МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

(ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ), РУТ (МИИТ)

«Академия водного транспорта»

Кафедра «Судовождение»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
С.С. Кубрин

_____
(ФИО) (подпись)

«__» _____ 2022 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на тему: «Методы и способы ведения графической прокладки при выходе из строя гирокомпаса и лага»

Специальность 26.05.05 «Судовождение»

Специализация «Судовождение на морских и внутренних водных путях»

Обучающаяся _____

Руководитель выпускной квалификационной работы Бурханов М.В.

Консультант _____ Малкин И. М.

Москва

2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ

РЕФЕРАТ..... 4

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ.....5

ВВЕДЕНИЕ.....7

1. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ РУКОВОДЯЩИХ ДОКУМЕНТОВ ПО ПОДГОТОВКЕ СУДНА К РЕЙСУ.....9

1.1 Анализ руководящих документов по организации безопасности рейса.9

1.2 Анализ руководящих документов по организации планирования рейса.....10

1.3 Основные тактико-технические данные судна.....16

1.4 Требования Регистра к судну данного класса.....17

1.5 Анализ конвенционного оборудования на судне.....18

1.6 Погрешности выработки навигационных параметров техническими средствами судовождения, установленных на судне.....19

1.7 Порядок комплектования судовой коллекции карт, руководств и пособий для плавания.....20

1.8 Правила корректуры карт и пособий для плавания, виды корректуры 24

Выводы по 1 разделу.....27

2 МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ВЕДЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ПРОКЛАДКИ ПРИ ПЛАВАНИИ В АВАРИНОМ СОСТОЯНИИ (ПРИ НЕРАБОТАЮЩИХ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИБОРАХ).....29

2.1 Особенности решения задач судовождения в аварийных условиях.….29

2.2 Основные визуальные способы определения места судна.....34

2.3 Определение места судна по двум пеленгам.....34

2.4 Уточнение поправки компаса при определении места судна по трём пеленгам.....35

2.5..... Определение места судна по двум горизонтальным углам…….....37

2.6..... Определение места судна по пеленгу, вертикальный углу…….....41

2.7..... По двум разновременно измеренным пеленгам (крюйс-пеленг)…….....43

Выводы по 2 разделу.....45

3. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ. ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СУДОВОЖДЕНИЯ В АВАРИЙНЫХ УСЛОВИЯ.....46

3.1 Особенности решения задач судовождения в аварийных условиях…..46

3.2 Международные требования к работе приборов курсоуказания.....51

3.3 Оценка точности плавания судна по счислению.....53

3.4 Оценка точности плавания в данном районе.....57

4. ОБОБЩЕНИЕ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.....61

4.1 Расчет навигационной безопасности плавания по аварийному маршрут.....61

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....62

SUMMARY.....63

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....64

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа – 64 с., 13 рис., 5 табл., 10 источников.

АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ РУКОВОДЯЩИХ ДОКУМЕНТОВ ПО ПОДГОТОВКЕ СУДНА К РЕЙСУ, МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ВЕДЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ПРОКЛАДКИ ПРИ ПЛАВАНИИ В АВАРИНОМ СОСТОЯНИИ (ПРИ НЕРАБОТАЮЩИХ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИБОРАХ), ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ. ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СУДОВОЖДЕНИЯ В АВАРИЙНЫХ УСЛОВИЯ, ОБОБЩЕНИЕ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ.

Объектом исследования является: Использование методов навигации в аварийных условиях плавания.

Цель выпускной квалификационной работы (далее ВКР) –

В процессе выполнения курсовой работы получены ….

Полученные в курсовой работе результаты могут найти применение ….

ПЕРЕЧЕНЬ УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

ПДМНВ - международная конвенция по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты

ИМО - международная морская организация

СНС - спутниковая навигационная система

МППСС - международная конвенция по предупреждению столкновения судов в море

МАРПОЛ - конвенция МАРПОЛ предусматривает меры по сокращению и предотвращению загрязнения морской среды как нефтью и нефтепродуктами

СОЛАС - конвенция по охране человеческой жизни на море

МКУБ- международный кодекс по управлению безопасностью

ВМФ – военно-морской флот

ЦПУ – центральный пункт управления

ГЛОНАСС - глобальная навигационная спутниковая система

ГК - гирокомпас

РЛС – радиолокационная система

РНС – радионавигационные системы

ОМС – определение места судна

МАЕ – морской астрономический ежегодник

ВАС-58 - высоты и азимуты светил

МТ - мореходные таблицы

МСС - международный свод сигналов

УНиО МО - управление навигации и океанографии Министерства обороны

ММФ - Министерство морского флота

ИМ- извещение мореплавателя

НАВИП - радионавигационные предупреждения

ИНО - российский стандарт точности судовождения

ТСН - технические средства навигации

ΔМК – поправка магнитного компаса

δ – девиация магнитного компаса

d - магнитное склонение в районе плавания

V_0 - скорость судна

Т-промежуток времени (с)

L - длина судна (м).

СНО - средства навигационного оборудования

КП – курсовой пеленг

ΔК - поправка компаса

ИП – истинный пеленг

D- расстояние

h- высота ориентира

ГКП – гирокомпасный пеленг

ОКП – обратный компасный пеленг

ОС – отсчёт секстана

ОЛ – отсчёт лага

$К_Л$ – коэффициент лага

Vл – скорость по лагу

ΔЛ – поправка лага

КК – компасный курс

ГКК – гирокомпасный курс

ПУ – путевой угол

$М^К$ - маяк

ОИП – обратный истинный пеленг

$М_0$- среднеквадратическая погрешность определения места

$М_{С(Т)}$- среднеквадратическая погрешность счисления за время плавания

Тд - допустимое временя плавания

Р- вероятность навигационной безопасности плавания

Мд – допустимая среднеквадратическая погрешность

ВВЕДЕНИЕ

В течение всего времени существования флота главной задачей судоводителей является задача верного определения места судна в любых условиях плавания, поскольку это один из главных критериев обеспечения безопасности плавания.

Основная деятельность штурманской службы судна по обеспечению навигационной безопасности плавания – это непрерывный контроль и анализ соответствия фактических и предварительно рассчитанных элементов движения, и контроль соответствия фактических и допустимых параметров навигационной безопасности плавания.

За сотни лет было выработано очень много способов определения места судна, от глазомерных, до сложных высокоточных радионавигационных систем. Принятие Резолюции ИМО А.953(23) установило основным способом определения места судна высокоточные СНС, таким образом, остальные способы стали резервными, соответственно постепенно они уходят из практики судовождения. Однако Конвенция ПДМНВ 78/95 гласит о необходимости умения определения места судна различными способами.

Действующий в Российской Федерации стандарт точности судовождения рассчитан на использование не только СНС, но и традиционных способов определения места судна, кроме того, согласно хорошей морской практики, место полученное с помощью СНС должно контролироваться другим способом не реже одного раза в сутки.

По статистике последних лет, около 70% так называемого «человеческого фактора», приведшего к различным происшествиям, составляет передоверие техническим средствам навигации, или какому-либо одному способу определения и контроля места судна. Ведь нельзя полагаться и уметь работать только на электрооборудовании. В навигации, как и в жизни, может произойти что-угодно по разным факторам, будь то погодные, бытовые или политические условия.

Исходя из вышесказанного, можно с уверенностью сказать, что уверенное знание судоводителем традиционных способов определения места и умение ими пользоваться поможет в борьбе за безопасность мореплавания по следующим причинам:

- в запасе судоводителя всегда будет несколько резервных способов определения места судна в случае нештатных ситуаций;

- регулярное использование данных способов поможет вовремя заметить неточность в работе СНС;

- в случае разного результата определения места судна, судоводитель исходя из условий плавания, сможет выбрать наиболее точный способ устранения многозначности;

Результаты настоящей работы могут быть использованы в учебном процессе при изучении дисциплин «Навигация и лоция».

1. АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ РУКОВОДЯЩИХ ДОКУМЕНТОВ ПО ПОДГОТОВКЕ СУДНА К РЕЙСУ

1.1 Анализ руководящих документов по организации безопасности рейса

ПДНВ (STSW-78/95). Международная конвенция по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты, является документом, устанавливающим требования и правила обеспечения того, чтобы моряки на судах имели надлежащую квалификацию и были годны к исполнению своих обязанностей. Конвенция определяет требования к подготовке и компетенции членов судового экипажа, обеспечению несения безопасной вахты на ходовом мостике, машинном отделении и радиовахты, специальной подготовке членов экипажа судов перевозящих опасные грузы.

МППСС (COLREG-72). Международная конвенция по предупреждению столкновения судов в море распространяется на все суда в открытом море и соединенных с ними водах, по которым могут плавать морские суда. В них регламентируются действия морских судов при различных условиях плавания, в частности, выбор безопасной скорости для предупреждения столкновения при плавании в узкостях, в системе разделения движения. При обгоне, пресечении курсов, сближении, при плавании на виду друг у друга и условиях ограниченной видимости. Правила определяют огни, которые должны выставляться в темное время суток, звуковые и световые сигналы, которые должны подаваться в различных ситуациях; регламентируют расположение и технические характеристики огней и знаков.

МАРПОЛ (MARPOL-73/78). Конвенция МАРПОЛ предусматривает меры по сокращению и предотвращению загрязнения морской среды как нефтью и нефтепродуктами, так и другими веществами, вредными для обитателей моря, которые перевозятся на судах или образуются в процессе их эксплуатации. Правила, охватывающие различные источники загрязнения с судов, содержатся в пяти приложениях к МАРПОЛ.

СОЛАС (SOLAS-74). Конвенция по охране человеческой жизни на море состоит из 11 глав, в которых предусматривается обеспечение мер безопасности по конструкции судов, пожарной защите, мерам пожарной безопасности на судах, спасательным средствам и устройствам, радиосвязи; по безопасности мореплавания, перевозки грузов, перевозки опасных грузов; по ядерным судам; по управлению безопасной эксплуатацией судов; по мерам безопасности для высокоскоростных судов; специальных мер по повышению безопасности на море. Конвенция вступила в силу 25 мая 1980 года. 24 мая 1994 года была принята новая глава IX «Управление безопасной эксплуатацией судов», согласно которой МКУБ стал обязательным инструментом с 1 июля 1998 года.

1.2 Анализ руководящих документов по организации планирования рейса.

Планирование рейса (резолюции ИМО А.893(21), включает оценку, т. е. сбор всей информации, относящейся к предполагаемому рейсу или переходу. При планировании рейса необходимо учитывать следующие вопросы:

- положение и состояние судна, его остойчивость и его оборудование; любые эксплуатационные ограничения; его допустимая осадка в море, на фарватерах и в портах; данные его маневренности, включая любые ограничения;
- любые особые характеристики груза (особенно если груз является опасным) и его размещение, укладка и крепление на судне;
- наличие компетентного и хорошо отдохнувшего экипажа с целью осуществления рейса или перехода;
- обновленные свидетельства и документы, касающиеся судна, его оборудования, экипажа, пассажиров или груза, которые должны иметься на судне;
- точные и откорректированные карты надлежащего масштаба, которые

будут использоваться в предстоящем рейсе или переходе, и любые относящиеся к рейсу или переходу постоянные или временные извещения мореплавателям и действующие радионавигационные предупреждения;

- точные и откорректированные лоции, описания огней и радиотехнических средств навигационного ограждения; и

- важная дополнительная откорректированная информация, включая: судоводительские справочники по путям движения судов и карты планирования перехода, изданные компетентными властями; атласы приливов и течений, а также таблицы приливов; климатологические, гидрографические и океанографические данные, а также другую соответствующую метеорологическую информацию; доступность служб для выбора маршрута в зависимости от погодных условий (таких, которые указаны в томе D публикации № 9 Всемирной метеорологической организации); установленные пути движения судов и системы судовых сообщений, службы движения судов и меры по защите морской среды; интенсивность движения судов, которая может отмечаться во время всего рейса или перехода; информацию, касающуюся лоцманской проводки, посадки и высадки лоцманов, если предусматривается использование лоцмана, включая обмен информацией между капитаном и лоцманом; доступную информацию по порту, включая информацию, касающуюся доступности береговых средств и оборудования для реагирования в аварийных ситуациях; и любые дополнительные вопросы, относящиеся к типу судна или его грузу, конкретным районам, через которые судно будет проходить, характеру предстоящего рейса или перехода.

На основе вышеупомянутой информации необходимо дать общую оценку предстоящего рейса или перехода. Эта оценка должна четко указать все опасные районы; районы, плавание в которых можно осуществлять безопасно, включая любые установленные пути движения или системы судовых сообщений и службы движения судов; и любые районы, где должны приниматься во внимание аспекты защиты морской среды.

На основе, по возможности, самой полной оценки должен быть подготовлен подробный план, который должен охватывать весь рейс или переход от причала до причала, включая районы, в которых будут использоваться услуги лоцмана. Подробный план рейса или перехода должен включать следующие факторы:

- ведение прокладки предполагаемого маршрута или пути, по которым будет осуществляться рейс или переход, на картах надлежащего масштаба: должно быть нанесено истинное направление планируемого маршрута или пути, а также все опасные районы, установленные пути движения судов и системы судовых сообщений, службы движения судов и любые районы, где должны приниматься во внимание аспекты защиты морской среды;

- основные элементы обеспечения охраны человеческой жизни на море, безопасного и эффективного плавания и защиты морской среды во время предстоящего рейса или перехода; такие элементы должны включать, не ограничиваясь этим, следующее:

- безопасную скорость с учетом близости навигационных опасностей на предполагаемом маршруте или пути, маневренные характеристики судна и его осадка относительно имеющихся глубин;

- необходимые изменения скорости на маршруте, например при ограничениях, связанных с тем, что переход осуществляется в ночное время, или вследствие приливных течений, или с целью учесть увеличение осадки кормой на ходу или из-за крена при поворотах судна;

- требуемую минимальную глубину под килем в критических зонах на мелководье;

- места, где требуется изменение режима работы машин и механизмов;

- точки изменения курса с учетом циркуляции судна при запланированной скорости и ожидаемого воздействия приливных и других течений;

- способ и частоту определения местоположения, включая основные и вспомогательные способы, и указание районов, в которых точность

определения местоположения является особенно важной и в которых требуется максимальная достоверность;

- использование установленных путей движения судов и систем судовых сообщений, а также служб движения судов;

- соображения, касающиеся защиты морской среды;

- планы действий в чрезвычайных ситуациях, указывающие альтернативные меры по выходу судна на большую глубину или следованию в порт-убежище или на безопасную якорную стоянку в случае аварии, требующей отступления от плана, с учетом существующих береговых средств и оборудования для реагирования в аварийных ситуациях, характера груза и самой аварии.

- Подробности плана рейса или перехода должны быть четко отмечены и зафиксированы, в зависимости от случая, на картах и в рейсовом плане либо на компьютерном диске.

- Каждый план рейса или перехода, а также подробности этого плана должны быть одобрены капитаном до начала рейса или перехода.

По завершении подготовки плана рейса или перехода и когда можно будет с достаточной точностью определить время отхода и расчетное время прибытия, рейс или переход должны выполняться в соответствии с планом или любыми внесенными в него изменениями.

Факторы, которые необходимо принимать во внимание при выполнении плана или принятии решения относительно отклонения от него, включают:

- надежность и состояние судового навигационного оборудования;

- расчетное время прибытия в критические точки, в том, что касается высоты прилива и течения;

- метеорологические условия (особенно в районах, известных частыми периодами плохой видимости), а также использование информации, предоставляемой службами для выбора маршрута в зависимости от погодных условий;

- прохождение опасных точек днем по сравнению с ночным временем и

как это может влиять на точность определения местоположения;

Важно, чтобы капитан рассмотрел вопрос о том, представляет ли какое-либо конкретное обстоятельство, например прогноз ограничения видимости в районе, где определение местоположения посредством визуальных наблюдений в критической точке является важной особенностью плана рейса или перехода, неприемлемую опасность для выполнения безопасного перехода; и, таким образом, следует ли пытаться выполнить эту часть перехода в преобладающих условиях или в условиях, которые могут преобладать. Капитан должен также рассмотреть вопрос о том, в каких конкретных точках рейса или перехода может возникнуть необходимость в дополнительном персонале на палубе или в машинном отделении. План должен постоянно находиться на мостике, с тем, чтобы вахтенные помощники капитана могли в любой момент им воспользоваться и уточнить для себя детали плана.

Резолюцией MSC 99(73) от 5 декабря 2000 г. 73 сессии Подкомитета Международной морской организации (VIMO) по безопасности на море были приняты поправки к Международной Конвенции по охране человеческой жизни на море 1974 года (Конвенция СОЛАС), определяющие новые требования к обеспечению безопасности мореплавания, изложенные в новой Главе 5 Безопасность мореплавания. Указанные поправки вступили в силу с I июля 2002 года. Новые требования, принятые ИМО в канун наступающего столетия, были разработаны на основе опыта мореплавания в 20 веке и с учетом результатов научно-технического прогресса. Действовавшая ранее Глава 5 (Безопасность мореплавания) Конвенции СОЛАС подверглась значительной переработке. Из принципиальных изменений следует отметить то. что новая Глава 5 будет распространяться на все суда, плавающие в море, независимо от типа и назначения, совершающие как международные, так и местные рейсы. Ее требования могут касаться не только грузовых судов, но и рыбопромысловых судов Исключение сделано только для военных кораблей, вспомогательных судов ВМФ и судов, используемых для

правительственной некоммерческой службы. Однако и для этой категории судов рекомендовано, насколько это целесообразно и возможно, соблюдать принципы, изложенные в новой Главе 5 Конвенции СОЛАС. Ряд Правил новой Главы 5 содержит положения о порядке выполнения принимаемых правительствами договаривающихся государств обязательств, связанных с организацией ими служб навигационных и метеорологических предупреждений, служба поиска и спасения и гидрографической службы, а также положения, касающееся службы ледовой разведки в Северной Атлантике и компенсации расходов за выполнение ледовой разведки странами, суда которых используют информацию о ледовой обстановке. Важное значение имеют требования Правила 10–12, касающиеся установления путей движения судов, систем судовых сообщений и служб управления движением судов. Основной блок Правил Главы 5 (с 14 по 35) определяет навигационные требования к оснащению и конструкции судна, его экипажу, рабочему языку на судне и порядку деятельности членов экипажа на судне во время рейса. Обязанности национальных морских Администраций в части организации технического обслуживания и надлежащего ремонта навигационного оборудования, обеспечения электромагнитной совместимости электрического и электронного оборудования, размещаемого на мостике, а также порядка освидетельствования навигационных систем и оборудования отражены в Правилах 16-18 новой Главы 5 в частности, в Правиле 18 подчеркнуто, что после 1 июля 2002 г. все навигационное оборудование, устанавливаемое на судах, должно быть типа, одобренного национальной Администрацией, и отвечать технико-эксплуатационным требованиям, принятым ИМО.

1.3 Основные тактико-технические данные судна

Судно проекта 00101 (Русич) - сухогруз грузоподъёмностью 5200 тонн в море, 3650 тонн в реке и мощностью 2*1140 кВт (смотри т.1).

Таблица 1 - Основные данные о судне

Тип судна	Сухогруз
Класс регистра	КМ (*) Ice2 [1] R1 AUT1
Длина	128,2 м
Ширина	16,74 м
Высота борта	6,1 м
Водоизмещение:	8032т
Осадка: Море	4,2м
Река	3,6м
Скорость:	11.0 узлов
Якорное устройство: Тип якоря	Холла
Кол-во якорей/масса	Носовой: 2*1880кг Кормовой: 1*1200кг
Длина якорной цепи	Носовой: Правый борт – 9 * 25м Левый борт – 8 * 25м Кормовой – 8 * 25м
Запас топлива	207т
Запас воды	35т
Расход топлива	На ходу – 5,2; На стоянке – 0,42
Автономность	20 суток

Тип судна: двупалубный двухвинтовой сухогруз с подруливающим устройством, двойным дном, двойными бортами, баком и ютом, надстройкой и машинным отделением в кормовой части, переходным мостиком в диаметральной плоскости судна.

Назначение судна: перевозка навалочных и насыпных грузов (металл, лесные грузы, удобрение, бумага, целлюлоза), грузы в контейнерах.

1.4 Требования Регистра к судну данного класса

Судну проекта 00101 «Русич» присвоен класс: КМ (*) Ice2 [1] R1 AUT1:

- КМ (*) – Основной символ класса судна или плавучего сооружения, которое полностью либо его корпус, или механическая установка, механизмы, оборудование построено и/или изготовлено по Правилам и под надзором другого признанного Российским морским регистром судоходства классификационного органа, а затем судну или плавучему сооружению присвоен класс Российского морского регистра судоходства;

- Ice2 [1] – Знак категории ледовых усилений судна (самостоятельное плавание в мелкобитом разреженном льду неарктических морей и в сплошном льду в канале за ледоколом при толщине льда до 0,55 м);

- R1 – Знак ограничения района плавания (плавание в морских районах на волнении с высотой волны 3%-ной обеспеченности 8,5 м, с удалением от места убежища не более 200 миль и с допустимым расстоянием между местами убежища не более 400 миль);

- AUT1 – Знак автоматизации (объем автоматизации механической установки, за исключением пассажирских судов и судов специального назначения, имеющих на борту специальный персонал более 200 чел., позволяет ее эксплуатацию без постоянного присутствия обслуживающего персонала в машинных помещениях и центральном посту управления).

Проанализировав класс судна, можно сказать, что это суда, которые полностью либо его корпус, или механические установки, построенные и/или изготовленные по Правилам и под надзором другого признанного Российским морским регистром судоходства классификационного органа, а затем судну присвоен класс Российского морского регистра судоходства, имеющие знак категории ледовых усилений судна (самостоятельное

эпизодическое плавание в мелкобитом разреженном льду неарктических морей и в сплошном льду в канале за ледоколом при толщине льда до 0,4м), также судно может эксплуатироваться без постоянной вахты в машинном отделении и на центральном посту управления и контроля (ЦПУ).

1.5 Анализ конвенционного оборудования на судне

Перечень конвенционного оборудования ходового мостика, технические средства, имеемые на судне заданного проекта показан в таблице 2.

Таблица 2 - Конвенционное оборудование ходового мостика

Радиопередатчик	"Барк"
Аварийные радиобуи	«Сирена-1А»
Радиоприемник	"Волна-К" "Шторм-2"
Авариный приемник	АПМ-3
Автоматический приемник сигналов тревоги и бедствия	АПМ-3
УКВ радиостанция	"Кама-Р" "Рейд"
КВУ	"Рябина"
Эхолот	«Кубань»
Магнитный компас	КМО-Т
Гирокомпас	«Амур-М»
Лаг	ИЭЛ – 2М
Система управления рулём	Р12
Измеритель времени	6МХ
Авторулевой	"Аист "
Спутниковая навигационная система	ГЛОНАСС

1.6 Погрешности выработки навигационных параметров техническими средствами судовождения, установленных на судне

Таблица 3 - Штурманское вооружение судна

№	Название прибора, основные характеристики	Допустимые погрешности
1	ГК «Амур-2» – двухгироскопный малогабаритный компас с жидкостным подвесом чувствительного элемента и принудительным воздушным охлаждением.	На неподвижном основании ± 0,3°; На движущемся с постоянными скоростью и курсом судне ± 1,5°.
2	Магнитный компас УКП-М1 предназначен для измерения, отображения и трансляции текущего магнитного курса, а также определение магнитных пеленгов и курсовых	- на неподвижном судне – ± 0,5^{0}; - на движущемся судне (при качке до 10^{0}) – ± 0.1
3	Лаг индукционный ИЭЛ – 2М	Погрешность по скорости (уз) ±0.1 (t = 15 – 35 °С) ± 0.2 (t = 35 – 50 °С) ± 0.35 (t = - 10 – 0 °С) Остаточные погрешности при скорости до 10 узлов ± 0.15 уз от 10-20узлов ± 0.20 уз
4	Эхолот НЭЛ-М3Б предназначен для измерения и автоматической записи профиля дна.	Точность измеренной глубины ± 1.7%
5	Авторулевой «АИСТ» – предназначен для стабилизации судна на заданном курсе и устанавливается на судах неограниченного района плавания, имеющих электрогидравлическую рулевую машину. прохождении в узкостях и швартовке.	Точность удержания судна на курсе – ± 1^{0}. Точность удержания судна на курсе при волнении от 1 до 3 баллов – ± 3^{0}. Точность удержания судна на курсе при волнении свыше 3 баллов – более ± 3^{0}.
6	РЛС "Furuno": максимальная дальность обнаружения 96 миль, частота излучения 9410 ± 30 МГц, имеет шкалы дальности 0,125, 0,25, 0,5, 0,75, 1,5, 3, 6, 12, 24, 48, 96 мили.	Точность определения дальности: 1% от максимальной дальности используемой шкалы или 10 м, в зависимости от того, какое из значений больше Точность измерения углов: ± 1^{0}

7	Спутниковая навигационная система ГЛОНАСС	Точность определения Местоположения объекта 5 - 7 м в специальном режиме. Скорости – 0.05 - 0,15 м/с

1.7 Порядок комплектования судовой коллекции карт, руководств и пособий для плавания

Обязательный перечень карт и руководств для плавания, составляющих судовую коллекцию, определяется службой мореплавания судовладельца и объявляется приказом начальника пароходства или рыбопромыслового предприятия (базы). При комплектовании судовой коллекции учитываются:

- планы перевозок;
- закрепление судна на определенной судоходной линии;
- возможные варианты изменения района плавания;

Капитану судна предоставляется право дополнять установленную судовую коллекцию отдельными частными картами и планами. При отсутствии на район плавания отечественных навигационных карт нужных масштабов разрешается дополнять судовую коллекцию иностранными картами.

Для удобства заказа карт, пособий и руководств для плавания их объединяют в комплекты.

Номера карт и руководств для плавания каждого комплекта определяются службой мореплавания. Комплект должен охватывать определенный географический район (море, часть океана) или отдельные участки судоходной линии (маршрута плавания).

Введенная система пятизначных адмиралтейских номеров карт и руководств для плавания облегчает подбор их, так как номер заключает в себе информацию о масштабе карты и географическом районе,

охватываемом картой или руководством. В судовую коллекцию включаются следующие карты и руководства для плавания.

Морские навигационные карты:

а) планы (масштаб 1:500 — 1:25000) — для захода судов на рейды, в порты, гавани, бухты, на якорные места и передвижения в пределах этих акваторий;

б) частные карты (масштаб 1:25000 — 1:50000) — для плавания в непосредственной близости от берегов, при проходе узкостей и т. п.;

в) путевые карты (масштаб 1:100000 — 1:500000) — для плавания между портами в значительном удалении от берегов, а иногда и вне их видимости;

г) генеральные карты (мельче 1: 500000) — для прокладки пути судна при плавании в открытом море в большом удалении от берегов, а также для общего изучения условий плавания и предварительной прокладки. Генеральные карты масштаба 1: 2000000 следует иметь на все возможные варианты плавания судна.

Радионавигационные карты — обычные навигационные карты с нанесенными на них сетками изолиний для ОМС с помощью радионавигационных систем (РНС). Карты включаются в судовую коллекцию только при наличии на судне соответствующих приемоиндикаторных устройств. В этом случае соответствующие обычные навигационные карты на судно не выдаются.

Карты внутренних водных путей (масштаб 1:5000 — 1:100000) — для обеспечения плавания по рекам, озерам, водохранилищам и каналам.

Вспомогательные, справочные карты и номограммы:

а) карты радионавигационных систем содержат сведения о местоположении РНС, зонах их действия и точности ОМС при их использовании;

б) карты для плавания по дуге большого круга (№ 92012, 93012, 94012, 95012) служат для решения задач, связанных с прокладкой дуг больших кругов;

в) шлюпочные карты № 19, 20, 21, 22, 23 и 24 предназначаются для снабжения спасательных шлюпок судов I и II категории. Шлюпочные карты упакованы комплектами в герметические полиэтиленовые пакеты. Комплект № 1 включает все шесть карт, комплект № 2 — карты № 19 и 20 (Атлантического океана), комплект № 3 — карты № 21, 22, 23 и 24 (Индийского и Тихого океанов), комплект № 5 — карты № 23 и 24 (Тихого океана);

г) карты гидрометеорологических элементов используются для справок о течениях, волнениях, приливах, льдах, ветрах,

д) номограмма № 90199 применяется для определения начального курса при плавании по дуге большого круга;

е) карты сетки (в проекции Меркатора в масштабах 1: 200 000 — 1: 1 000000, на которых оцифровываются только параллели) предназначены для графической прокладки пути судна при плавании в открытом море.

Руководства и пособия для плавания:

а) лоции — для получения навигационно-гидрографической и гидрометеорологической информации, необходимой для обеспечения безопасности судовождения;

б) огни и знаки — для получения сведений о навигационном оборудовании;

в) радиотехнические средства навигационного оборудования — для выбора сведений о радионавигационных системах, радиомаяках, океанских судах службы погоды и радиопеленгаторных станциях;

г) расписания передач навигационных и гидрометеорологических сообщений для мореплавателей — для получения информации о радиостанциях, передающих указанные сведения. Расписание факсимильных гидрометеорологических передач включается в состав судовой. коллекции при наличии приемной факсимильной аппаратуры;

д) таблицы для ОМС при помощи радионавигационных систем – для построения на морских картах отрезков линий положения при определении места с помощью РНС;

е) правила плавания (описания и правила плавания по каналам, фарватерам и внутренним водным путям);

ж) каталоги карт и книг (перечень карт и руководств для плавания, предназначенных для обеспечения общего мореплавания);

з) астрономические таблицы и пособия (Морской астрономический ежегодник (МАЕ); Мореходные таблицы (МТ—2000); Высоты и азимуты светил (ВАС-58));

и) гидрометеорологические атласы и таблицы (атласы течений, климатических данных и гидрометеорологических условий плавания; таблицы приливов и течений);

к) справочные издания – Океанские пути мира; Международные правила предупреждения столкновений судов в море (МППСС–72), адм. № 9017; Международный свод сигналов (МСС), адм. № 9016; обязательные постановления по морским портам; Описание особенностей судовых огней военных кораблей и сигналов, подаваемых кораблями для обеспечения безопасности плавания, адм. № 9027; Таблицы ширины территориальных вод и специальных зон зарубежных государств, адм. № 9001; Условные знаки для морских карт и карт внутренних водных путей, адм. № 9025; Рекомендации для плавания в районах разделения движения, адм. № 9037 и другие издания УНиО МО, ММФ и Гидрометеоиздата, перечень которых определяет служба мореплавания для каждого типа судна в зависимости от района плавания.

Суда, заходящие в реки и осуществляющие плавание по внутренним водным путям, должны обязательно иметь карты и руководства, обеспечивающие плавание по этим путям. Кроме того, такие суда должны иметь правила плавания по внутренним судоходным путям и Рекомендации по судовождению, издаваемые бассейновыми управлениями пути.

Для поддержания на уровне современности судовой коллекции карт и руководств для плавания на судах неограниченного района плавания необходимо иметь комплекты (подшивки) ИМ УНиО МО, приложений к ним за два года, помимо текущего года.

Судовая коллекция карт, пособий и руководств для плавания делится на три группы. Первая группа включает комплекты карт и руководств для плавания, предназначенные для обеспечения плавания:

- по судоходной линии, на которой закреплено судно;

-между определенными портами, а для нелинейных судов в соответствии с очередным рейсовым заданием.

Вторая группа включает в себя: карты, пособия и руководства для плавания, которые могут быть использованы в предстоящем плавании в случаях отклонения судна от намеченного пути, непредвиденного захода в порт убежище и т. д.

Третья группа включает: все остальные карты и руководства для плавания, входящие в судовую коллекцию.

1.8 Правила корректуры карт и пособий для плавания, виды корректуры

Судовая коллекция карт и руководств для плавания делится на три группы:

Первая группа включает комплекты карт и руководств для плавания, предназначенные для обеспечения плавания:

- по судоходной линии, на которой закреплено судно, традиционные районы промысла;
- между определёнными портами, а для нелинейных судов в соответствии с очередным рейсовым заданием. К первой группе относятся также каталоги карт и книги.

Вторая группа включает карты, и руководства для плавания, которые могут быть использованы в предстоящем плавании в случаях отклонения судна от намеченного пути, непредвиденного захода в порт-убежище и т.д.

Третья группа включает все остальные карты и руководства для плавания, входящие в судовую коллекцию.

Комплекты первой группы корректируются с получением ИМ и других корректурных документов. Корректура их должна быть закончена до выхода в рейс.

Если стоянка в порту кратковременная и корректуру невозможно выполнить до выхода судна в рейс, разрешается, по усмотрению капитана, производить корректуру раздельно, по этапам перехода. До выхода из порта необходимо закончить корректуру в таком объёме, чтобы обеспечить плавание судна не менее чем на первые трое суток. Корректура остальных карт первой группы выполняется на переходе и во время стоянки в промежуточных портах.

Комплекты второй группы корректируется после завершения корректуры первой группы. Комплекты третьей группы на судне в рейсе, как правило, не корректируются, однако корректурный материал для них систематизируется в последовательности его поступления, хранится на мостике и используется по необходимости при изменении рейсового задания.

По своему характеру ИМ подразделяются на постоянные, временные и предварительные.

Постоянные ИМ содержат сведения о навигационной обстановке, не подвергающейся частым изменениям.

Временные ИМ содержат сведения о непродолжительных изменениях в навигационной обстановке. В тексте которых указан срок их действия, автоматически утрачивают своё значение по истечении указанного срока.

Предварительные ИМ содержат сведения о наиболее важных предполагаемых или планируемых в ближайшее время изменениях в навигационной обстановке.

Корректуру карт следует начинать с последнего номера ИМ и выполнять её в последовательности убывания номеров. Из карт, подобранных на предстоящий рейс, в первую очередь корректируются наиболее крупного масштаба. Корректура на картах выполняется следующим образом:

- по постоянным ИМ новые данные наносятся красной тушью (чернилами) чертёжным пером; прежние перечёркиваются крестиком, а текстовая часть зачёркивается тонкой линией.
- по временным и предварительным ИМ, а также по НАВИП корректура карт выполняется аналогично, но простым карандашом.

Корректура карт первой группы по радионавигационным сообщениям выполняется немедленно. Виды корректуры навигационных карт:

- Большая корректура ("Large Correction"). Если существенные изменения должны быть внесены не на всю карту, а только на один или несколько её участков, организацией, выпустившей карту, производится большая корректура этой карты. Дата большой корректуры указывается справа от даты опубликования карты. Например: Large Correction 12th June 1969;

- Малая корректура ("Small Correction"). Такая корректура периодически производится организацией, выпустившей карту. При этом виде корректуры на карту наносится вся корректура по Еженедельным выпускам Извещений Мореплавателям, вышедшим после издания карты (последнего из новых изданий) или её Большой корректуры, а также технические исправления («Bracketed Correction»). Сведения о малой корректуре приводятся в нижнем левом углу карты.

- Технические исправления («Bracketed Correction»). Этот вид корректуры применялся на Адмиралтейских картах до 1986 года. Вся корректура второстепенного характера, не влияющая на безопасность судовождения, накапливалась без передачи в Еженедельных

Извещениях Мореплавателям и наносилась на карты по мере печати новых экземпляров того же издания карты. Сведения о такой корректуре помещались под нижней внешней рамкой карты.

- Корректура по Извещения Мореплавателям («Notices to Mariners»). Извещения Мореплавателям являются основным видом корректурных документов, с помощью которых судоводитель поддерживает на уровне современности судовую коллекцию карт и книг. Извещения Мореплавателям представляют собой сборники информации об изменениях в состоянии средств навигационного оборудования, навигационных опасностей и других элементов навигационной обстановки, предназначенные для корректуры морских карт и навигационных пособий. Извещения Мореплавателям публикуются с целью оповещения и предупреждения мореплавателей об изменении навигационной обстановки, а также для производства корректуры карт и навигационных пособий непосредственно на судах.

Для корректуры используются:

- печатные корректурные документы;
- электронные выпуски ИМ УНиО;
- навигационная информация передаваемая по радио.

Выводы по 1 разделу

В первом раздела выпускной квалификационной работы мною рассматривались вопросы, связанные с анализом документов, определяющих подготовку выхода судна в море и документы, определяющие безопасность плавания судна. Так же мною рассматривались вопросы связанные с характеристикой судна и требованиями морского регистра к возможности эксплуатации данного судна в морских условиях. Исходя из выше написанного мною сделаны выводы, что судно данного проекта способно выполнять морские переходы. Техническое вооружение судна позволяет

выполнять морской переход в соответствии с требованиями резолюции ИМО А-953 и российского стандарта точности судовождения ИНО-89.

2 МЕТОДЫ И СПОСОБЫ ВЕДЕНИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ПРОКЛАДКИ ПРИ ПЛАВАНИИ В АВАРИНОМ СОСТОЯНИИ (ПРИ НЕРАБОТАЮЩИХ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИБОРАХ)

2.1 Особенности решения задач судовождения в аварийных условиях

Аварийные условия, в которых судно может оказаться во время плавания, можно подразделить на два вида, существенно отличающихся способами решения задач судовождения.

В первом случае в результате полученных аварийных повреждений судно лишается способности продолжать дальнейшее плавание самостоятельно или даже возникает угроза его гибели. Подобные аварийные условия создаются: когда судно полностью обесточивается. Когда судно село на мель и не может самостоятельно сняться с мели, а также когда при полученных повреждениях корпуса судна после снятия с мели, он не сможет остаться на плаву.

В другом случае судно в результате полученных повреждений теряет свои мореходные и маневренные качества только частично и сохраняет способность продолжать плавание самостоятельно. Особенности способов решения задач судовождения можно подразделить на три варианта:

- аварийные условия первого варианта имеют место в том случае, когда судно в результате аварийных повреждений снизило свои мореходные и маневренные качества (статический крен и дифферент, увеличение осадки, ограничение скорости и ухудшение управляемости), но сохранил в исправном состоянии все основные приборы и системы ТСН.

- аварийные условия второго варианта характеризуются тем, что в результате полученных повреждений судно сохранило свои основные мореходные и маневренные качества, но все основные приборы и системы ТСН оказались полностью выведенными из строя (главным образом курсоуказатели и измерители скорости).

- аварийные условия третьего варианта имеют место и резкое ухудшение мореходных и маневренных качеств судна.

В тех случаях, когда на аварийном судне все основные ТСН находятся в исправном состоянии, решение задач связанных с курсоуказанием, измерением скорости и пройденного расстояния, ведением счисления пути судна и уточнением координат его места, производится обычными методами и средствами. Особенности в решении этих задач связаны лишь с изменением поправок приборов из-за крена и дифферента, изменения осадки, соотношения скорости оборотам гребных винтов и т. п. Поэтому судоводитель обязан определить эти поправки.

В аварийных условиях, когда на судне выведены из строя все основные ТСН, задачи должны решаться резервными методами и средствами, предусмотренными для навигации спасательных средств. На каждом спасательном средстве должны находиться:

- навигационные и специальные карты и лоции, охватывающие район плавания и ближайшие пункты укрытия от штормовой погоды;

- мореходные таблицы и морской астрономический ежегодник (или таблицы, заменяющие его);

- маневренные планшеты, листы миллиметровой бумаги, калька и записные книжки штурмана;

-прокладочный инструмент, протрактор, микрокалькуляторы с автономным питанием, карандаши, перочинный нож;

- навигационный секстан, котелок магнитного компаса в комплекте, хронометр (палубные часы) или электронные часы (наручные);

- бинокли и электрические фонари с запасными батарейками и лампочками;

- рекомендации по астронавигационному ориентированию при плавании с поврежденными техническими средствами навигации и на спасательных средствах, изд. УНиО МО, 1983 г. (№ 9049);

- радиоприемник (транзисторный).

Перечисленные выше резервные инструменты и средства навигации, карты и навигационные пособия позволяют решать большинство задач судовождения.

Типовыми табелями снабжения судовых спасательных катеров и шлюпок предусмотрено их вооружение шлюпочными магнитными компасами и шлюпочными навигационными картами; снабжение ими надувных спасательных плотов не предусмотрено.

К минимальному комплекту навигационных средств, обеспечивающих самостоятельное плавание спасательных шлюпок и плотов, как было указано выше, следует отнести наличие на борту магнитного компаса, навигационного секстана, карт и лоции на район плавания, мореходных и астрономических таблиц, морского астрономического ежегодника, прокладочного инструмента и измерителя времени. Недостающие и примитивные прототипы этих средств, в частности ручной забортный лаг, могут быть изготовлены членами экипажа спасательного средства из подручных материалов. Секстан и пеленгатор компаса могут заменяться протрактором, маневренным планшетом и даже транспортиром. Транзисторный приемник с успехом используется как радиопеленгатор. Применение тех или иных средств, а также их изготовление, требует наличия определенных теоретических знаний и практических навыков в области применения традиционных средств и методов судовождения, а также морской практики.

Если на спасательном средстве имеется минимум навигационных средств или их заменителей, то методы навигации шлюпки или плота в принципе не отличаются от методов навигации судов.

Выбор маршрута плавания по вариантам — оставаться ли на месте бедствия в ожидании помощи, следовать ли к ближайшему побережью или островам, выходить ли на пути интенсивного судоходства — осуществляется на основе глубокого и всестороннего анализа обстановки, сложившейся к моменту оставления судна экипажем и после посадки в спасательные

средства. Окончательное решение принимает старший начальник на борту плавсредства или на группе плавсредств.

Счисление пути (в полном понимании этого метода) может осуществляться только на самоходных или парусных катерах и шлюпках, так как применение в качестве движителей весел или ручных роторных приводов к винтам при ограниченности запасов продовольствия и пресной воды вряд ли целесообразно. На шлюпке можно вести графическое счисление по данным магнитного компаса и ручного забортного лага, используя для этого карту или лист бумаги с угловым масштабом (как в астрономическом бланке) для перевода отшествия в разность долгот. Если условия ветра и заливаемости не позволяют систематически вести графическое счисление, то координаты текущего места вычисляют способами аналитического счисления, с периодическим нанесением мест на имеющуюся карту.

Курсоуказание осуществляется по магнитному компасу, поправка которого определяется периодически астрономическими способами или расчетом

$$\Delta MK = \delta + d \text{ ,} \qquad (1)$$

где: δ-девиация, выбираемая из таблицы или определяемая для данного курса;

d-магнитное склонение в районе плавания, приведенное к дате.

При отсутствии компаса на борту плавсредства направление его движения определяется по светилам. Для лучшей ориентировки рекомендуется вдоль диаметральной плоскости шлюпки натянуть шкерт или проволоку.

Скорость шлюпки определяется либо с помощью планширного лага, либо с помощью ручного забортного лага. В первом случае лаг представляет собой легкий поплавок, который периодически сбрасывается с форштевня шлюпки и выбирается на ее борт с помощью свободного шкерта после прохода ахтерштевня. Промежуток времени прохода длины шлюпки между штевнями

измеряется с помощью секундомера. Скорость шлюпки (в узлах) рассчитывается по формуле

$$V_0 = 1,944\frac{L}{T}, \qquad (2)$$

где: Т-промежуток времени (с), за который шлюпка проходит свою (L) длину, равную (м).

Определение места спасательной шлюпки или плота в видимости берегов производят обычными навигационными способами, т. е. по пеленгам, измеренным с помощью магнитного компаса; по горизонтальным углам, измеренным секстаном; по дистанциям, полученным при измерении вертикальных углов секстаном или с помощью бинокля, имеющего сетку.

При плавании вне видимости берегов основными способами определения места являются астрономические или в системе ГЛОНАСС на рабочем сотовом телефоне.

При отсутствии тех или иных пособий и таблиц, позволяющих определить место методом линий положения, важную роль приобретают раздельные способы определения широты и долготы места.

Если на борту спасательного средства имеется обыкновенный транзисторный приемник с ферритовой антенной, то место может быть определено как по круговым, так и по секторным радиомаякам, если они в данном районе присутствуют. Возможность пеленгования круговых маяков базируется на том, что ферритовая антенна имеет диаграмму направленности в виде «восьмерки», т. е. подобную диаграмме направленности рамочной антенны радиопеленгатора. Приемник жестко крепится к шлюпке таким образом, чтобы стержень ферритовой антенны находился горизонтально в плоскости шпангоута, в этом случае равносигнальная зона или минимум слышимости принимаемого сигнала будет совпадать с диаметральной плоскостью шлюпки. Пеленгование круговых маяков осуществляют поворотом шлюпки, т. е. на радиокурсовом угле, равном 0°.

2.2. Основные визуальные способы определения места судна

Визуально наблюдаемыми ориентирами называют наземные ориентиры, которые штурман видит невооруженным глазом, либо при помощи бинокля или оптического пеленгатора.

Пеленгатор – это прибор, который устанавливается на репитер гирокомпаса или на котелок магнитного компаса. Эти приборы позволяют одновременно наблюдать окружающею обстановку и показания шкалы компаса, которое соответствует данному направлению.

Для определения места используются различные ориентиры. Перечислим их в порядке предпочтения:

- Береговые средства навигационного оборудования – маяки, навигационные знаки и их огни; список и характеристика береговых СНО даются в навигационных пособиях.

- Искусственные ориентиры – нанесенные на навигационную карту и выделенные специальным знаком различные башни, вышки, антенны, мачты, трубы, церкви.

- Естественные ориентиры – вершины гор, характерные мысы, устья рек.

Дальность видимости визуальных ориентиров сравнительно невелика, поэтому визуальные способы определения места судна используются в прибрежном плавании и их называют методами ближней навигации.

Рассмотрим некоторые способы определения места судна, такие как:

определение места судна по пеленгам; определение места судна по дистанциям и совместное использование пеленга и дистанции.

2.3 Определение места судна по двум пеленгам

Определение места судна по 2 пеленгам на береговые ориентиры является одним из самых распространенных способов у судоводителей.

Отличается своей простотой выполнения, дает хорошую точность при условии правильно выбранных ориентиров. Рассмотрим более подробно выполнение данного способа. Последовательность действий при определении места судна заключается в следующем:

- по навигационной карте относительно счислимого места судна выбираются ориентиры с лучшей геометрией (120°>Θ>30°);

- производится опознание выбранных ориентиров;

- производится точное измерение навигационных параметров с фиксацией времени и отсчета лага;

- измеренные навигационные параметры исправляются приборными и методическими поправками в результате чего получают истинные навигационные параметры, которые и прокладываем на карте;

- в точке пересечения навигационных изолиний находится место судна, которое обозначается соответствующим условным знаком, временем и отсчетом лага, как показано на рис.1.

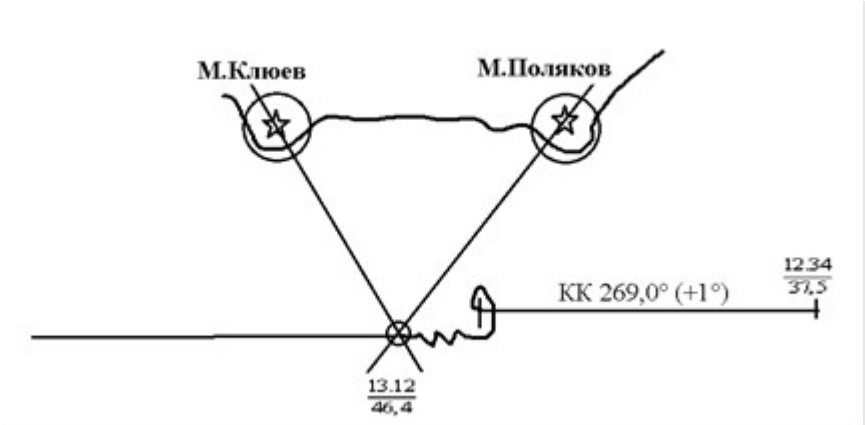

Рисунок 1- Определение места судна по 2 пеленгам

2.4 Уточнение поправки компаса при определении места судна по трём пеленгам

Данная ситуация может возникнуть, когда по каким-либо причинам, при определении места судна возникла большая фигура погрешности (стороны

треугольника более 1,5 мили). Это говорит о том, что в расчетах есть промах или погрешность при измерении навигационного параметра. После проведения анализа фигуры погрешности возникает вопрос, как уточнить поправку компаса (рис.2).

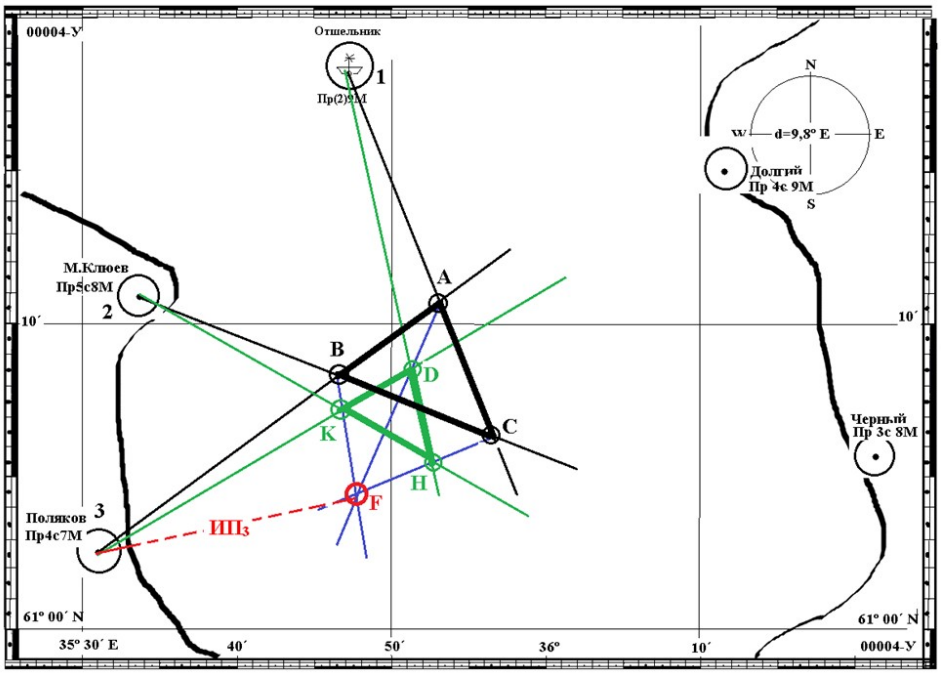

Рисунок 2– Уточнение поправки компаса при определении места судна

В процессе определения места судна по трем пеленгам получили большую фигуру погрешности в виде треугольника АВС. При анализе данного определения места пришли к выводу, что результатом большой фигуры погрешности является неточное знание поправки компаса. Поэтому перед судоводителем стоит задача: разогнать данную фигуру погрешности; получить новое место судна; рассчитать уточненную поправку компаса.

Разгонять фигуру погрешности можно несколькими способами, такими как методом наименьших квадратов, методом весов, методом градиентов. Все долго и сложно. Воспользуемся простым практическим способом, в котором сочетаются все перечисленные варианты в упрощенном виде.

- при первичном измерении $КП_1$, $КП_2$, $КП_3$ мы получили треугольник АВС.
- изменяем измеренные значения КП на одну и туже величину 5°–10°, таким образом получим новые значение навигационного параметра

$$КП_1^1 = КП_1 \pm 5^\circ; КП_2^1 = КП_2 \pm 5^\circ; КП_3^1 = КП_3 \pm 5^\circ. \quad (3)$$

Новые значениям КП прокладываем на карте. Получаем новую фигуру в виде треугольника KDH.

- соединив сходные вершины треугольников прямыми линиями AD, BK, CH получим общую точку пересечения F, которая и будет местом нашего судна.
- из обсервованного места F снимаем с карты истинные значения пеленгов: $ИП_1$, $ИП_2$, $ИП_3$. На рисунке показан $ИП_3$. Тогда значение новой поправки компаса рассчитаем по формулам:

$$\Delta K_1 = ИП_1^1 - КП_1; \Delta K_3 = ИП_2^1 - КП_2; \Delta K_3 = ИП_3^1 - КП_3. \quad (4)$$

$$\Delta K_{СР} = \frac{\Delta K_1 + \Delta K_2 + \Delta K_3}{3}. \quad (5)$$

2.5 Определение места судна по двум горизонтальным углам

Возвращаясь к предыдущему примеру (рис 2), когда в результате определения места судна получилась большая фигура погрешности, из-за не точного знания поправки компаса, задачу определения места судна можно решить, используя два горизонтальных угла. Рассмотрим математическую зависимость, которая позволяет применять данный способ.

$$УголA = (КП_2 + \Delta K) - (КП_1 + \Delta K) = A$$
$$УголB = (КП_3 + \Delta K) - (КП_2 + \Delta K) = B \quad (6)$$

Как видно из написанного выражения неверная поправка компаса (ΔK) сокращается и в расчетах остаётся чистое значение угла (см рис 3).

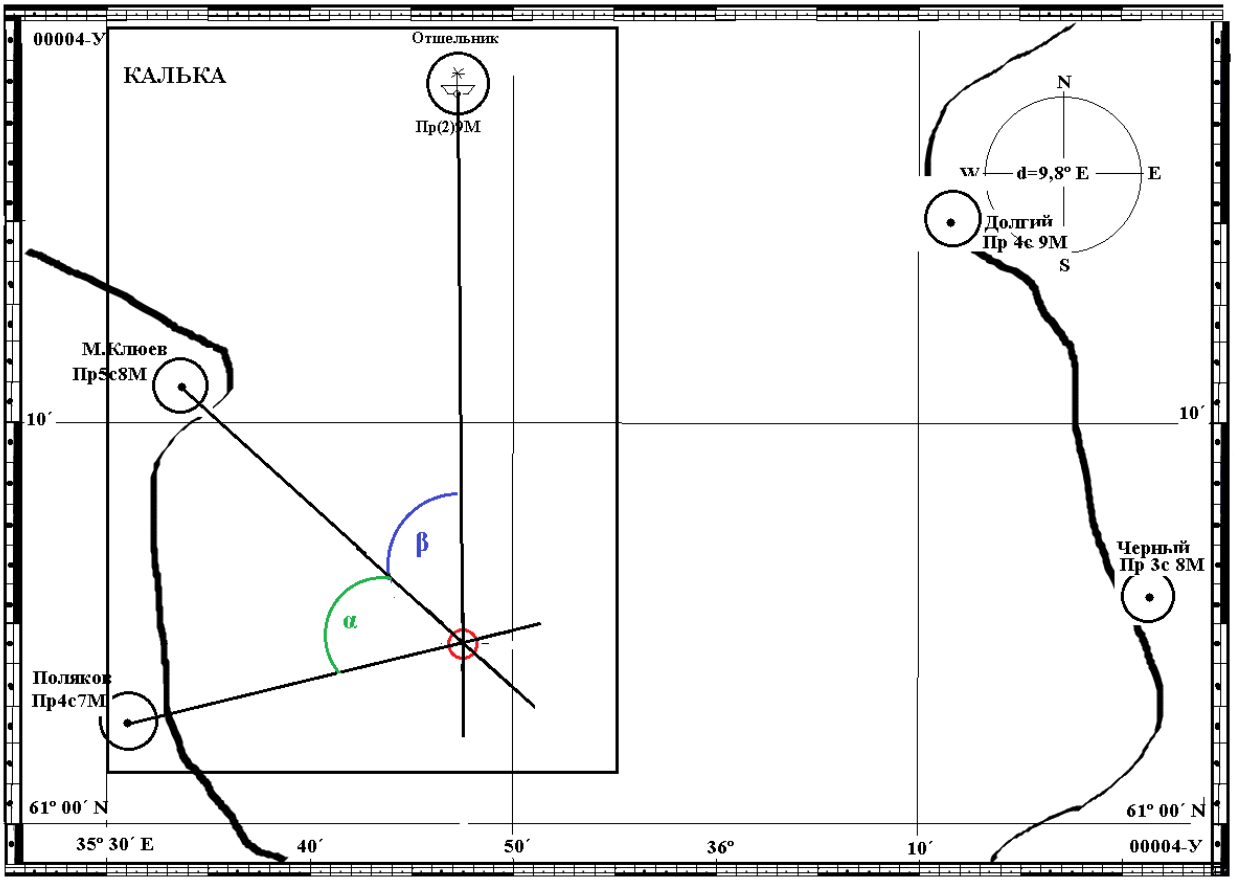

Рисунок 3- Определение места судна по 2 горизонтальным углам

Для определения места судна по двум горизонтальным углам необходимо на побережье выбрать три ориентира, хорошо видимые и нанесенные на карту.

Секстаны подготавливают к наблюдениям и определяют поправку индекса. Два наблюдателя одновременно по команде измеряют углы**,** измерив секстаном углы α и β, исправляют их общей поправкой секстана:

$$\alpha = oc_1 + (i + s) \tag{7}$$

$$\beta = oc_2 + (i + s) \tag{8}$$

Обсервованное место на карте находят с помощью протрактора. Установив на протракторе углы α и β, передвигают протрактор на карте так, чтобы срезы трех линеек прошли соответственно через выбранные для

определения ориентиры. Место судна получится в точке накола фиксатора, находящегося в центре протрактора.

Получить обсервованное место судна можно также с помощью кальки. Проведя произвольную линию на кальке, выбирают на ней точку и из этой точки с помощью транспортира откладывают влево и вправо углы α п β (рис.4). Наложив кальку на карту, действуют ей так же, как протрактором. Место судна будет в вершине двух углов, которое отмечается на карте уколом циркуля, после чего кальку убирают (см.рис.4).

Как говорилось выше, от трех пеленгов можно перейти к двум горизонтальным углам. К этому приему прибегают в случае, если поправка компаса не надежна и в пересечении трех пеленгов получился треугольник погрешности, тогда, рассчитав углы между пеленгами, определим место по двум углам.

Рассмотрим еще один способ определения места судна по двум горизонтальным углам чисто графический на навигационной карте (рис.4).

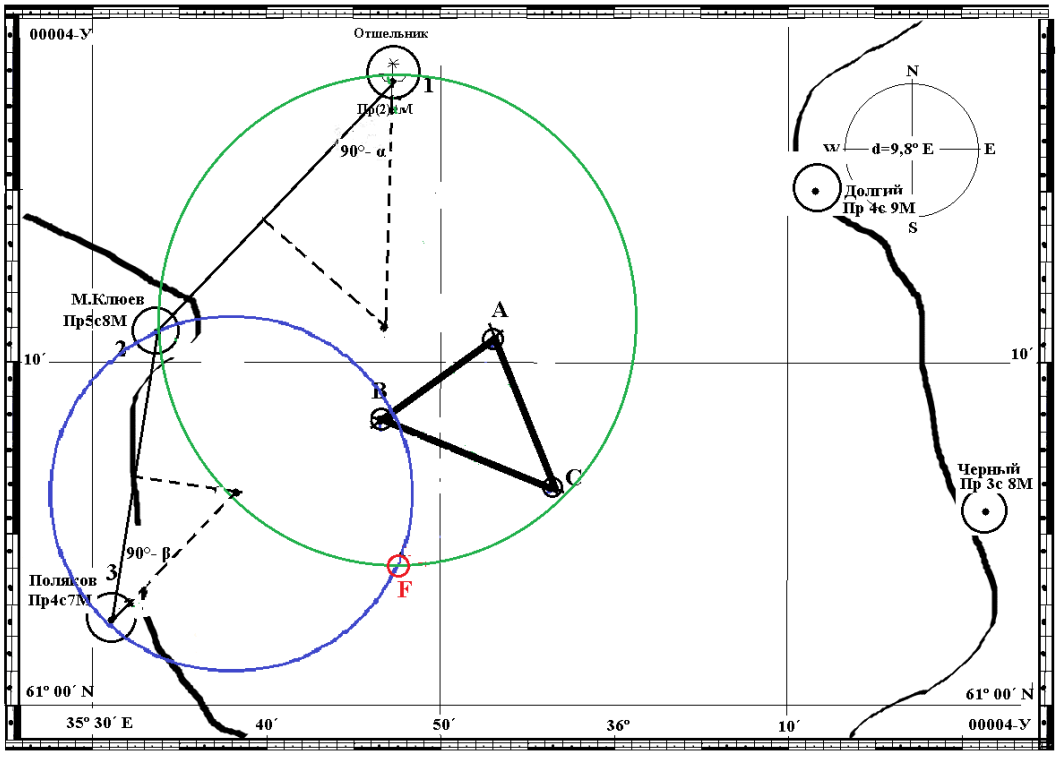

Рисунок 4 – Определение места судна путем построения двух изолиний

Если в пределах видимости наблюдателя, находящегося на судне, имеются три ориентира 1, *2* и 3 , то измерив в быстрой последовательности углы — α между ориентирами 1 *и 2, β*— между 2 и 3 место судна получится в пересечении двух изолиний, которыми будут являться дуги окружностей, вмещающих измеренные углу α и β .

Сущность способа определения места судна по двум горизонтальным углам. Соединим прямыми линиями ориентиры 1 *и 2, 2* и 3 Из середины отрезка 1–2, и середины отрезка 2–3 *восстановим* перпендикуляры. Затем из точки 1 отложим отрезок прямой под углом (90° - α) к линии 1–2, а от точки 3 отрезок прямой под углом (90°- β) к линии 2-3. Точки пересечения этих отрезков с соответствующими перпендикулярами дадут нам центры окружностей, вмещающих соответственно углы α и β. Проведем эти окружности. Точка пересечения этих изолиний F будет являться обсервованным местом судна.

Надо отметить, что при использовании данных приемов (по двум углам), возможен случай неопределенности. Случай неопределенности можно исключить, если:

- судно (точка *F)* расположена ближе к среднему ориентиру;

- ориентиры 1, *2 и 3* находятся на одной прямой;

судно находится внутри треугольника, соединяющего ориентиры 1, *2 и 3.*

Место судна получается в пересечении двух изолиний.

Данный способ является наиболее точным навигационным способом определения места судна.

С помощью секстана горизонтальные углы измеряются с высокой степенью точности, и полученные параметры не зависят от поправок компасов. К такому способу прибегают, когда необходимо получить наиболее точное место судна.

Недостатком способа является необходимость иметь три ориентира, кроме того, использование секстана в условиях качки несколько усложняет

выполнение наблюдений. К недостаткам способа также относится возможность случая неопределенности.

2.6 Определение места судна по пеленгу, вертикальный углу

В том случае, если известна высота ориентира относительно уровня моря, расстояние до него можно определить, измерив вертикальный угол между вершиной ориентира и уровнем моря.

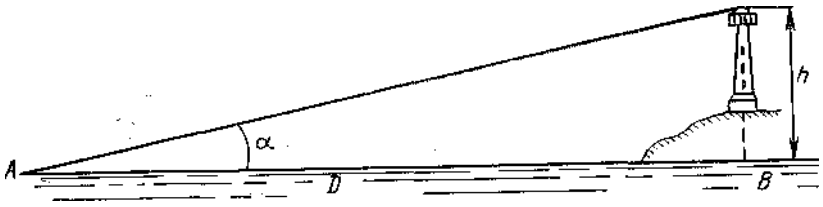

Рисунок 5 – Определение места судна по пеленгу, вертикальный углу

Предположим, что наблюдатель, находясь в точке *A* (рис.5), измерил вертикальный угол, *a* секстаном. Зная высоту *h* ориентира, он может рассчитать расстояние *D*. Треугольник *ABC* прямоугольный, стороны которого *AB* = *D* и *CB* = *h*, тогда

$$D = h \operatorname{ctg} \alpha. \tag{9}$$

Полагая, что *D* всегда больше *h*, возвышением глаза наблюдателя над уровнем моря можно пренебречь. Считая также, что величина угла α обычно не превышает 5°, можно принять:

$$tg\,\alpha = \alpha\, arc\, 1' = \frac{\alpha}{3438}. \tag{10}$$

Отсюда следует:

$$D = h\frac{3438}{\alpha}. \tag{11}$$

Выражая *D* в милях, а высоту ориентира *h* в метрах, получим:

$$D = h\frac{3438}{1852}\frac{h}{\alpha} = \frac{13}{7}\frac{h}{\alpha} = 1,86\frac{h}{\alpha}; \tag{12}$$

Суть способа заключается в измерении компасного пеленга на ориентир с одновременным измерением вертикального угла этого же ориентира (желательно иметь два наблюдателя).

Многие береговые ориентиры, хорошо видимые с моря и нанесенные на карту, не всегда видны на экране РЛС. В таком случае, если известна высота ориентира (смотри пособие Огни и знаки) относительно основания, расстояние до него можно определить, измерив вертикальный угол между вершиной ориентира и его основанием. Порядок выполнения данного способа показан на рис.6

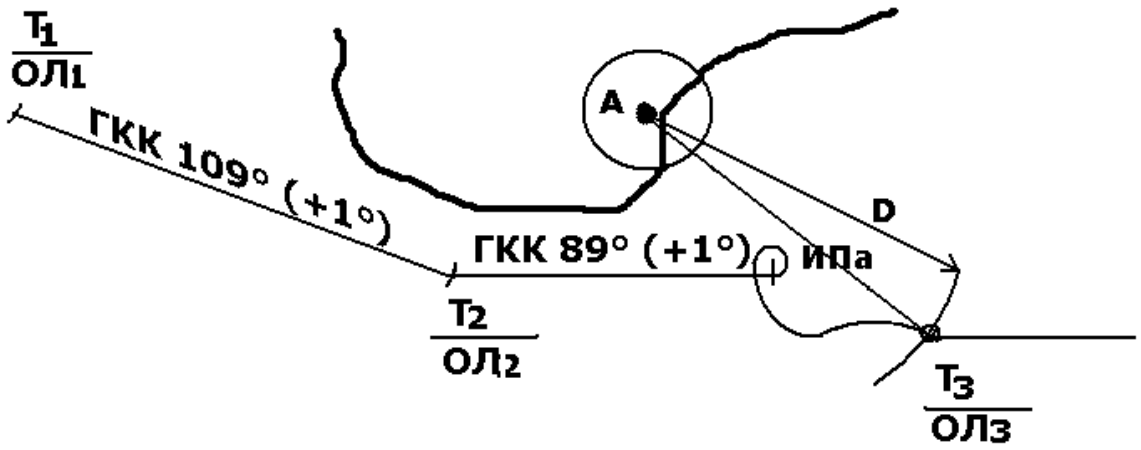

Рисунок 6 - Определение места судна по пеленгу и вертикальному углу

Последовательность действий при определении места судна заключается в следующем:

- по навигационной карте относительно счислимого места судна выбираются ориентир;

- производится опознание выбранного ориентира;

- производится точное измерение навигационных параметров с фиксацией времени и отсчета лага;

$ГКП_1$ ($ОКП_1$), ОС, время и отсчет лага Т/ОЛ.

- измеренные навигационные параметры исправляются приборными и методическими поправками в результате чего получают истинные навигационные параметры;

$$ИП_1 = ГКП_1 + \Delta ГК \ (ОИП_1 = ОКП_1 + \Delta МК), \quad (13)$$

$$\alpha = ОС + (i+s). \quad (14)$$

- рассчитывается счислимое место судна, соответствующее моменту измерения последнего навигационного параметра;

$$S = (ОЛ_2 - ОЛ_1) \times К_Л \quad (15)$$

- производится приведение измерений к одному моменту;

- на карте проводятся навигационные изолинии, соответствующие измеренным и исправленным навигационным параметрам (рис. 6);

- в точке пересечения навигационных изолиний находится место судна, которое обозначается соответствующим условным знаком, временем и отсчетом лага (рис. 6);

- определяется направление и величина невязки.

Достоинством данного способа является возможность определить место судна по одному ориентиру, в каких –то аварийных ситуациях (выход из строя РЛС…). При достоверности принятой поправки компаса и точности измерения расстояния обсервованное место судна получается достаточно близким к действительному. Недостатком способа является отсутствие третьей контрольной линии положения, и сложность измерения секстаном вертикального угла. Если расстояние определяют по вертикальному углу, то вертикальный угол следует измерять в первую очередь независимо от расположения судна относительно ориентира, потому что на пеленгование затрачивается значительно меньше времени, чем на измерения угла с помощью секстана.

2.7 По двум разновременно измеренным пеленгам (крюйс-пеленг)

Пусть в момент времени T_1 с судна был измерен первый пеленг на ориентир (рис.7). Это означает, что в этот момент судно находилось на линии $ГКП_1$. По истечении некоторого промежутка времени в момент времени T_2

пеленг на ориентир измеряется вторично $ГКП_2$, что позволяет проложить на карте вторую линию положения.

Порядок выполнения способа показан на рисунке 7.

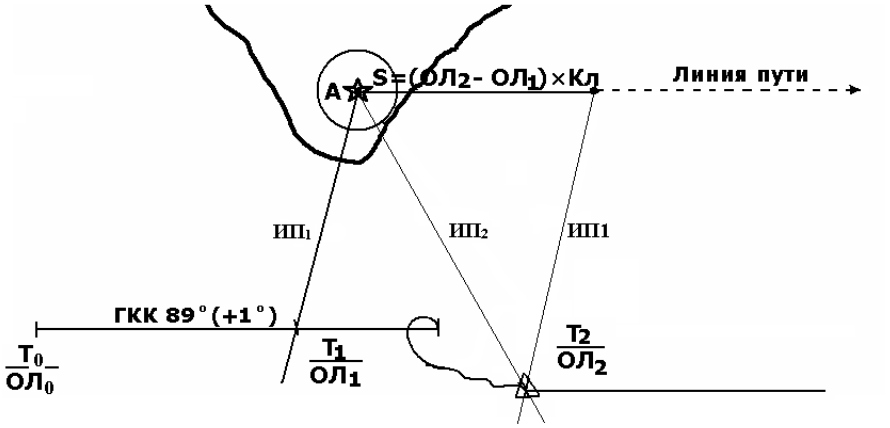

Рисунок 7 - Определение места судна способом Крюйс-пеленга

Порядок решения задачи:

- выбрав на берегу хорошо видимый ориентир измеряют по компасу его пеленг и одновременно замечают момент по часам $Т_1$ и отсчет лага $ОЛ_1$;

- когда пеленг ориентира изменится на угол более 30°, измеряют второй пеленг на этот же ориентир и замечают момент по часам $Т_2$ и отсчет лага $ОЛ_2$;

- рассчитывают истинные пеленги

$$ИП_1 = КП_1 + \Delta К; \quad (16)$$

$$ИП_2 = КП_2 + \Delta К, \quad (17)$$

- рассчитывают пройденное по лагу расстояние за время между взятием первого и второго пеленгов;

$$S_Л = (ОЛ_2 – ОЛ_1) \cdot К_Л \quad (18)$$

- оформление карты: рассчитанные значения истинных пеленгов прокладывают на карте (см. рис.7). Место судна будет в точке пересечения этих линий. Счислимо-обсервованное место судна обозначается на карте треугольником с точкой в месте пересечения линий и со сторонами 3—4 мм.

Выводы по 2 разделу

Во втором разделе выпускной квалификационной работы мною рассматривались вопросы, такие как: особенности решения задач судовождения в аварийных условиях, основные визуальные способы определения места судна, уточнение поправки компаса при определении места судна по трём пеленгам, определение места судна с использование аварийных способов. В результате рассмотрения выше перечисленных вопросов можно сделать вывод, что использование резервных способов навигации в современных условиях является актуальным. Точностные характеристики по определению места судна показывают что, данные способы вполне соответствуют требованиям руководящих документов по обеспечению точности судовождения.

3. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ. ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СУДОВОЖДЕНИЯ В АВАРИЙНЫХ УСЛОВИЯ

3.1 Особенности решения задач судовождения в аварийных условиях

В качестве примера, в своей работе, я рассматривала судно проекта 00101 «Русич» с грузом металлолома. Ситуация чисто гипотетическая, чтобы выполнить проверку и доказать возможность выполнения безопасного плавания в таких тяжелейших условиях.

Судно следует с большим грузом металлолома. Управление по гирокомпасу. Vл=12уз, ΔЛ=-5%, Погода. Ветер NE – 15м/с, море 3б, видимость полная, облачность 5баллов, Твоз=+12, Тводы=+6, Ад=752мм.р.с. Смотри рисунок 8.

Время 12.00 Легли на намеченную линию пути ПУ = 202º. Выполнили расчет ГКК=200º и КК=193° по магнитному компасу.

В 12.26 Легли на намеченную линию пути ПУ = 290º. Начали учитывать дрейф от ветра NE α=10°. Рассчитали курс судна при плавании на дрейфе ГКК и КК составили 298º/296°.

В 13.29 все электронавигационные приборы на судне обесточились. Перешли на управление судном по магнитному компасу. Определили место судна: $М^{КА}$ Петрова ОКП= 310,0°; $М^{КА}$ Геня ОКП= 100,0°; $М^{КА}$ Васькин ОКП= 224,0°. В результате чего получили на карте большой треугольник погрешности, который говорит о том, что у нас присутствует большая неучтенная погрешность. Выполнив анализ этого события, я пришла к выводу, что на нормальную работу магнитного компаса влияет неучтенная величина девиации магнитного компаса, которая образовалась из-за наличия на судне груза металлолома. Применив один из способов, ранее рассмотренных, разгона треугольника погрешности я уточнила место судна и поправку магнитного компаса на данном курсе. Смотри рис.9.

Изменила измеренные значения КП на одну и туже величину 5°, и отложила на карте. Получила новый треугольник. Соединила сходные вершины треугольников прямыми линиями, получила общую точку пересечения, которая является местом нашего судна.

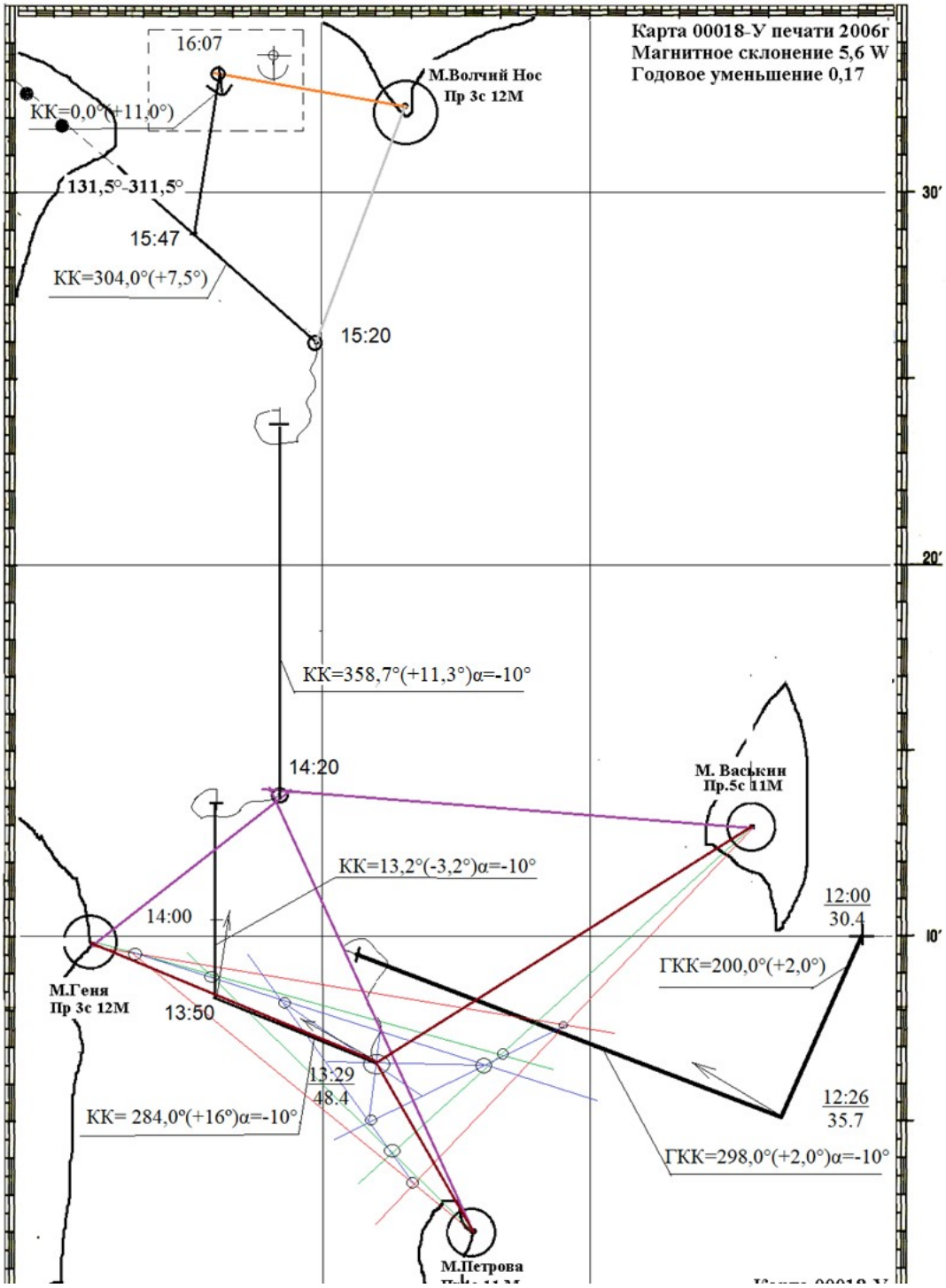

Рисунок 8- Прокладка пути аварийного судна

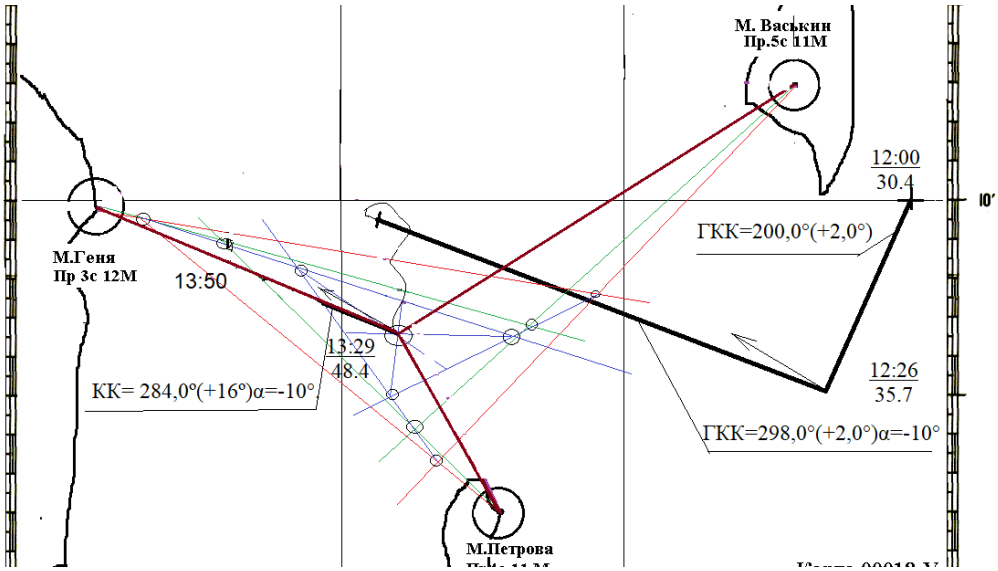

Рисунок 9- Разгон треугольника погрешности

Разогнали треугольник погрешности, уточнили поправку компаса. С=169°-2,6 мили, $М_0$=0,1 мили ΔМК=+16°. Продолжаем вести счисление пути судна по старой скорости Vл=12уз. Прекратили пользоваться таблицей девиации.

В 13.50 Легли на намеченную линию пути ПУ = 0º. Продолжаем учитывать дрейф от ветра NE α=10°. КК=13,2° (Учитываю только магнитное склонение)

В 14.00 Уточняем скорость судна V=9,8 узлов (которую приняла для дальнейшего счисления). Режим движения не меняем. С носовой части судна бросили плавающий предмет и запустили секундомер. В момент, когда предмет прошёл кормовой траверз, остановили секундомер. Т=18,7 сек. Длина судна L = 94 м.

В 14.20 Определили место судна, используя картушку неработающего гирокомпаса как простой угломерный инструмент.

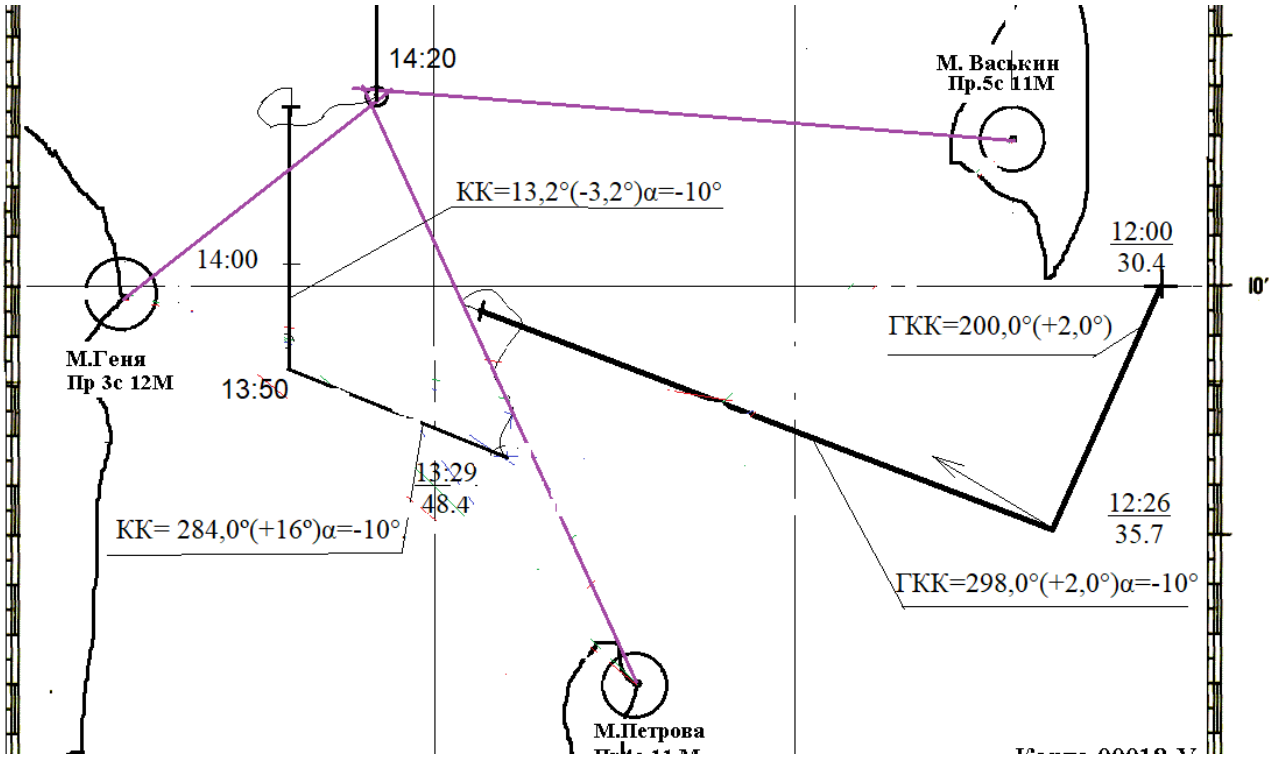

Рисунок 10-Определение места судна с использованием азимутального кольца репитера гирокомпаса

Данный способ мною выполнялся таким образом:

- используя внешнее азимутальное кольцо на репитере гирокомпаса я провела измерения углов $М^{КА}$ Геня, $М^{КА}$ Петрова и $М^{КА}$ Васькин соответственно я получила 300º, 225º и 164º. Рассчитав соответствующие углы я получила α=75º и β=61º. Нанеся данные углы на лист кальки, я на карте получила место судна. С=77°-2 мили. Из полученного места я на карте измерила значения ОИП и получила следующие величины: 52°, 337° и 276°. Рассчитала ΔМК и $ΔМК_{ср}$ по формулам:

$$\begin{aligned} ΔМК_1 &= ОИП1 - ОКП_1 \\ ΔМК_2 &= ОИП2 - ОКП_2 \\ ΔМК_3 &= ОИП3 - ОКП_3 \end{aligned} \quad (19)$$

$$ΔМК_{ср} = \frac{ΔМК_1 + ΔМК_2 + ΔМК_3}{3} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} ΔМК_1 &= 52° – 40° = 12° \\ ΔМК_2 &= 337° - 326° = 11° \end{aligned} \quad (21)$$

$$\Delta МК_3 = 276° - 265° = 11°$$

$$\Delta МК_{ср} = \frac{12° + 11° + 11°}{3} = 11{,}3° \quad (22)$$

Уточнила значение девиации магнитного компаса, если измеренные ОКП на М.Геня = 40°; М.Петрова =326°; М. Васькин=265°, по формуле:

$$\delta = \Delta МК - (\pm d) \quad (23)$$

$$\delta = 11{,}3° - (-5{,}6°) = +16{,}9° \quad (24)$$

В 15.20 Определили место судна по пеленгу и вертикальному углу (см. рис. 11). М.Волчий Нос ОКП= 190°. Секстаном измерили вертикальный угол маяка. ОС=8,0'. Н=30 метров; (i+S) =0,5'. Зная высоту ориентира Н и вертикальный угол α=8,5´ определила расстояние до маяка:

$$D = 1{,}86\frac{H}{OC + (i + s)} = 1{,}86\frac{30}{8{,}5} = 6.6\ мили \quad (25)$$

Отложила от М.Волчий Нос ОИП=198° и D=6,6 мили. $М_0$=0,11 мили. С=20°-2,2 мили. Легли на линию створа 311,5°. Прекратили учет дрейфа. КК= 304°. ΔМК=+7,5° δ=+10,7°.

Показав обсервованное место судна на карте я продолжаю следовать КК=304º.

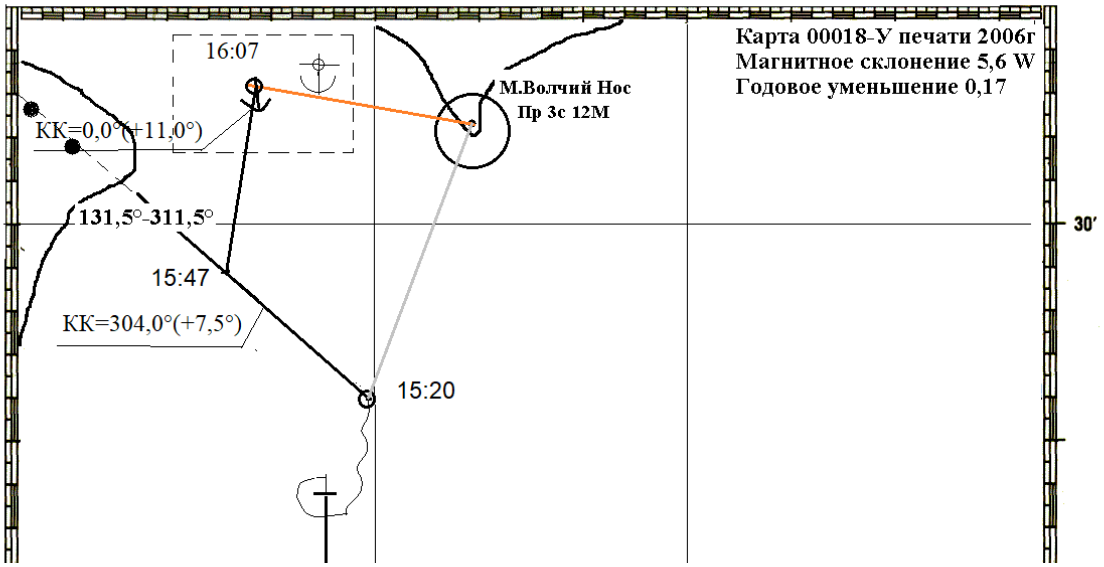

Рисунок 11- Определение места судна по пеленгу и вертикальный углу

В 15.47 Легли на КК=0°. Учитываем девиацию для этого курса δ=+7,1°

В 16.07 С выходом судна на траверз Пр/б М.Волчий Нос застопорили ход и отдали якорь. Вызвали на судно ремонтную бригаду.

3.2 Международные требования к работе приборов курсоуказания

Гирокомпас должен обеспечивать определение положения диаметральной плоскости судна относительно истинного меридиана. При толковании требований, предъявляемых к гирокомпасу, необходимо исходить из следующих определений:

- термином “гирокомпас” обозначают все приборы, входящие в комплект компаса;

- считается, что гирокомпас "пришел в меридиан", если значения любых трех отсчетов курса, взятые через 30 мин, различаются не более чем на 0,7° на неподвижном судне, не имеющем крена и дифферента;

- установившийся курс – это среднее значение из десяти отсчетов, взятых через 20 мин, после прихода гирокомпаса в меридиан;

- установившаяся погрешность гирокомпаса – это разность между установившимся и истинным курсом;

- остальные погрешности, которые может иметь гирокомпас, определяются как разность между отсчетом курса и установившимся курсом

Установившаяся погрешность гирокомпаса при плавании судна с постоянной скоростью на любом постоянном курсе не должна превышать ±0,75 secφ. Среднеквадратическая погрешность, характеризующая зону устойчивости гирокомпаса в меридиане, может быть не хуже ±0,25 secφ.

Необходимо, чтобы гирокомпас надежно работал при воздействии вибрации, влажности, колебаний температуры в тех пределах, которые могут быть в месте установки прибора, а также в переменном магнитном поле. При этом

установившаяся погрешность гирокомпаса может изменяться не более чем на 1°.

Гирокомпас должен иметь корректор скоростной девиации и сигнализацию об основных неисправностях приборов.

Гирокомпас, установленный на судне в условиях его эксплуатации в широтах до 60°, должен отвечать следующим техническим требованиям:

- время приведения гирокомпаса в меридиан при бортовой и килевой гармонической качках до 5° с периодом от 6 до 15 с и при максимальном ускорении 0,22 м/с должно быть не более 6 ч;

- погрешность показаний основного компаса в эксплуатационных условиях с учетом изменений параметров судовой сети, а также возможных изменений магнитных полей на судне должна быть в пределах ±1° х секанс географической широты;

- погрешность показаний, обусловленная быстрым изменением скорости судна на 20 уз., не должна превышать + 2°;

- погрешность показаний, обусловленная быстрым изменением курса судна на 180° при скорости до 20уз., не должна превышать + 3°;

- остаточная погрешность показаний после коррекции влияния скорости, курса и, при необходимости, широты при постоянной скорости до 20 уз. не должна превышать + 0,25° х секанс широты;

- погрешность показаний, обусловленная бортовой качкой до 20°, килевой качкой до 10° и рысканьем судна до 5° с периодом от 6 до 15 с при максимальном горизонтальном ускорении не более 1 м/с, не должна превышать 1°х секанс широты;

- расхождения в показаниях репитеров и основного прибора гирокомпаса не должны превышать ±0,5°.

В комплекте гирокомпаса должен быть предусмотрен корректор для корректировки показаний компаса по скорости судна и широте места.

Рекомендуется в комплекте гирокомпаса предусматривать курсограф, обеспечивающий запись курса по времени с точностью +1°. Система

дистанционной передачи показаний гирокомпаса должна быть рассчитана таким образом, чтобы обеспечивалась одновременная работа собственных репитеров, установленных в другом навигационном оборудовании, курсографа (при его наличии), а также передача информации о курсе в другое навигационное оборудование.

Вахтенный помощник обязан определять наиболее надежным способом поправки компасов на каждом курсе, а при плавании постоянными курсами – не менее 1 раза за вахту.

3.3 Оценка точности плавания судна по счислению

Основой ведения навигационной прокладки является счисление пути судна. Определения места производятся эпизодически и предназначаются для коррекции счисления. Все основные навигационные расчеты, в общем случае, производятся по счислимым координатам.

Счислимое место определяется точкой пересечения двух линий положения – линии пути судна и дуги окружности, проведенной радиусом, равным пройденному расстоянию. Следовательно, точность счислимого места зависит от погрешности в линии пути судна и в пройденном расстоянии.

Точность определения (расчета) линии пути судна зависит от точности работы системы курсоуказания и от точности учета элементов течения и дрейфа.

Таким образом, если рассматривать самые неблагоприятные условия, то точность выработки ПУ составляет примерно 2,7º при управлении судном по гирокомпасу и примерно 3,3º по магнитному компасу.

Точность определения (расчета) пройденного судном расстояния зависит от точности работы лага и от точности учета элементов течения. Главным фактором, формирующим погрешность счисления, является неточность знания элементов течения. При использовании относительных лагов

элементы течения определяются, главным образом, с помощью навигационных пособий. Однако информация о течениях, приводимая в пособиях, не всегда достаточно надежна.

Считается, что в открытых частях океанов погрешности элементов течения, выбранных из пособий, составляют: по направлению ±30°, по скорости, 0,3÷0,5уз. Причина этому - значительная изменчивость течений по времени и пространству. Поэтому в навигационных пособиях приводятся вероятные элементы течения, которые для конкретных условий плавания могут оказаться иными.

В некоторых случаях апостериорные элементы течения могут быть определены с помощью обсерваций. Точность определения элементов течения по обсервациям зависит от точности и дискретности обсерваций, а также от характера течения.

На рис.12 показано воздействие погрешностей на перемещение судна.

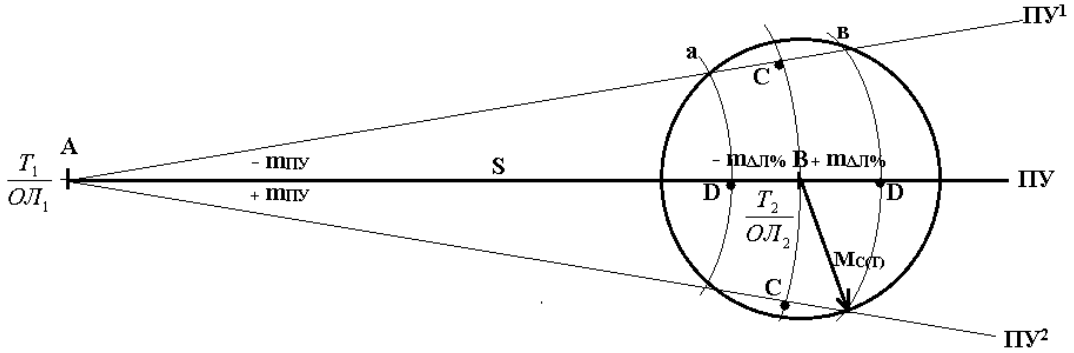

Рисунок 12- Воздействие погрешностей счисления на точность места

Предположим, что судно совершило переход из точки А в точку В, пройдя при этом путь равный S по линии пути (ПУ). В результате возможных погрешностей в элементах счисления судно окажется не в точке В, а в какой – то площади, ограниченной линиями А, В, ПУ^1 и ПУ^2.

Величину отклонения ВС и BD определим из прямоугольного треугольника.

$$BC = S \times tgm_{ПУ} = S \times m_{ПУ} \times arc1^\circ = \frac{S \times m_{ПУ}}{57,3^\circ} \quad (26)$$

$$CB = S \times tgm_{ПУ} = S \times m_{ПУ} \times arc1^\circ = \frac{S \times m_{\Delta Л\%}}{100} \quad (27)$$

$$M_{C(T)} = \sqrt{\left(\frac{S \times m_{ПУ}}{57,3^\circ}\right)^2 + \left(\frac{S \times m_{\Delta Л\%}}{100}\right)^2} \quad (28)$$

Полную формулу для оценки счислимого места судна априорным способом можно записать в таком виде:

$$M_{C(T)} = \sqrt{\left(\frac{m_{ПУ}}{57,3^\circ} \times V \times T\right)^2 + \left(\frac{m_{\Delta Л\%}}{100} \times V \times T\right)^2 + \left(2\sin\frac{m_{КТ}}{2} \times V_T \times T\right)^2 + (m_{VT} \times T)^2} \quad (29)$$

Данная оценка счислимого места, как правило, выполняется предварительно в процессе проработки маршрута предстоящего плавания судна по известным поправкам приборов, выбранным из лоций элементам течения и ветра.

В практической деятельности применяется другая оценочная формула, апостериорная, физический смысл которой можно проследить на рисунке 13. Если у нас есть достаточно статистического материала, то обработав его соответствующим образом, мы можем построить график, который показывает рост погрешности счисления от продолжительности плавания.

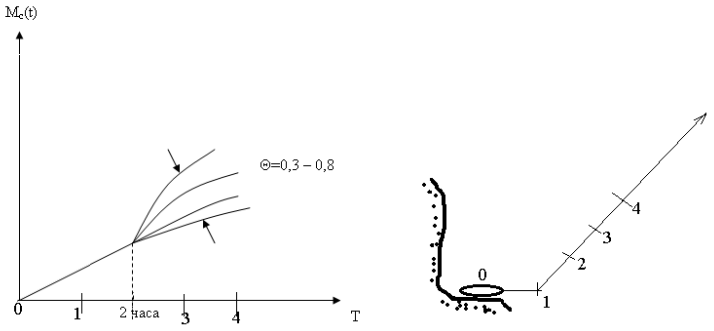

Рисунок 13- Рост погрешности счисления.

На построенном графике видно, что погрешность счисления за первые 2 часа плавания меняется по линейному закону. После 2 часов плавания погрешность счисления меняется по экспоненциальному закону:

При плавании до 2 часов:

$$M_{C(T)} = K_{СЧ} \times X \times T, \quad (30)$$

где: X –коэффициент пропорциональности;

T – время плавания по счислению.

$K_{СЧ}$ – коэффициент счисления;

Θ - показатель степени роста.

При плавании более 2 часов:

$$M_{C(T)} = K_{СЧ} \times T^{\Theta}. \quad (31)$$

На момент времени 2 часа уравняем эти два выражения:

$$\begin{aligned} & K_{СЧ} \times X \times 2 = K_{СЧ} \times 2^{\Theta} \\ & 2X = 2^{\Theta} \\ & X = \frac{2^{\Theta}}{2} = 2^{\Theta-1} = \frac{1}{2^{1-\Theta}} \end{aligned} \quad (32)$$

При Θ=0,5 оценочная формула примет вид:

$$\begin{aligned} & M_{C(T)} = \frac{1}{2^{1-\Theta}} \times K_{СЧ} \times T = \frac{1}{2^{1-0,5}} \times K_{СЧ} \times T = 0,7 \times K_{СЧ} \times T \\ & M_{C(T)} = 0,7 \times K_{СЧ} \times T \\ & M_{C(T)} = K_{СЧ} \times T^{0,5} = K_{СЧ} \times \sqrt{T} \end{aligned} \quad (33)$$

Таким образом получили 2 формулы для оценки погрешности счислимого места судна:

$$M_{C(t)} = 0,7 \times K_{СЧ} \times T, \quad (34)$$

для T ≤ 2 часа

$$M_{C(t)} = K_{СЧ} \times T^{0,5}, \quad (35)$$

для T ≥ 2 часа

Данные формулы приведены в наставлениях по штурманской службе и являются официальными для проведения оценки точности плавания судна по

счислению. В этом же документе приводятся значения коэффициента счисления для разных условий плавания:

$K_{СЧ}$ = 0,8 [Миля/час^{0,5}] для прибрежного плавания;

$K_{СЧ}$ = 1,2[Миля/час^{0,5}] для открытого моря;

$K_{СЧ}$ = 1,6 [Миля/час^{0,5}] для района с плохо изученной обстановкой.

Средняя квадратическая погрешность счислимого места складывается из погрешности исходной обсервации M_0 и погрешности счисления M_c на интервале от последней обсервации до данного момента, поэтому:

$$M_{C.M.} = \sqrt{M_0^2 + M_{C(T)}^2}, \quad (36)$$

где M_0- СКП определения места;

$M_{C(T)}$- СКП счисления за время плавания.

3.4 Оценка точности плавания в данном районе

Для проведения оценки навигационной безопасности плавания в данном районе проведем оценку точности счисления и оценку определения места судна применяемыми мною способами. Сравнение будем проводить с действующим стандартом точности судовождения ИНО-89, который показан в таблице № 4. Данный стандарт ИНО 89 –это стандарт точности плавания судов, которые используют резервные способы навигации, визуальные способы определения места, с применением РЛС.

Таблица 4 - Стандартом точности судовождения ИНО-89

Отечественные нормативы точности судовождения ИНО-89

Зона плавания	Допустимая средняя квадратическая погрешность определения места судна $M_д$	Частота определений места судна $t_д$	Допустимое время измерения и обработки навигационных параметров, мин
Зона стесненного плавания:			
— акватории портов, гаваней	5—20 м	Непрерывно лоцманским методом, с применением высокоточных РНС	
— узкие (шириной 100—200 м) каналы и фарватеры	0,15 ширины канала, фарватера	1—5 мин	0,5—1
Прибрежная зона:			
— фарватеры шириной 2—20 кбт	0,2 ширины фарватера	1—5 мин	0,5—1
— системы разделения движения	0,2 ширины полосы одностороннего движения	10—30 мин	1—3
— рекомендованные пути в расстоянии до 25 миль от берега	1—5 кбт	20—30 мин	1—3
— рекомендованные пути в расстоянии свыше 25 миль от берега	2 % от расстояния до берега, но не более 2 миль	1—2 ч	5—10
Зона открытого моря	2 % от расстояния до опасности, но не более 2 миль	2—4 ч	10—15

Таким образом, делая анализ нашего плавания можно отметить, что

плавание выполняется в прибрежной зоне по рекомендованным путям . По требованиям Международного стандарта (Резолюция ИМО А-953) мы обязаны были обеспечить точность определения места судна порядка 10 метров. По известным причинам воспользоваться системой космической навигации у нас нет возможности, то мы принимаем точность судовождения в соответствии с Российским стандартом, а это значит, что мы обязаны иметь точность определения места до 5 кбт., и место определять каждые 20-30 минут.

В13.29 Определили место судна по трём пеленгам. Рассчитаем среднюю квадратическую погрешность полученного места по формуле:

$$M = \frac{1}{\sin\theta}\sqrt{m^2_{лп1} + m^2_{лп2}} = \frac{1}{\sin 86°}\sqrt{\left(\frac{m_u \times D_1}{57{,}3°}\right)^2 + \left(\frac{m_u \times D_2}{57{,}3°}\right)^2} =$$

$$\frac{1}{\sin 60°}\sqrt{\left(\frac{0{,}1^{\circ} \times 7{,}4}{57{,}3}\right)^2 + \left(\frac{0{,}1° \times 7{,}2}{57{,}3}\right)^2} = 0{,}8 \times 0{,}02 = = 0{,}016\ мили = 29{,}6\ метра.$$

Если принять величину Мд из стандарта ИНО-89 равную 0,5 мили, то расчётная величина допустимого времени плавания по счислению Тд будет равна:

$$T_Д = \frac{60}{K_{СЧ}}\sqrt{2\left(M^2{}_Д - M^2{}_0\right)} = \frac{60}{0{,}8}\sqrt{2(0{,}5^2 - 0{,}016^2)} = 53мин. \quad (37)$$

Таким образом, допустимое время плавания по счислению составляет 53 минуты, что говорит о том, что моё судно за это время, при плавании в аварийных условиях, гарантировано будет иметь безопасное, в навигационном отношении, плавание.

Вероятность навигационной безопасности плавания в данном районе. При сложившейся ситуации определим из выражения:

$$P = 1 - e^{-\left(\frac{D}{M}\right)^2} \quad (38)$$

$$P = 1 - e^{-\left(\frac{0{,}5}{0{,}16}\right)^2} = 0{,}999 = 0{,}99 \quad (39)$$

В 15.20 Определили место судна по пеленгу и вертикальному углу. α=8,5´,

$$D = 1{,}86\frac{H}{OC + (i + s)} = 1{,}86\frac{30}{8{,}5} = 6.6\ мили \quad (40)$$

Рассчитаем величину допустимой среднеквадратической погрешности $m_д$ по формуле:

$$m_D = \pm\sqrt{\left(\frac{1{,}86}{\alpha}\right)^2 \times m_H^2 + \left(\frac{1{,}86 \times H}{\alpha^2}\right)^2 \times m_\alpha^2} \quad (41)$$

$$m_D = \pm\sqrt{\left(\frac{1{,}86}{8{,}5}\right)^2 \times 0{,}5^2 + \left(\frac{1{,}86 \times 30}{8{,}5^2}\right)^2 \times 0{,}1^2} = 0{,}14\ \ мили = 1{,}4\ \ кбт. \quad (42)$$

Далее рассчитаем значение среднеквадратической погрешности M_0 по формуле:

$$M_0 = \sqrt{\left(\frac{m_u \times D}{57,3}\right)^2 + m_D^2} \quad (43)$$

$$M_0 = \sqrt{\left(\frac{0,7 \times 6,6}{57,3}\right)^2 + 0,14^2} = 0,16 \ \textit{мили} \quad (44)$$

$$P = 1 - e^{-\left(\frac{0,5}{0,16}\right)^2} = 0,999 = 0,99 \quad (45)$$

Если принять величину Мд из стандарта ИНО-89 равную 0,5 мили, то расчётная величина допустимого времени плавания по счислению Тд будет равна:

$$T_Д = \frac{60}{K_{СЧ}} \sqrt{2\left(M^2{}_Д - M^2{}_0\right)} = \frac{60}{0,7} \sqrt{2\left(0,5^2 - 0,16^2\right)} = 60\text{мин} = 1\text{час} \quad (46)$$

Таким образом, допустимое время плавания по счислению составляет 1 час, следовательно рассматриваемое судно, за это время будет безопасно для прохождения по заданному пути, при таких сложных условиях.

Вывод по 3 разделу

В третьем разделе выпускной квалификационной работе обработка результатов исследований и особенности решения задач судовождения в аварийных условиях мною в качестве моделирования рассматривалась виртуальная задача выхода на судне, перевозящего груз металлолома, энергоснабжения всей навигационной аппаратуры. Были применены все рассматриваемые выше способы определения места судна и ведения счисления. В результате априорных расчётов данные, которые показаны в работе в 3 разделе был сделан вывод о возможности использования резервных способов навигации в данной конкретной ситуации.

4. ОБОБЩЕНИЕ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1 Расчет навигационной безопасности плавания по аварийному маршруту

Расчет навигационной безопасности плавания, выполненный в 3 разделе данной работы, сведем, для наглядности, в единую таблицу.

Таблица №5 -Расчёт навигационной безопасности

№	Требования ИНО 89		Полученные расчётные данные			
	$M_д$	$T_д$	M_0	$M_д$	$T_д$	P
1	0,5	25мин	0,12	0,24	30мин	0,99
2	0,5	25мин	0,016	0,5	26мин	0,999
3	0,5	25мин	0,16	0,32	30мин	0,99
4	0,5	25мин	0,11	0,22	30мин	0,99
5	0,5	25мин	0,12	0,24	30мин	0,99

Вывод по разделу 4

В данном разделе выпускной квалификационной работы мною проведены обобщение результатов моделирования процессов, которые были изложены в третьей главе. Для удобства все полученные расчёты сведены в таблицу. В результате свидетельствует о том, что судно данного класса в той сложившейся обстановке способно выполнить поставленную задачу по перевозке груза с высокой степенью навигационной безопасностью (вероятность навигационной безопасности P=0,99-0,999). Точность определения места судна соответствует требованиям российского стандарта точности судовождения с использованием резервных способов навигационного обеспечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе мною рассматривались вопросы, связанные с анализом документов, определяющих подготовку выхода судна в море, и документы, определяющие безопасность плавания судна. Так же, рассматривались вопросы, связанные с характеристикой судна и требованиями морского регистра к возможности эксплуатации данного судна в морских условиях. Судно данного проекта способно выполнять морские переходы.

Так же рассматривались вопросы такие как: особенности решения задач судовождения в аварийных условиях, основные визуальные способы определения места судна, уточнение поправки компаса при определении места судна по трём пеленгам, определение места судна с использование аварийных способов. Точностные характеристики по определению места судна показывают, что, данные способы вполне соответствуют требованиям руководящих документов по обеспечению точности судовождения.

В качестве моделирования рассматривалась виртуальная задача выхода из строя энергоснабжения всей навигационной аппаратуры на судне, перевозящего груз металлолома. В результате моделирования были применены методы математического анализа ко всем способам определения места судна и ведения счисления. В результате априорных расчётов, данные, которые показаны в работе, был сделан вывод о возможности использования резервных способов навигации в данной конкретной ситуации. В результате полученных расчётов можно сказать, что судно данного класса в той сложившейся обстановке способно выполнить поставленную задачу по перевозке груза с высокой степенью навигационной безопасности.

SUMMARY

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.В. Адерихин, С. Е. Федоров, А. И. Сальников Дипломное проектирование. Москва – 2008.

2. Н.М. Груздев Навигационная безопасность плавания. - СПб.: ВМФ РФ, 2002.-211 с.

3. В.И. Дмитриев Обеспечение безопасности плавания. - М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. - 337 с.

4. В. А Катенин., В. И Дмитриев. Навигационное обеспечение судовождения. — М.: ИКЦ Академкнига, 2006. - 372 с.

5. В. И., Дмитриев, В. Л Григорян., В.А. Катенин Навигация и лоция. -М.: ИКЦ Академкнига, 2007. - 471 с.

6. Мореходные таблицы МТ-2000 (МТ-2000). Адм. № 9011. - СПб.: ГУНиО МО, 2002. - 578 с.

7. Резолюция ИМО А.893(21) — «Руководство по планированию рейса», принятой 25 ноября 1999 года;

8. Резолюция ИМО А.953(21)

9. Требования «ПДМНВ-78» в отношении процедур «Планирования перехода» (Раздел А-УШ/2, часть 2 — «Планирование рейса» — Кодекса ПДМНВ);

10. Требования «СОЛАС-74» (Правило 34 пересмотренной Главы У).