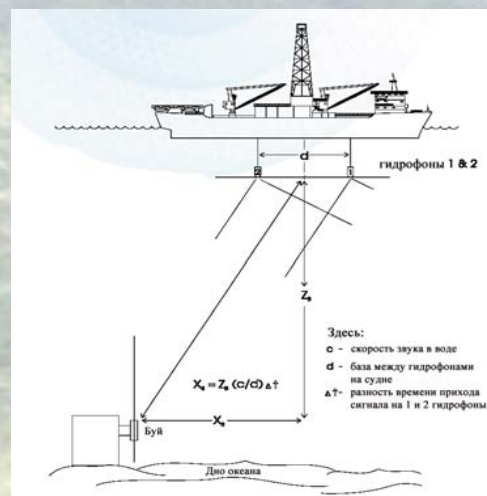


ГАНС КБ (1)



- ГАНС с короткой базой (КБ) относятся к разностно-дальномерным системам. Представляют из себя угломерные системы, в которых координаты подводного объекта вычисляются по разностям времен прихода передних фронтов импульсов, излучаемых подводным объектом, как минимум на три гидроакустических преобразователя, расположенных под днищем судна и образующих пересекающиеся базы.
- Точность определения момента вступления переднего фронта импульса ограничивается шумами судна, явлениями многолучевого распространения сигнала и реверберации, а точность вычисления координат зависит от длины линии, которая в общем случае ограничена судна и составляет около 20 метров.

Координаты подводного объекта вычисляются относительно судна, а координаты самого судна по данным спутниковой навигационной системы.

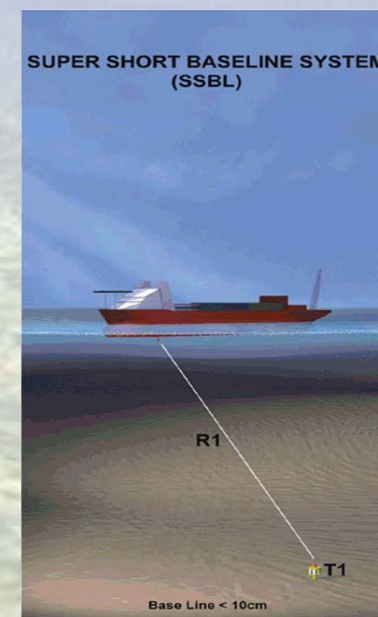
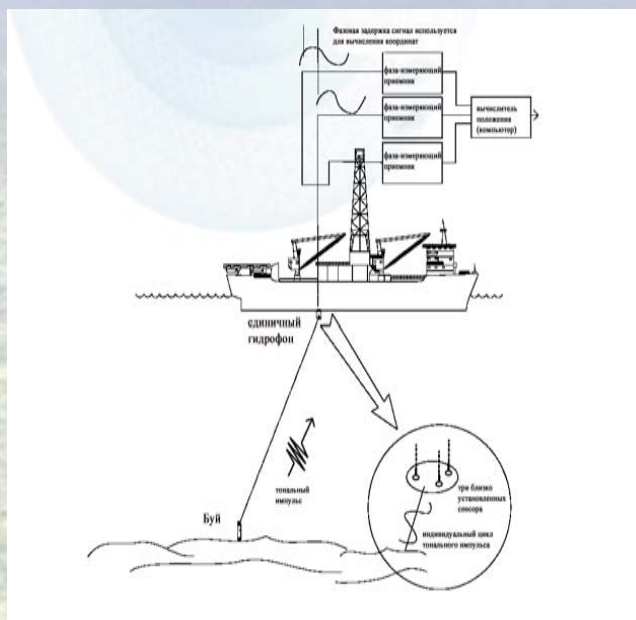




ГАНС с ультракороткой базой

- Системы со ультракороткой базой относятся к угломерным системам, в которых направление на подводный объект определяется путем измерения разности фаз несущего колебания между элементами антенны, образованной как минимум двумя гидроакустическими преобразователями, размещенными в одном корпусе на расстоянии менее длины волны, которое составляет сантиметры.
- Вычисление координат подводного объекта в режиме сверхкороткой базы производится по данным измерений расстояния, курсового угла и угла места.
- Достоинством системы со сверхкороткой базой является возможность определения координат подводных объектов из одной точки с помощью единственной антенны. Эти системы обладают теми же недостатками, что и системы с КБ.

Они подвержены влиянию собственных шумов судна, а также требуют тщательного учета крена и дифферента путем калибровки Маяка-ответчика.





Типы источников гидроакустических сигналов

Акустические преобразователи (АП) - *трансдюсеры*

Приемоизлучатель - акустический преобразователь обычно устанавливаемый на корпусе судна, который посылает сигнал запроса на одной частоте и получает ответ на другой, причем эти частоты обычно разделяет полоса всего в 0.5 кГц. АП как правило, имеет полусферическую характеристику направленности (ХН).

Гидрофоны

Приемник – направленный или всенаправленный гидрофон (*hydrophone*), укрепленный на корпусе судна, способный принимать сигналы от приемоответчика либо маяка-излучателя (пингера).

Акустические маяки - Маяк-ответчик = транспондер (*transponder*)

Приемник-излучатель, устанавливаемый на дне моря или на подводном техническом средстве (ПТС) – ретрансляторе, который при получении запроса (команды) на одной частоте посылает ответный сигнал на другой частоте. Характеристика направленности транспондера обычно полусферическая или всенаправленная. Приемоизлучатель и транспондер обычно работают в паре.



Классификация маяков ГАНС по типу излучения



■ Приемоответчик = маяк-ответчик = транспондер (*transponder*)

Приемник-излучатель, устанавливаемый на дне моря или на подводном техническом средстве (ПТС) – ретрансляторе, который при получении запроса (команды) на одной частоте посылает ответный сигнал на другой частоте. Характеристика направленности транспондера обычно полусферическая или всенаправленная. Приемоизлучатель и транспондер обычно работают в паре.

■ Ответчик = респондер (*responder*)

Излучатель, установленный на ПТС может быть запущен управляющим гидроакустическим сигналом (командой), передаваемой по проводу, после чего излучает сигнал, принимаемый приемоизлучателем или приемником. Характеристика направленности ответчика обычно полусферическая или всенаправленная. Ответчики, как правило, устанавливают на ПТС, дистанционно управляемых по кабелю (ROV= Remote Operated Vehicle)

■ Маяк-излучатель = пингер (*pinger*)

Маяк-излучатель (пингер = *pinger*)- передатчик, установленный на дне моря или на ПТС, который непрерывно излучает импульсы определенной частоты. Характеристика направленности пингера обычно полусферическая или всенаправленная. Применение пингеров в настоящее время носит ограниченный характер.



Классификация гидроакустических навигационных систем с ультракороткой базой



В зависимости от комплексирования с ДПО аппаратура ГАНС УКБ может быть классифицирована по следующим принципам:

1. **Аппаратура, в которой приемоизлучатель не содержит датчики крена, дифферента, курса.** При этом требуется наличие внешних ДПО, а использование такой ГАНС УКБ требует калибровки всех этих трех углов при установке на носителе. В случае маневренной установки приемоизлучателя такая калибровка может выполняться в течение длительного периода времени.
2. **Аппаратура, в которой приемоизлучатель совмещен ДПО.** При такой конфигурации аппаратуры калибровка производится при изготовлении. В процессе эксплуатации калибровка не требуется даже в варианте маневренной установки.
3. **Аппаратура, в которой приемоизлучатель содержит в ДПО также встроенную инерциальную навигационную систему (ИНС), сопряженную со специальной СНА.** В такой конфигурации не требуется жесткое крепление приемоизлучателя к корпусу носителя и существенно повышается надежность данных позиционирования подводной цели.

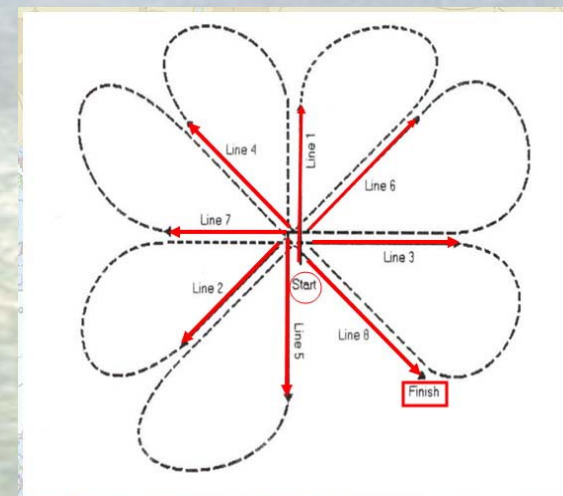
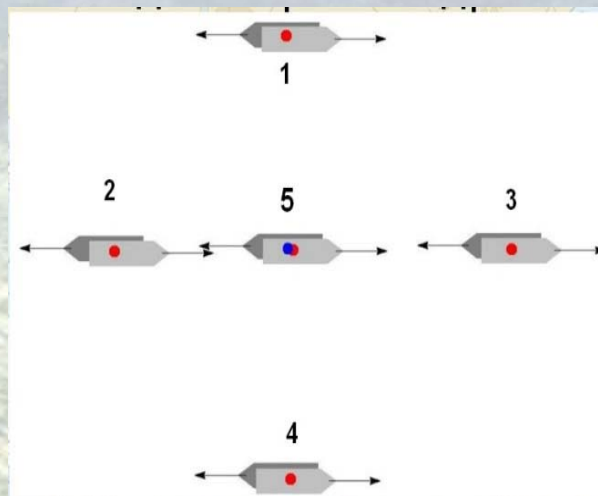
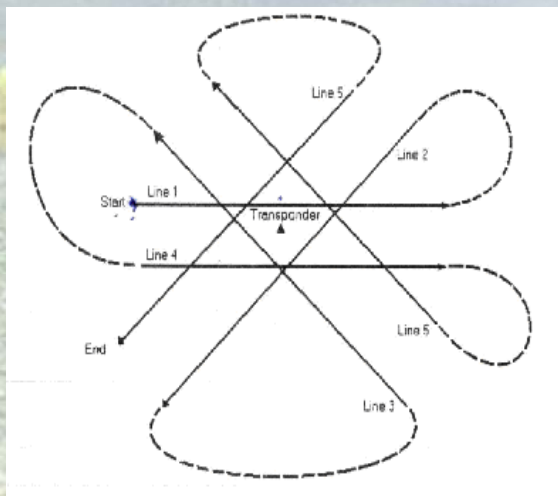


Необходимость калибровки ГАНС УКБ

Калибровка ГАНС УКБ заключается в определении систематических ошибок установочных углов по крену, дифференту и курсу трансдюсера УКБ с целью внесения поправок в значения крена, дифферента и курса, поступающих от системы датчиков пространственной ориентации (ДПО) - англоязычное наименование MRU (Motion Reference Unit)

Калибровка осуществляется по одиночному маяку-ответчику, установленному на дне. При этом судно оборудованное ГАНС УКБ должно последовательно занять пять позиций относительно маяка-ответчика.

Калибровку ГАНС УКБ удобно выполнять на судне, оборудованном системой динамического позиционирования





Методика калибровки ГАНС УКБ



Схема галсов калибровки для
трансдюсера с характеристикой
направленности, смещенной в
корму судна

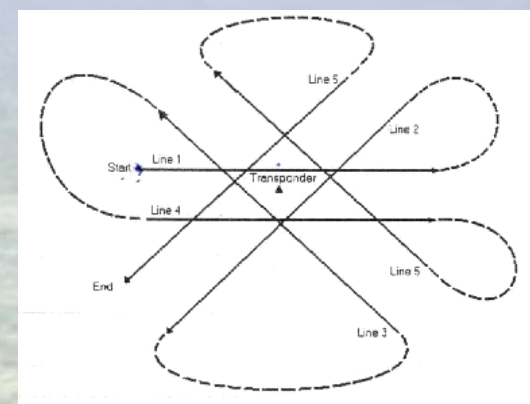
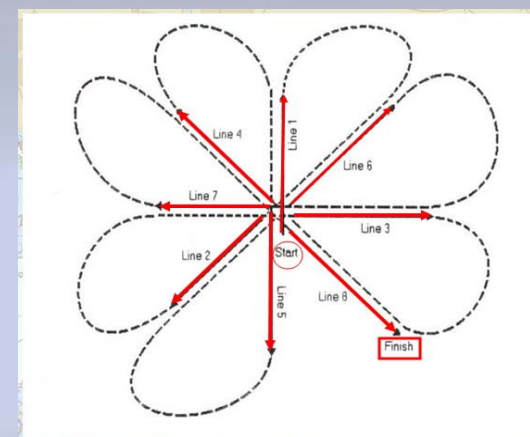
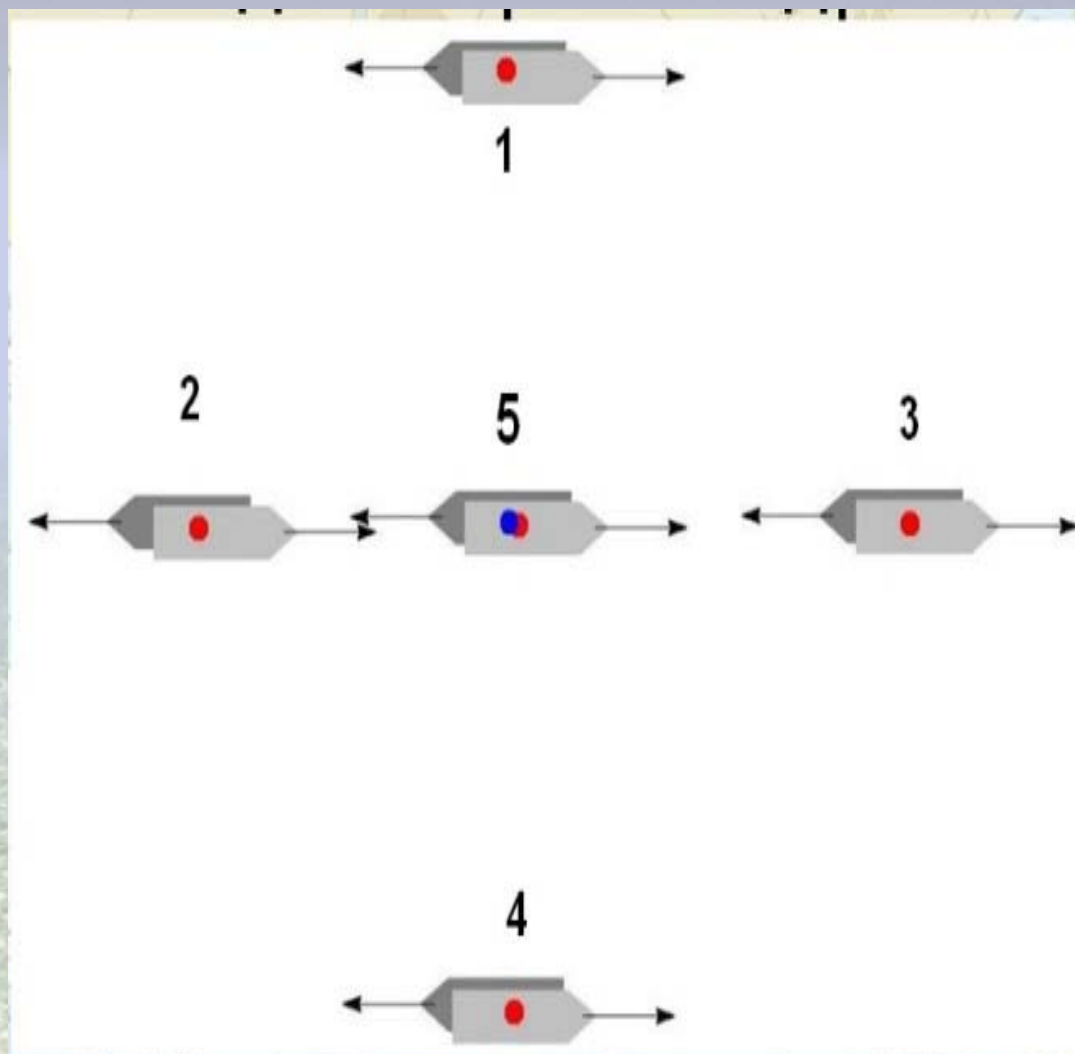
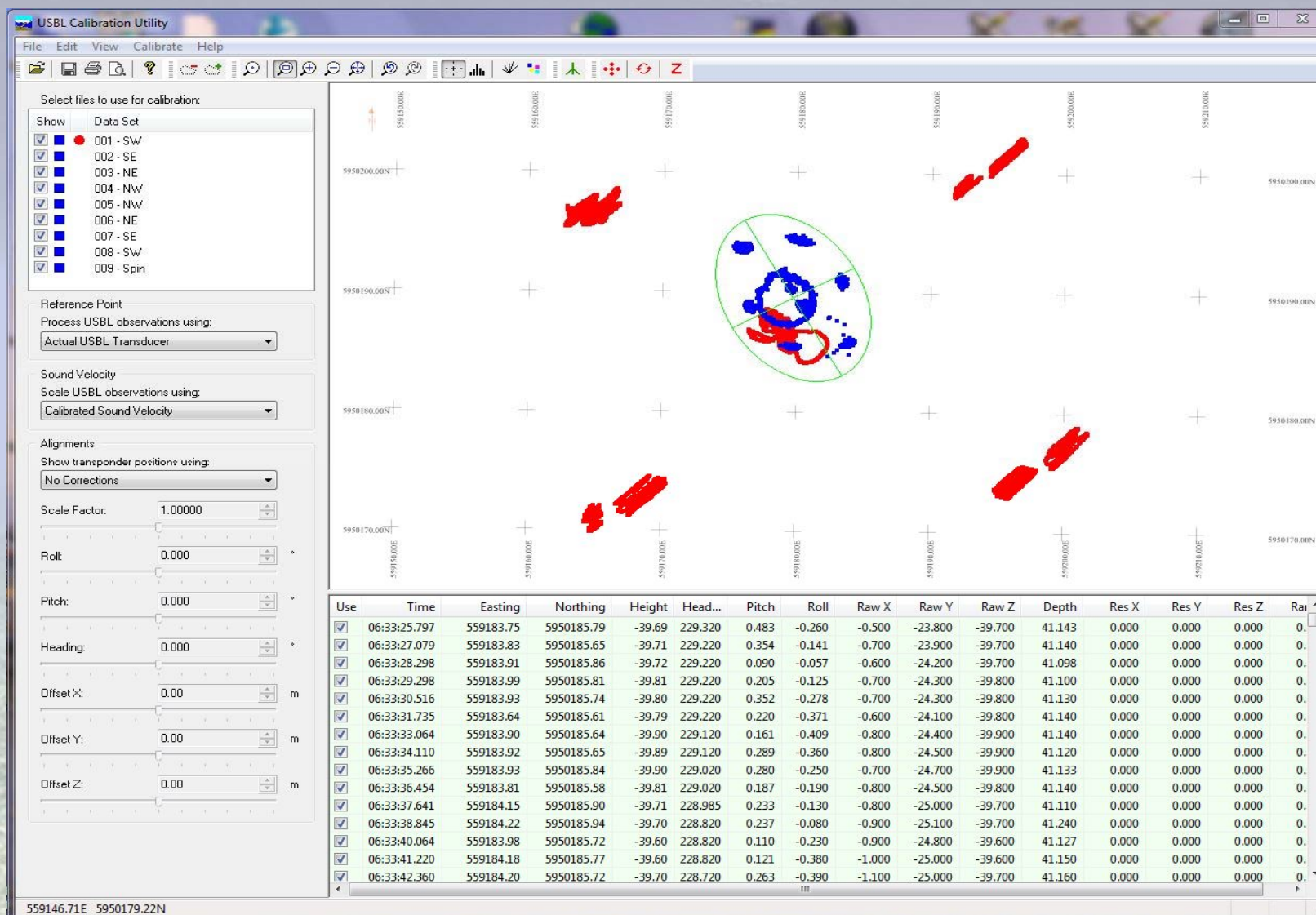


Схема галсов калибровки
для трансдюсера
с всенаправленной
характеристикой



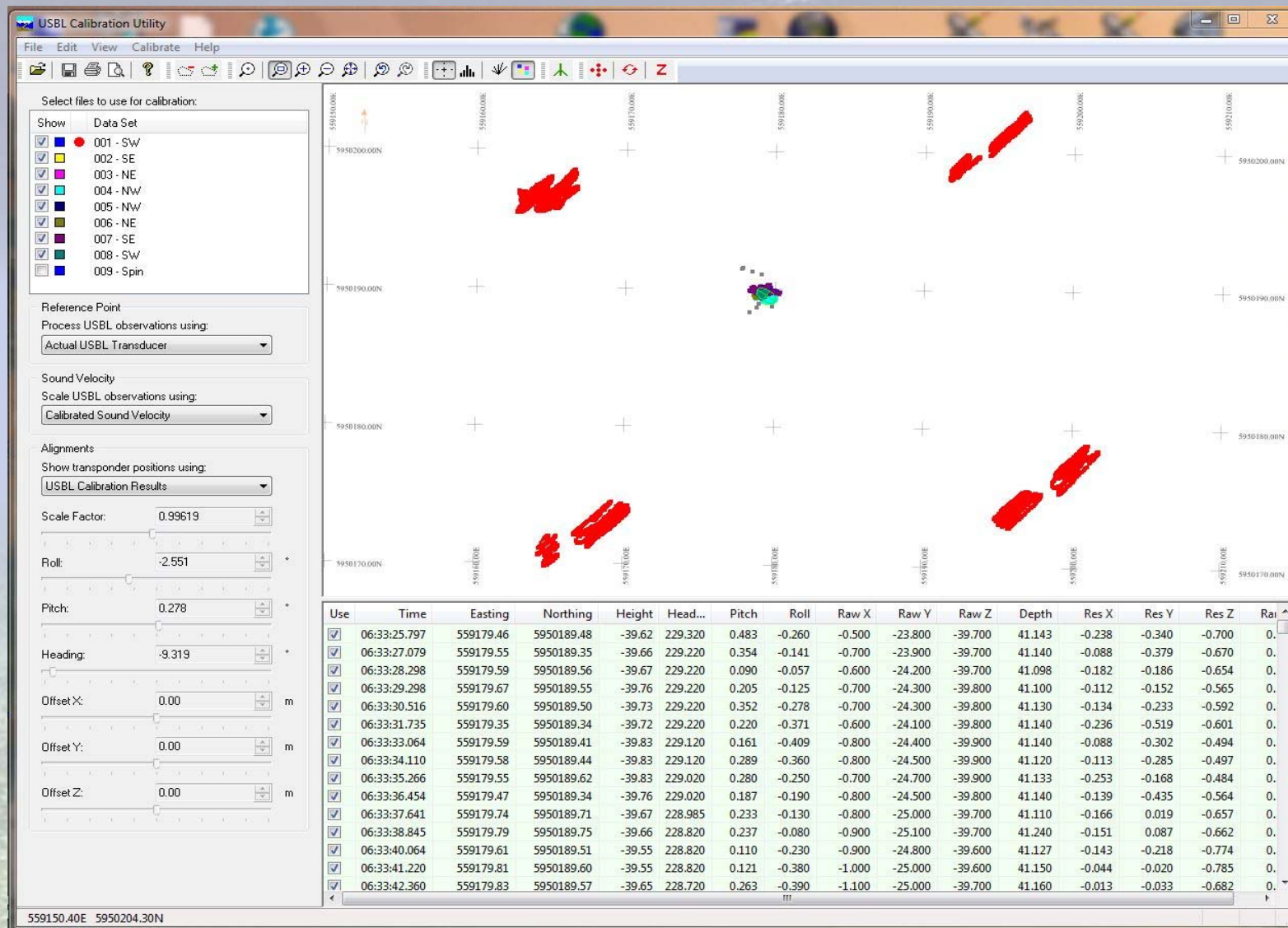
Калибровка ГАНС УКБ в ЭГИС QINSy



До калибровки – систематические ошибки курса, крена и дифферента не **известны**



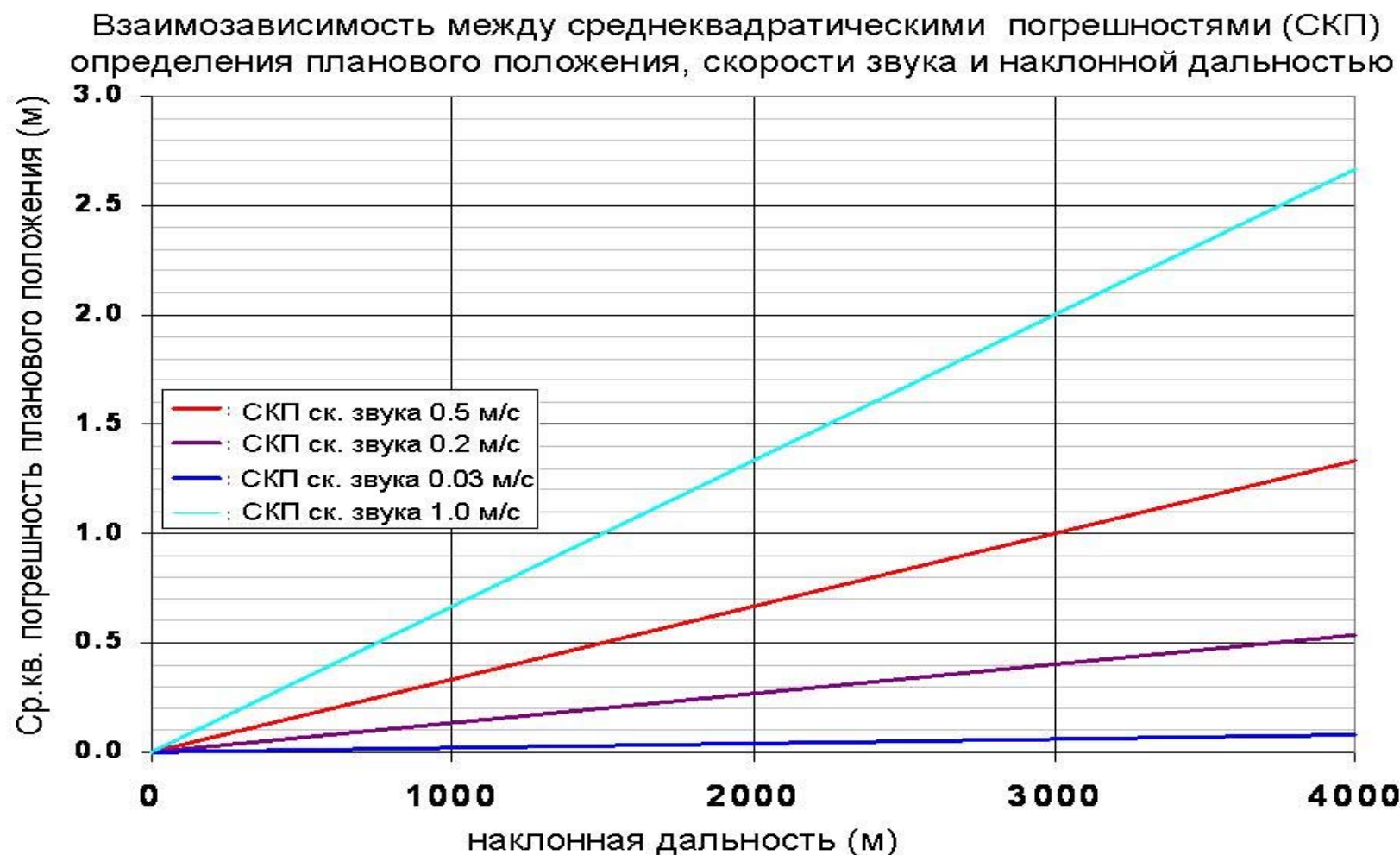
Калибровка ГАНС УКБ в ЭГИС QINSy- выполнена



В ЭГИС QINSy формируется отчет по калибровки ГАНС УКБ



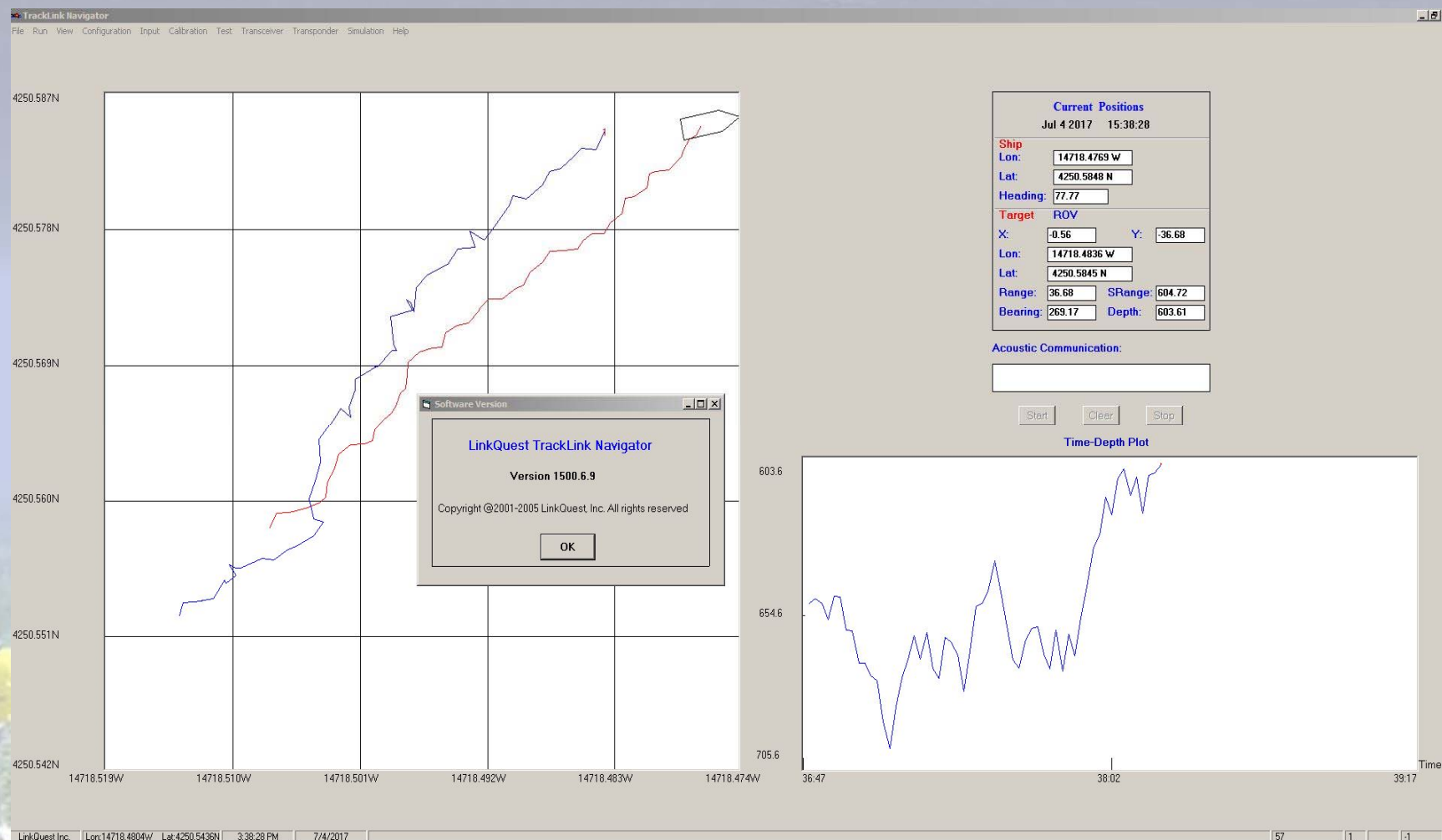
Погрешность определения планового положения по ГАНС УКБ в зависимости от дальности



При условии выполненной калибровки ГАНС УКБ



Программа «TrackLink Navigator» ГАНС УКБ «TrackLink»



В программе ГАНС УКБ «TrackLink» включен имитатор, позволяющий автоматически передавать судовые координаты ПТС внешнему потребителю по последовательному каналу



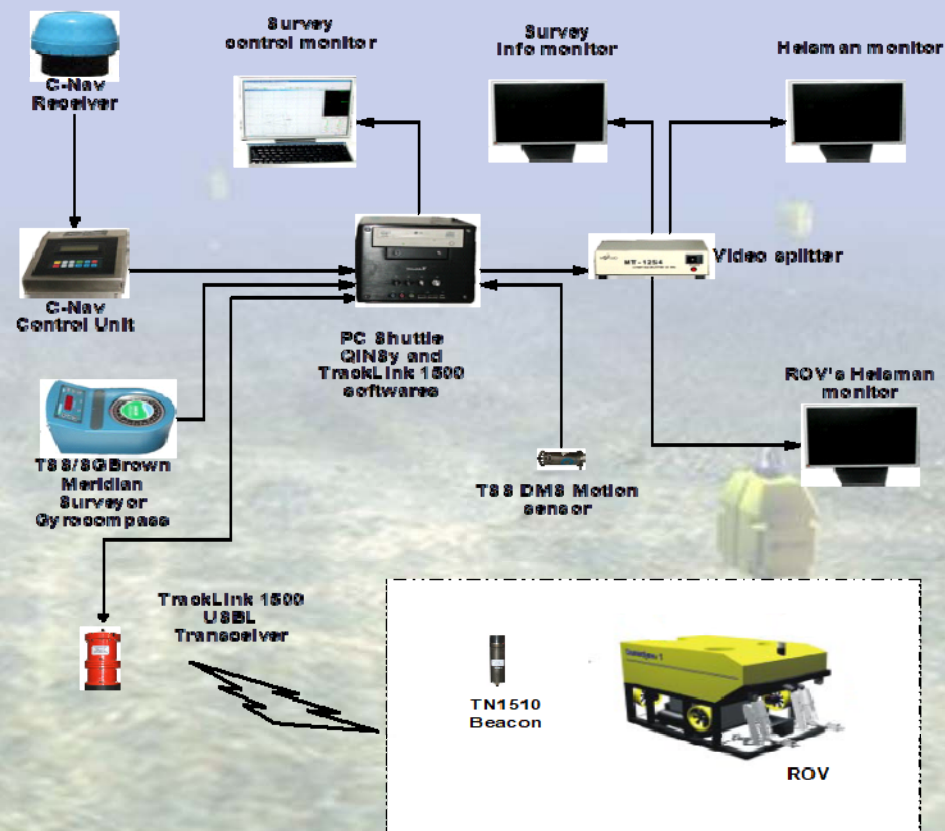
«TrackLink Navigation» в комплексе с ЭГИС



- Пакет программ «TrackLink Navigation» предназначенный главным образом для управления ГАНС УКБ «TrackLink» имеет ограниченные функции в части навигации надводного судна.
- При проведении навигационно-геодезического обеспечению подводных работ целесообразно использовать пакет «TrackLink Navigation» в комплексе с электронной гидрографической информационной системой, например

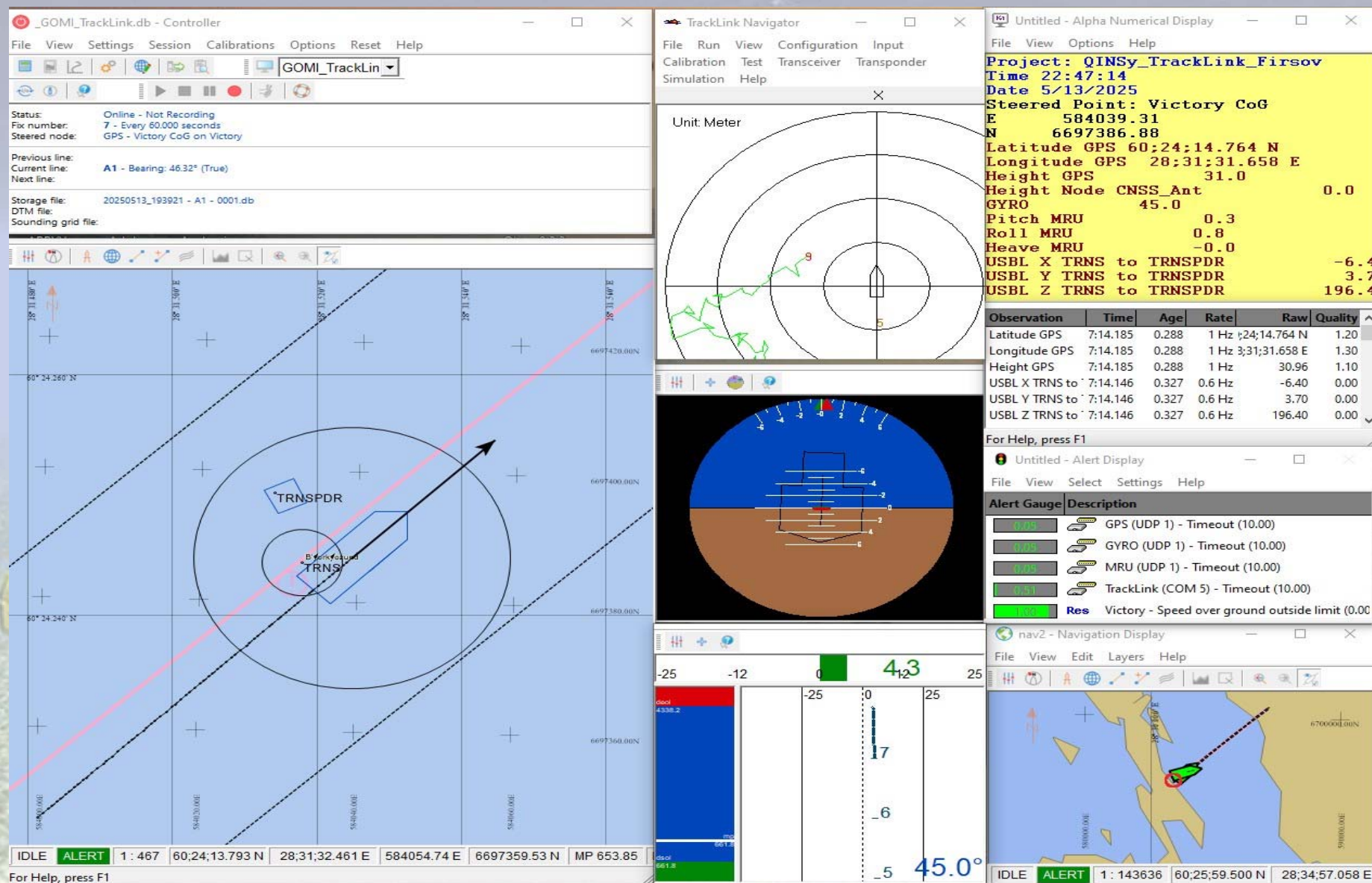
«QINSy» фирмы «QPS»,

«HYRACK» фирмы «HYRACK»,





Экран TrackLink Navigation + ЭГИС QINS v.9.x





Заключение

Данный учебник можно рассматривать в качестве введения в инженерную электронную гидрографию. Рассмотрены основные технологии, используемые при гидрографическом обеспечении морских изысканий. При этом в качестве основной информационной технологии была использована ЭГИС QINSy фирмы QPS. Основное внимание уделено технологиям высокоточного позиционирования на поверхности моря с использованием ГНСС, а также позиционированию объектов в водной толще с применением ГАНС УКБ

За рамками данного учебника остались следующие важные вопросы:

- применение гидроакустических систем (МЛЭ, БГБО, ГБО) для дистанционного анализа донного грунта;
- применение телеуправляемых и дистанционно управляемых подводных аппаратов, а также беспилотных надводных носителей гидрографической аппаратуры для съемки рельефа дна;
- применение батиметрических авиационных систем (LIDAR — Light Detection and Ranging), с помощью которых выполняется площадная съемка рельефа дна прибрежных акваторий.

Для дальнейшего изучения вопросов гидрографического обеспечения морских изысканий рекомендуется использовать литературу, приведенную в библиографическом списке, а также информационные ресурсы в сети Интернет



Завершение презентации учебника

«Гидрографическое обеспечение морских изысканий»

