

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Судовождение и безопасность судоходства»

ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ

Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине
«Технические средства судовождения»

Севастополь
СевГУ
2026

УДК 656.61.052:629.783(076.5)

ББК 39.471.5-5*я73

Г54

Р е ц е н з е н т:

Е.В. Гембатов – капитан судоходной компании “Briese Schiffahrts GmbH & Co.”

Ответственный за выпуск:

А.Р. Аблаев – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой СБС

Составители: А. М. Приходько, В. В. Фролов

Г54 Глобальные навигационные спутниковые системы : методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Технические средства судовождения» / Севастопольский государственный университет, Морской институт, кафедра «Судовождение и безопасность судоходства» ; сост.: А. М. Приходько, В. В. Фролов. – Севастополь : СевГУ, 2026. – 46 с.: ил. – Текст : электронный.

Целью методических указаний является оказание студентам необходимой методической помощи при подготовке к практическим занятиям по дисциплине «Технические средства судовождения». Раздел «Глобальные навигационные спутниковые системы».

УДК 656.61.052:629.783(076.5)
ББК 39.471.5-5*я73

Рассмотрено и рекомендовано к изданию на заседании кафедры «Судовождение и безопасность судоходства», протокол № 6 от 15 апреля 2026 г.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ПЗ-1	Семинар на тему «Системы радионавигации прошлого, настоящего и будущего»	4
ПЗ-2	Работа с морскими ГНСС-приемниками. Изучение базового функционала и факторов, влияющих на точность и надежность позиционирования	8
ПЗ-3	Работа с маршрутами в приемниках ГНСС Furuno GP-Series	16
ПЗ-4	Работа с маршрутами в приемниках ГНСС иных моделей	21
ПЗ-5	Практическое использование ГНСС-приемников: движение по маршруту	24
ПЗ-6	Практическое использование ГНСС-приемников: настройка и использование сигнализации	30
ПЗ-7	Практическое использование ГНСС-приемников: использование функции “Man Over Board”	36
ПЗ-8	Использование морских ГНСС-приемников: выполнение итогового упражнения на тренажере	42

Практическое занятие № 1
СЕМИНАР НА ТЕМУ «СИСТЕМЫ РАДИОНАВИГАЦИИ
ПРОШЛОГО, НАСТОЯЩЕГО И БУДУЩЕГО»

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: приобретение обучающимися компетенций согласно таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ (Раздел А-П/1. Функция «Судовождение на уровне эксплуатации») ПК-1 «Планирование и осуществление перехода, определение местоположения»			
ПК-1.6 Способность определять место судна с помощью радиоэлектронных средств	—	—	Актуальное состояние радионавигационных систем

Объем: 2 академических часа.

Содержание семинара:

1. Вступительное слово преподавателя. Краткая характеристика программы и тематики семинара – 10 мин.
2. Доклады студентов на тему «Береговые радионавигационные системы прошлого» (РНС «Чайка», «LORAN-C», «Decca», «Omega»; СНС «Transit», «Цикада») – 30 мин.
3. Доклады студентов на тему «Существующие спутниковые навигационные системы» («GPS», «ГЛОНАСС») – 20 мин.
4. Доклады студентов на тему «Перспективные спутниковые и наземные радионавигационные системы» (СНС «GPS-III», «Galileo», «BeiDou», «ГЛОНАСС»; РНС «E-LORAN») – 20 мин.
5. Подведение итогов семинара – 10 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Мультимедиа проектор (для показа слайдов по темам докладов).
2. Пластиковая или смарт-доска.

2. РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРОВЕДЕНИЮ СЕМИНАРА

Семинар – форма учебно-практических занятий, при которой учащиеся (студенты) обсуждают сообщения, доклады и рефераты, выполненные ими по результатам учебных или научных исследований под руководством преподавателя. Преподаватель в этом случае является координатором обсуждений темы семинара, подготовка к которому является обязательной. Тема семинара и основные источники обсуждения предъявляются до обсуждения для детального ознакомления, изучения. Цели обсуждений направлены на формирование на-

выков профессиональной полемики и закрепление обсуждаемого материала. Семинары – эффективная форма подготовки инженерных и научно-педагогических кадров в вузах.

Темы докладов на семинаре соответствуют темам рефератов, выданных на первом занятии. Доклады делают те студенты, чьи темы соответствуют тематике семинара, о чем они предупреждаются преподавателем заблаговременно. Студенты, которые не выступают в рамках семинара, участвуют в обсуждении сделанных докладов.

Продолжительность доклада – 5–7 минут. Доклад рекомендуется дополнять электронной презентацией, состоящей из 7–10 слайдов. Доклад отражает основные положения реферата. Последний к моменту семинара не обязательно должен быть полностью оформленным, но основа должна быть готова.

Допускается выполнение доклада и/или презентации на английском языке. После выступления докладчику задаются вопросы преподавателем и другими студентами. Допустимы обсуждение и/или полемика по спорным моментам. Продолжительность вопросов и обсуждения – до 5 минут.

Выступающим за сделанный доклад выставляется оценка по 5-тибалльной шкале. Оценка 5 («отлично») выставляется, если студент тематически грамотно составил презентацию, во время доклада продемонстрировал полное владение материалом, правильно ответил на задаваемые вопросы. Оценка «4» («хорошо») выставляется, если студент подготовил презентацию, во время доклада продемонстрировал достаточное владение материалом, в целом правильно ответил на задаваемые вопросы, допуская единичные ошибки или неточности. Оценка «3» («удовлетворительно») выставляется, если доклад сделан без презентации или уровень доклада/презентации посредственный. Студент при этом не в полной мере владеет материалом, допустил ряд ошибок при ответах на задаваемые вопросы. Оценка «2» («неудовлетворительно») выставляется, если доклад не был подготовлен либо студент проявил полное невладение материалом и не смог при этом ответить на вопросы по своей теме.

Студентам важно активно вести себя во время семинара, участвовать в дискуссии, задавать вопросы, при необходимости делать записи в конспект.

После того, как все предусмотренные повесткой доклады сделаны, преподаватель подводит краткие итоги занятия, отмечает сильные и слабые доклады, обращает внимание на уровень презентаций, содержание докладов, дикцию, объявляет оценки.

3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего предназначена радионавигационная система?
2. Назовите основные наземные РНС, использовавшиеся в XX веке для целей морской навигации?
3. Поясните принцип определения позиции в гиперболических РНС?
4. Какие недостатки были у гиперболических РНС?
5. Что из себя представляла антенна гиперболической РНС?
6. На каких частотах работали гиперболические РНС?

7. Какую точность обеспечивали гиперболические РНС?
8. Почему гиперболические РНС в настоящее время не используются?
9. Поясните принцип определения позиции в доплеровских СНС?
10. Какой метод определения координат пользователя использовался в СНС первого поколения?
11. В чем заключается эффект Доплера?
12. Сколько спутников использовалось в созвездии СНС первого поколения ("Transit", «Цикада/Циклон»)?
13. Какую точность (95%) определения координат обеспечивали СНС первого поколения ("Transit", «Цикада»)?
14. Какой основной недостаток был у СНС первого поколения ("Transit", «Цикада»)?
15. What was the name of the first global satellite system, which entered service in 1964 in the USA?
16. Какая советская спутниковая навигационная система являлась аналогом американской доплеровской СНС "Transit"?
17. Which outdated navigation systems used super low frequency (SLF) band and tallest antenna masts ever?
18. What orbit heights were used in "Transit"/"Tsikada" satellite positioning systems of the past?
19. В чем отличие среднеорбитных СНС от доплеровских СНС 1 поколения?
20. Поясните принцип определения позиции в среднеорбитных СНС?
21. Из каких сегментов состоят среднеорбитные СНС?
22. When did GPS officially enter service and its full operational capability was announced?
23. Покрытие какой территории позволяет обеспечить СНС «ГЛОНАСС»?
24. Какую точность позволяют обеспечить среднеорбитные СНС «ГЛОНАСС», "GPS" и др.?
25. Каково принципиальное отличие СНС «ГЛОНАСС» от СНС "GPS" и "Galileo"?
26. Где расположены главные центры управления СНС "GPS", "Galileo", «ГЛОНАСС»?
27. Как называется ГНСС, разрабатываемая Китайской Народной Республикой?
28. На каких частотах работают среднеорбитные СНС?
29. Каковы перспективы совершенствования среднеорбитных СНС?
30. В чем отличия ГНСС 3 поколения от ГНСС 2 поколения?

4. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Работа в системах спутниковой радионавигации: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. «Судовождение и энергетика судов» и «Радиотехника» / А. Г. Лукьянчук, Ю. П. Михайлюк; Севастоп. нац. техн. ун-т. – Севастополь: Изд-во Севастоп. нац. техн. ун-та, 2007. – 190 с.

2. Технические средства судовождения: учебник для студентов (курсантов) вузов, обучающихся по специальности "Судовождение". – Санкт-Петербург: Морсар, 2016 – Т. 3: Судовые приборы электронной навигации / А. П. Горобцов и др.; под общей редакцией Ю. М. Устинова. – 2016. – 470 с.

3. Информационно-аналитический центр координатно-временного и частотного обеспечения ГЛОНАСС и GPS <https://www.glonass-iac.ru/>

4. The Global Positioning System <http://www.gps.gov/>

5. European Global Navigation Satellite Agency <https://www.gsa.europa.eu/>

Практическое занятие № 2
РАБОТА С МОРСКИМИ ГНСС-ПРИЕМНИКАМИ. ИЗУЧЕНИЕ
БАЗОВОГО ФУНКЦИОНАЛА И ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ
НА ТОЧНОСТЬ И НАДЕЖНОСТЬ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: приобретение компетенций согласно таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ (Раздел А-П/1. Функция «Судовождение на уровне эксплуатации») ПК-1 «Планирование и осуществление перехода, определение местоположения»			
ПК-1.6 Способность определять место судна с помощью радиоэлектронных средств	—	Определять место судна с помощью ГНСС приемников	—
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ Раздел А-П/2. Функция «Судовождение на уровне управления» ПК-5 «Способность обеспечить безопасное плавание судна путем использования информации от навигационного оборудования и систем, облегчающих процесс принятия решений»			
ПК-5.1 Знание погрешностей систем и эксплуатационных аспектов навигационных систем	—	—	Знание эксплуатационных аспектов систем ГНСС

Объем: рекомендуется не менее 2 академических часов.

Содержание:

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по пройденной теме «Глобальные навигационные спутниковые системы» – 10 мин.
2. Работа с ГНСС-приемниками Furuno GP-series – 50 мин.
3. Работа с комбинированными GPS/ГЛОНАСС-приемоиндикаторами Transas T701 – 25 мин.
4. Подведение итогов занятия – 5 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Морские ГНСС-приемники для конвенционных судов Furuno GP-series (например, GP-80, GP-90, GP-150, GP-170) – действующие комплекты аппаратуры (рисунок 2.1);
2. Руководства по эксплуатации ГНСС-приемников Furuno GP-series;
3. Морские комбинированные GPS/ГЛОНАСС-приемоиндикаторы Transas T701 – действующие комплекты аппаратуры (рисунок 2.2);
4. Руководства по эксплуатации GPS/ГЛОНАСС-приемоиндикатора Transas T701.
5. Выдвижные телескопические кронштейны для установки антенн приемников и выноса их на открытое пространство.



Рисунок 2.1 – GPS-приемник Furuno GP-150



Рисунок 2.2 – GPS/ГЛОНАСС-приемоиндикатор Transas T701

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Основное назначение приёмника глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) – получение и обработка сигналов со спутников, чтобы на основе принятых данных рассчитать положение судна, его скорость относительно грунта (Speed Over Ground) и точное время. Также рассчитываются и отображаются путевой угол (Course Over Ground – COG), пройденное расстояние (Trip distance), данные о маршруте, геометрический фактор потери точности. Дополнительно современные приемники позволяют принимать и отображать на собственном дисплее информацию от внешних датчиков (эхолот, лаг, датчик температуры и др.)

ГНСС приёмники работают в L-диапазоне радиочастот (1–2 ГГц). Этот диапазон используется практически всеми системами наземного геопозиционирования, включая актуальные для территории РФ GPS и ГЛОНАСС.

Комплектация большинства моделей морских приемников ГНСС включает дисплей (он же основной блок) на кронштейне, антенну L-диапазона и необходимые коммутирующие кабели. Питание поступает от источника постоянного тока напряжением, как правило, 12–24 В.

Время старта приемника

Старт – это процесс выхода приемника ГНСС на рабочий циклический режим местоопределения с момента включения питания до момента первого местоопределения. Время старта часто называют Time To First Fix (TTFF).

Для старта (и основного режима) процессор приемника использует:

- данные альманаха, которые остаются действительными в его памяти в течение 28 суток, считая от последнего их обновления наземной станцией (альманахом называют данных об орбитах и работоспособности («здоровье») всех спутников созвездия, передаваемый каждым спутником в его навигационном сообщении);
- исходное местоположение, т.е. приближенные координаты места на момент включения питания;
- системное время, которое содержится в навигационных сообщениях спутников;
- эфемеридные данные, которые содержатся в навигационных сообщениях спутников и остаются действительными в течение (обычно) двух часов.

В зависимости от полноты и качества перечисленной выше исходной информации в памяти приемника на момент включения питания различают следующие виды старта.

Hot Start – горячий старт. Автоматическое возобновление управляющих и вычислительных процессов в приемнике GPS после кратковременного выключения питания или кратковременной потери спутниковых сигналов, например, при проезде туннеля или под листвой, когда в памяти приемника вся информация, т.е. альманах, время, координаты предыдущего места и эфемеридные данные сохраняется полной и достоверной. В этом случае время, необходимое для восстановления слежения за спутниками и первого местоопределения, составляет от единиц до двух десятков секунд.

Warm Start – теплый старт. Питание приемника отключалось, но с момента предыдущего местоопределения в памяти приемника сохранились альманах, системное время и координаты. В новых условиях для восстановления слежения за спутниками и первого местоопределения приемнику обычно требуется несколько десятков секунд.

Cold Start – холодный старт. Питание приемника отключалось на значительный период времени. Информация, сохранившаяся в его памяти, оказывается не полной и не достоверной, хотя частично и может быть использована для некоторого ускорения входа в рабочий режим. Время старта увеличивается до нескольких сотен секунд.

TechnoStart – технологический старт. Исходная информация в памяти приемника отсутствует. Возможны следующие варианты ускорения подготовки приемника к циклическому рабочему режиму. Загрузка исходной информации из памяти внешнего источника. Далее процессор приемника выполняет поиск спутниковых сигналов перебором значений фаз несущей и дальномерного кода в рамках двумерной таблицы их возможных значений. При обнаружении сигналов любого из спутников приемник переходит в режим слежения (автоматической настройки) за ними и считывания недостающей информации из его навигационного сообщения.

Геометрия спутников

Расположение видимых спутников созвездия ГНСС существенно влияет на точность позиционирования. Погрешности при неидеальном расположении спутников на небе возрастают пропорционально величине, называемой коэффициентом потери точности **DOP** (Dilution Of Precision) – «размывание» точности. **DOP** часто называют геометрическим фактором. Чем меньше этот фактор, тем лучше геометрия спутниковых наблюдений. Наименьшее (наилучшее) значение коэффициента **DOP** равно единице. На практике этот идеальный случай встречается редко и только при полностью открытом небосводе, а геометрический фактор в благоприятных условиях наблюдений лежит в интервале от 1 до 2.

Близко расположенные на небе спутники создают «слабую» геометрию (большой DOP), а расположенные равномерно по всему небу, наоборот, «сильную» или «хорошую». В открытом море DOP-фактор полностью работоспособной ГНСС (например, GPS) обычно находится в пределах от 1 до 2 («отличная» геометрия). По мере уменьшения количества видимых спутников и/или отклонения их конфигурации от оптимальной DOP-коэффициент возрастает, при этом точность позиционирования ухудшается во столько же раз. Точность позиционирования со значениями DOP от 2 до 4 считается «хорошей». Значения DOP, превышающие 4 (при определении только горизонтальных координат) и 6 (при определении пространственных координат), считаются недопустимыми и приводят к ошибке приемника (DOP-error).

Автономный контроль целостности

Обязательной функцией морских приемников ГНСС является автономный контроль целостности позиционирования (англ. Receiver Autonomous Integrity Monitoring – RAIM) – технология, разработанная для оценки и поддержания целостности показаний системы ГНСС в целом и приемника в частности. В особенности это важно в тех случаях, где корректная работа ГНСС необходима для обеспечения надлежащего уровня безопасности, например в авиации или морской навигации.

RAIM контролирует расчет координат местоположения объекта, в случае их переопределения, т.е. когда доступно больше спутников, чем необходимо для определения позиции (при трехмерном режиме – 4).

Для надежного позиционирования необходимо, чтобы решения задачи трилатерации для всех возможных сочетаний квартетов спутников имели разброс в пределах допустимого доверительного интервала (confidence range). Этот

интервал задается пользователем в настройках RAIM-функции приемника (обычно 10–100 м для ГНСС без коррекции; 1–5 м для дифференциального режима). Разброс определяется величиной удвоенной среднеквадратичной ошибки, соответствующей 95% вероятности попадания ошибки в данный интервал.

При трехмерном (3D) позиционировании для RAIM-функции требуется наличие как минимум 5-ти спутников. В 2D режиме, необходимы минимум 4 спутника. При минимальном наборе спутников приемник может составить сочетания из 4-х спутников (всего 5 сочетаний) и решить 5 систем уравнений. Результаты сравниваются статистически, анализируется разброс, принимается решение о целостности позиционирования: либо надежной (SAFE fix), если разброс в допустимых пределах, либо ненадежной (UNSAFE). Если функция RAIM не может быть реализована (т.е. недостаточно спутников), то выдается статус целостности CAUTION.

Выход ошибки позиционирования за допустимые пределы возможен по причине, как правило, проблем с одним (или несколькими) спутниками (например, при корректировке орбиты, выходе из строя оборудования из-за вспышек солнечной радиации, аномальном состоянии ионосферы в определенном направлении и т.д.), либо аппаратных проблем приемника. Для поиска и исключения из расчетов неисправного (ненадежного) спутника, необходимо иметь в прямой видимости минимум 6 спутников (для 3D режима). При нахождении и исключении неисправного (аномального) спутника приемник возвращается в режим функционирования со статусом SAFE.

Большинство современных судовых GPS приемников имеет индикацию статуса целостности позиционирования (либо на экране, либо в виде «светофора» (traffic lights indicators)).

3. ПРИМЕРНАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

1. Проверка теоретических знаний студентов по теме лекции «Глобальные навигационные спутниковые системы» в форме выборочного устного опроса.

2. Краткая характеристика преподавателем морских (IMO-compliant) приемников с наглядной демонстрацией.

Отмечается основное предназначение (определение позиции, скорости, путевого угла и точного времени/даты), требования к обязательной установке на всех судах согласно требованиям конвенции СОЛАС, конфигурация (показывается основной блок с клавиатурой и джойстиком, антенна, блок питания 12–24 В постоянного тока, коммутирующие кабели, кронштейн), демонстрируется защищенное исполнение (от водяных струй и потоков, класс защиты **IP X5** (основной блок), **IP X6** (антенна)); возможность пересчета координат в разные геодезические датумы (более 170 датумов доступно для Furuno GP-series); выходы по морскому интерфейсу NMEA; наличие 12 (или более) каналов; функция определения целостности (надежности) позиционирования; режимы позиционирования (2D и 3D).

Работа с ГНСС-приемниками Furuno GP-series

3. Коммутация узлов прибора (под контролем и с пояснениями преподавателя выполняется подключение антенны и блока питания).

4. Включение приемников в режиме позиционирования (основной режим) и в режиме симуляции (активируется при включении прибора с нажатой кнопкой ENT).

Антенны при включении находятся в помещении. Поясняется невозможность устойчивого позиционирования в закрытом помещении (требуется открытое небо, т.к. спутники расположены высоко, а сигнал от них очень слабый и не может проходить через препятствия – потолок, крышу и т.д.). Дается пояснение статусу NO FIX. Кратко объясняется принцип позиционирования. Отмечается, что для определения координат требуется минимум 4 «захваченных» спутника (4 канала). При этом можно определить координаты, но не целостность (надежность). Поэтому требуется минимум 5 (а лучше 6) спутников для устойчивого и надежного позиционирования.

5. Краткое описание клавиатуры и назначения основных функциональных клавиш. Настройка контрастности и яркости экрана.

6. Включение и изучение экрана GPS Monitor (MENU ESC + 7). Демонстрируются доступные спутники и уровень принимаемого сигнала (должен быть больше 35 дБ). Захваченные спутники (Lock) обозначаются кружком (рис. 2.3).

7. Установка антенны вблизи окна – при этом геометрия спутников должна быть минимально достаточна для позиционирования (устойчиво видны 4 спутников). Поясняется функция RAIM и статус Safe/Caution/Unsafe. Демонстрируется DOP-коэффициент и периодические ошибки DOP-alarm, свидетельствующие о недостаточной геометрии спутников для морского приемника.

8. Вынос антенны на открытое пространство (например, на крышу здания с помощью телескопической рукоятки), демонстрация улучшенной геометрии и захвата большего количества спутников. Следует добиться статуса Safe, устойчиво «поймать» максимально возможное количество спутников и добиться минимального DOP. Сравнить полученный DOP с актуальным на данный час значением DOP, взятым с карты покрытия с официального онлайн-ресурса (например, www.glonass-iac.ru).

9. Изучение способов отображения информации на экране приемника:

- видеоплоттер 1 (Plotter 1);
- видеоплоттер 2 (Plotter 2);
- «магистраль» (Highway);
- навигационный режим (Navigation);
- режим данных (Data).

Поясняется и расшифровывается информация, представленная на этих экранах. Расшифровываются основные аббревиатуры, отображаемые на экранах (например, WGS84, RAIM, D3D, RNG, COG, SOG, dCOG, XTE, ETA, TTG, WP, TRIP, VTD, DOP и др.).

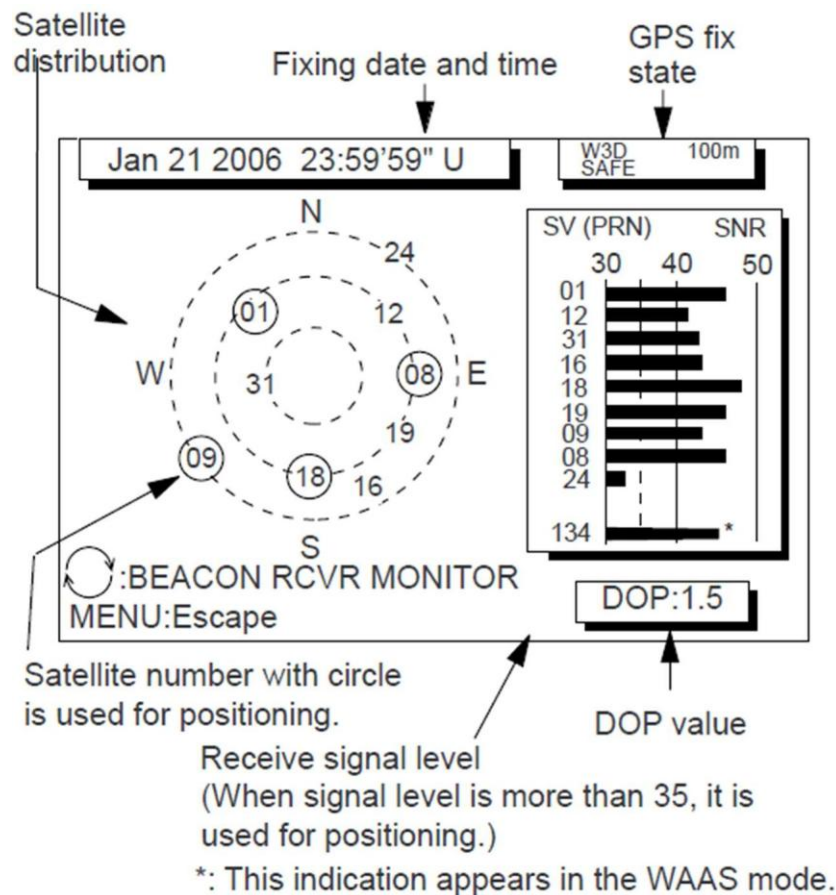


Рисунок 2.3 – Экран GPS Monitor приемника Furuno GP-series

10. Настройка конфигурируемой части экрана Data: MENU ESC – 9 (System settings) – Plotter Setup – User defined.

11. Выбор режима позиционирования и датума: MENU ESC – 9 (System settings) – Fix Mode; Geodetic Datum (например, 172 – Pulkovo 1942). Номер датума берется из приложения к руководству по эксплуатации соответствующей модели приемника).

12. Выбор ориентации изображения, отображение, перемещение и центрирование курсора на экранах Plotter 1/2;

13. Выполнение прочих настроек: включение и выключение функций RAIM, DGPS; настройка конфигурации дисплея: параметров отображения координатной сетки, размера путевых точек, линии курса, отметок и др.

Работа с ГНСС-приемниками Transas T701

14. Изучение возможностей и функционала комбинированного GPS/ГЛОНАСС приемоиндикатора Transas T701 рекомендуется в последовательности, аналогичной Furuno GP-series. При этом обращается внимание на основные отличия и дополнительные возможности, связанные с возможностью совместного позиционирования по спутникам GPS и ГЛОНАСС. Изучается покрытие DOP системы ГЛОНАСС на время проведения занятия.

15. Подведение итогов занятия. Делаются выводы о возможностях и функционале современных морских ГНСС приемников.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие функции выполняет на судне приемник ГНСС?
2. На каких судах обязательны к установке приемники ГНСС?
3. Какая аппаратура входит в состав комплекта морских ГНСС-приемников?
4. На каких частотах работают приемники ГНСС?
5. На каких частотах принимаются дифференциальные поправки с береговых станций?
6. Опишите процедуру включения и выключения питания приемника ГНСС.
7. Поясните предназначение основных функциональных клавиш приемника ГНСС.
8. Объясните процедуру настройки экрана приемника GP-series.
9. Назовите наиболее характерные режимы отображения информации (экраны) в приемниках ГНСС.
10. Что такое «режим “Highway”»? Для чего он предназначен?
11. Для чего предназначены экраны “Plotter 1” и “Plotter 2”?
12. Как настроить экран “Data”?
13. Расшифруйте и поясните аббревиатуры WGS84, RAIM, D3D, RNG, COG, SOG, dCOG, XTE, ETA, TTG, WP, VTD, DOP.
14. В чем отличие режимов привязки местоположения 2D и 2/3D?
15. Что позволяет выполнить функциональная клавиша “CLEAR”?
16. С какой точностью отображаются координаты в морских ГНСС-приемниках?
17. Что показывает функция RAIM? Поясните индикацию ее состояния SAFE 100m.
18. Как влияет геометрия спутников на точность позиционирования? Что такое DOP-фактор?
19. Какая конфигурация видимых спутников является наиболее благоприятной с точки зрения точности позиционирования?
20. Какая компания выпускает морские ГНСС-приемники серии GP?

5. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Руководство пользователя GPS-приемника Furuno GP-series.
2. Руководство пользователя GPS/ГЛОНАСС-приемоиндикатора Transas T701.
3. Технические средства судовождения : учебник для студентов (курсантов) вузов, обучающихся по специальности "Судовождение". – Санкт-Петербург : Морсар, 2016 – Т. 3: Судовые приборы электронной навигации / А. П. Горбцов и др.; под общей редакцией Ю. М. Устинова. – 2016. – 470 с.

Практическое занятие № 3 РАБОТА С МАРШРУТАМИ В ПРИЕМНИКАХ ГНСС FURUNO GP- SERIES

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: приобретение компетенций согласно таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ			
Раздел А-II/2. Функция «Судовождение на уровне управления»			
ПК-5 «Способность обеспечить безопасное плавание судна путем использования информации от навигационного оборудования и систем, облегчающих процесс принятия решений»			
ПК-5.1 Знание погрешностей систем и эксплуатационных аспектов навигационных систем	—	—	Знание эксплуатационных аспектов систем ГНСС

Объем: рекомендуется 2 академических часа.

Содержание:

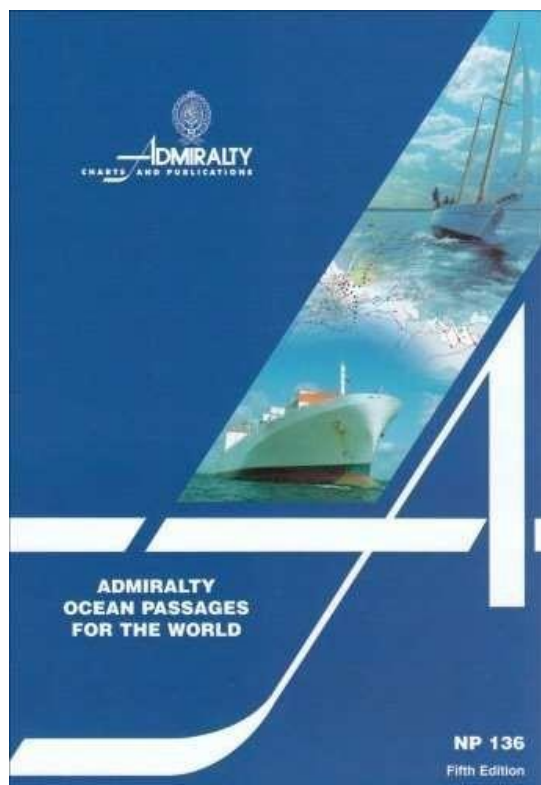


Рисунок 3.1 – NP136 “Ocean Passages for the World”

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по темам предыдущих практических занятий и лекционному материалу – 10 мин.

2. Демонстрация возможностей по работе с маршрутами в ГНСС-приемниках Furuno GP-series – 40 мин.

3. Самостоятельная работа обучающихся по созданию и расчету маршрутов – 35 мин.

4. Подведение итогов занятия – 5 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Морские ГНСС-приемники для конвенционных судов Furuno GP-series (например, GP-80, GP-90, GP-150, GP-170) – действующие комплекты аппаратуры (рис. 2.1);

2. Руководства по эксплуатации ГНСС-приемников Furuno GP-series;

3. Навигационное пособие NP136 “Ocean Passages for the World” или аналогичное (рис. 3.1).

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Функционал современных ГНСС-приемников позволяет определять пеленг, расстояние и время следования между двумя (или более) путевыми точками. Расстояние определяется либо по дуге большого круга (Great Circle – GC), либо по локсодромии (Rhumb Line – RL). Экран расчета приемника GP-series представлен на рис. 3.2.

The screenshot shows a 'MANUAL CALCULATION' screen with the following fields and controls:

- From Waypoint No.:** A field with a cursor and a small icon.
- To Waypoint No.:** A field with a cursor.
- Trial speed:** Two options, 'Auto' and 'Man' (selected).
- Rng:** A field for distance in nautical miles (nm).
- Brg:** A field for bearing in degrees (°).
- TTG:** A field for Time To Go in days, hours, and minutes (D-H-M).
- ENT: Calculate** and **ESC: Exit** buttons at the bottom.

Рисунок 3.2 – Функция расчета пеленга, расстояние и времени следования между двумя путевыми точками

По умолчанию приемники ГНСС определяют позицию и строят/рассчитывают маршруты в общеземном датуме WGS84 либо эквивалентном ему (для системы ГЛОНАСС – датум ПЗ-90). Если для навигации используется карта, составленная в другом датуме, необходимо в настройках приемника выбрать именно этот датум. Все современные приемники содержат несколько десятков самых распространенных геодезических датумов (в том числе и используемые в России датумы СК-42 и СК-95) и позволяют делать между ними выбор.

Подробная последовательность действий по созданию и расчету маршрутов с использованием функционала приемников ГНСС производства Furuno представлена в соответствующих руководствах по эксплуатации.

3. ПРИМЕРНАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

1. Проверка теоретических знаний студентов по темам предыдущих практических занятий и лекционному материалу в форме выборочного устного опроса.

Совместная работа студентов с преподавателем. Рекомендуются по 2-3 студента за одним приемником.

2. Включить приемники в режиме позиционирования. Установить антенны на открытом пространстве (с наилучшим возможным охватом неба). На этом этапе следует определить время старта (от включения до первого появления координат на экране приемника). Проверить геометрию на экране “GPS-monitor”. Зафиксировать наименьший DOP и наибольшее количество захваченных спутников. Выключить приемники.

3. Войти в режим Simulation (включить при нажатой кнопке ENT). Ввести при включении первую точку “Sevas” (табл. 3.2) и нулевую скорость.

4. Задать в памяти приемника путевые точки маршрута согласно варианту маршрута, представленному в таблице 3.1 и рис. 3.2 (меню WPT RTE →Waypoint List. Выбрать точку 001, нажать ENT или «Джойстик вправо». Ввести координаты. Нажать «Джойстик вниз», назначить отметку. Нажать «Джойстик вниз», назначить имя “Sevas”, сохранить точку кнопкой ENT). Аналогично задать остальные точки.

Таблица 3.2 – Маршрут для создания

Sevastopol - Yalta			
WP#	Latitude	Longitude	Описание
WP 001	44-37.5 N	033-30.5 E	“Sevas” Выход из бухты
WP 002	44-39.8 N	033-16.0 E	Следование по СРД
WP 003	44-29.5 N	033-10.4 E	Следование по СРД
WP 004	44-15.5 N	033-28.0 E	“Ауа” Следование по СРД
WP 005	44-15.5 N	034-05.5 E	“Simeiz” Следование по СРД
WP 006	44-27.7 N	034-10.7 E	“Yalta”. Прием лоцмана

5. Создать последовательный маршрут из сохраненных путевых точек (меню WPT RTE →Route Planning→01). Скорость установить вручную: MAN (30 knots). Проверить расстояние по маршруту Distance и Время в пути (TTG).

6. Задать созданный маршрут в качестве пункта назначения (меню GOTO→Route List). Увидеть маршрут на экране.

7. Попробовать функционал клавиш ZOOM, Center и NU/CU на экране Plotter 2.

8. Задать допустимые боковые отклонения от линии маршрута (например, ХТЕ=0,4 м.м.) и зону срабатывания тревоги Arrival Alarm (например, 0,4 м.м.), используя меню (Menu/Esc → Alarm Settings).

9. Отредактировать маршрут (меню WPT RTE→Route Planning→01), деактивировав точку 2 (Disable).

10. Деактивировать маршрут (меню GOTO→Cancel).

11. Удалить маршрут (меню WPT RTE →Route Planning→01 CLEAR).

12. Удалить путевые точки.

13. Отключить все алармы.

Самостоятельная работа студентов. Каждый обучающийся создает и рассчитывает свой маршрут согласно варианту (выбирается из пособия NP136 “Ocean Passages for the World”) отдельно по локсодромии, по ДБК, по хордам ДБК.

14. Выбрать требуемый режим прокладки и расчета маршрута (локсодромия/ДБК): MENU ESC – 9 (System settings) – Plotter Setup – Calculation (GC/RL). Рассчитать общую протяженность и начальный курс для своего варианта маршрута по локсодромии и ДБК: MENU ESC – 5 (Manual Calculation). Сделать скриншот (фотографию) расчета.

15. Задать путевые точки для перехода по хордам ДБК и построить маршрут (см. пп. 4 и 5), сделать скриншот (фотографию) результатов расчета. Сравнить с рассчитанными теоретически с использованием сферической тригонометрии.

16. Удалить созданный маршрут и путевые точки из памяти приемника.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое «локсодромия» и «ортодромия»?
2. В каком случае следует прокладывать маршрут перехода по ДБК?
3. Что такое «хорда» ДБК?
4. Как рекомендуется разбивать ДБК на хорды?
5. Какие координаты и в какой системе используют приемники Furuno GP-series по умолчанию?
6. Насколько велики отличия между координатами и расстояниями, определенными на сфере и на общеземном эллипсоиде?
7. Какие возможности имеют приемники ГНСС в части работы с маршрутами?
8. Из каких элементов состоит маршрут?
9. Что такое «активный участок маршрута» и «активная путевая точка»?
10. Поясните процедуру создания маршрута в приемнике Furuno GP-series.
11. Как выполнить расчет расстояний между путевыми точками в приемнике ГНСС? Какие варианты решения этой задачи предусмотрены?
12. Какие геодезические датумы существуют? Что означает «общеземной датум», «референсный датум»?
13. Какой геодезический датум используется приемниками GPS по умолчанию?
14. Предусмотрена ли смена геодезического датума в меню приемника ГНСС?
15. Какую точность позиционирования могут давать современные приемники ГНСС с дифференциальной коррекцией? Без нее?

5. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Руководство пользователя GPS-приемника Furuno GP-series.
2. Технические средства судовождения: учебник для студентов (курсантов) вузов, обучающихся по специальности "Судовождение". – Санкт-Петербург: Морсар, 2016 – Т. 3: Судовые приборы электронной навигации / А. П. Горбцов и др.; под общей редакцией Ю. М. Устинова. – 2016. – 470 с.

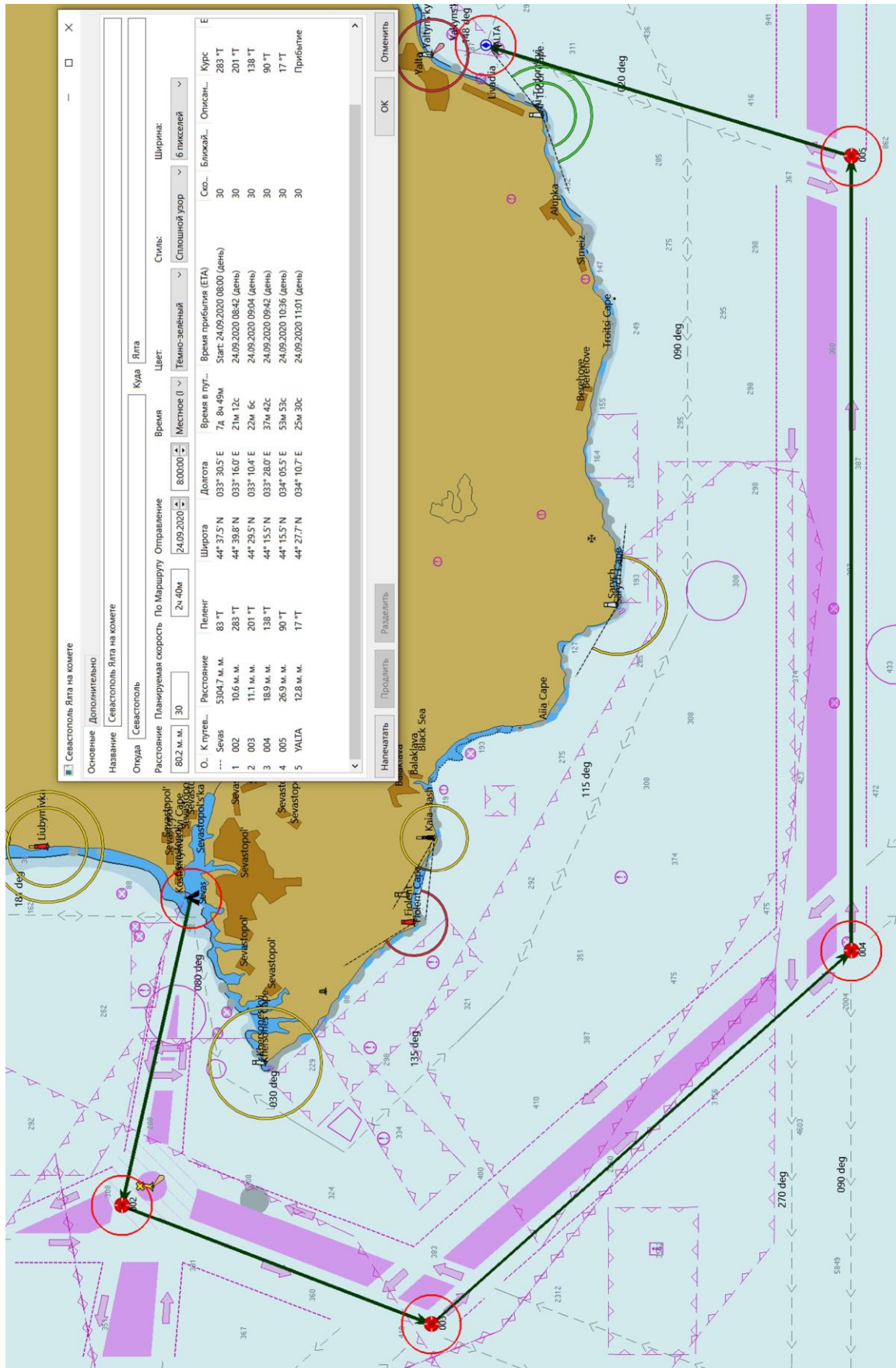


Рисунок 3.3 – Маршрут для создания в приемнике Furuno GP-series

Практическое ЗАНЯТИЕ № 4

РАБОТА С МАРШРУТАМИ В ПРИЕМНИКАХ ГНСС ИНЫХ МОДЕЛЕЙ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: приобретение компетенций согласно таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ			
Раздел А-П/2. Функция «Судовождение на уровне управления»			
ПК-5 «Способность обеспечить безопасное плавание судна путем использования информации от навигационного оборудования и систем, облегчающих процесс принятия решений»			
ПК-5.1 Знание погрешностей систем и эксплуатационных аспектов навигационных систем	—	—	Знание эксплуатационных аспектов систем ГНСС

Объем: рекомендуется 2 академических часа.

Содержание:

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по темам предыдущих практических занятий и лекционному материалу – 10 мин.
2. Демонстрация возможностей по работе с маршрутами в ГНСС-приемниках иных моделей – 30 мин.
3. Самостоятельная работа обучающихся по созданию и расчету маршрутов – 45 мин.
4. Подведение итогов занятия – 5 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Морской GPS/WAAS приемник Furuno GP-32 – действующий комплект аппаратуры (рисунок 4.1).
2. Руководство по эксплуатации приемника Furuno GP-32.
3. Морские комбинированные GPS/ГЛОНАСС-приемоиндикаторы Transas T701 – действующие комплекты аппаратуры (рис. 2.2);
4. Руководства по эксплуатации GPS/ГЛОНАСС-приемоиндикатора Transas T701.
5. Морской комбинированный GPS/ГЛОНАСС-приемоиндикатор Vega VG16 – действующий комплект аппаратуры (рис. 4.2);
6. Руководство по эксплуатации GPS/ГЛОНАСС-приемоиндикатора Vega VG16.
7. Навигационное пособие NP136 “Ocean Passages for the World” или аналогичное (рис. 3.1).



Рисунок 4.1 – GPS-приемник Furuno GP-32



Рисунок 4.2 – GPS-приемник Vega VG-16

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Основные теоретические сведения по созданию и расчету маршрутов с использованием функционала ГНСС приемников представлены в соответствующих руководствах по эксплуатации.

3. ПРИМЕРНАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

Последовательность выполнения занятия аналогична предыдущему занятию. Обучающиеся осваивают функционал разных моделей ГНСС приемников при создании и расчете навигационных маршрутов. При этом нарабатываются умения и навыки использования руководств по эксплуатации на английском языке.

1. Проверка теоретических знаний студентов по темам предыдущих практических занятий и лекционному материалу в форме выборочного устного опроса.

Совместная работа студентов с преподавателем. Рекомендуется по 2-3 студента за одним приемником.

2. Включить приемники в режиме позиционирования. Установить антенны на открытом пространстве (с наилучшим возможным охватом неба). На этом этапе следует определить время старта (от включения до первого появления координат на экране приемника). Проверить геометрию видимых спутников. Зафиксировать наименьший DOP и наибольшее количество захваченных спутников.

3. Задать в памяти приемника путевые точки маршрута и создать маршрут согласно варианту, представленному в таблице 3.1 и рис. 3.1. Скорость установить вручную: MAN (30 knots). Проверить расстояние по маршруту и время в пути.

4. Отредактировать маршрут, деактивировав точку 2.

5. Деактивировать маршрут.

6. Удалить маршрут (меню WPT RTE → Route Planning → 01 CLEAR).

7. Удалить путевые точки. Самостоятельная работа студентов.

8. Каждый обучающийся создает и рассчитывает маршрут согласно индивидуальному варианту (выбирается из пособия NP136 “Ocean Passages for the World”) отдельно по локсодромии, по ДБК, по хордам ДБК. Делаются скриншоты (фотографии) результатов расчета и сравниваются с рассчитанными теоретически с использованием сферической тригонометрии и выполненными ранее расчетами по приемнику Furuno GP-series.

9. Удалить созданный маршрут и путевые точки из памяти приемника.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие координаты и в какой системе используют приемники Furuno GP-32, Transas T701, Vega VG16 по умолчанию?

2. Насколько велики отличия между координатами и расстояниями, определенными на сфере, на эллипсоидах WGS-84, ПЗ-90, СК-42?

3. Какие возможности имеют приемники ГНСС в части работы с маршрутами?

4. Поясните процедуру создания маршрута в приемнике Furuno GP-32 и Vega VG16.

5. Поясните процедуру создания маршрута в приемнике Transas T701.

6. Назовите преимущества и недостатки работы с маршрутами в разных приемниках ГНСС.

5. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Руководства пользователя ГНСС приемников Furuno GP-32, Transas T701, Vega VG16.

2. Технические средства судовождения: учебник для студентов (курсантов) вузов, обучающихся по специальности “Судовождение”. – Санкт-Петербург: Морсар, 2016 – Т. 3: Судовые приборы электронной навигации / А. П. Горобцов и др.; под общей редакцией Ю. М. Устинова. – 2016. – 470 с.

Практическое занятие № 5
ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ГНСС-ПРИЕМНИКОВ: ДВИЖЕНИЕ ПО МАРШРУТУ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: приобретение компетенций согласно таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ (Раздел А-П/1. Функция «Судовождение на уровне эксплуатации») ПК-1 «Планирование и осуществление перехода, определение местоположения»			
ПК-1.6 Способность определять место судна с помощью радиоэлектронных средств	—	Определять место судна с помощью ГНСС приемников	—
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ Раздел А-П/2. Функция «Судовождение на уровне управления» ПК-5 «Способность обеспечить безопасное плавание судна путем использования информации от навигационного оборудования и систем, облегчающих процесс принятия решений»			
ПК-5.1 Знание погрешностей систем и эксплуатационных аспектов навигационных систем	—	—	Знание эксплуатационных аспектов приемников систем ГНСС

Объем: рекомендуется не менее 4 академических часов.

Содержание:

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по теме «Функционал и возможности современных морских ГНСС-приемников» – 10 мин.
2. Выполнение упражнения на навигационном тренажере: демонстрация, создание маршрута в GPS-приемнике Furuno GP-series и управление судном по нему в различных режимах – не менее 120 мин.
3. Подведение итогов занятия – 10 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Навигационный тренажер типа “Navi Trainer Pro 5000” с полнофункциональным имитатором GPS-приемника Furuno GP-series (рис. 5.1);
2. GPS-приемник Furuno GP-series;
3. Руководство пользователя GPS-приемника Furuno GP-series;
4. Руководство пользователя навигационного тренажера “Navi Trainer Pro 5000”.
5. Компьютер и мультимедиа-проектор для демонстрации слайдов по теме занятия, проведения дебрифинга.



Рисунок 5.1 – Навигационный тренажер типа “Navi Trainer Pro”

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Создание и работа с маршрутами являются неотъемлемой частью функционала морских ГНСС-приемников. На созданном и активированном маршруте можно удерживать судно вручную либо с помощью авторулевого, имеющего возможность управления по траектории (Track Control System – TCS).

Выбор маршрута движения выполняет судоводитель. Он задает его в память приемника ГНСС с помощью последовательности точек поворота (путевых точек – Way Points (WP)), которым присваиваются порядковые номера, начальная точка маршрута может быть нулевой или первой (WP-0 или WP-001). Маршрут может быть набран из любой последовательности путевых точек в прямом или обратном порядке следования.

Часть пути по локсодромии между двумя соседними WP называется прямолинейным отрезком маршрута; а направление движения по нему — курсом по отрезку маршрута (CUR – course under route). Отрезок маршрута, по которому в данный момент движется судно, и путевая точка, к которой оно следует, называют активными. Маршрут, кроме прямых отрезков, включает еще криволинейные участки поворотов с одного прямолинейного отрезка на другой.

При проводке судна по созданному маршруту в ручном режиме весь процесс контролируется непосредственно судоводителем (боковое отклонение от линии маршрута, скорость на маршруте, углы перекладки руля, угловая скорость поворота и др.). При совместной работе ГНСС-приемника и авторулевого с функционалом TCS весь процесс проводки по маршруту может выполняться полностью автоматически: по информации от ГНСС-приемника и компаса авто рулевой самостоятельно выбирает нужные углы перекладки руля с

тем, чтобы удерживать судно на линии пути с минимально возможным боковым отклонением от него (Cross track error – ХТЕ). При подходе к путевой точке в соответствии с заданным радиусом или угловой скоростью поворота авторулевой заранее начинает перекладку руля для вывода судна на новый отрезок. Перекладка руля происходит в точке Wheel Over Position (WOP).

Автоматическое движение «по линии маршрута» предполагает, что судно должно следовать, не отклоняясь от линии активного отрезка маршрута. Управлением здесь сводится к нулю смещение с этой линии. Автоматическое вождение «по линии маршрута» можно использовать при движении в узкостях, по фарватерам. Однако следует отметить, что ГНСС-приемники, работающие совместно с авторулевыми, должны рассматриваться как вспомогательное оборудование, облегчающее вождение судна, но не освобождающее судоводителя от мер по обеспечению безопасности плавания и от ответственности. Не запрещается использовать автоматическое управление по маршруту при сложных условиях плавания. Но при интенсивном движении, ограниченной видимости и всех других опасных навигационных обстоятельствах автоматическое вождение должно применяться только тогда, когда ручной режим может быть установлен немедленно, и квалифицированный рулевой готов сразу стать на руль. Если в течение 30 с это не может быть выполнено, то судно в стесненных водах должно управляться вручную.

Эффективность автоматической работы ГНСС и АР зависит от превалирующих условий плавания, скорости судна, его водоизмещения и главное – состояния моря. Особое внимание судоводители должны обращать на возможность/невозможность этих систем надежно выполнять свои функции при малой скорости и в штормовых условиях.

При подходе к точке поворота ГНСС-приемник должен уметь подать тревожный сигнал (arrival alarm). Далее судоводитель может решить, перейти ли на новый отрезок вручную или позволить это сделать авторулевому.

Условие выхода судна в режим автоматического управления по заданному маршруту (TCS): курс должен отличаться от курса CUR активного участка не более чем на 30°; расстояние до заданной траектории должно быть не больше, чем 0,33 м.м.

Подробные инструкции по регистрации путевых точек, созданию, сохранению и активации маршрута представлены в руководствах пользователя и в настоящих методических рекомендациях не приводятся.

3. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

1. Проверка теоретических знаний студентов по темам «Функционал и возможности современных морских ГНСС-приемников», «Создание маршрутов в ГНСС приемнике». Проводится в виде устного опроса и демонстрации умений студентов на реальных приемниках в течение 10 мин.

2. Работа с маршрутом в GPS-приемнике на навигационном тренажере. Поставленные задачи выполняются в малых группах по 3-4 человека за одним

мостиком. При необходимости группа разбивается на 2 подгруппы. Работа включает следующие этапы:

2.1 Постановка преподавателем задач на занятие, которые рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1) задать и сохранить путевые точки согласно предложенному варианту маршрута (меню WPT RTE →Waypoint List). Каждой путевой точке присвоить индивидуальную отметку. Пример маршрута представлен в таблице 4.2;

2) создать маршрут из сохраненных путевых точек (меню WPT RTE →Route Planning);

3) задать созданный маршрут в качестве пункта назначения (меню GOTO→Route List);

4) задать допустимые боковые отклонения от линии маршрута, например, XTE=0,12–0,15 м.м., и зону срабатывания тревоги Arrival Alarm = 0,25–0,3 м.м. (меню Menu/Esc → Alarm Settings);

5) активировать маршрут (в меню “NavAids” тренажера кнопка “Use GPS Route”);

6) вывести судно в первую путевую точку (обозначена буем специального назначения) в ручном режиме, выполнить поворот на первый участок маршрута, выровнять судно на этом участке;

7) перевести авторулевой в автоматический режим управления движением по траектории (“Track”), убедиться, что маршрут принят авторулевым;

8) проконтролировать работу авторулевого по удержанию судна маршруте и автоматическому выполнению поворотов. Контроль вести на экранах GPS-приемника Highway, Data, Plotter 1/2;

9) после прохождения путевой точки в автоматическом режиме, перейти на ручной и отработать навыки удержания судна в заданном XTE коридоре по экрану GPS-приемника. При этом следует избегать больших перекладок руля, а также опасного сближения с другими судами. Для управления судном использовать команды на руль на русском и английском языках;

10) перейти на автоматическое управление. Выполнить изменение маршрута (изменить координаты путевой точки, изменить отметку, добавить комментарий);

11) симитировать неисправность рулевой машины или ошибку рулевого, отклониться от маршрута, после чего вернуться на него в ручном режиме. Критерием правильного возврата будет переход в режим автоматического управления траекторией Track и принятие маршрута авторулевым.

12) На последнем участке маршрута: перейти на автоматическое управление (Heading), отменить следование по маршруту в приемнике, удалить созданный маршрут из памяти приемника, деактивировать все алармы.

2.2 Демонстрация преподавателем процедуры создания маршрута в GPS-приемнике Furuno GP-series, его активации, задания алармов “XTE” и “Arrival”, вывода судна в первую путевую точку, включения авторулевого. Демонстрация выполняется на полномасштабном симуляторе навигационного мостика с необходимыми пояснениями.

2.3 Самостоятельное выполнение упражнения студентами на отдельных рабочих местах тренажера. Преподаватель постоянно контролирует процесс, оперативно указывает на ошибки, предоставляет необходимую методическую помощь. Студенты в своей работе используют руководства по эксплуатации тренажера и GPS-приемника.

2.4 Дебрифинг (разбор результатов выполнения упражнения).

3. Подведение итогов занятия. Делаются выводы о преимуществах и ограничениях современных морских ГНСС-приемников в части работы с маршрутами.

4. ПРИМЕР МАРШРУТА ДЛЯ ПРОРАБОТКИ

Требования к маршруту:

- 1) должен быть реальным;
- 2) должен позволять прохождение судна по осадке;
- 3) должен содержать навигационные опасности;
- 4) должен представлять собой криволинейную траекторию со значительным количеством поворотов.

Возможный для отработки район плавания и сценарий упражнения:

- пролив Большой Бельт;
- судно: фидерный контейнеровоз (максимальная скорость 21 уз., осадка 6,5 м, оборудован носовым и кормовым подруливающими устройствами);
- список путевых точек маршрута представлен в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Вариант перехода для проработки

Great Belt - ROUTE 1			
WP#	Latitude	Longitude	Примечания
WP 1	55-09.300 N	010-59.800 E	Начало
WP 2	55-10.600 N	011-01.200 E	Следование в режиме Track
WP 3	55-11.130 N	011-03.900 E	Следование в ручном режиме
WP 4	55-12.000 N	011-05.500 E	Отредактировать на 55-12-100N; 11-05-900E
WP 5	55-13.500 N	011-06.400 E	Следование в ручном режиме
WP 6	55-14.700 N	011-05.800 E	Следование в ручном режиме. Сымитировать ошибочный маневр, выйти из коридора, после срабатывания ХТЕ-аларма вернуться на маршрут.
WP 7	55-16.500 N	011-03.700 E	Следование в ручном режиме
WP 8	55-19.000 N	011-02.300 E	Для деактивации
WP 9	55-22.000 N	011.02.500 E	Следование в ручном режиме
WP 10	55-23.600 N	011-00.700 E	Следование в режиме Heading. Удаление маршрута и путевых точек. Отключение всех алармов.

При выполнении упражнения применяется система штрафных баллов, которые назначаются за:

- 1) выход за коридор ХТЕ;
- 2) пропуск путевой точки;
- 3) выход за зону фарватера;

- 4) перекладку руля более 25 градусов любого борта;
- 5) опасное сближение с другим судном.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие возможности имеют приемники ГНСС в части работы с маршрутами?
2. Из каких элементов состоит маршрут?
3. Что такое «активный участок маршрута» и «активная путевая точка»?
4. Что такое ХТЕ? Как его задать? Что произойдет, если фактическое значение ХТЕ превысит заданное?
5. Назовите условия выхода судна в режим автоматического управления по заданному маршруту (TCS).
6. Что такое “Wheel Over Position”?
7. Как осуществляется переход судна с одного прямолинейного участка на другой?
8. Поясните процедуру создания маршрута в приемнике GP-series.
9. Как активировать созданный маршрут?
10. Что произойдет, если судно «промахнется» мимо активной путевой точки?
11. Как перейти с ручного режима управления движением судна на автоматический?
12. В каком случае сработает “Arrival alarm”?
13. Как узнать численное значение ХТЕ на экране приемника GP-series?
14. Назовите преимущества и недостатки работы с маршрутами через приемники ГНСС.

6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Руководство пользователя GPS-приемника Furuno GP-series.
2. Технические средства судовождения: учебник для студентов (курсантов) вузов, обучающихся по специальности "Судовождение". – Санкт-Петербург: Морсар, 2016 – Т. 3: Судовые приборы электронной навигации / А. П. Горобцов и др.; под общей редакцией Ю. М. Устинова. – 2016. – 470 с.

Практическое занятие № 6

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГНСС-ПРИЕМНИКА: НАСТРОЙКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИГНАЛИЗАЦИИ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: приобретение компетенций согласно таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ (Раздел А-П/1. Функция «Судовождение на уровне эксплуатации») ПК-1 «Планирование и осуществление перехода, определение местоположения»			
ПК-1.6 Способность определять место судна с помощью радиоэлектронных средств	—	Определять место судна с помощью ГНСС приемников	—
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ Раздел А-П/2. Функция «Судовождение на уровне управления» ПК-5 «Способность обеспечить безопасное плавание судна путем использования информации от навигационного оборудования и систем, облегчающих процесс принятия решений»			
ПК-5.1 Знание погрешностей систем и эксплуатационных аспектов навигационных систем	—	—	Знание эксплуатационных аспектов приемников систем ГНСС

Объем: 2 академических часа.

Содержание:

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по темам «Функционал и возможности современных морских ГНСС-приемников» и «Работа с маршрутами» – 10 мин.
2. Выполнение упражнения на навигационном тренажере: настройка и использование сигнализации в ГНСС-приемнике при движении по маршруту – 70 мин.
3. Подведение итогов занятия – 10 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Навигационный тренажер типа “Navi Trainer Pro 5000” с полнофункциональным имитатором GPS-приемника Furuno GP-series;
2. GPS-приемник Furuno GP-series;
3. Руководство пользователя GPS-приемника Furuno GP-series;
4. Руководство пользователя навигационного тренажера “Navi Trainer Pro 5000”.
5. Компьютер и мультимедиа-проектор для демонстрации слайдов по теме занятия, проведения дебрифинга.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

С целью эффективного и безопасного использования современных морских ГНСС-приемников важно уметь правильно задавать условия для срабатывания тревожной сигнализации. Предусмотрено шесть типичных условий для срабатывания звукового и визуального сигнала тревоги. При превышении заданных предельных значений срабатывает звуковой сигнал и появляется название сигнала тревоги. На дисплеях Plotter 1, Plotter 2 и Highway появляется значок .



Рисунок 6.1 – Пример срабатывания сигнала тревоги

1. Arrival Alarm

Сигнализация срабатывает, когда собственное судно приближается к конечной путевой точке. Область действия сигнала представляет собой круг, к которому судно приближается с внешней стороны. Сигнал сработает и появится сообщение “Arrival alarm”, если собственное судно войдет в круг.

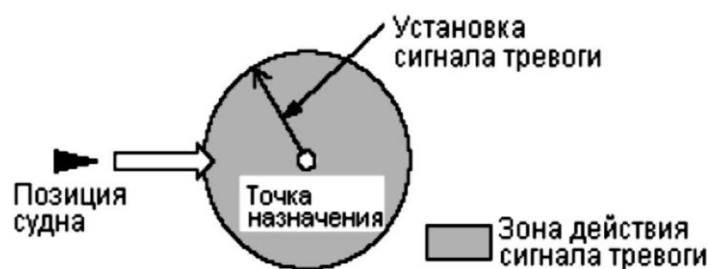


Рисунок 6.2 – Условие срабатывания сигнала тревоги “Arrival Alarm”

Для того чтобы отключить звуковой сигнал, следует нажать клавишу CLEAR. Чтобы устранить визуальный сигнал, следует нажать клавишу CLEAR еще раз. Чтобы сделать сигнал тревоги неактивным, следует выбрать Off в строке Arrival/Anchor в настройках тревожных сообщений.

2. Anchor Watch Alarm

Сигнализация срабатывает, когда собственное судно дрейфует, находясь на якоре. Перед установкой сигнала тревоги следует установить текущую позицию судна как точку назначения.

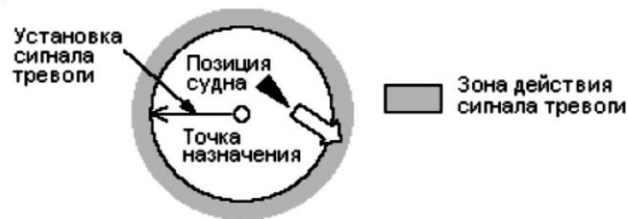


Рисунок 6.3 – Условие срабатывания сигнала тревоги “Anchor Watch”

Когда судно войдет в зону срабатывания сигнализации, прозвучит звуковой сигнал и появится сообщение “Anchor alarm”. Условия отключения сигнала аналогичны тревоге “Arrival Alarm”.

3. XTE Alarm

Сигнализация срабатывает, когда собственное судно отклонилось от линии пути (рисунок 6.4).



Рисунок 6.4 – Условие срабатывания сигнала тревоги “XTE alarm”

Когда собственное судно отклонится от запланированного пути и окажется в зоне срабатывания сигнализации, прозвучит звуковой сигнал и появится сообщение “Cross track error alarm”. Для того чтобы отключить звуковой сигнал, следует нажать клавишу CLEAR. Чтобы устранить видимый сигнал, снова следует нажать клавишу CLEAR еще раз. Для отключения сигнала тревоги следует выбрать Off в строке XTE в меню настроек тревожных сообщений.

4. Speed Alarm

Сигнализация срабатывает, если значение скорости судна попадает в зону действия сигнала тревоги (In) или если скорость судна выше или ниже установленных предельных значений (Over). Активируется и настраивается в меню настроек тревожных сообщений.

5. Trip Alarm

Сигнализация срабатывает, когда пройденное расстояние становится больше заданного значения. Активируется и настраивается в меню настроек тревожных сообщений.

6. DGPS Alarm

Сигнализация срабатывает в случае потери сигнала DGPS. Этот сигнал тревоги может быть включен или выключен в меню настроек тревожных сообщений.

Установки условий срабатывания сигналов тревоги выполняются индивидуально с учетом выполняемых судном задач и условий плавания.

Подробные инструкции по использованию меню настроек тревожных сообщений представлены в руководствах пользователя и в настоящих методических рекомендациях не приводятся.

3. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

1. Проверка теоретических знаний студентов по теме лекции «Функционал и возможности современных морских ГНСС-приемников» и «Работа с маршрутами». Проводится в виде устного опроса в течение 10 мин.

2. Выполнение упражнения на навигационном тренажере с использованием имитатора GPS-приемника Furuno GP-series. Поставленные задачи выполняются в малых группах по 3-4 человека за одним мостиком. При необходимости группа разбивается на 2 подгруппы. Работа включает следующие этапы:

2.1 Постановка преподавателем задач на занятие, которые включают следующие:

1) через меню настроек тревожных сообщений включить условие для сигнализации “Anchor alarm” и задать значение для радиуса круга якорной стоянки 0,1 м.м.;

2) сохранить текущую позицию судна в качестве путевой точки, задать ее в качестве текущего пункта назначения;

3) выйти из круга либо на малом ходу, либо под действием дрейфа судна, принять сигнал тревоги “Anchor alarm”, вернуться в круг;

4) создать и активировать маршрут из 10 путевых точек согласно процедуре, отработанной на предыдущем практическом занятии;

5) через меню настроек тревожных сообщений отключить условие для сигнализации “Anchor alarm”, включить условие “Arrival Alarm” и задать значение 0,2 м.м.;

6) задать условие “Cross track error alarm” XTE=0,1 м.м.;

7) задать условие “Speed alarm” с параметром OVER = 10–20 уз.;

8) задать условие “Trip alarm” для значения пройденного расстояния Trip Range = 4 м.м.;

9) вывести судно в первую путевую точку в ручном режиме на полном ходу, выполнить поворот на первый участок маршрута;

10) перевести авторулевой в автоматический режим управления движением по траектории (“Track”), удостовериться, что авторулевой принял маршрут;

11) перейти снова на ручной режим, проконтролировать срабатывание тревожных сигналов “Arrival Alarm”, “Cross track error alarm”, “Speed alarm”, “Trip alarm”;

12) после прохождения маршрута: дождаться срабатывания сигнала тревоги “Track” на авторулевом, перейти на ручное управление, выйти в зону якорной стоянки и стать на якорь. Активировать режим “Anchor alarm”.

13) удалить созданный маршрут из памяти приемника.

2.2 Демонстрация преподавателем процедуры настройки сигнализации в GPS-приемнике Furuno GP-series. Демонстрация выполняется на полномасштабном симуляторе навигационного мостика.

2.3 Самостоятельное выполнение упражнения студентами на отдельных рабочих местах тренажера. Преподаватель постоянно контролирует процесс, оперативно указывает на ошибки, предоставляет необходимую методическую помощь. Студенты в своей работе используют руководства по эксплуатации тренажера и GPS-приемника.

2.4 Дебрифинг (разбор результатов выполнения упражнения).

3. Подведение итогов занятия. Делаются выводы о целесообразности использования сигнализации в ГНСС-приемниках.

4. ОПИСАНИЕ УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НА НАВИГАЦИОННОМ ТРЕНАЖЕРЕ

Требования к маршруту:

- 1) должен быть реальным;
- 2) должен позволять прохождение судна по осадке;
- 3) должен содержать навигационные опасности;
- 4) должен представлять собой криволинейную траекторию со значительным количеством поворотов.

Возможный для отработки район плавания и сценарий упражнения:

- пролив Большой Бельт;
- судно: фидерный контейнеровоз (максимальная скорость 21 уз., осадка 6,5 м, оборудован носовым и кормовым подруливающими устройствами);
- список путевых точек маршрута представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Вариант перехода для проработки

Great Belt - ROUTE 2				
WP#	Latitude	Longitude		Описание
WP 1	55-08.900 N	011-00.100	E	Начало
WP 2	55-09.900 N	011-00.160	E	Прохождение в автоматич. режиме
WP 3	55-10.580 N	011-01.270	E	Следование в ручном режиме
WP 4	55-10.700 N	011-03.320	E	Следование в ручном режиме
WP 5	55-11.640 N	011-04.200	E	Следование в ручном режиме
WP 6	55-12.000 N	011-05.920	E	Следование в ручном режиме
WP 7	55-13.060 N	011-05.770	E	Прибытие
WP 8	55-14.000 N	011-06.450	E	Следование в ручном режиме
WP 9	55-14.780 N	011-05.660	E	Следование в ручном режиме
WP 10	55-14.910 N	011-03.430	E	Якорная стоянка (скорость не более 10 уз.)

Прибытие с целью постановки на якорь на якорную стоянку № 2.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какие сигналы тревоги выдают морские ГНСС-приемники?
2. Поясните сигнализацию “Arrival alarm”? В каких случаях она сработает? О чем предупреждает?
3. Поясните сигнализацию “Anchor Alarm”? В каких случаях она сработает? Для чего используется?
4. Как активировать точку якорной стоянки для слежения в режиме “Anchor Watch”?
5. Можно ли одновременно активировать режим сигнализации “Arrival” и “Anchor Watch”? Почему?
6. Что такое “ХТЕ alarm”? Как ее задать? Что произойдет, если фактическое значение ХТЕ превысит заданное?
7. Поясните сигнализацию “Speed Alarm”? В каких случаях она сработает? Для чего используется? Поясните дополнительные условия ее задания IN и OVER.
8. Поясните сигнализацию “Trip Alarm”? В каких случаях она сработает? Для чего используется?
9. В каких случаях сработает “DGPS Alarm”?
10. В чем причина срабатывания сигнала тревоги “Track” в авторулевом при достижении последней путевой точки? Что произойдет далее?

6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Руководство пользователя GPS-приемника Furuno GP-series.
2. Технические средства судовождения: учебник для студентов (курсантов) вузов, обучающихся по специальности "Судовождение". – Санкт-Петербург: Морсар, 2016 – Т. 3: Судовые приборы электронной навигации / А. П. Горбцов и др.; под общей редакцией Ю. М. Устинова. – 2016. – 470 с.

Практическое ЗАНЯТИЕ № 7
ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГНСС-ПРИЕМНИКОВ:
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФУНКЦИИ “MAN OVER BOARD”

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: приобретение компетенций согласно таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ			
Раздел А-II/2. Функция «Судовождение на уровне управления»			
ПК-5 «Способность обеспечить безопасное плавание судна путем использования информации от навигационного оборудования и систем, облегчающих процесс принятия решений»			
ПК-5.1 Знание погрешностей систем и эксплуатационных аспектов навигационных систем	—	—	Знание функции МОВ в морских приемниках ГНСС

Объем: 2 академических часа.

Содержание:

1. Текущий контроль знаний студентов в виде устного опроса по темам «Функционал и возможности современных морских ГНСС-приемников» и «Работа с маршрутами» – 10 мин.
2. Выполнение упражнения на навигационном тренажере: использование функционала GPS-приемника Furuno GP-series – 70 мин.
3. Подведение итогов занятия – 10 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Навигационный тренажер типа “Navi Trainer Pro 5000” с полнофункциональным имитатором GPS-приемника Furuno GP-series;
2. GPS-приемник Furuno GP-series;
3. Руководство пользователя GPS-приемника Furuno GP-series;
4. Руководство пользователя навигационного тренажера “Navi Trainer Pro 5000”.
5. Компьютер и мультимедиа-проектор для демонстрации слайдов по теме занятия, проведения дебрифинга.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Активируется путем нажатия функциональной клавиши МОВ (Man Overboard) на фронтальной панели приемника. Является обязательной для всех морских ГНСС-приемников. При активации данной функции на экране ГНСС-приемника появляется отметка, обозначающая местоположение человека за бортом.

Для создания отметки позиции MOB в приемнике GP-series и аналогах следует нажать и удерживать в течение 3 с клавишу EVENT MOB (рис. 7.1). Позиция судна в момент нажатия клавиши MOB запоминается и автоматически становится пунктом назначения судна. К тому же экран прибора переключается в режим индикации “Plotter 1”, если ранее были выбраны режимы “Highway”, “Navigation” или “Data”.

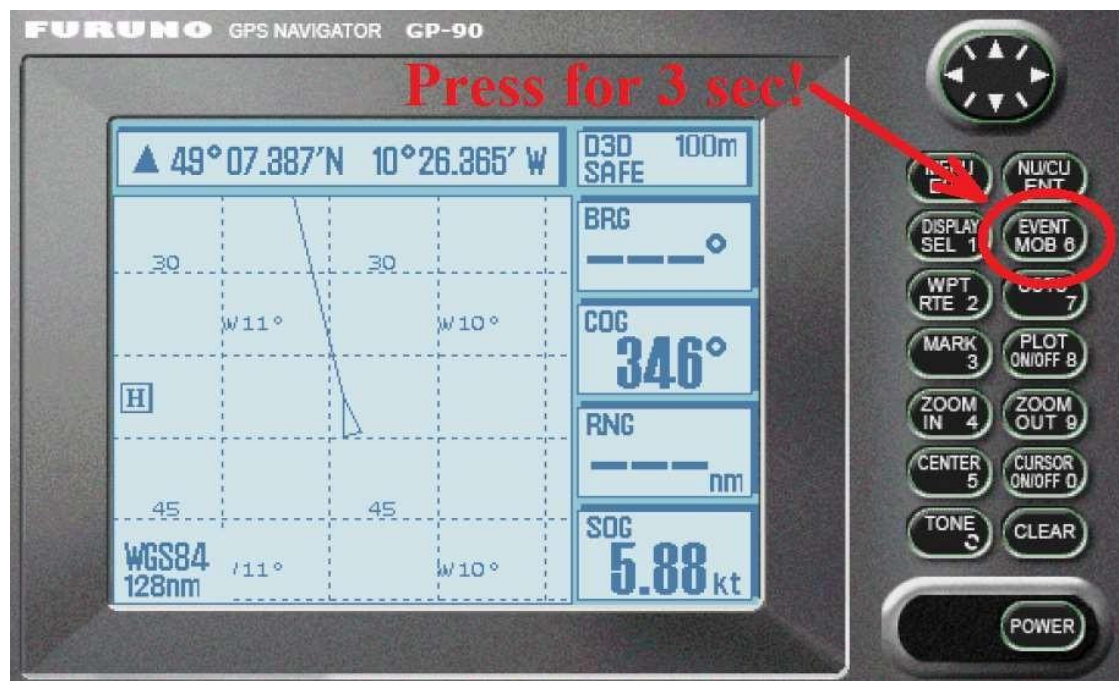


Рисунок 7.1 – Расположение кнопки MOB на клавиатуре приемников GP-series

Можно ввести только одну отметку MOB. При вводе другой отметки MOB предыдущая отметка удаляется.

При падении человека за борт судно следует активировать функцию MOB, выбросить спасательный круг, после чего выполнить соответствующий маневр с целью возврата в точку падения человека. Наиболее приемлемым для крупнотоннажных судов маневром является поворот Вильямсона.

При выполнении указанного маневра следует положить руль на борт (в случае ситуации “немедленного действия” – только в сторону упавшего человека). После отклонения от первоначального курса на 60°, переложить руль на борт в противоположную сторону. Не доходя 20° до противоположного курса, поставить руль прямо и привести судно на противоположный курс. Пример выполнения представлен на рисунке 7.2.

Возможны (но менее точны и не всегда приемлемы) и другие маневры (поворот Андерсона, поворот Шарнова). Во время маневра должен быть поднят флаг «Человек за бортом» («Оскар»).

Поскольку стандартные маневры «человек за бортом» не гарантируют возврата судна на свой след, необходимо регулярно тренироваться в выполнении этих маневров.

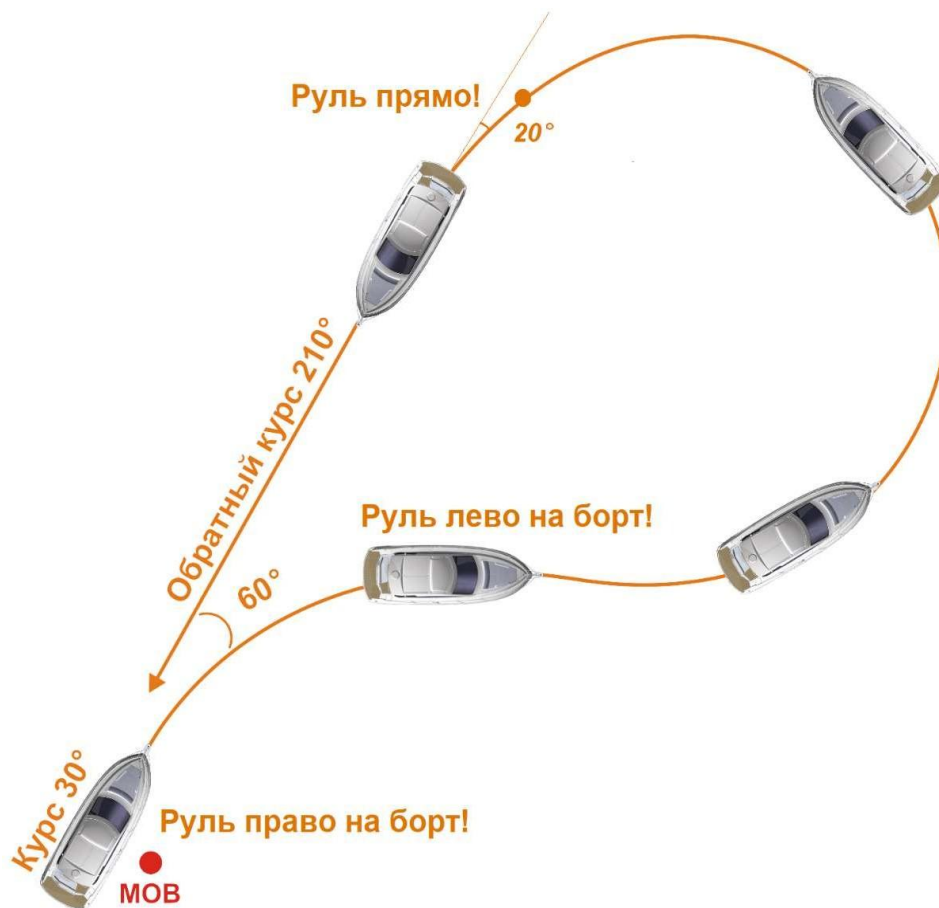


Рисунок 7.2 – Пример выполнения маневра Вильямсона

3. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

1. Проверка теоретических знаний студентов по ранее пройденным темам «Функционал и возможности современных морских ГНСС-приемников», «Работа с маршрутами», «Выполнение стандартных маневров при спасении человека за бортом». Проводится в виде устного опроса в течение 10 мин.

2. Демонстрация преподавателем использования функции МОВ в приемнике Furuno GP-series и выполнения стандартного маневра по спасению человека за бортом. Демонстрация выполняется на полномасштабном симуляторе навигационного мостика.

3. Самостоятельное выполнение обучающимися упражнения на навигационном тренажере. Поставленные задачи выполняются в малых группах по 2-3 человека за одним мостиком. При необходимости группа разбивается на 2 подгруппы. Работа включает следующие этапы:

Примерная постановка задач на занятие:

1) создать и активировать маршрут согласно процедуре, отработанной на предыдущих практических занятиях;

2) через меню настроек тревожных сообщений задать условия для срабатывания сигнализации во время следования по маршруту: “Arrival Alarm” – 0,2 м.м., “Cross track error alarm” ХТЕ – 0,1 м.м.

3) вывести судно в первую путевую точку в ручном режиме на полном ходу, выполнить поворот на первый участок маршрута, включить автоматический режим авторулевого “Track”, удостовериться, что авторулевой принял маршрут, перейти на ручное управление;

4) пройти маршрут в ручном режиме по экрану ГНСС-приемника;

5) после окончания маршрута следовать в точку МОВ, заданную на экране ЭКНИС работающим транспондером. В момент прохождения в непосредственной близости от упавшего за борт человека проиграть ситуацию с его спасением: активировать функцию МОВ на ГНСС-приемнике; объявить тревогу «Человек за бортом» (подать звуковой сигнал); выполнить поворот Вильямсона (перекладка руля осуществляется в сторону упавшего за борт человека) и вернуться в точку падения человека до срабатывания “Arrival Alarm”; во время маневра поднять флаг «Оскар»; держать человека все время в поле зрения. При приближении к человеку выбрать безопасную скорость, чтобы можно было в любой момент остановить судна;

6) при необходимости часть упражнения по спасению человека за бортом повторяется, в результате чего обучающиеся должны получить устойчивые навыки по выполнению этого маневра;

7) после прохождения маршрута удалить его из памяти приемника, отключить все алармы.

Во время самостоятельного выполнения упражнения обучающимися преподаватель постоянно контролирует процесс, оперативно указывает на ошибки, предоставляет необходимую методическую помощь. Студенты в своей работе используют руководства по эксплуатации тренажера и ГНСС-приемника.

4. Дебрифинг (разбор результатов выполнения упражнения). Подведение итогов занятия.

4. ОПИСАНИЕ УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НА НАВИГАЦИОННОМ ТРЕНАЖЕРЕ

Требования к маршруту:

- 1) должен быть реальным;
- 2) должен позволять прохождение судна по осадке;
- 3) должен содержать навигационные опасности;
- 4) должен представлять собой криволинейную траекторию со значительным количеством поворотов.

Возможный для отработки район плавания и сценарий упражнения:

– пролив Большой Бельт;

- судно: фидерный контейнеровоз (максимальная скорость 21 уз., осадка 6,5 м, оборудован носовым и кормовым подруливающими устройствами);
- список путевых точек маршрута представлен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Возможный вариант маршрута перехода для отработки

Great Belt - ROUTE 2			
	Latitude	Longitude	
WP 1	55-15.180 N	010-58.690	E
WP 2	55-16.260 N	010-58.000	E
WP 3	55-17.560 N	010-58.810	E
WP 4	55-17.910 N	011-00.690	E
WP 5	55-17.430 N	011-02.530	E
WP 6	55-16.300 N	011-02.460	E
WP 7	55-15.860 N	011-04.140	E
WP 8	55-14.750 N	011-04.030	E
WP 9	55-14.270 N	011.05.570	E
WP 10	55-13.270 N	011-05.920	E
WP 11	55-12.240 N	011-05.630	E
WP 12	55-11.840 N	011-03.940	E
MOB	55-11.076 N	011-02.930	E

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните предназначение функции MOB в морских ГНСС-приемниках? Как ее активировать?
2. Что происходит в приемнике ГНСС при активации функции MOB?
3. Как следует действовать при падении человека за борт?
4. В чем заключается маневр Вильямсона?
5. Какие еще маневры при падении человека за борт вы знаете?
6. Какой звуковой сигнал подается при падении человека за борт?
7. С какой целью в приемниках ГНСС реализован автономный контроль целостности?
8. Какие RAIM-статусы предусмотрены в приемниках ГНСС? Как они отображаются?
9. Что такое «доверительный интервал RAIM»? В каких пределах его следует назначать?
10. Сколько видимых спутников ГНСС требуется для реализации RAIM функции в приемнике?
11. Какие режимы позиционирования предусмотрены в приемниках ГНСС? В чем их отличие?
12. Что такое «дифференциальный режим» позиционирования? Когда он работает?

13. Какая геометрия видимых спутников считается хорошей? Плохой?
14. Что такое DOP-коэффициент? Каков его смысл? В каких пределах может находиться?
15. Как определить азимут и высоту видимого спутника ГНСС через меню приемника?
16. Как выполнить расчет расстояний между путевыми точками в приемнике ГНСС? Какие варианты решения этой задачи предусмотрены?
17. Какие геодезические датумы существуют? Что означает «общеземной датум», «референсный датум»?
18. Какой геодезический датум используется приемниками GPS по умолчанию?
19. Предусмотрена ли смена геодезического датума в меню приемника ГНСС?
20. В каком случае следует использовать фильтрацию получаемых приемником координат?
21. Для чего может быть использован фильтр скорости в приемнике ГНСС?
22. Какую точность позиционирования могут давать современные приемники ГНСС с дифференциальной коррекцией? Без нее?

6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Руководство пользователя GPS-приемника Furuno GP-series.
2. Технические средства судовождения: учебник для студентов (курсантов) вузов, обучающихся по специальности "Судовождение". – Санкт-Петербург: Морсар, 2016. – Т. 3: Судовые приборы электронной навигации / А. П. Горбцов и др.; под общей редакцией Ю. М. Устинова. – 2016. – 470 с.

Практическое занятие № 8

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГНСС-ПРИЕМНИКОВ: ВЫПОЛНЕНИЕ ИТОГОВОГО УПРАЖНЕНИЯ НА ТРЕНАЖЕРЕ

1. ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Цель занятия: текущий контроль знаний, умений и навыков обучающихся, оценка приобретения ими компетенций согласно таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Формируемые компетенции

Формируемая компетенция	Владения	Умения	Знания
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ (Раздел А-II/1. Функция «Судовождение на уровне эксплуатации») ПК-1 «Планирование и осуществление перехода, определение местоположения»			
ПК-1.6 Способность определять место судна с помощью радиоэлектронных средств	—	Определять место судна с помощью ГНСС приемников	—
Компетенции согласно Кодексу ПДНВ Раздел А-II/2. Функция «Судовождение на уровне управления» ПК-5 «Способность обеспечить безопасное плавание судна путем использования информации от навигационного оборудования и систем, облегчающих процесс принятия решений»			
ПК-5.1 Знание погрешностей систем и эксплуатационных аспектов навигационных систем	—	—	Знание эксплуатационных аспектов приемников систем ГНСС

Объем: 6 академических часов.

Содержание:

1. Выполнение итогового упражнения на навигационном тренажере: использование функционала GPS-приемника Furuno GP-series – 80 мин.
2. Подведение итогов занятия – 10 мин.

Необходимое оборудование и материалы:

1. Навигационный тренажер типа “Navi Trainer Pro 5000” с полнофункциональным имитатором GPS-приемника Furuno GP-series;
2. GPS-приемник Furuno GP-series;
3. Руководство пользователя GPS-приемника Furuno GP-series;
4. Руководство пользователя навигационного тренажера “Navi Trainer Pro 5000”.
5. Компьютер и мультимедиа-проектор для проведения дебрифинга.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В результате выполнения итогового упражнения обучающиеся должны продемонстрировать приобретенные умения и навыки практического использования морских ГНСС приёмников в разных ситуациях. Теоретические сведения

ния представлены в предыдущих разделах настоящих МУ, лекционном материале, электронном учебном курсе в системе дистанционного обучения.

Оценка за выполнение упражнения рассчитывается автоматически системой автоматической оценки компетентности тренажера (АСОК) с учетом системы штрафных баллов за допускаемые ошибки.

3. РЕКОМЕНДОВАННАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

1. Постановка задачи на занятие, объяснение преподавателем правил выполнения упражнения.

2. Самостоятельное выполнение обучающимися упражнения на навигационном тренажере. Поставленные задачи выполняются в малых группах по 2-3 человека за одним мостиком. При необходимости группа разбивается на 2 под группы. Работа включает следующие этапы:

Примерная постановка задач в рамках упражнения:

1) задать в памяти приемника две путевые точки, которые будут начальной и конечной точкой создаваемого маршрута, присвоить им отметки;

Great Belt - ROUTE 4			
WP#	Latitude	Longitude	Описание
WP016	55-11.503 N	011-15.283 E	DPTR
WP017	55-16.536 N	011-02.582 E	ARVL

2) создать маршрут из сохраненных в памяти путевых точек, расположив их в правильной последовательности: WP016; WP001 – WP015; WP017;

3) задать созданный вручную маршрут в качестве пункта назначения;

4) начать движение с места стоянки в сторону начальной точки маршрута (в начале движения использовать подруливающие устройства для более быстрого поворота на месте). Ориентироваться на нефтяную платформу;

5) выключить якорные огни, включить навигационные огни;

6) задать допустимые боковые отклонения от линии маршрута XTE=0,1 м.м. и зону срабатывания тревоги Arrival Alarm 0,2 м.м.;

7) задать значения Speed Alarm с параметром Over в пределах 15–21,8 уз.;

8) удерживать судно на маршруте только в ручном режиме по данным GPS, подавая правильные, четкие и минимально необходимые команды на руль;

9) при пропуске путевой точки направить судно на следующую точку, а пропущенную деактивировать (не удалять!);

10) разойтись с целями на дистанции не менее 0,25 м.м.;

11) закончить маршрут, отключить все алармы;

12) направить судно в коридор из знаков специального назначения (слева от конечной точки), пройти в непосредственной близости от человека за бортом;

13) когда МОВ будет на траверзе, начать маневр Вильямсона по выходу на обратный курс, активировать режим МОВ на GPS;

14) сыграть тревогу «Человек за бортом», поднять флаг Oscar (при развороте на 180° тревогу можно отключить);

15) вернуться в точку МОВ, замедлить судно до 3 уз., оставаясь в пределах коридора;

16) направить на человека прожектор, имитируя его спасение;

17) закончить упражнение, двигаясь вперед по коридору не быстрее 3 узлов.

Штрафные баллы

№	Ситуация	Штраф
1.	Выход за коридор ХТЕ	5
2.	Падение скорости ниже 15 узлов на маршруте	5
3.	Непопадание в путевую точку	15
4.	Выход в запретную зону (за границы фарватера)	10
5.	Опасное сближение с другим судном (менее 0,25 м.м.)	10
6.	Чрезмерное сближение/столкновение с другим судном (менее 0,1 м.м.)	40
7.	Включение авторулевого на 5 и более секунд	40
8.	Перекладка руля на угол более 25° на скорости более 15 уз.	10
9.	Непопадание в коридор при прохождении точки МОВ	30
10.	Несыгрывание тревоги МОВ после начала маневра Вильямсона	5
11.	Неправильное выполнение маневра Вильямсона (выход за допустимые границы циркуляции)	30
12.	Превышение допустимой длительности перехода (1ч 15мин). Через 1 мин. после начисления штрафа упражнение останавливается.	20

Время выполнения упражнения – не более 1 ч 15 мин.; проходной балл – 60%.

3. Дебрифинг (разбор результатов выполнения упражнения). Подведение итогов занятия.

4. ОПИСАНИЕ УПРАЖНЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НА НАВИГАЦИОННОМ ТРЕНАЖЕРЕ

Требования к маршруту:

- 1) должен быть реальным;
- 2) должен позволять прохождение судна по осадке;
- 3) должен содержать навигационные опасности;
- 4) должен представлять собой криволинейную траекторию со значительным количеством поворотов.

Возможный для отработки район плавания и сценарий упражнения:

- пролив Большой Бельт;
- судно: фидерный контейнеровоз (максимальная скорость 21 уз., осадка 6,5 м, оборудован носовым и кормовым подруливающими устройствами);
- карта маршрута представлена на рисунке 8.1.

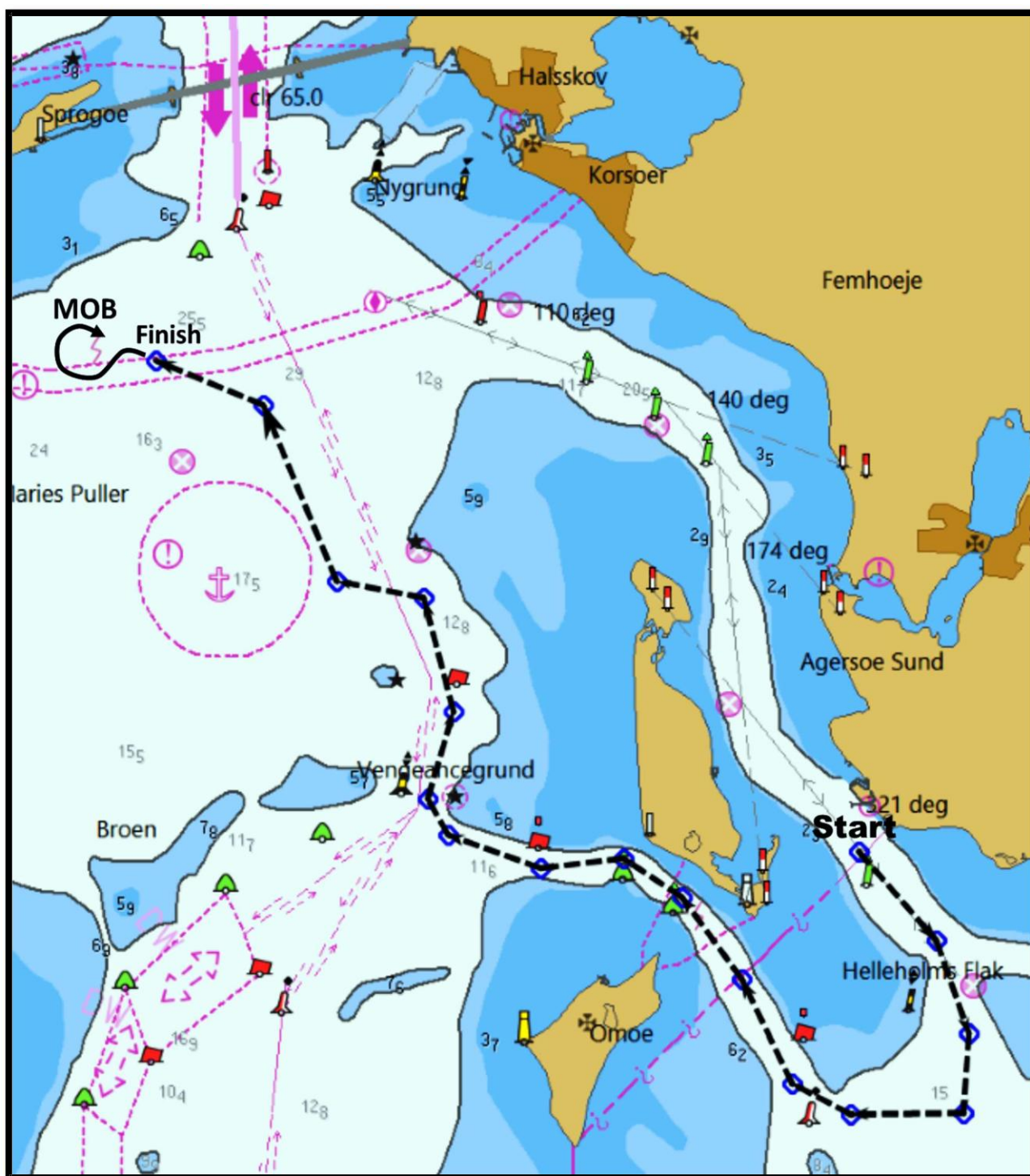


Рисунок 8.1 – Карта маршрута для итогового упражнения

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Сравните функционал морских ГНСС приемников с системой ЭКНИС. В чем преимущества и ограничения?
2. Какую информацию предоставляют морские ГНСС приемники?
3. С какой точностью следует ожидать получение позиции в приемниках ГНСС без дополнительной коррекции?

4. С какой точностью следует ожидать получение позиции в приемниках ГНСС с дополнительной коррекцией DGPS/SBAS?
5. На каких судах обязательны к установке приемники ГНСС?
6. Поясните предназначение основных функциональных клавиш приемника ГНСС.
7. Назовите наиболее характерные режимы отображения информации (экраны) в приемниках ГНСС.
8. Как настроить экран "Data" в приемнике Furuno GP-series?
9. В чем отличие режимов привязки местоположения 2D и 2/3D?
10. Что показывает функция RAIM? Поясните индикацию ее состояния SAFE 100m.
11. Как влияет геометрия спутников на точность позиционирования? Что такое DOP-фактор?
12. Поясните процедуру создания маршрута в приемнике Furuno GP-series.
13. Как выполнить расчет расстояний между путевыми точками в приемнике ГНСС? Какие варианты решения этой задачи предусмотрены?
14. Какие геодезические датумы существуют? Что означает «общеземной датум», «референсный датум»?
15. Какой геодезический датум используется приемниками GPS по умолчанию?
16. Предусмотрена ли смена геодезического датума в меню приемника ГНСС?
17. Что такое ХТЕ? Как его задать? Что произойдет, если фактическое значение ХТЕ превысит заданное?
18. Назовите условия выхода судна в режим автоматического управления по заданному маршруту (TCS).
19. Объясните предназначение функции МОВ в морских ГНСС-приемниках? Как ее активировать?
20. Что происходит в приемнике ГНСС при активации функции МОВ?
21. Как следует действовать при падении человека за борт?
22. В чем заключается маневр Вильямсона?
23. С какой целью в приемниках ГНСС реализован автономный контроль целостности?
24. Какая геометрия видимых спутников считается «хорошей»? «Плохой»?
25. Что такое DOP-коэффициент? Каков его смысл? В каких пределах может находиться?

6. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Руководство пользователя GPS-приемника Furuno GP-series.
2. Технические средства судовождения: учебник для студентов (курсантов) вузов, обучающихся по специальности "Судовождение". – Санкт-Петербург: Морсар, 2016 – Т. 3: Судовые приборы электронной навигации / А. П. Горобцов и др.; под общей редакцией Ю. М. Устинова. – 2016. – 470 с.

ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ

*Методические указания
к практическим занятиям по дисциплине
«Технические средства судовождения»*

Составители: **Приходько** Андрей Михайлович,
Фролов Валерий Владимирович

В авторской редакции

Изд. № 30/2026. Объем 3 п. л. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,94.
Издательский центр ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»