

# **Приложение к рабочей программе дисциплины Математические основы судовождения**

Специальность - 26.05.05 Судовождение  
Специализация - Судовождение на морских путях  
Учебный план 2023 года разработки

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **1 Назначение фонда оценочных средств (ФОС) по дисциплине**

ФОС по учебной дисциплине – совокупность контрольных материалов, предназначенных для измерения уровня достижения обучающимся установленных результатов обучения, а также и уровня сформированности всех компетенций (или их частей), закрепленных за дисциплиной. ФОС используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Задачи ФОС:

- управление процессом приобретения обучающимися необходимых знаний, умений, навыков и формированием компетенций, определенных в ФГОС ВО и Конвенции ПДНВ-78 с поправками, по соответствующему направлению подготовки (специальности);
- оценка достижений, обучающихся в процессе изучения дисциплины с выделением положительных/отрицательных результатов и планирование предупреждающих/корректирующих мероприятий;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение в образовательный процесс университета инновационных методов обучения;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

### **2 Структура ФОС и применяемые методы оценки полученных знаний**

#### **2.1 Общие сведения о ФОС**

В соответствии с требованиями Кодекса ПДНВ Главы II:

- Раздел А-II/1 Обязательные минимальные требования для дипломирования вахтенных помощников капитана судов валовой вместимостью 500 или более:

1. Каждый кандидат на получение диплома должен:

.1 продемонстрировать компетентность, позволяющую ему принять на себя на уровне эксплуатации задачи, обязанности и ответственность, перечисленные в колонке 1 таблицы А-II/1;

.2 иметь по меньшей мере надлежащий диплом для выполнения функций по УКВ радиосвязи в соответствии с требованиями Регламента радиосвязи; и

.3 если он назначен ответственным за радиосвязь во время бедствия, иметь надлежащий диплом, выданный или признаваемый согласно положениям Регламента радиосвязи.

2. Минимальные знание, понимание и профессиональные навыки, требуемые для дипломирования, перечислены в колонке 2 таблицы А-II/1.

3. Уровень знаний по вопросам, перечисленным в колонке 2 таблицы А-II/1, должен быть достаточным для того, чтобы вахтенные помощники капитана могли выполнять свои обязанности по несению вахты.

4. Подготовка и опыт, требующиеся для достижения необходимого уровня теоретических знаний, понимания и профессиональных навыков, должны основываться на разделе А-VIII/2, часть 4-1 – Основные принципы несения ходовой навигационной вахты, и принимать во

внимание соответствующие требования настоящей части и руководство, приведенное в части В настоящего Кодекса.

5. Каждый кандидат на получение диплома должен представить доказательство того, что он достиг требуемого стандарта компетентности, в соответствии с методами демонстрации компетентности и критериями оценки компетентности, приведенными в колонках 3 и 4 таблицы А-II/1.

- Раздел А-II/2 Обязательные минимальные требования для дипломирования капитанов и старших помощников капитана судов валовой вместимостью 500 или более:

1. Каждый кандидат на получение диплома капитана или старшего помощника капитана судов валовой вместимостью 500 или более должен продемонстрировать компетентность, позволяющую ему принять на себя на уровне управления задачи, обязанности и ответственность, перечисленные в колонке 1 таблицы А-II/2.

2. Минимальные знание, понимание и профессиональные навыки, требуемые для дипломирования, перечислены в колонке 2 таблицы А-II/2. Этот перечень включает, расширяет и углубляет вопросы, перечисленные в колонке 2 таблицы А-II/1 для вахтенных помощников капитана.

3. Принимая во внимание тот факт, что ответственность за безопасность и охрану судна, его пассажиров, экипажа и груза, а также защиту морской среды от загрязнения с судна в конечном счете несет капитан и что старший помощник капитана должен быть постоянно готов принять на себя эту ответственность, оценка по этим вопросам должна выявить способность кандидатов усвоить всю доступную информацию, влияющую на обеспечение безопасности судна, его пассажиров, экипажа и груза или защиту морской среды.

4. Уровень знаний по вопросам, перечисленным в колонке 2 таблицы А-II/2, должен быть достаточным для того, чтобы кандидат мог работать в должности капитана или старшего помощника капитана.

5. Уровень теоретических знаний, понимания и профессиональных навыков, требуемый согласно различным разделам в колонке 2 таблицы А-II/2, может изменяться в зависимости от того, должен ли диплом быть действителен для судов валовой вместимостью 3 000 или более или для судов валовой вместимостью от 500 до 3 000.

6. Подготовка и опыт, требующиеся для достижения необходимого уровня теоретических знаний, понимания и профессиональных навыков, должны принимать во внимание соответствующие требования настоящей части и руководство, приведенное в части В настоящего Кодекса.

7. Каждый кандидат на получение диплома должен представить доказательство того, что он достиг требуемого стандарта компетентности, в соответствии с методами демонстрации компетентности и критериями для оценки компетентности, приведенными в колонках 3 и 4 таблицы А-II/2.

ФОС позволяет оценить освоение всех указанных выше дескрипторов компетенции, установленных ОПОП и Международной конвенцией ПДНВ-78 с поправками. В качестве методов оценивания применяются: наблюдение за работой (Performancetests), наблюдение за действиями в смоделированных условиях (Simulationtests), применение активных методов обучения, экспресс-тестирование, программированные тесты.

Структурными элементами ФОС по дисциплине являются: входной контроль (предназначается для определения уровня входных знаний), ФОС для проведения текущего контроля, состоящие из устных, письменных заданий, тестов, и шкалу оценивания; ФОС для проведения промежуточной аттестации, состоящий из устных, письменных заданий, и других контрольно-измерительных материалов, описывающих показатели, критерии и шкалу оценивания; методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

## Применяемые методы оценки полученных знаний по разделам дисциплины

Раздел	Текущая аттестация (количество заданий, работ)					Промежуточная аттестация
	Задания для самоподготовки обучающихся	Экспресс опрос на лекциях по текущей теме (экспресс-тестирование)	Выполнение заданий практических занятий	Защита расчетно-графических работ по практическим занятиям	Защита курсового проекта	
Тема 1. Введение	+	+	+	+	+	экзамен
Тема 2. Способы определения места судна	+	+	+	+	+	
Тема 3. Единицы измерений в судовождении	+	+	+	+	+	
Тема 4. Морские карты	+	+	+	+	+	
Тема 5. Аналитические расчеты пути судна	+	+	+	+	+	
Тема 6. Понятия навигационной информации	+	+	+	+	+	
Тема 7. Изолинии и линии положения	+	+	+	+	+	
Тема 8. Определение координат судна по измерениям двух навигационных параметров	+	+	+	+	+	
Тема 9. Влияние погрешностей измерений навигационных параметров на точность места судна	+	+	+	+	+	
Тема 10. Определение вероятнейших координат места судна	+	+	+	+	+	
Тема 11. Оценка точности вероятнейших координат	+	+	+	+	+	
Тема 12. Автоматизация расчетов вероятнейших координат	+	+	+	+	+	

## 2.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля

### Входной контроль

Входной контроль проводится с целью определения уровня знаний обучающихся, необходимых для успешного освоения материала дисциплины.

Технология входного контроля предполагает проведение тестирования.

Оценивание входного тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Тест считается пройденным (оценка «зачтено») при общей оценке 75%.

Количество попыток прохождения теста – одна. Время прохождения теста – 5 минут.

## Содержание теста

Вопрос	Ответы
1. Какой главный документ определяет подготовку судоводителей?	<b>1. ПДМНВ;</b> 2. СОЛАС; 3. МППСС-72; 4. МКУБ
2. Какой термин определяет формирование подготовки?	1. Знания; 2. Умения; 3. Способности; <b>4. Компетенции</b>
3. Объем курса Математические основы судовождения (МОС)?	1. 256 часов; 2. 72 часа; 3. 108 часов; <b>4. 144 часа</b>
4. "NAVIGARE NECESSE EST"	<b>1. Плавать по морю необходимо</b> 2. Счастливого плавания 3. Попутного ветра 4. Спасите наши души
5. Как понимать девиз моряков: «SAFETY - FIRST»?	1. Счастливого плавания <b>2. Безопасность - прежде всего</b> 3. Попутного ветра 4. Спасите наши души
6. BETTER THAN THE BEST	<b>1. Надо быть лучшими из лучших</b> 2. Капитанам море по колено 3. Греки - лучшие моряки 4. В морях твои дороги
7. Что требует СОЛАС для использования способов ОМС	<b>1. Современные средства навигации</b> 2. Грамотности судоводителя 3. Умения применять судовое оборудование 4. Размеры современных судов
8. Наиболее простой и наглядный способ решения задачи ОМС	<b>1. Графически</b> 2. Графо-аналитически 3. Аналитически 4. Центро-графически
9. КГМТУ готовит судоводителей для работы на следующих уровнях:	1. Эксплуатации. 2. Обеспечения. <b>3. Управления.</b> 4. Безопасности.
10. КГМТУ готовит судоводителей для работы по национальным требованиям:	1. КТМ РФ. 2. ГОСТ. 3. МКУБ. <b>4. ФГОС.</b>
11. Главным навигационным пособием по изучению курса МОС являются:	1. ИМО 2. Навигационные карты. <b>3. Таблицы МТ-2000.</b> 4. Морские лоции
12. Какой этап развития методов решения задач судовождения происходит сейчас в мировом морском флоте	1. Автоматизации. <b>2. Математизации.</b> 3. Интенсификации. 4. Информатизации

Выполнил «    »                      20    г. Подпись \_\_\_\_\_

[illegible]

## Экспресс опрос на лекциях по каждой теме или лекции

Тестирование:

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

### Лекция 1. Курс МОС. Современные требования по решению задач ОМС. Сферические треугольники и их решение. Расчеты точности измерений.

Контрольный вопрос	Ответы
1. В любом сферическом треугольнике Cos любой стороны равен произведению Cos двух других сторон плюс произведение Sin этих же сторон на Cos угла между ними. Это формула:	1. Косинусов углов. 2. Синусов сторон. 3. Трех рядом лежащих элементов <b>4. Косинусов сторон</b>
2. В любом сферическом треугольнике отношения Sin сторон и Sin противоположных углов пропорциональны. Это формула:	1. Косекансов.. 2. Секансов. 3. Пропорциональности. <b>4. Синусов</b>
3. В любом сферическом треугольнике Cos любого угла равен произведению Cos двух других углов плюс произведению Sin этих же углов на Cos стороны между ними. Это формула:	1. Трех рядом лежащих элементов. 2. Косинусов сторон. <b>3. Косинусов углов.</b> 4. Синусов углов
4. В любом сферическом треугольнике для четырех рядом лежащих элементов справедлива зависимость: Ctg крайнего угла на Sin среднего угла равен произведению Ctg крайней стороны на Cos средней стороны без произведения косинусов средних элементов. Это формула:	<b>1. Четырех рядом лежащих элементов.</b> 2. Тангенсов сторон и углов. 3. Косинуса сторон. 4. Котангенса углов.
5. В любом сферическом треугольнике для четырех рядом лежащих элементов справедлива зависимость: Ctg крайнего угла на Sin среднего угла равен произведению Ctg крайней стороны на Cos средней стороны без произведения косинусов средних элементов. Это формула:	1. . Косинуса сторон и котангенсов углов. <b>2. Формула котангенсов.</b> 3. Косинуса сторон. 4. Котангенса углов.
6. Сферический треугольник, у которого один угол равен $90^\circ$ , называется:	1. <b>Прямоугольным.</b> 2. Прямоугольным. 3. Четвертным. 4. Косоугольным.
7. Сферический треугольник, у которого одна сторона равна $90^\circ$ , называется:	1. Прямоугольным. <b>2. Четвертным.</b> 3. Прямоугольным. 4. Кривоугольным.
8. Сферический треугольник, у которого малы сторона и противолежащий ей угол, называется:	<b>1. Элементарным.</b> 2. Плоским. 3. Косоугольным. 4. Вытянутым.
9. Сферический треугольник, у которого все стороны малы, а углы конечны называется:	1. Равносторонним. 2. Элементарным. <b>3. Плоским.</b> 4. Прямоугольным.
10. Круг, образованный при сечении сферы плоскостью, проходящей через его центр называется:	1. Экваториальным. 2. Малым. 3. Меридианным. <b>4. Большим.</b>
11. Какие свойства сферических и плоских треугольников одинаковы:	1. Сумма сторон треугольника равна $540^\circ$ . 2. Сумма углов треугольника равна $180^\circ$ . 3. <b>Против больших углов лежат большие стороны.</b> 4. Величины углов и сторон измеряются в градусах.
12. . Почему нет четвертных плоских треугольников?	<b>1. Из-за измерения сторон в линейных единицах.</b> 2. Из-за их размеров. 3. Из-за различных расчетных формул величины углов. 4. Из-за различных расчетных формул величины сторон.



**Лекция 3. Системы координат в судождении. Счет направлений, расстояний и скоростей судна на земной поверхности. Расчеты точности измерений.**

Контрольный вопрос	Ответы
1. Что такое широта места судна?	<p>1. Угол между отвесной линией в данной точке и плоскостью экватора Земли.</p> <p>2. угол между линией точки до центра Земли и плоскостью земного экватора.</p> <p>3. Угол при центре Земли между направлением на точку и земным экватором.</p> <p>4. Расстояние между параллелью точки и земным экватором.</p>
2. Что такое долгота места судна?	<p>1. Угол между меридианами двух точек на Земле.</p> <p><b>2. Двухгранный угол между меридианом Гринвича меридианом данной точки.</b></p> <p>3. Двухгранный угол между истинным меридианом и меридианом точки.</p> <p>4. Угол между меридианом данной точки и меридианом Пулково.</p>
3. Что такое морская миля?	<p>1. Длина одной минуты дуги земного экватора.</p> <p>2. Расстояние между земным полюсом и экватором.</p> <p><b>3. Длина одной минуты земного меридиана.</b></p> <p>4. Расстояние, проходимое судном за одну минуту.</p>
4. Что такое ортодромия?	<p>1. Линия, пересекающая все земные меридианы под одним углом.</p> <p>2. Линия кратчайших расстояний на земной поверхности.</p> <p>3. Линия параллельная земному экватору.</p> <p><b>4. Линия кратчайших расстояний на сферической поверхности Земли.</b></p>
5. Что такое локсодромия?	<p>1. Линия кратчайших расстояний на земной поверхности.</p> <p>2. Линия параллельная земному экватору.</p> <p>3. Линия кратчайших расстояний на сферической поверхности Земли.</p> <p>4. Линия, пересекающая все земные меридианы под одним углом.</p>
6. Что такое магнитное склонение?	<p>1. Угол между направлением магнитной стрелки на судне и линией Ни.</p> <p>2. Угол между направлением движения судна и линией Ни.</p> <p><b>3. Угол между истинным и магнитным меридианом.</b></p> <p>4. Угол между направлением движения судна и линией Ни.</p>
7. Что такое девиация магнитного компаса?	<p>1. Угол между направлением магнитной стрелки на судне и линией Ни.</p> <p>2. Угол между направлением движения судна и линией Ни.</p> <p>3. Угол между истинным и компасным меридианом.</p> <p><b>4. Угол между магнитным и компасным меридианами.</b></p>
8. Что такое истинный курс судна?	<p>1. Угол между компасным меридианом и носовой частью ДП судна.</p> <p>2. Угол между истинным и компасным меридианом.</p> <p><b>3. Угол между линией Ни носовой частью диаметральной плоскости судна.</b></p> <p>4. Угол между истинным и магнитным меридианом.</p>
9. Что такое магнитный курс судна?	<p>1. Угол между компасным меридианом и носовой частью диаметральной плоскости судна.</p> <p><b>2. Угол между магнитным меридианом и носовой частью диаметральной плоскости судна.</b></p> <p>3. Угол между линией Ни и носовой частью диаметральной плоскости судна.</p> <p>4. Угол между истинным и компасным меридианом.</p>
10. Что такое компасный курс судна?	<p><b>1. Угол между компасным меридианом и носовой частью диаметральной плоскости судна.</b></p> <p>2. Угол между линией Ни и носовой частью диаметральной плоскости судна.</p>

	3. Угол между истинным меридианом и направлением на ориентир. 4. Угол между истинным и компасным меридианом.
11. Что такое курсовой угол?	<b>1. Угол между носовой частью диаметральной плоскости судна и направлением на ориентир.</b> 2. Угол между истинным меридианом и направлением на ориентир. 3. Угол между линией Ни и направлением движения судна. 4. Угол между направлением на ориентир и траверзом судна.
12. Что такое поправка магнитного компаса?	1. Угол между истинным меридианом и направлением на ориентир. <b>2. Угол между направлением Ни и компасным меридианом.</b> 3. Угол между магнитным и компасным меридианом. 4. Отклонение стрелки магнитного компаса от магнитного меридиана.

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

#### Лекция 4. Основы картографии, картографические проекции, расчет и использование морских карт.

Контрольный вопрос	Ответы
1. Морская миля	1. Длина 1' дуги экватора <b>2. Длина 1' дуги меридиана</b> 3. Длина 1' дуги параллели 4. Длина 1' дуги ортодромии
2. Кабельтов	1. 0,1 дуги меридиана 2. 0,1 статутной мили <b>3. 0,1 морской мили</b> 4. 0,1 дуги экватора
3. Узел скорости судна	1. 5 аршинов в сутки 2. Кабельтов в минуту 3. 10 ярдов в секунду <b>4. Одна миля в час</b>
4. Скорость судна измеряют	1. В ярд/мин 2. В м/с. 3. В км/ч. 4. В узлах.
5. Точные величины морских единиц длины и скорости, их перевод содержит:	1. СОЛАС 2. ПДМНВ <b>3. МТ-2000.</b> 4. МКУБ
6. Последнее представление формы Земли	1. Эллипсоид <b>2. Апсоид</b> 3. Сфероид 4. Геод
7. Отечественные карты построены по референц-эллипсоиду?	<b>1. Красовского</b> 2. Кларка 3. Хайфорда 4. Стандартная Земля
8. Функциональные зависимости между географическими и картографическими координатами на плоскости $x=f1(\varphi, \lambda)$ ; $y=f2(\varphi, \lambda)$ , называются:	<b>1. Уравнение картографической проекции.</b> 2. Уравнения изолиний. 3. Уравнения параллелей и меридианов. 4. Уравнения широты и долготы.
9. Масштаб, указанный в заголовке карты называется:	1. Частным. <b>2. Главным.</b>



	3. Генеральным 4. Числовым.
10. Картографическая проекция передающие углы без искажений называется:	1. Произвольная. 2. Равновеликая. 3. Равнопромежуточная. <b>4. Конформная.</b>
11. Для равноугольности морской карты необходимо соотношение:	<b>1. <math>m = n</math>;</b> 2. $m = 1, n = 1$ ; 3. $m > n$ ; 4. $m < n$ .
12. Морская миля	<b>1. 1852,5 м.</b> 2. 1610 м. 3. 2013 м. 4. 1783 м.

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

### Лекция 5. Счисление координат судна. Оценка точности счисления.

Контрольный вопрос	Ответы
1. КГМТУ готовит судоводителей для работы по национальным требованиям:	1. КТМ РФ. 2. ГОСТ. 3. МКУБ. <b>4. ФГОС.</b>
2. Главным навигационным пособием по изучению курса МОР являются:	1. ИМО 2. Навигационные карты. <b>3. Таблицы МТ-2000.</b> 4. Морские лоции
3. Какой этап, развития методов решения задач судовождения происходит сейчас в мировом морском флоте.	1. Автоматизации. <b>2. Математизации.</b> 3. Интенсификации. 4. Информатизации
4. Сферический треугольник, у которого одна сторона равна 90, ° называется:	<b>1. Четвертным.</b> 2. Прямоугольным. 3. Прямоугольным. 4. Левосторонним.
5. Сферический треугольник, у которого все стороны малы, а углы конечны называется:	1. Равносторонним. 2. Элементарным. <b>3. Плоским.</b> 4. Прямоугольным.
6. Угол между отвесной линией в данной точке и плоскостью экватора Земли - это:	<b>1. Широта.</b> 2. Долгота. 3. Миля. 4. Высота.
7. Двухгранный угол между меридианом Гринвича меридианом данной точки это:	1. Миля. <b>2. Долгота.</b> 3. Широта. 4. Высота.
8. Форму и размеры Земли в судовождении надо знать для решения задач	<b>1. Глобальных.</b> 2. Космических. 3. Геодезических. 4. Континентальных.
9. Точные величины морских единиц длины и скорости, их перевод содержит:	1. СОЛАС 2. ПДМНВ <b>3. МТ-2000</b> 4. МКУБ

10. Последнее представление о формы Земли дает:	1. Эллипсоид <b>2. Апсоид.</b> 3. Сфероид 4. Геоид
11. Графическое решение использует?	<b>1. Изолинии.</b> 2. Линии положения. 3. Локсодромии. 4. Ортодромии
12. Элементами ЛП являются:	1. $\Delta p$ и $\alpha$ ; 2. $\Delta p$ и $A$ ; 3. $\Delta p$ и $\beta$ ; <b>4.. <math>\Delta p</math> и <math>\tau</math>.</b>

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

### Лекция 8. ОМС по измерению двух навигационных параметров (ЛП). Графическое решение.

Контрольный вопрос	Ответы
1. Геометрическое место точек с равным значением величин навигационных параметра называется:	1. линией положения <b>2. изолинией;</b> 3. меридианом 4. параллелью
2. Прямая линия касательная к изолинии в нужном месте называется:	1. Изобатой. 2. Линией горизонта. <b>3. Линией положения.</b> 4. Линией вертикала
3. Элементом ЛП является:	<b>1. <math>\Delta p</math> и <math>\tau</math>;</b> 2. $\Delta \varphi$ и $\Delta \lambda$ ; 3. $\varphi_c$ и $\lambda_c$ ; 4. $\lambda_0$ и $\varphi_0$
4. Вектор перпендикулярный к изолинии, направленный в сторону ее перемещения при увеличении параметра и показывающий смещение изолинии на одну милю - это:	<b>1. градиент ЛП;</b> 2. смещение ЛП; 3. модуль изолинии; 4. модуль ЛП.
5. Первым действием для любого определения места судна является:	1. Расчет величин навигационных параметров 2. Выбор района плавания 3. Выбор способа ОМС <b>4. Измерение величин НП</b>
6. Для ОМС в море необходимо измерить величины не менее следующего количества навигационных параметров:	1. 3 2. 1 <b>3. 2</b> <b>4. 4</b>
7. Измерения величин НП выполняют для получения:	1. Ошибок <b>измерений</b> <b>2. Изолиний.</b> 3. Средних значений 4. Отдельных координат места
8. С учетом измерений НП обсервованное место судна находится в точке пересечения:	<b>1. Изолиний.</b> 2. Линий широт 3. Линий долгот. 4. Линий высот
9. Сколько принципиальных способов ОМС применяется в судовождении:	<b>1. 3;</b> 2. 2; 3. 7; 4. 5

10. При использовании метода засечек на навигационной карте реализуют метод ОМС:	1. Графоаналитический <b>2. Графический.</b> 3. Теоретический 4. Аналитический
11. При использовании линий положения на листе бумаги используется следующий метод ОМС:	1. Графический. 2. Теоретический <b>3. Графоаналитический.</b> 4. Аналитический
12. При использовании уравнений изолиний на практике применяют следующий метод ОМС:	1. Графический. 2. Практический 3. Графоаналитический. <b>4. Аналитический.</b>

Тестирование « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

### Лекция 9. Определение координат судна по измерениям двух навигационных параметров. Графоаналитическое и аналитическое решение.

Контрольный вопрос	Ответы
1. При аналитическом ОМС используют:	1. Счислимые значения НП. <b>2. Уравнения ЛП.</b> 3. Значения параметров $U_0$ . 4. Значения $m_{лп}$ .
2. Уравнение ЛП имеют вид:	1. $\Delta\varphi \cdot \cos\tau_1 + \Delta\omega \cdot \sin\tau_2 = \Delta n_i$ . 2. $\Delta\varphi \cdot \cos\tau_2 + \Delta\omega \cdot \sin\tau_1 = 0$ . <b>3. <math>\Delta\varphi \cdot \cos\tau_i + \Delta\omega \cdot \sin\tau_i = \Delta n_i</math>.</b> 4. $\Delta\varphi \cdot \cos\tau_i + \Delta\omega \cdot \sin\tau_i = m_{лп}$
3. В ОМС по 2м ЛП полуоси эллипса погрешности аналитически рассчитывают по формулам:	1. Бесселя. 2. Красовского. 3. Меркатора. <b>4. Апполония.</b>
4. Радиальную СКП места судна рассчитывают по формуле:	<b>1. <math>M_0 = 1/\sin\theta \cdot \sqrt{(m_{лп1}^2 + m_{лп2}^2)}</math>;</b> 2. $M_0 = \sqrt{(m_{лп1}^2 + m_{лп2}^2)}$ ; 3. $M_0 = 1/\sin\theta \cdot \sqrt{(m_{лп1}^2 + m_{лп2}^2)}$ ; 4. $M_0 = 1/\sin\theta \cdot \sqrt{(q_{лп1}^2 + m_{лп2}^2)}$
5. Графическое ОМС получается в точке пересечения:	1. линий положения; 2. изостадий; 3. меридианов; <b>4. изолиний.</b>
6. Отрезок между счислимой и наблюдаемой точками называется:	1. Смещение. 2. Расхождение. <b>3. Невязка.</b> 4. Различие.
7. Для графического получения фигуры погрешности надо:	1. Сместить изолинии на $m_{лп1}$ ; $m_{лп2}$ . <b>2. Сместить изолинии на <math>m_1</math>; <math>m_2</math>.</b> 3. Сместить $\varphi_0$ и $\lambda_0$ . 4. Увеличить невязку.
8. Величины НП между точкой $\varphi_C$ и $\lambda_C$ и ориентирами называются:	<b>1. Счислимые параметры;</b> 2. счислимые изолинии; 3. средние параметры; 4. расхождение координат.
9. Для получения уравнений ЛП надо рассчитать:	1. $\varphi_0$ и $\lambda_0$ . 2. $q_{лп1}$ . 3. $\varphi_C$ и $\lambda_C$ . <b>4. <math>P_C</math> и <math>D_C</math>.</b>
10. Переносы ЛП рассчитывают по формуле:	1. Апполония. 2. $\Delta n = U_C - U_0$ .

	<b>3. <math>\Delta n = (U_0 - U_C) / q</math>.</b> 4. $\Delta n = P_0 - P_C$ .
11. Смещением ЛП называется величина, рассчитываемая по формуле:	1. $m_{лп} = U_0 - U_C$ . <b>2. <math>m_{лп} = (U_0 - U_C) / q</math>.</b> 3. $m_{лп} = D_0 - D_C$ . 4. $m_{лп} = m_i / q_i$ .
12. Полуоси эллипса погрешности при графоаналитическом решении получают:	<b>1. По специальным таблицам МТ-2000.</b> 2. По формулам Апполония. 3. По смещениям изолиний. 4. По значениям $m_i$ .

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

### Лекция 10. Эллиптическая и радиальная погрешность места судна.

Контрольный вопрос	Ответы
1. При графическом ОМС угол $\theta$ между изолиниями (ЛП) дает наиболее точное место при:	<b>1. <math>\theta = 90^\circ</math></b> 2. $\theta = 30^\circ$ 3. $\theta = 120^\circ$ 4. $\theta = 180^\circ$
2. Невязка счисления показывает:	1. $\varphi_0$ и $\lambda_0$ <b>2. Направление и величину разности</b> 3. Разность координат 4. $\varphi_C$ и $\lambda_C$
3. Эллиптическую погрешность места судна характеризуют величины:	1. $m_{лп}$ , $\Delta n$ и $\tau$ 2. $m$ , $\Delta \square$ и $\Delta \square \square$ <b>3. <math>a</math>, <math>b</math>, <math>\beta_0</math></b> 4. $\tau$ , $\square \phi$ и $\square \square \square$
4. Координаты $\varphi_C$ , $\lambda_C$ и ориентиров нужны для расчета:	1. $\varphi_0$ и $\lambda_0$ 2. $\varphi_{C0}$ и $\lambda_{C0}$ 3. $P_0$ и $D_0$ <b>4. <math>P_C</math> и <math>D_C</math></b>
5. Счисляемые значения параметров нужны для расчета:	<b>1. Переносов ЛП</b> 2. полуосей эллипса 3. радиальной СКП 4. фигуры погрешности
6. Величина, показывающая на сколько смещается ЛП (изолиния) под действием СКП измерения параметра называется:	1. Фигура погрешности 2. доверительный интервал 3. трапеция погрешностей <b>4. СКП ЛП или изолинии</b>
7. СКП ЛП или изолинии рассчитывают по формуле:	1. $m_{лп} = m / \Delta n$ 2. $m_{лп} = 1/m$ <b>3. <math>m_{лп} = \pm m/g</math></b> 4. $m_{лп} = 1/m^2$
8. При ОМС по измерению двух НП вероятнейшим местом судна является точка пересечения:	<b>1. изолиний или ЛП</b> 2. высот и азимутов 3. меридианов и вертикалей 4. параллелей и альмукантаратов
9. Оценкой точности вероятнейшего места судна является:	1. гипербола <b>2. площадь фигуры погрешности</b> 3. линия параметра 4. локсодромия
10. Линия, по которой смещается судно при двух НП, под действием систематических погрешностей, называется:	1. Биссектриса внешнего угла 2. медиана внутреннего угла 3. апофема 4. высота

11. При использовании ЛП надо учитывать, что с увеличением переноса ЛП ее отклонение от изолинии:	1. Случайно 2. Уменьшается 3. Постоянно <b>4. Увеличивается</b>
12. Фигура погрешности места судна проводится около точки:	<b>1. Точки ВМС</b> 2. Линии широты 3. Линии меридиана 4. Линии биссектрисы

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

### Лекция 11. Оценка точности обсервации по двум навигационным параметрам.

Контрольный вопрос	Ответы
1. Для оценки точности места судна фигурой с разной величиной смещения по направлениям является:	<b>1. Эллипс.</b> 2. Ромб. 3. Квадрат. 4. Параллелограмм.
2. Простейшей фигурой оценки точности места судна является:	1. Эллипс. <b>2. Круг.</b> 3. Парабола. 4. Трапеция.
3. Фигурой, в пределах которой вероятность нахождения судна больше чем в любой другой фигуре такой же площади является:	1. Ромб. 2. круг. <b>3. Эллипс.</b> 4. Квадрат.
4. Простейшим приближенным способом получения эллипса погрешностей при измерении двух НП является:	1. Дифференциальный. 2. Графоаналитический. 3. Эвристический. <b>4. Графический.</b>
5. Точным аналитическим способом построения эллипса погрешностей при изменении двух НП является:	<b>1. Использование формул Апполония.</b> 2. Линейной алгебры. 3. Матричных уравнений. 4. Численных методов.
6. Исходными элементами для построения эллипса погрешностей являются:	1. $m_{лп}, \pm m, g$ ; 2. $m_{лп}, \Theta, r$ ; 3. $\Delta n, \tau, r$ ; 4. $P, m_{лп}, \Theta$ .
7. Для табличного расчета эллипса погрешностей по МТ-2000 используют исходные данные:	1. $\Delta n, \tau, r$ ; 2. $m_{лп}, \pm m, g$ ; <b>3. <math>m_{лп}, \Theta, r</math>;</b> 4. $P, m_{лп}, \Theta$ .
8. Вероятность нахождения места судна в пределах трапеции (ромба) погрешностей равна:	1. 0.39; 2. 0.95. 3. 0.683; <b>4. 0.47.</b>
9. Вероятность нахождения судна в пределах стандартного эллипса погрешностей равна:	<b>1. 0.39;</b> 2. 0.47; 3. 0.683; 4. 0.95.
10. Для получения эллипса погрешностей, удовлетворяющего требованиям ИМО полуоси обычного эллипса нужно увеличивать:	1. 3 раза <b>2. 2.5 раза</b> 3. 2 раза 4. 5 раз

11. Центр эллипса погрешности - это точка:	1. Счислимая, 2. Определяющая. <b>3. ВМС</b> 4. Опорная.
12. Точка в бесконечно малых окрестностях в которой вероятность нахождения места больше чем в любой другой точке с аналогичными окрестностями называют:	1. Счислимая точка, 2. обсервованное место судна, 3. обсервованная точка, <b>4. вероятнейшее место судна.</b>

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

**Лекция 12. Определение вероятнейших координат места судна, полученного по избыточным навигационным параметрам. Графоаналитическое и аналитическое решение задачи.**

Контрольный вопрос	Ответы
1. Избыточное число навигационных параметров позволяет:	<b>1. исключить влияние систематических погрешностей,</b> 2. упростить нахождение вероятнейшего места, 3. решить задачу графически, <b>4. уменьшить работу штурмана при ОМС.</b>
2. Использование избыточных ЛП позволяет:	1. сократить время обработки результатов измерений, <b>2. обнаружить промахи при ОМС,</b> 3. упростить нахождение вероятнейшего места судна, 4. применить аналитические расчеты погрешностей измерений.
3. При малой фигуре погрешностей вероятнейшее место судна находят:	1. штурманским приемом, 2. центрографическим способом, <b>3. в центре фигуры погрешностей,</b> 4. графическим способом.
<b>4.</b> При большой фигуре погрешностей вероятнейшее место судна при действии случайных погрешностей находят:	<b>1. разгоном треугольника,</b> 2. построением биссектрис, 3. с помощью таблиц МТ 2000, <b>4. центрографическим способом.</b>
5. При большой фигуре погрешностей вероятнейшее место судна при действии случайных погрешностей находят:	1. штурманским приемом, <b>2. методом биссектрис,</b> 3. разгоном треугольника, 4. табличным способом.
6. В большой фигуре погрешностей вероятнейшее место судна при действии систематических погрешностей находят:	1. центрографическим способом, 2. с помощью построения биссектрис, <b>3. по таблице МТ 2000,</b> 4. штурманским методом.
7. В большой фигуре погрешностей вероятнейшее место судна при действии систематических погрешностей находят:	1. штурманским приемом 2. счетнографическим методом <b>3. с помощью разгона треугольника</b> <b>4. по весам точек пересечения исходных ЛП</b>
8. . Вероятное место судна при действии систематических погрешностей находится внутри фигуры погрешностей если ориентиры расположены:	1. в одной половине горизонта, 2. на одной линии, 3. на одинаковом расстоянии от места судна, <b>4. равномерно по всему горизонту.</b>
9. Вероятное место судна при действии систематических погрешностей находится вне фигуры погрешностей, если ориентиры расположены:	1. равномерно по всему горизонту, 2. на разных расстояниях от места судна, 3. на одной линии, <b>4. 4. в одной половине горизонта.</b>
10. Центром эллипса погрешностей является:	1. исходная точка прокладки ЛП, 2. точка наиболее тяжелой ЛП,

	<b>3. вероятнейшее место судна,</b> 4. точка пересечения первой и последней ЛП серии.
11. Центром радиальной СКП места судна является:	1. исходная точка прокладки ЛП, <b>2. вероятное место судна,</b> 3. точка наиболее тяжелой ЛП, 4. точка пересечения первой и последней ЛП серии.
12. При оценке точности места графическо-аналитическим способом полигон весов строят для:	<b>1. получения величины <math>P_{\max} - P_{\min}</math>,</b> 2. получения векторной суммы весов исходных ЛП, 3. получения векторных ошибок места судна, 4. вычисления погрешностей места по меридиану.

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

### Лекция 13 Оценка точности вероятнейших координат места судна, полученного по избыточным навигационным параметрам.

Контрольный вопрос	Ответы
1. При оценке точности места графическо-аналитическим способом полигон весов строят для:	<b>1. получения направления большой полуоси эллипса,</b> 2. получения векторной суммы весов исходных ЛП, 3. получения векторных ошибок места судна, 4. вычисления погрешностей места по меридиану.
2. При аналитических расчетах ОМС используют математический метод:	1. математического анализа, 2. интегрирования, 3. погрешностей минимизации, <b>4. наименьших квадратов.</b>
3. Преобразование исходных уравнений ЛП в нормальные уравнения необходимо:	1. для уменьшения фигуры погрешности, 2. для упрощения погрешностей, <b>3. для получения уравнений эквивал. ЛП,</b> 4. для расчета радиальной ЛП места.
4. При аналитических расчетах ОМС всю информацию исходных ЛП заменяет:	1. векторная сумма погрешностей ЛП, <b>2. уравнения эквивалентных ЛП,</b> 3. суммирование векторных ошибок, 4. координаты опорной точки.
5. Полуоси эллипса погрешностей называют также эквивалентным ЛП потому что:	<b>1. они равноценны по объему информации всех исходных ЛП,</b> 2. они взаимно перпендикулярны, 3. они показывают расстояние места судна по направлениям, 4. они позволяют рассчитать радиальную СКП места
6. Векторная сумма абсолютных весов, исходящих ЛП по двойным величинам их углов к N называется:	1. графическая минимизация векторных погрешностей, <b>2. полигон весов,</b> <b>3. интегральная величина векторных погрешностей,</b> 4. квадратичный полигон.
7. Аналитическое доказательство соответствия данной точки вероятнейшему месту судна имеет вид:	1. $\sum P_i = 1$ ; 2. $\sum P_i d = 1$ ; 3. $\sum P_i \Delta \lambda = 0$ ; <b>4. <math>\sum P_i \cdot d_i = 0</math>.</b>
8. Величины $P_{\max}$ и $P_{\min}$ это:	1. величины суммы и разности исходных ЛП, <b>2. веса полуосей эллипса погрешностей,</b> 3. вес наиболее и наименее точных ЛП в группе, 4. характеристики точности места по меридиану и параллели.
9. Направление большой полуоси эллипса погрешностей к $N_i$ при графоаналитическом решении задачи получают:	1. Штурманским приемом. <b>2. Из полигона весов.</b> 3. Центрографическим способом. 4. Глазомерно.
10. Величины $P_{\max}$ и $P_{\min}$ рассчитывают для вычисления:	1. величины суммы и разности исходных ЛП, 2. вес наиболее и наименее точных ЛП в группе,

	<b>3. полуосей эллипса погрешностей,</b> 4. характеристики точности места по меридиану и параллели.
11. Уравнения нормальных ЛП при учете равнооточных и разновесных измерений НП отличаются:	1. Вычислением $R_{min}$ . 2. Расчетом $R_{max}$ . <b>3. Учетом <math>R_i</math>.</b> 4. Величиной полуосей.
12. При аналитическом решении задачи направление $\beta$ рассчитывают вычислением:	<b>1. Угла <math>\alpha</math>.</b> 2. Схождения меридианов. 3. Ортодромической поправки. 4. Редукции.

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

**Лекция 14. Математические основы определения вероятнейших координат места судна при автоматизированном судовождении с применением вычислительной техники. Построение и использование МГТО. Оценка навигационной безопасности плавания.**

Контрольный вопрос	Ответы
1. Главное преимущество ОМС при избыточном числе НП:	<b>1. Возможность исключить систематические погрешности.</b> 2. Уточнение случайных погрешностей. 3. Расчеты пути судна. 4. Точное счисление.
2. В большой фигуре погрешности ВМС находят по биссектрисам при:	1. Случайных погрешностях НП. <b>2. Систематических погрешностях НП.</b> 3. Измерениях двух НП. 4. Избытке НП.
3. При преобладании систематических погрешностей НП ВМС получают в пересечении:	1. Изолиний. 2. Антимедиан. <b>3. Биссектрис внешних углов между ЛП.</b> 4. Медиан.
4. Место судна свободное от действия систематических погрешностей построения:	1. Медиан. 2. Антимедиан. 3. Гипербол. <b>4. Биссектрис внешних углов.</b>
5. ВМС при случайных погрешностях измерений НП и большой фигуре погрешности дает точка:	<b>1. Внутри фигуры погрешности.</b> 2. Вне фигуры. 3. Пересечения медиан. 4. Пересечения изолиний.
6. При ОМС с избытком НП учитывают:	1. Смещения и углы пересечения ЛП. <b>2. Веса и углы пересечения ЛП.</b> 3. Переносы и веса ЛП. 4. Переносы и смещения ЛП.
7. Относительные веса ЛП используют при решении задачи ОМС:	1. Графическим способом. 2. Центрографическим методом. 3. Штурманским приемом. 4. Аналитическим способом.
8. Выбранной точка соответствует ВМС, если векторная сумма взвешенных перпендикуляров к ЛП равна:	1) $\infty$ . 2) 1. 3) $45^\circ$ . <b>4) 0.</b>
9. ВМС при ценро-графическом методе получают по:	<b>1. Весам точек пересечения ЛП.</b> 2. Весам исходных ЛП. 3. Относительным весам ЛП. 4. Величинам переносов ЛП.



10. При центо-графическом методе промежуточные точки располагаю ближе к более тяжелым точкам	1. Пропорционально их весам. <b>2. Обратно пропорционально весам.</b> 3. Равномерно. 4. Квадратично
11. $P_{\max}$ и $P_{\min}$ - это:	1. Наибольший и наименьший вес. 2. Веса меридианов. <b>3. Веса полуосей эллипса.</b> 4. Веса параллелей.
12. Эквивалентные линии положения (ЭЛП) это:	1. Высоты и альмукантараты. 2. Локсодромии и ортодромии. 3. Меридианы и параллели. <b>4. Полуоси эллипса погрешностей.</b>

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

**Тесты для контроля уровня остаточных знаний по теме ПЗ №1 Курс МОС. Современные требования по решению задач ОМС. Сферические треугольники и их решение. Расчеты точности измерений.**

Контрольный вопрос	Ответы
1. Погрешности измерений величина и знак, которых в каждом измерении имеют свою величину, называются:	1. Случайные. 2. Систематические 3. Произвольные 4. Промахи
2. Погрешности измерений величин и знак, которых в каждом измерении одинаковы называются:	1. Смежными. 2. Систематическими. 3. Грубыми. 4. Закономерными.
3. Погрешность измерений величины, которых выходит за пределы точности данных измерений называется:	1. Незакономерными. 2. Смежными. <b>3. Промахами.</b> 4. Систематическими.
4. В судовождении случайные погрешности измерений подчиняются следующему закону распределения случайных величин:	1. Равномерному. 2. Круговому. 3. Случайному. <b>4. Нормальному.</b>
5. Основной характеристикой случайных величин является:	1. Средняя величина. 2. Вероятная середина. 3. Мода. <b>4. СКП.</b>
6. Случайные погрешности навигационных параметров могут оцениваться:	1. Теоретически. 2. Стохастически. <b>3. Статистически.</b> 4. Практически.
7. Расчета СКП методом внутренней сходимости называют формулой:	1. Ландау. <b>2. Бесселя.</b> 3. Ферми. 4. Монте-Карло
8. Расчет СКП случайной погрешности измерений по предельным величинам ряда измерений называется методом:	<b>1. Размаха.</b> 2. Внутренней сходимости 3. Численным 4. Интегральным.
9. Вероятность СКП случайной погрешности измерений в судовождении считают равной:	1. 0.394; <b>2. 0.683;</b> 3. 0.997; 4. 1.00.

10. Вероятность предельной погрешности случайной величины навигационных параметров принимают равной:	1. 0.394; 2. 0.683; <b>3. 0.997;</b> 4. 1.00.
11. Расчет СКП отдельного измерения выполняется по формулам:	1. Стьюдента. 2. Кларка. 3. Пирсона. <b>4. Бесселя.</b>
12. Величина наиболее близкая к истинному значению измеренного параметра называется:	1. $a_{вер}$ ; 2. $a_{пром}$ ; 3. $a_{окр}$ ; 4. $a_{пред}$ .

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

**Тесты для контроля уровня остаточных знаний по теме ПЗ №2 Базисные принципы МОС. Форма и размеры земли. Математические модели Земли и их параметры. Расчеты точности измерений.**

Контрольный вопрос	Ответы
1. Для оценки точности измерений навигационного параметра необходима серия измерений этих величин, которые:	<b>1. Равноточные.</b> 2. Равномерные. 3. Равнозначные. 4. Истинные.
2. СКП средней математической величины, данной серии измерений точнее СКП отдельного измерения в:	1. n раз, <b>2. <math>\sqrt{n}</math> раз,</b> 3. (n-1) раз, 4. n! Раз
3. Характеристикой группы неравноточных измерений считают такую ее величину:	1. Модальную. 2. Статистическую. <b>3. Средне взвешенную.</b> 4. Медианную.
4. Для оценки вероятностей и интервалов отклонения СКП измерений в зависимости от их количества используют таблицы распределения:	<b>1. Стьюдента.</b> 2. Пирсона. 3. Бесселя 4. Кларка.
5. Для оценки вероятности и интервалов отклонений среднего значения случайной величины, в зависимости от их количества, используют таблицы распределения:	<b>1. Пирсона.</b> 2. Стьюдента. 3. Бесселя 4. Кларка
6. Случайные погрешности измерения навигационных параметров, подчиненных нормальному закону распределения случайных величин, характерны следующие соотношения их положительных и отрицательных значений	1. Зависимо от их величин <b>2. Одинаковые</b> 3. Зависимо от их числа 4. Зависимо от способа изменений
7. Случайные погрешности измерения навигационных параметров, подчиненных нормальному закону распределения случайных величин, следующие соотношения их величин:	1. Все погрешности равновероятны 2. Большие погрешности более вероятны <b>3. Малые погрешности более вероятны</b> 4. Любые погрешности более вероятны
8. Критерий точности единичного измерения параметра обозначается:	1) $m_{вер}$ . 2) $m_o$ ; 3) $m_{ср}$ ; <b>4) m;</b>
9. Критерий точности средней величины серии равновесных измерений обозначается:	1) $m_o$ ; 2) m; 3) $m_{ср}$ ; 4) $m_{вер}$

10. Критерий точности средней величины серии разновесных измерений обозначается:	1) $m_0$ ; 2) $m_1$ ; 3) $m_{cp}$ ; 4) $m_{вер}$
11. В серии разновесных измерений критерий точности величины единичного измерения обозначается:	1) $m_1$ ; 2) $m_0$ ; 3) $m_{cp}$ ; 4) $m_{вер}$
12. Величина отклонения измеренного значения равноточного значения параметра обозначается:	1) $v_i = a_i - a_0$ ; 2) $v_i = a_i - a_{вер}$ ; 3) $v_i = a_i - a_{пром}$ ; 4) $v_i = a_i - a_{окр}$

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

**Тесты для контроля уровня остаточных знаний по теме ПЗ №3 Системы координат в судовождении. Счет направлений, расстояний и скоростей судна на земной поверхности. Расчеты точности измерений.**

Контрольный вопрос	Ответы
1. Приведение $OC_i$ к одному моменту учитывает между измерениями:	1) <b>Движение Земли.</b> 2) Движение судна. 3) разные места судна; 4) скорость судна;
2. Приведение $OC_i$ к одному зениту учитывает при измерениях:	1) скорость судна; 2) <b>разные места судна;</b> 3) курс судна; 4) направление движения.
3. Приведение $OC_i$ к одному моменту обозначается:	1) $\Delta h_T$ ; 2) $\Delta h_z$ ; 3) $\Delta h$ ; 4) $\Delta h_{общ}$ .
4. Приведение $OC_i$ к одному зениту обозначается:	1) $\Delta h_{общ}$ ; 2) $\Delta h_T$ ; 3) $\Delta h$ ; 4) <b><math>\Delta h_z</math>;</b>
5. Что является критерием равной точности измерений навигационного параметра?	1) <b>равенство весов измерений;</b> 2) равенство отклонений измерений; 3) равенство числа измерений; 4) равенство величин измерений.
6. Вес измерения в серии зависит от чего?	1) Величины серии. 2) <b>Точности.</b> 3) Способа измерений. 4) Способа расчета.
7. Прямая линейной регрессии показывает:	1) $\sum v_i^2 = 0$ ; 2) $\sum v_i = \min$ ; 3) <b><math>\sum v_i^2 = \min</math>;</b> 4) $\sum p \cdot v_i^2 = \min$ .
8. Коэффициент коррекции случайных величин показывает функциональную зависимость между ними при его величине:	1) 0.2; 2) 0.8; 3) 0.5; 4) <b>1.0.</b>
9. Коэффициент корреляции случайных величин показывает слабую зависимость между ними при его величине:	1. <b>0.2;</b> 2. 0.6; 3. 0.8; 4. 1.0.

10. Коэффициент корреляции случайных величин показывает отсутствие зависимости между ними при его величине:	1. 0.3; <b>2. 0.0;</b> 3. 0.7; 4. 1.0.
11. Метод наименьших квадратов определяет:	<b>1) <math>\sum v_i^2 = \min</math>;</b> 2) $\sum v_i = \min$ ; 3) $\sum v_i^2 = 0$ ; 4) $\sum p \cdot v_i^2 = \min$ .
12. Величина наиболее близкая к вероятному значению измеренного параметра называется:	<b>1. <math>a_0</math>;</b> 2. $a_{\text{пром}}$ ; 3. $a_{\text{окр}}$ ; 4. $a_{\text{пред}}$ .

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

**Тесты для контроля уровня остаточных знаний по теме ПЗ №4 Основы картографии, картографические проекции, расчет и использование морских карт.**

Контрольный вопрос	Ответы
1. КГМТУ готовит судоводителей для работы по национальным требованиям:	1. КТМ РФ. 2. ГОСТ. 3. МКУБ. <b>4. ФГОС.</b>
2. Главным навигационным пособием по изучению курса МОС являются:	1. ИМО 2. Навигационные карты. <b>3. Таблицы МТ-2000.</b> 4. Морские лоции
3. Какой этап, развития методов решения задач судовождения происходит сейчас в мировом морском флоте.	1. Автоматизации. <b>2. Математизации.</b> 3. Интенсификации. 4. Информатизации
4. Сферический треугольник, у которого одна сторона равна 90, ° называется:	<b>1. Четвертным.</b> 2. Прямоугольным. 3. Прямоугольным. 4. Левосторонним.
5. Сферический треугольник, у которого все стороны малы, а углы конечны называется:	1. Равносторонним. 2. Элементарным. <b>3. Плоским.</b> 4. Прямоугольным.
6. Угол между отвесной линией в данной точке и плоскостью экватора Земли - это:	<b>1. Широта.</b> 2. Долгота. 3. Миля. 4. Высота.
7. Двухгранный угол между меридианом Гринвича меридианом данной точки это:	1. Миля. <b>2. Долгота.</b> 3. Широта. 4. Высота.
8. Форму и размеры Земли в судовождении надо знать для решения задач	<b>1. Глобальных.</b> 2. Космических. 3. Геодезических. 4. Континентальных.
9. Точные величины морских единиц длины и скорости, их перевод содержит:	1. СОЛАС 2. ПДМНВ <b>3. МТ-2000</b> 4. МКУБ

10. Последнее представление о формы Земли дает:	1. Эллипсоид <b>2. Апсоид</b> 3.Сфероид 4. Геоид
11. Графическое решение использует?	<b>1. Изолинии.</b> 2. Линии положения. 3. Локсодромии. 4. Ортодромии
12. Элементами ЛП являются:	1. $\Delta p$ и $\alpha$ ; 2. $\Delta p$ и $A$ ; 3. $\Delta p$ и $\beta$ ; <b>4. <math>\Delta p</math> и <math>\tau</math>.</b>

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

**Тесты для контроля уровня остаточных знаний по теме ПЗ №5 Счисление координат судна. Оценка точности счисления.**

Контрольный вопрос	Ответы
1. Учет движения судна по внутрисудовым датчикам курса и скорости называется:	1. Перемещением. 2. Движением. 3. Расчетом пути. <b>4. Счислением.</b>
2. Графические построения для учета перемещения судна по курсу и скорости судна называется:	1. Навигация 2. Картография. <b>3. Графическое счисление.</b> 4. Лоцманская проводка.
3. Расчеты для учета перемещения судна по курсу и скорости судна называется:	1. Навигация. <b>2. Аналитическое счисление.</b> 3. Расчет пути 4. Проводка судна.
4. Графические построения для получения конечной точки судна по заданному курсу и скорости называется задачей счисления:	<b>1. Прямой.</b> 2. Обратной. 3. Последовательной. 4. Окончательной
5. Задача счисления, в которой графически по курсу и скорости определяют координаты конечной точки, называется:	1. Окончательной 2. Обратной. <b>3. Прямой.</b> 4. Дифференциальной.
6. Задача счисления, в которой по координатам заданных точек графически определяют курс и время плавания, называется:	<b>1. Обратной</b> 2. Прямой. 3. Последовательной. 4. Окончательной
7. Задача счисления, в которой по координатам заданных точек расчетами определяют курс и время плавания, называется:	1. Аналитической. <b>2. Обратной.</b> 3. Прямой. 4. Начальной.
8. Оценку точности отклонения судна от линии курса учитывают по СКП:	<b>1. Курса.</b> 2. Скорости. 3. Времени. 4. Измерителя.
9. Оценку точности отклонения судна вдоль линии курса учитывают по СКП:	1. Курса 2. Времени <b>3. Скорости</b> 4. Транспортира.

10. Аналитический расчет пройденного между точками расстояния дает формула:	1. $S = \sqrt{PШ^2 + OTШ^2}$ 2. $S = \sqrt{PШ^2 + PД^2}$ 3. $S = PШ \cdot \text{tg } K$ 4. $S = PД \cdot \text{Ctg } K$
11. Точный учет смещения судна под действием погрешностей K и S дает:	1. <b>Эллипс.</b> 2. Круг. 3. Квадрат. 4. Ромб.
12. ИМО рекомендует для оценки точности места судна использовать:	1. Ромб. 2. Эллипс. 3. Квадрат. 4. <b>Круг.</b>

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

**Тесты для контроля уровня остаточных знаний по теме ПЗ №10-11. Определение ВМС и оценка его точности при избытке НП**

Курсант группы СВ - \_\_\_\_\_

Контрольный вопрос	Ответы
1. Главное преимущество ОМС при избыточном числе НП:	1. <b>Возможность исключить систематические погрешности.</b> 2. Уточнение случайных погрешностей. 3. Расчеты пути судна. 4. Точное счисление.
2. В большой фигуре погрешности ВМС находят по биссектрисам при:	1. Случайных погрешностях НП. 2. <b>Систематических погрешностях НП.</b> 3. Измерениях двух НП. 4. Избытке НП.
3. При преобладании систематических погрешностей НП ВМС получают в пересечении:	1. Изолиний. 2. Антимедиан. 3. <b>Биссектрис внешних углов между ЛП.</b> 4. Медиан.
4. Место судна свободное от действия систематических погрешностей построения:	1. Медиан. 2. Антимедиан. 3. Гипербол. 4. <b>Биссектрис внешних углов.</b>
5. ВМС при случайных погрешностях измерений НП и большой фигуре погрешности дает точка:	1. <b>Внутри фигуры погрешности.</b> 2. Вне фигуры. 3. Пересечения медиан. 4. Пересечения изолиний.
6. При ОМС с избытком НП учитывают:	1. Смещения и углы пересечения ЛП. 2. Веса и углы пересечения ЛП. 3. Переносы и веса ЛП. 4. Переносы и смещения ЛП.
7. Относительные веса ЛП используют при решении задачи ОМС:	1. Графическим способом. 2. <b>Центрографическим</b> методом. 3. Штурманским приемом. 4. Аналитическим способом.
8. Выбранной точка соответствует ВМС, если векторная сумма взвешенных перпендикуляров к ЛП равна:	1) $\infty$ . 2) 1. 3) $45^\circ$ . 4) <b>0.</b>
9. ВМС при ценро-графическом методе получают по:	1. <b>Весам точек пересечения ЛП.</b> 2. Весам исходных ЛП. 3. Относительным весам ЛП. 4. Величинам переносов ЛП.

10. При центо-графическом методе промежуточные точки располагаю ближе к более тяжелым точкам	1. Пропорционально их весам. <b>2. Обратно пропорционально весам.</b> 3. Равномерно. 4. Квадратично
11. $P_{\max}$ и $P_{\min}$ - это:	1. Наибольший и наименьший вес. 2. Веса меридианов. <b>3. Веса полуосей эллипса.</b> 4. Веса параллелей.
12. Эквивалентные линии положения (ЭЛП) это:	1. Высоты и альмукантараты. 2. Локсодромии и ортодромии. 3. Меридианы и параллели. <b>4. Полуоси эллипса погрешностей.</b>

Тестирование «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. Подпись \_\_\_\_\_

Вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
№ ответа												

### Критерии оценивания

Оценивание текущего тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

Тест считается пройденным (оценка «зачтено») при общей оценке 75%.

Количество попыток прохождения теста и время на его прохождение – неограниченно.

### Защита расчетно-графической работы

Обучающиеся выполняют расчетно-графические работы (РГР) на практических занятиях под руководством преподавателя и в часы, отведенные для самостоятельной работы в рамках каждой темы.

Выполненные РГР оформляются в соответствии с требованиями, изложенными в учебных пособиях (практикумах) и сдаются на проверку преподавателю.

Тематика РГР формулируется программой проведения практических занятий согласно требований рабочей программы данной учебной дисциплины.

### Критерии оценивания

Оценивание каждого расчетного задания осуществляется по системе «зачтено» и «не зачтено».

В процессе оценивания учитываются отдельные критерии и их «весомость».

Критериями оценки	Весомость в %
– выполнение всех пунктов задания	до 30%
– проведение расчетов в соответствии с изложенной методикой	до 30%
– получение корректных результатов расчета	до 20%
– качественное оформление расчётной и графической частей	до 5%
– корректные ответы на вопросы по сути расчетов и работы устройств	до 5%

Оценка «зачтено» выставляется, если набрано 75%.

## Перечень контрольных вопросов, задаваемых при защите отчетов по практическим работам

### Практическая работа № 1. Оценка точности равноточных и разновесных навигационных измерений

Контрольный вопрос
1. вероятнейшие значения навигационного параметра;
2. СКП единичного измерения;
3. предельную погрешность единичного измерения;
4. СКП вероятнейшего значения;
5. вес каждого измерения.
6. вероятнейшее значение измеренного параметра.
7. СКП единицы веса.

### Практическая работа № 2. Расчеты точности навигационных параметров, изменяющихся во времени

Контрольный вопрос
1. Привести $OC_i$ к одному зениту и моменту времени.
Определить:
2. вероятнейшее значение отсчета высоты светила;
3. СКП единичного измерения двумя способами;
4. предельную погрешность единичного измерения;
5. доверительный интервал накрывающий истинное значение СКП единичного значения с надёжностью (вероятностью) 0,90.
6. надёжность <input type="checkbox"/> определения СКП для доверительного интервала в 0,5 единицу измеряемого параметра ( $\pm 0,5'$ )
7. СКП вероятнейшего значения;
8. предельную погрешность вероятнейшего значения измеренной величины и доверительный интервал, накрывающий истинное значение измеряемой величины с надёжностью (вероятностью) 0,95;
9. надёжность <input type="checkbox"/> для доверительного интервала в одну единицу измеряемого параметра ( $\pm 1'$ ).

### Практическая работа № 3. Обработка статистических данных методом линейной корреляции

Контрольный вопрос
Рассчитать
1. вероятнейшие значения измеренных величин;
2. коэффициент корреляции между пеленгами;
3. составить уравнение линейной регрессии, построить график;
4. СКП каждого навигационного параметра;
5. рассчитать вероятнейшее значение горизонтального угла <input type="checkbox"/>
6. рассчитать СКП вероятнейшего значения горизонтального угла <input type="checkbox"/>

### Практическая работа № 4. Расчет элементов земного сфероида. Построение сетки промыслового планшета

Контрольный вопрос
1. для широты <input type="checkbox"/> рассчитать плоские прямоугольные координаты $x$ и $y$ на меридиональном сечении;
2. для широты <input type="checkbox"/> рассчитать радиусы кривизны меридионального $M$ и нормального $N$ сечений и средний радиус кривизны $R$ ;
3. рассчитать длины дуг меридианов и параллелей, заключённых между широтами и долготами, указанными в задании;
4. для обеих широт рассчитать длину морской мили для сфероида Красовского и сфероида автора указанного в задании;
5. рассчитать сферическое схождение меридианов;



### **Практическая работа № 5. Счисление координат судна. Оценка точности счисления**

Контрольный вопрос
1. Определить место судна по времени перехода заданным курсом и скоростью.
2. Оценить точность счислимого места судна, учитывая погрешности курса и скорости
3. Построить эллипс погрешности места судна с расчетом радиальной СКП
4. Снять с карты направление движения и пройденное расстояние при решении обратной задачи счисления.
5. Проверить аналитическими расчетами графические построения.

### **Практическая работа № 6. Навигационная информация и ее элементы. Навигационные параметры, их изолинии. ОМС методом изолиний**

Контрольный вопрос
1. Что такое навигационная информация?
2. Где формируется навигационная информация?
3. Что такое навигационный сигнал?
4. Какие требования предъявляются к навигационному сигналу?
5. Какие виды навигационного пространства применяют в судовождении?
6. Навигационные параметры и их изолинии.

### **Практическая работа № 7. Градиенты навигационных параметров. Изолинии и линии положения (ЛП), их использование при определении места судна**

Контрольный вопрос
1. Градиенты изолинии различных навигационных параметров.
2. Модули градиентов различных изолиний: пеленга, дистанции, горизонтального угла, вертикального угла, высоты светила, разности дистанций, сетки изолиний.
3. Навигационные параметры и их изолинии на плоскости и сфере.
4. ОМС методом изолиний.

### **Практическая работа № 8. Определение координат судна по измерениям двух навигационных параметров. Графическое, графоаналитическое и аналитическое решение**

Контрольный вопрос
1. ОМС с помощью изолиний. Достоинства и недостатки.
2. Рассчитать аналитически на плоскости и для контроля снять с карты Пс и Дс обоих ориентиров;
3. Рассчитать градиенты изолиний и их направления;
4. Рассчитать элементы ЛП;
5. Построить на бланке и карте ЛП и снять с бланка и карты обсервованные координаты;

### **Практическая работа № 9. Эллиптическая и радиальная погрешность места судна. Оценка точности обсервации по двум навигационным параметрам**

Контрольный вопрос
1. Графически рассчитать смещения ЛП и с их учетом снять с бланка полуоси эллипса погрешностей и их направление;
2. Графически определить тремя способами и построить на бланке радиальную СКП места судна.
3. Аналитически рассчитать смещения ЛП и с их учетом снять с бланка полуоси эллипса погрешностей и их направление;
4. Аналитически определить тремя способами и построить на бланке радиальную СКП места судна.

**Практическая работа № 10. Определение вероятнейших координат места судна, полученного по избыточным навигационным параметрам. Графоаналитическое и аналитическое решение задачи**

Контрольный вопрос
1. Рассчитать аналитически на плоскости и для контроля снять с карты Пс и Дс ориентиров;
2. Рассчитать градиенты изолиний и их направления;
3. Рассчитать элементы ЛП всех трех ориентиров;
4. Построить на бланке ЛП для ОМС штурманским способом и снять с бланка и карты obserвованные координаты;
5. Построить на бланке ЛП для ОМС центрографическим способом и снять с бланка и карты obserвованные координаты;

**Практическая работа № 11. Оценка точности вероятнейших координат места судна, полученного по избыточным навигационным параметрам**

Контрольный вопрос
1. Рассчитать смещения и веса ЛП;
2. Составить таблицу аналитической обработки исходной информации и заполнить её по данным уравнений ЛП;
3. составить нормальные уравнения ЛП и рассчитать obserвованные координаты;
4. рассчитать все элементы эллипса погрешностей, показать его на бланке;
5. рассчитать и построить на бланке радиальную СКП места судна;
6. сравнить результаты графоаналитического аналитического решения задачи.

**Практическая работа № 12. Построение и использование МГТО. Оценка навигационной безопасности плавания**

Контрольный вопрос
1. Снять исходные данные для расчета МГТО.
2. Рассчитать точности ОМС всеми способами по маршруту.
3. Оценить навигационную безопасность плавания по маршруту.

### **2.3 Оценочные материалы для проведения промежуточного контроля**

#### **Защита курсового проекта (работы)**

##### **Критерии оценивания**

Оценивание осуществляется по четырёхбалльной системе.

Анализ результатов курсового проектирования проводится по следующим критериям:

##### **Содержание курсового проекта:**

- глубокая теоретическая проработка исследуемых вопросов на основе анализа нормативных источников;
- полнота раскрытия темы, правильное соотношение теоретического и фактического материала, связь теоретических положений с практикой;
- умелая систематизация данных в виде таблиц, графиков, схем с необходимым анализом, обобщением и выявлением результатов, проблем, тенденций в конкретной сфере;
- аргументированность, самостоятельность выводов, обоснованность предложений и рекомендаций;
- стиль изложения.

**Оформление пояснительной записки курсового проектирования:**

- отсутствие грамматических и стилистических ошибок;
- аккуратная сборка (брошюрование) пояснительной записки;
- оформление титульного листа, содержания работы, библиографического списка и приложений в соответствии с требованиями Положения о порядке оформления студенческих работ;
- правильно оформленные ссылки (сноски) при их наличии;
- своевременность представления руководителю.

**Оформление графической части:**

- соответствие оформления чертежей, схем, графиков (толщина линий, нанесение размеров, размеры форматов, рамок) требованиям стандартов ЕСКД;
- соответствие надписей (технические требования, таблицы) на чертежах требованиям ГОСТ 2.316-68;
- соответствие оформления основной надписи требованиям ГОСТ 2.104-68.

**Публичная защита курсового проекта:**

- содержательность выступления;
- наличие качественной мультимедийной презентации;
- способность выступающего увлечь аудиторию своей темой;
- правильные ответы на вопросы по теме курсовой работы.

**Уровень самостоятельности в процессе работы над курсовой работой:**

- способность курсанта к самостоятельному поиску разнообразной информации;
- умение курсанта делать собственные выводы, умозаключения в аналитической части курсовой работы.

Оценка «отлично» ставится курсанту, который в срок, в полном объеме и на высоком уровне выполнил курсовой проект. При защите и написании работы студент продемонстрировал вышеперечисленные навыки и умения. Тема, заявленная в работе, раскрыта полностью, все выводы курсанта подтверждены материалами исследования и расчетами. Отчет подготовлен в соответствии с предъявляемыми требованиями. Отзыв руководителя положительный.

Оценка «хорошо» ставится курсанту, который выполнил курсовую работу, но с незначительными замечаниями, был менее самостоятелен и инициативен. Тема работы раскрыта, но выводы носят поверхностный характер, практические материалы обработаны не полностью. Отзыв руководителя положительный.

Оценка «удовлетворительно» ставится курсанту, который допускал просчеты и ошибки в работе, не полностью раскрыл заявленную тему, делал поверхностные выводы, слабо продемонстрировал аналитические способности и навыки работы с теоретическими источниками. Отзыв руководителя с замечаниями.

Оценка «неудовлетворительно» ставится курсанту, который не выполнил курсовую работу, либо выполнил с грубыми нарушениями требований, не раскрыл заявленную тему, не выполнил практической части работы.

**Решение задач****Задача № 1. Оценка точности равнооточных и разновесных навигационных измерений**

Контрольный вопрос
1. вероятнейшие значения навигационного параметра;
2. СКП единичного измерения;
3. предельную погрешность единичного измерения;

4. СКП вероятнейшего значения;
5. вес каждого измерения.
6. вероятнейшее значение измеренного параметра.
7. СКП единицы веса.

**Задача № 2. Расчеты точности навигационных параметров, изменяющихся во времени**

Контрольный вопрос
Привести $OC_k$ одному зениту и моменту времени.
<b>Определить:</b>
1. вероятнейшее значение отсчета высоты светила;
2. СКП единичного измерения двумя способами;
3. предельную погрешность единичного измерения;
4. доверительный интервал накрывающий истинное значение СКП единичного значения с надёжностью (вероятностью) 0,90.
5. надёжность $\alpha$ определения СКП для доверительного интервала в 0,5 единицу измеряемого параметра ( $\pm 0,5'$ )
6. СКП вероятнейшего значения;
7. предельную погрешность вероятнейшего значения измеренной величины и доверительный интервал, накрывающий истинное значение измеряемой величины с надёжностью (вероятностью) 0,95;
8. надёжность $\alpha$ для доверительного интервала в одну единицу измеряемого параметра ( $\pm 1'$ ).

**Задача № 3. Обработка статистических данных методом линейной корреляции**

Контрольный вопрос
<b>Рассчитать:</b>
1. Вероятнейшие значения измеренных величин;
2. коэффициент корреляции между пеленгами;
3. составить уравнение линейной регрессии, построить график;
4. СКП каждого навигационного параметра;
5. рассчитать вероятнейшее значение горизонтального угла $\alpha$ ;
6. рассчитать СКП вероятнейшего значения горизонтального угла $\alpha$ .

**Задача № 4. Определение координат судна по измерениям двух навигационных параметров. Графическое, графоаналитическое и аналитическое решение. Эллиптическая и радиальная погрешность места судна**

Контрольный вопрос
1. ОМС с помощью изолиний. Достоинства и недостатки.
2. Рассчитать аналитически на плоскости и для контроля снять с карты $P_c$ и $D_c$ обеих ориентиров;
3. Рассчитать градиенты изолиний и их направления;
4. Рассчитать элементы ЛП;
5. Построить на бланке и карте ЛП и снять с бланка и карты обсервованные координаты;
6. Графически рассчитать смещения ЛП и с их учетом снять с бланка полуоси эллипса погрешностей и их направление;
7. Графически определить тремя способами и построить на бланке радиальную СКП места судна.
8. Аналитически рассчитать смещения ЛП и с их учетом снять с бланка полуоси эллипса погрешностей и их направление;
9. Аналитически определить тремя способами и построить на бланке радиальную СКП места судна.

**Задача № 5. Определение вероятнейших координат места судна полученного по избыточным навигационным параметрам. Графическое и графо аналитическим способом. Оценка точности вероятнейших координат места судна**

Контрольный вопрос
1. Рассчитать аналитически на плоскости и для контроля снять с карты Пс и Дс ориентиров;
2. Рассчитать градиенты изолиний и их направления;
3. Рассчитать элементы ЛП всех трех ориентиров;
4. Построить на бланке ЛП для ОМС штурманским способом и снять с бланка и карты обсервованные координаты;
5. Построить на бланке ЛП для ОМС центрографическим способом и снять с бланка и карты обсервованные координаты;
6. Рассчитать смещения и веса ЛП;
7. Составить таблицу аналитической обработки исходной информации и заполнить её по данным уравнений ЛП;
8. Составить нормальные уравнения ЛП и рассчитать обсервованные координаты;
9. Рассчитать все элементы эллипса погрешностей, показать его на бланке;
10. Рассчитать и построить на бланке радиальную СКП места судна;
11. Сравнить результаты графоаналитического аналитического решения задачи.

### Экзамен

Условием допуска к промежуточной аттестации является выполнение и защита (получение отметки «зачтено») по всем лабораторным и расчетно-графическим работам, прохождение всех тестов текущей аттестации с результатом не менее 75% по каждому.

Технология проведения экзамена – прохождение комплексного теста по всем изученным темам.

Тестовые задания комплектуются из вопросов текущего контроля. Задание содержит сто восемьдесят вопросов, в равной степени охватывающих весь материал. Время прохождения теста 60 минут.

### Критерии оценивания

Оценивание осуществляется по четырёхбалльной системе.

Оценивание промежуточного тестирования осуществляется по номинальной шкале – за правильный ответ к каждому заданию выставляется один балл, за не правильный – ноль. Общая оценка каждого теста осуществляется в отношении количества правильных ответов к общему числу вопросов в тесте (выражается в процентах).

В процентном соотношении оценки (по четырёхбалльной системе) выставляются в следующих диапазонах:

“неудовлетворительно”- менее 75%

“удовлетворительно”- 76%-85%

“хорошо”- 86%-92%

“отлично”- 93%-100%

### Перечень контрольных вопросов на экзамен

Контрольный вопрос
1. Основные этапы развития судовождения.
2. Фигура и размеры Земли: геоид, апиоид, равновеликая сфера.
3. Математические модели Земли: земной сфероид и референц-эллипсоиды.
4. Координаты точек на сфероиде, главные радиусы кривизны.
5. Длины дуг параллелей и меридианов.

6. Длина одной морской мили (одной минуты дуги меридиана).
7. Понятие о геодезической линии, прямая и обратная геодезическая задача.
8. Основные понятия и определения математической картографии.
9. Элементы общей теории искажений.
10. Координатные и картографические сетки.
11. Классификация картографических проекций.
12. Теория меркаторской проекции.
13. Построение меркаторской карты
14. Навигационный сигнал и навигационное пространство.
15. Навигационный параметр и методы его измерения.
16. ОМС как основа безопасности мореплавания по требованиям ПДМНВ-78 с поправками.
17. Погрешности измерения навигационных параметров, их причины и виды
18. Случайные погрешности измерения навигационных параметров, их свойства.
19. Характеристики точности случайных погрешностей навигационных параметров.
20. Расчеты точности навигационных параметров с доверительными интервалами и вероятностями.
21. Расчеты параметров неравноточных погрешностей измерений навигационных параметров.
22. Взаимосвязь навигационных параметров. Коэффициенты корреляции и уравнения регрессии.
23. Сферические треугольники и их свойства. Основные формулы сферической тригонометрии.
24. Решение сферических треугольников.
25. Навигационные параметры и их изолинии на плоскости и сфере.
26. Уравнение изолиний различных навигационных параметров.
27. ОМС с помощью изолиний. Достоинства и недостатки.
28. Градиенты изолинии различных навигационных параметров.
29. Модули градиентов различных изолиний.
30. Линия положения и ее уравнение.
31. Смещение и вес линии положения.
32. Способы определения места судна и оценки его точности.
33. Эллипс погрешностей места судна.
34. Способы построения эллипса погрешностей при ОМС по двум ЛП.
35. Радиальная средняя квадратическая погрешность места судна.
36. Вероятнейшее место судна в море.
37. Вероятнейшее место судна при систематических погрешностях.
38. Вероятнейшее место судна при случайных погрешностях.
39. Общий случай построения эллипса погрешностей.
40. Способы получения линий положения и определения места судна.
41. Аналитическое решение задачи ОМС по 2-м линиям положения.
42. Аналитическое решение задачи ОМС в общем случае.
43. Аналитические способы оценки точности места судна.
44. Точность числимо-обсервованных координат места судна и методы повышения их точности.

## Примеры решения типовых задач

### Задача № 1. Равноточные измерения.

В широте  $\varphi = 36.5^\circ\text{N}$  судно следует ИК =  $114^\circ$  со скоростью  $V = 16$  уз. Измерена серия 7 высот светила, азимут которого  $A=60,7^\circ \text{ SO}^{\text{st}}$ .

Моменты наблюдения  $T_i$  и отсчёты секстана  $OC_i$  приведены в таблице 7.

Таблица 7. Исходные данные задачи

$T_i$	$10^{\text{h}}57^{\text{m}}13^{\text{s}}$	10 57 58	10 58 48	10 59 35	11 00 27	11 01 10	11 02 02
$OC_i$	$29^\circ46,7'$	$55,5'$	$30^\circ04,8'$	$12,0'$	$20,8'$	$29,0'$	$39,5'$

#### Задание:

1. привести  $OC_i$  к одному зениту и моменту времени.

#### Рассчитать:

2. вероятнейшее значение высоты светила;
3. СКП единичного измерения двумя способами;
4. предельную погрешность единичного измерения;
5. доверительный интервал накрывающий истинное значение СКП единичного значения с надёжностью (вероятностью) 0,90.
6. надёжность  $\alpha$  определения СКП для доверительного интервала в 0,5 единицу измеряемого параметра ( $\pm 0,5'$ )
7. СКП вероятнейшего значения;
8. предельную погрешность вероятнейшего значения измеренной величины и доверительный интервал накрывающий истинное значение измеряемой величины с надёжностью (вероятностью) 0,95.
9. надёжность  $\alpha$  для доверительного интервала в одну единицу измеряемого параметра ( $\pm 1'$ ).

#### Решение:

Составляем расчётную таблицу 8, в первую колонку записываем моменты наблюдений, в пятую - отсчёты секстансов.

Таблица 8 - Расчеты промежуточных величин

	1	2	3	4	5	6	7	8
$i$	$T_i$	$\Delta T_i$	$\Delta T_i$	$\Delta h_T + \Delta h_z$	$OC_i$	$OC_{\text{пр}}$	$v_i$	$v_i^2$
1	$10^{\text{h}}57^{\text{m}}13^{\text{s}}$	$2^{\text{m}}22^{\text{s}}$	$2,37^{\text{m}}$	$25,5'$	$29^\circ46,7'$	$30^\circ12,2'$	-0.2	0.04
2	10 57 58	1 37	1.62	17.4	29 55.5	30 12.9	0.5	0.25
3	10 58 48	0 47	0.78	8.4	30 4.8	30 13.2	0.8	0.64
4	10 59 35	0 0	0.00	0.0	30 12.0	30 12.0	-0.4	0.16
5	11 0 27	0 -52	-0.87	-9.3	30 20.8	30 11.5	-0.9	0.81
6	11 1 10	-1 -35	-1.58	-17.1	30 29.0	30 11.9	-0.5	0.25
7	11 2 2	-2 -27	-2.45	-26.4	30 39.5	30 13.1	0.7	0.49
	$OC=30^\circ12,4' \pm 0,0$							$\sqrt{2,64}$

Выбираем момент времени  $T_0$  к которому будем приводить все измерения серии, чаще всего это или средний, или последний момент. Возьмём средний момент времени, в нашем случае четвёртый, т.е.  $T_0 = T_4$ .

Рассчитываем промежутки времени  $\Delta T_i$  между  $T_0$  и текущим моментом  $T_i$ ,  $\Delta T_i = T_0 - T_i$  и вносим результаты во вторую колонку. В третью колонку внесём те же промежутки  $\Delta T_i$ , но секунды выразим в десятых долях минуты.

Рассчитаем поправки для приведения высоты светила к одному моменту и к одному зениту:

из таблицы 17 МТ-75 по широте  $\varphi$  и азимуту на светило  $A$

$$\Delta h_T^{10} = +1,75'; \quad \Delta h_T^1 = 6 \cdot 1,75' = 10,50'.$$

Из таблицы 16 МТ-75(63) по скорости  $V = 16$  уз и  $KY = 119,3^\circ - 114^\circ = 5,3^\circ$

$$\Delta h_z^1 = +0,27.$$

Рассчитываем совместную поправку за 1 минуту:

$$\Delta h^1 = \Delta h_z^1 + \Delta h_T^1 = 10,77$$

Рассчитываем произведения  $\Delta h_i = \Delta T_i \Delta h^1$ , результаты вносим в четвёртую колонку.

В шестой колонке рассчитываем приведенные отсчёты секстана

$$OC_{np\ i} = \Delta h_i + OC_i$$

Находим вероятнейшее значение  $OC$  на  $T_0$  (четвёртый момент времени) – внизу колонки среднее арифметическое от  $OC_{np\ i}$ .

Рассчитываем СКП: (методом внутренней сходимости)

В последние две колонки вносим уклонения  $v_i$  и квадраты уклонений  $v_i^2$  соответственно. Внизу колонок находим сумму уклонений и сумму квадратов уклонений. По формуле (2) рассчитываем методом уклонений:

$$m = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}} = \sqrt{\frac{2,6}{7-1}} = \pm 0,66'$$

По формуле (5) рассчитываем методом размаха :

$$OC_{max} = 30^\circ 13,2' OC_{min} = 30^\circ 11,5' R = 1,7' k_n = 0,370m = k_n R = \pm 0,63'$$

Предельная погрешность единичного измерения  $m_{пред} = 3m = \pm 2,0'$

Находим доверительный интервал единичного измерения,

по известному количеству наблюдений  $n = 7$  и заданному в условии  $\alpha = 0,90$  из

**Ошибка! Источник ссылки не найден.** находим значение коэффициента  $\tau = 0,65$ .

$$\text{Рассчитываем } \varepsilon = \tau \cdot m = 0,65 \cdot 0,66' = \pm 0,44'$$

Находим  $m - \varepsilon = 0,22$  и  $m + \varepsilon = 1,1$  следовательно  $0,22 \leq m_{ист} \leq 1,1$ .

Рассчитываем надёжность  $\alpha$  для заданного доверительного интервала  $m \pm \varepsilon$ . В примере  $\varepsilon = 0,5'$ . Вычисляем  $\tau = \varepsilon / m = 0,75$  и обратным входом в таблицу 6 по  $n = 7$  измерениям и по известному  $\tau = 0,75$  получаем надёжность  $\alpha > 0,9$ .

Рассчитываем СКП вероятнейшего значения по формуле (6):

$$m_0 = \frac{m}{\sqrt{n}} = \frac{0,66'}{\sqrt{7}} = \pm 0,25'$$

Находим предельную погрешность вероятнейшего значения и доверительный интервал:

по известному количеству наблюдений  $n = 7$  и заданному в условии  $\alpha = 0,95$  из таблицы

5 находим значение коэффициента  $t = 2,45$ .

$$m_{0пред} = t m_0 = 2,45 \cdot 0,25' = 0,6', \text{ следовательно } 30^\circ 11,8' \leq OC_{ист} \leq 30^\circ 13,0'.$$

Рассчитываем надёжность  $\alpha$  для заданного  $m_{0пред} = \pm 1'$ , рассчитываем  $t = m_{0пред} / m_0 = 4$ .

Далее обратным входом в таблицу 5 по  $n = 7$  измерениям и по найденному  $t$  получаем надёжность  $\alpha > 0,99$ .



## Задача № 2. Неравноточные измерения.

Дано: серия из шести пеленгов (ИП) измеренных с разной точностью и соответствующие им СКП.

Таблица 3 - Исходная информация примера №2.

	1	2	3	4	5	6
ИП	315.6	315.4	316.2	316.1	316.2	315.6
$m_{\text{ип}}$	$\pm 0.4^\circ$	$\pm 0.7^\circ$	$\pm 1.2^\circ$	$\pm 0.8^\circ$	$\pm 0.6^\circ$	$\pm 0.9^\circ$

Определить:

1. Веса каждого измерения.
2. Вероятнейшее значение измеренного параметра.
3. СКП единицы веса.
4. СКП вероятнейшего значения и оценить его доверительной оценкой с надёжностью 0.99.

**Решение.**

1. Составляем расчётную таблицу:

- в первую колонку вносим серию измерений;
- во второй колонке записываем рассчитанные по формуле (8) веса измерений. При этом за коэффициент  $k$  принимаем квадрат значения наибольшего СКП  $m_{\text{ип}_{\text{max}}} = 1.2^\circ$  (третье измерение)  $k = (1.2)^2 = 1.44$ . Находим и записываем внизу сумму весов  $[p] = 21$
- в третьей колонке рассчитываем произведения квадратов уклонов  $v^2$  на соответствующие веса и находим сумму этих произведений  $[pvv] = 1.93$ ;

Таблица 4 - Оценка точности неравноточных измерений.

ИП	$p$	ИП· $p$	$v$	$pv^2$
315.6	9.0	2840.4	-0.2	0.27
315.4	2.9	926.9	-0.4	0.41
316.2	1.0	316.2	0.4	0.19
316.1	2.3	711.2	0.3	0.25
316.2	4.0	1264.8	0.4	0.76
315.6	1.8	561.1	-0.2	0.05
21.0		6620.6	$[pvv]$	1.93

2 Рассчитываем вероятнейшее значение по формуле (13).

$$P_{\text{вер}} = \frac{6620,6}{21,0} = 315,8^\circ$$

3. Рассчитываем СКП единицы веса по формуле (14):

$$m = \sqrt{\frac{[pvv]}{n-1}} = \sqrt{\frac{1.93}{6-1}} = \pm 0.62^\circ$$

4. Рассчитываем СКП и предельную погрешность вероятнейшего значения с заданной надёжностью по формулам (17) и (25):

$$m_0 = \frac{m}{\sqrt{[p]}} = \frac{0,62'}{\sqrt{21}} = \pm 0,01^\circ$$

при  $\alpha = 0,99$ , по таблице  $5t = 4.03$

$$m_{0\text{пред}} = 4.03 \cdot 0.01' = \pm 0.04^\circ$$

Истинное значение ИП<sub>ист</sub> находится в интервале от  $315,76^\circ$  до  $315,84^\circ$ .

**Задача № 3. Обработка статистических данных методами линейной корреляции.**

Дано: две серии пеленгов ИП<sub>1</sub>, ИП<sub>2</sub>.

ИП <sub>1</sub>	ИП <sub>2</sub> <sub>un<sub>1</sub></sub>
77.2	249.5
77.5	250
78.6	251.8
77.5	250
75.5	246.8
77.7	250.3
77.6	250.1
77.2	249.5

ИП <sub>1</sub>	77.2°	77.5°	78.6°	77.5°	75.5°	77.7°	77.6°	77.2°
ИП <sub>2</sub>	249.4°	251.4°	250.0°	250.5°	247.7°	249.2°	251.6°	247.6°

Найти:

1. вероятнейшие значения измеренных величин;
2. коэффициент корреляции между пеленгами;
3. составить уравнение линейной регрессии, построить график;
4. СКП каждого навигационного параметра;
5. рассчитать вероятнейшее значение горизонтального угла  $\alpha$ ;
6. рассчитать СКП вероятнейшего значения горизонтального угла  $\alpha$ .

Решение:

Составляем расчётную таблицу:

1. во вторую и восьмую колонку вводим ИП<sub>2</sub> и ИП<sub>1</sub> соответственно и рассчитываем вероятнейшее значение (среднее арифметическое) каждой величины;
2. в третьей и седьмой колонках рассчитываем соответствующие отклонения вышеперечисленных величин;  $V_{ип1} = \overline{ИП_1} - ИП_{i1}$  и  $V_{ип2} = \overline{ИП_2} - ИП_{i2}$
3. в четвёртой и шестой колонках квадраты отклонений;
4. в пятой их произведения;
5. внизу 4 – 6 колонок находим их суммы.

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>n</i>	ИП <sub>2</sub>	<i>vun</i> <sub>2</sub>	<i>v</i> <sup>2</sup> <i>un</i> <sub>2</sub>	<i>vun</i> <sub>2</sub> · <i>vun</i> <sub>1</sub>	<i>v</i> <sup>2</sup> <i>un</i> <sub>1</sub>	<i>vun</i> <sub>1</sub>	ИП <sub>1</sub>
1	249.4	0.2	0.04	0.02	0.01	0.1	77.2
2	251.4	-1.8	3.24	0.36	0.04	-0.2	77.5
3	250.0	-0.4	0.16	0.52	1.69	-1.3	78.6
4	250.5	-0.9	0.81	0.18	0.04	-0.2	77.5
5	247.7	1.9	3.61	3.42	3.24	1.8	75.5
6	249.2	0.4	0.16	-0.16	0.16	-0.4	77.7
7	251.6	-2	4	0.6	0.09	-0.3	77.6
8	247.6	2	4	0.2	0.01	0.1	77.2

$\overline{ИП_2}$  249.6     $\Sigma$  16.02    5.14    5.28     $\overline{ИП_1}$  77.3

1. По формуле находим коэффициент корреляции:

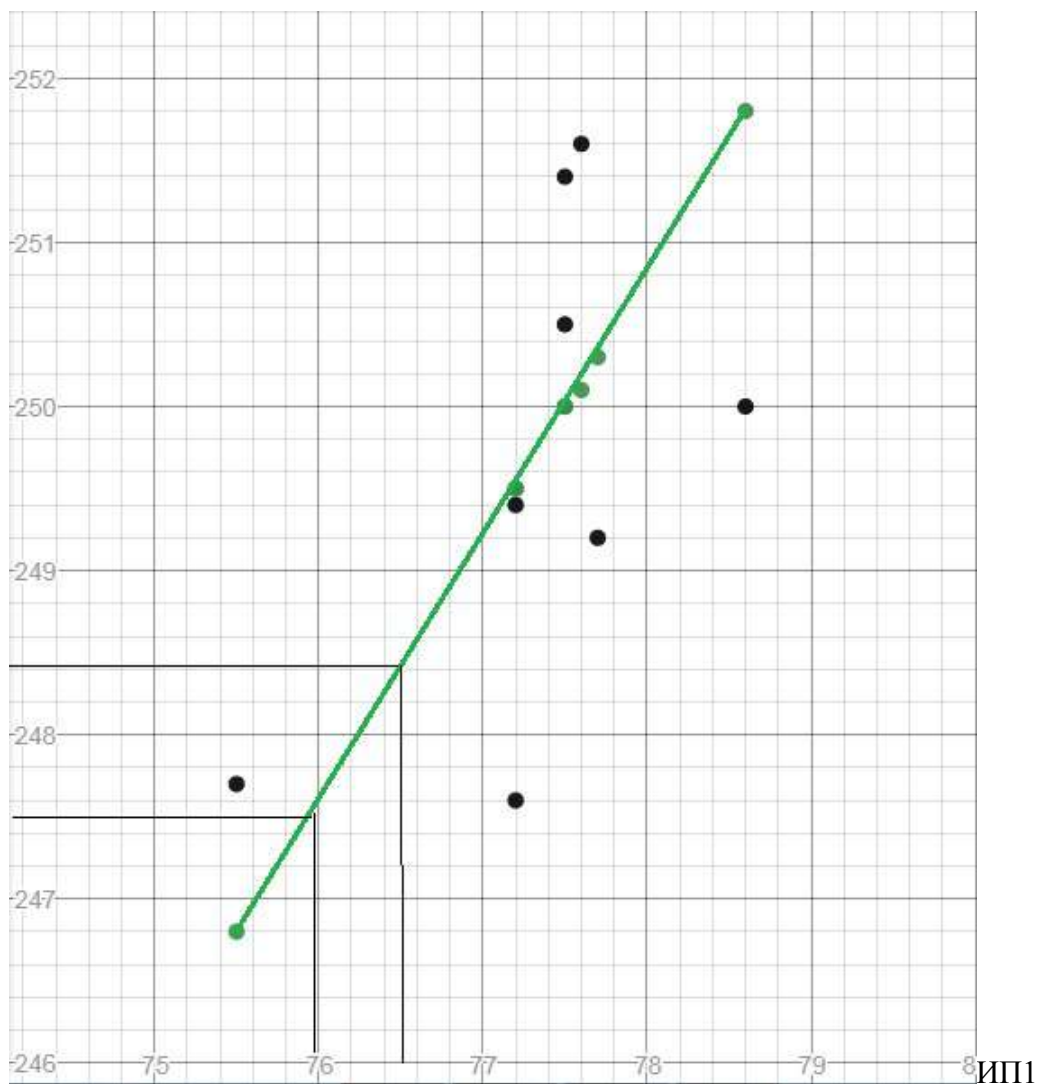
$$r = \frac{5.14}{\sqrt{5.28 \cdot 16.02}} = 0.55$$

2. Составляем уравнение линейной регрессии

$$ИП_{2_{ип1}} = 0.55 \cdot \frac{16.02}{5.28} (ИП_{1i} - \overline{ИП_1}) + \overline{ИП_2} =$$

$$= 1.6(ИП_{1i} - 77.3) + 249.6 = 1.6 \cdot ИП_{1i} - 123.7 + 249.6 = ИП_{2_{ип1}} = 1.6 \cdot ИП_{1i} + 125.9$$

Строим зависимость  $ИП_{2un_1}$  от  $ИП_1$  – зелёные точки (значения двух точек совпадают по этому точкам не 8, а 6) и зависимость  $ИП_2$  от  $ИП_1$  – черные точки.



Использование графика:

При  $ИП_1 = 76.5^\circ$ ,  $ИП_2 = 248.4^\circ \pm 1.5^\circ$

При  $ИП_2 = 247.5^\circ$ ,  $ИП_1 = 76^\circ \pm 0.85^\circ$

3. По формуле (9) рассчитываем СКП единичных значений

$$m_1 = \pm \sqrt{\frac{5.28}{8-1}} = \pm 0.85^\circ \quad m_2 = \pm \sqrt{\frac{16.02}{8-1}} = \pm 1.5^\circ$$

и формуле (13) СКП вероятнейших значений пеленгов

$$m_{0_1} = \frac{0.8}{\sqrt{8}} = \pm 0.2 \quad m_{0_1} = \frac{1.5}{\sqrt{8}} = \pm 0.5^\circ$$

4. Рассчитываем значение горизонтального угла  $\alpha$ .

$$\alpha = 249.6^\circ - 77.3^\circ = 172.3^\circ$$

5. Рассчитываем СКП горизонтального угла  $\alpha$

без учёта корреляционной зависимости:

$$m\alpha = \sqrt{0.2^2 + 0.5^2} = \pm 0.53^\circ$$

и с учётом корреляционной зависимости:

$$m\alpha = \sqrt{0.2^2 + 0.5^2 - 2 \cdot 0.7 \cdot 0.2 \cdot 0.5} = \pm 0.38^\circ$$

#### **Задача № 4. Определение места судна по измерению двух НП.**

Решить задачу ОМС и оценить точность полученного места судна по заданным условиям плавания и измерениям двух навигационных параметров.

##### **1. Графически определить:**

1.1 обсервованные координаты и невязку;

1.2 полуоси эллипса погрешностей и направление большой полуоси.

##### **2. Графо-аналитически определить:**

2.1 рассчитать аналитически на плоскости и для контроля снять с карты  $P_c$  и  $D_c$  обеих ориентиров;

2.2. рассчитать градиенты изолиний и их направления;

2.3 рассчитать элементы ЛП;

2.4 построить на бланке и карте ЛП и снять с бланка и карты обсервованные координаты;

2.5 рассчитать смещения ЛП и с их учетом построить на бланке фигуру погрешности места судна;

2.6 используя фигуру погрешности построить полуоси эллипса погрешностей и их направление;

2.7 используя таблицы 4.11 в МТ-2000 рассчитать элементы эллипса;

2.8 определить тремя способами и построить на бланке радиальную СКП места судна.

##### **3. Аналитически определить:**

3.1 по координатам ориентиров и счислимого места судна рассчитать  $P_c$  и  $D_c$  по формулам сферической тригонометрии:

3.2 рассчитать аналитически градиенты изолиний и их направления;

3.3 рассчитать элементы ЛП;

3.4 рассчитать обсервованные координаты;

3.5 рассчитать смещения ЛП и полуоси эллипса погрешностей двумя способами, построить эллипс погрешности на бланке;

3.6 рассчитать двумя способами и построить на бланке радиальную СКП места судна.

##### **4. Показать результаты решения задачи всеми тремя способами**

#### Задача №4 Определение места судна по двум ЛП.

Дано:

№№	Ориентиры	По	До мили	СКП По	СКП До	Счислимые координаты
1	Маяк Меганом	183		±2,0		$\varphi = 44^{\circ}00,0'N$
(39)	Мыс Аю-Даг		41		±1,5	$\lambda = 35^{\circ}00,0'E$

Решение:

##### 1. Графически

1.1 Сняли с карты в точке пересечения По и До

$$\varphi_0 = 44^{\circ}04,0'N = 44,067^{\circ}N$$

$$\lambda_0 = 35^{\circ}01,8'E = 35,03^{\circ}E$$

$$C = 19^{\circ}4,5'$$

1.2 Сместив изолинии на величины СКП По и СКП До в полученную фигуру погрешности вписывают эллипс и снимают его элементы:  $a=2,7'$ ,  $b=1,3'$ ,  $\beta_0=26,2^{\circ}$ .

##### 2. Графо-аналитически

2.1 Рассчитывают по формулам плоской и сферической тригонометрии счислимые значения пеленгов и дистанций, используя координаты ориентиров и счислимой точки.

Для контроля снимают с карты между ориентирами и счислимой точкой величины:

С карты:

$$P_{c1} = 184,1^{\circ}, \quad D_{c1} = 47,7', \quad P_{c2} = 140,0^{\circ}, \quad D_{c2} = 41'.$$

По расчетам:

$$P_{c1} = 184,3^{\circ}, \quad D_{c1} = 47,7', \quad P_{c2} = 140,0^{\circ}, \quad D_{c2} = 43'.$$

Счислимые координаты даны в исходных данных:

$$\varphi_c = 44^{\circ}N$$

$$\lambda_c = 35^{\circ}E$$

Снимаем координаты с Маяка Меганом:

$$\varphi_A = 44^{\circ}47,5' = 44,792^{\circ}N$$

$$\lambda_A = 35^{\circ}05,0' = 35,084^{\circ}E$$

Локсодромический пеленг с судна на ориентир:

$$tg P_{c1} = \frac{(\lambda_A - \lambda_c) \cos \varphi_{cp}}{\varphi_A - \varphi_c}$$

$$\varphi_{cp} = \frac{\varphi_c + \varphi_A}{2} = \frac{44,55 + 44,792}{2} = 44,671^{\circ}N$$

$$tg P_{c1} = \frac{(35,084^{\circ} - 35^{\circ}) \cos 44,671^{\circ}}{44,792^{\circ} - 44^{\circ}}$$

$$tg P_{c1} = 0,07578258$$

$$P_{c1} = arctg(0,07578258) = 4,3^{\circ}SW$$

$$P_{c1} = P_{c1} + 180^{\circ} = 4,3^{\circ} + 180^{\circ} = 184,3^{\circ}$$

Дистанция на плоскости:

$$D_{c1} = \sqrt{\Delta \varphi_c^2 + \Delta \lambda_c^2 \cos^2 \varphi_{cp}}$$

$$\Delta\varphi_c = \varphi_a - \varphi_c = 44,792 - 44 = 0,792^\circ$$

$$\Delta\lambda = \lambda_a - \lambda_c = 35,084 - 35 = 0,084^\circ$$

$$D_{c_1} = \sqrt{0,792^2 + 0,084^2 \cos^2 44,396} = 0,79427097^\circ$$

$$0,79427097 \cdot 60' = 37,8'$$

Снимаем координаты с Мыса Аю-Даг:

$$\varphi_A = 44^\circ 33,0' N = 44,55^\circ N$$

$$\lambda_A = 34^\circ 21,0' E = 34,35^\circ E$$

Локсодромический пеленг с судна на ориентир:

$$tg\Pi_{c_2} = \frac{(\lambda_A - \lambda_C) \cos \varphi_{cp}}{\varphi_A - \varphi_C}$$

$$\varphi_{cp} = \frac{\varphi_c + \varphi_a}{2} = \frac{44^\circ + 44,55^\circ}{2} = 44,275^\circ N$$

$$tg\Pi_{c_2} = \frac{(34,35^\circ - 35^\circ) \cos 44,275^\circ}{44,55^\circ - 44^\circ}$$

$$tg\Pi_{c_2} = -0,846178753$$

$$\Pi_{c_2} = arctg(-0,846178753) = -40^\circ = 40^\circ SE$$

$$\Pi_{c_2} = 180^\circ - \Pi_{c_2} = 180^\circ - 40^\circ = 166,5^\circ$$

Дистанция на плоскости:

$$D_{c_2} = \sqrt{\Delta\varphi_c^2 + \Delta\lambda_c^2 \cos^2 \varphi_{cp}}$$

$$\Delta\varphi_c = \varphi_a - \varphi_c = 44,55^\circ - 44^\circ = 0,55^\circ$$

$$\Delta\lambda = \lambda_a - \lambda_c = 34,35^\circ - 35^\circ = -0,65^\circ$$

$$D_{c_2} = \sqrt{0,55^2 + (-0,65)^2 \cos^2 44,275} = 0,720483^\circ$$

$$0,720483 \cdot 60' = 31,6'$$

2.2 Рассчитывают градиенты изолиний:

$$g_{\Pi} = 57,3^\circ / D_{c_1} = 57,3/47,7 = 1,2; \quad g_D = 1;$$

и направления градиентов:

$$\tau_{\Pi} = \Pi_{c_1} + 90^\circ = 184,3 + 90 = 274,3^\circ; \quad \tau_D = \Pi_{c_2} = 140^\circ;$$

2.3 Рассчитывают элементы переносов линий положения (ЛП) по формулам:

$$\Delta n_1 = \frac{\Delta U_1}{g_1} = (\Pi_o - \Pi_{c_1}) / g_{\Pi} = (183^\circ - 184,3^\circ) / 1,2 = -1,1'$$

$$\Delta n_2 = \frac{\Delta U_2}{g_2} = (D_o - D_{c_2}) / g_D = (41^\circ - 43^\circ) / 1 = -2'$$

2.4 Построить на обратной стороне бланка астрономических вычислений по направлениям градиентов и величинам переносов две ЛП и вычислить в правом нижнем углу листа величины обсервованных координат:

На бланке от счислимой точки по элементам  $\tau_1$ ,  $\Delta n_1$  и  $\tau_2$ ,  $\Delta n_2$  строят линии положения I–II и II–II, в следующем порядке:

- Через центр бланка, принимаемый за счислимую точку по делениям на рамке проводится направление градиента  $\tau_1$  первого навигационного параметра.

- Вдоль направления градиента откладывается перенос  $n_1$  по направлению, если перенос положителен, в противоположном – если отрицателен.

- Через полученную точку жирным цветом проводится линия положения, обозначаемая с

концов римской цифрой I.

- Для построения второй линии положения производятся действия 1-3.
- Пересечение линий положения даёт нам наблюдаемую точку с координатами.

$$\varphi_c = 44^{\circ}00,0'N$$

$$\lambda_c = 35^{\circ}02,0'E$$

$$\Delta\varphi = 3,9 \text{ к N}$$

$$\Delta\lambda = 1,9 \text{ к E}$$

$$\varphi_0 = 44^{\circ}03,9'N$$

$$\lambda_0 = 35^{\circ}01,9'E$$

2.5 Среднеквадратическую погрешность или смещение ЛП рассчитывают по формуле:

$$m_{лн} = \pm \frac{m_{нн}}{g}, \text{ где: } m_{нн} - \text{СКП навигационного параметра,}$$

$g$  – его градиент. В нашем случае:

$$m_{лн1} = m_{лп} / g_{лп} = \text{СКПП}_{\phi} / g_{лп} = 2/1,2 = \pm 1,7';$$

$$m_{лн2} = \text{СКП}_{\Delta} / g_{\Delta} = 1,5/1 = \pm 1,5'.$$

По значениям смещений ЛП и углу пересечения между ними  $\Theta = 40,8^{\circ}$  с помощью специальной таблицы 4.11 в МТ-2000. Рассчитывают параметры эллипса погрешности.

Аргументами для входа в таблицу 4.11 служат величины:

$$\lambda = m_{лн1} / m_{лн2} \leq 1; \text{ коэффициент линейной корреляции } r = 0-1,0; \text{ и угол } \Theta.$$

В нашем случае при  $\lambda = 1,5/1,7 = 0,88$  и  $\Theta = 40,8^{\circ}$  для независимых измерений параметров  $r = 0$  из таблицы выбирают:

$$K_a = 2,2; K_b = 0,8; K_m = 2,3 \text{ и } \varphi(\alpha) = 17,0^{\circ}$$

Полуоси рассчитывают по формулам:

$$a = m_{лн1} \cdot K_a, b = m_{лн1} \cdot K_b \text{ или } a = m_{лн1} \cdot K_a = 1,5 \cdot 2,2 = 3,3'; b = m_{лн1} \cdot K_b = 1,5 \cdot 0,8 = 1,2'. \text{ Угол}$$

между  $N$  и большой полуосью эллипса  $\beta_0 = 23,5^{\circ}$

Радиальную погрешность места судна легко вычислить по формуле

$$M_0 = m_{лн1} \cdot K_m = 1,5 \cdot 2,3 = 3,4'$$

Таблица 4.11 составлена по преобразованным формулам Апполония, которые приведены на странице 120 МТ-2000 [10]. В том же официальном документе приведены таблицы 4.13 – 4.17 для расчетов вероятностей нахождения места судна при различных распределениях погрешностей измерений и направлений.

2.6 Радиальная СКП места судна рассчитывается по формулам:

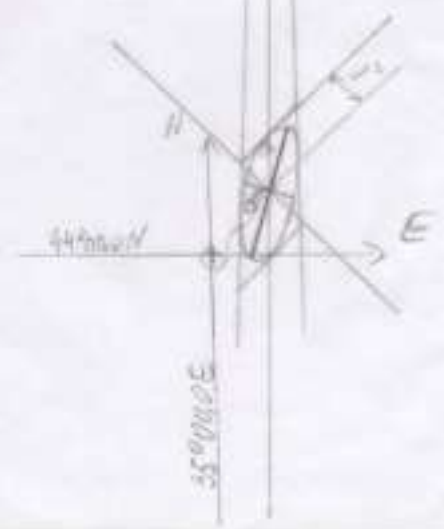
$$M_0 = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{лн1}^2 + m_{лн2}^2} \quad M_0 = \sqrt{a^2 + b^2}$$
$$M_0 = \frac{1}{\sin(-134,3)} \sqrt{1,7^2 + 1,5^2} \quad M_0 = \sqrt{2,7^2 + 1,3^2}$$
$$M_0 = 3,2' \quad M_0 = 3,0'$$

0.00 10.00 20.00  
 30.00 40.00 50.00

СМС по 2-м навигационным параметрам  
 с оценкой точности (графическое решение)

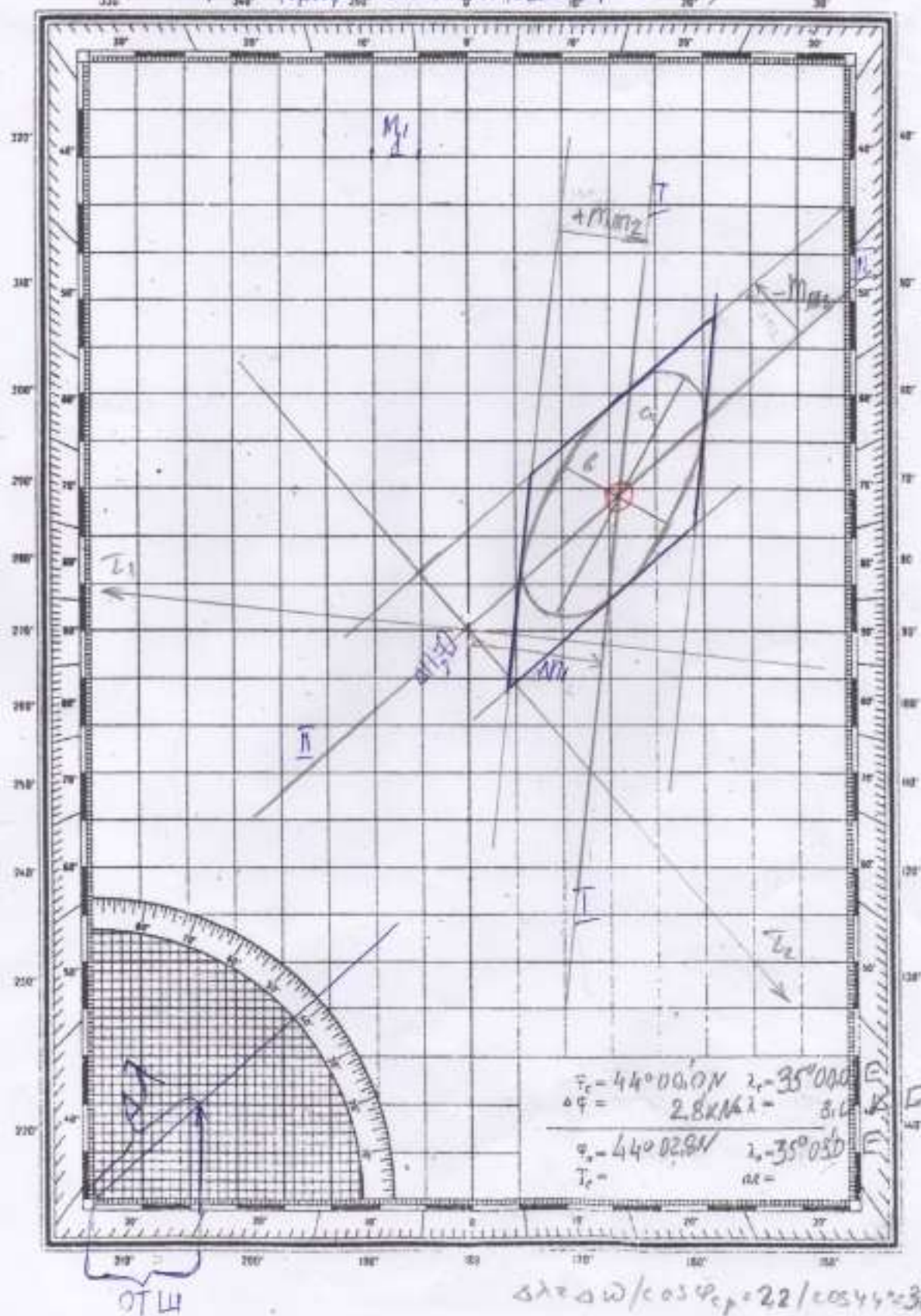
м. Аю-Даг  
 \*

М-к Меганом





ОМС по дбдм линиям положения (ЛП) с оценкой точности  
графа-аналитическое решение



### 3. Аналитически

3.1 Рассчитывают по формулам плоской и сферической тригонометрии числимые значения пеленгов и дистанций, используя координаты ориентиров и счислимой точки.

Для контроля снимают с карты между ориентирами и счислимой точкой величины:

Скарты:

$$\text{Пс}_1 = 184.1^\circ, \quad \text{Дс}_1 = 47,7', \quad \text{Пс}_2 = 140,0^\circ, \quad \text{Дс}_2 = 41'.$$

По расчетам:

$$\text{Пс}_1 = 184.3^\circ, \quad \text{Дс}_1 = 47,7', \quad \text{Пс}_2 = 140,0^\circ, \quad \text{Дс}_2 = 43'.$$

Счислимые координаты даны в исходных данных:

$$\varphi_c = 44^\circ$$

$$\lambda_c = 35^\circ$$

Снимаем координаты с Маяка Меганом:

$$\varphi_A = 44^\circ 47,5' = 44,792^\circ$$

$$\lambda_A = 35^\circ 05,0' = 35,084^\circ$$

Ортодромический пеленг с судна на ориентир:

$$\text{ctg} \Pi_{c_1} = \text{tg} \varphi_A \cos \varphi_c \cos ec(\lambda_A - \lambda_c) - \sin \varphi_c \text{ctg}(\lambda_A - \lambda_c)$$

$$\text{cosec}(35,084 - 35)$$

$$\text{cosec } x = \frac{1}{\sin x} = \frac{1}{\sin 0,084} = 682,092857597$$

$$\text{ctg}(0,084)$$

$$\text{ctg } x = \frac{1}{\text{tg } x} = \frac{1}{\text{tg } 0,084} = 682,092124559$$

$$\text{ctg} \Pi_{c_1} = \text{tg} 44,792 \cos 44 \cos ec(35,084 - 35) - \sin 44 \text{ctg}(35,084 - 35)$$

$$\text{ctg} \Pi_{c_1} = 13,2859606$$

$$\text{tg} \Pi_{c_1} = \frac{1}{13,2859606} = 0,0752674$$

$$\Pi_{c_1} = \arctg(0,0752674) = 4,3^\circ \text{SW} = 4,3^\circ + 180^\circ = 184,3^\circ$$

Дистанция на сфере:

$$\cos D_{c_1} = \sin \varphi_A \sin \varphi_c + \cos \varphi_A \cos \varphi_c \cos(\lambda_A - \lambda_c)$$

$$\cos D_{c_1} = \sin 44,792 \sin 44 + \cos 44,792 \cos 44 \cos(35,084 - 35)$$

$$\cos D_{c_1} = 0,999903915$$

$$D_{c_1} = \arccos(0,999903915) = 0,79427083^\circ \cdot 60' = 47,7'$$

Снимаем координаты с Мыса Аю-Даг:

$$\varphi_A = 44^\circ 33,0' = 44,55^\circ \text{N}$$

$$\lambda_A = 34^\circ 21,0' = 34,35^\circ \text{E}$$

Ортодромический пеленг с судна на ориентир:

$$ctg\Pi_{c_2} = tg\varphi_A \cos \varphi_c \cos ec(\lambda_A - \lambda_c) - \sin \varphi_c ctg(\lambda_A - \lambda_c)$$

$$cosex(34,35 - 35)$$

$$cosec x = \frac{1}{\sin x} = \frac{1}{\sin(-0,65)} = -88,149244$$

$$ctg(-0,65)$$

$$ctg x = \frac{1}{tg x} = \frac{1}{tg(-0,65)} = -88,143572$$

$$ctg\Pi_{c_2} = tg44,55 \cos 44 \cos ec(34,35 - 35) - \sin 44 ctg(34,35 - 35)$$

$$ctg\Pi_{c_1} = -1,1913008466$$

$$tg\Pi_{c_2} = \frac{1}{-1,1913008466} = -0,8394185255$$

$$\Pi_{c_2} = arctg(-0,8394185255) = -40^\circ SE = 180^\circ - 40^\circ = 140^\circ$$

Дистанция на сфере:

$$\cos D_{c_2} = \sin \varphi_A \sin \varphi_c + \cos \varphi_A \cos \varphi_c \cos(\lambda_A - \lambda_c)$$

$$\cos D_{c_2} = \sin 44,55 \sin 44 + \cos 44,55 \cos 44 \cos(34,35 - 35)$$

$$\cos D_{c_2} = 0,99992093$$

$$D_{c_2} = \arccos(0,99992093) = 0,720478 \cdot 60' = 43,0'$$

3.2 Рассчитывают градиенты изолиний:

$$g_{\Pi} = 57,3^\circ / D_{c_1} = 57,3 / 47,7 = 1,2; \quad g_D = 1;$$

и направления градиентов:

$$\tau_{\Pi} = \Pi_{c_1} + 90^\circ = 184,3 + 90 = 274,3^\circ; \quad \tau_D = \Pi_{c_2} = 140^\circ;$$

3.3 Рассчитывают элементы переносов линий положения (ЛП) по формулам:

$$\Delta n_1 = \frac{\Delta U_1}{g_1} = (\Pi_o - \Pi_{c_1}) / g_{\Pi} = (183^\circ - 184,3^\circ) / 1,2 = -1,1'$$

$$\Delta n_2 = \frac{\Delta U_2}{g_2} = (D_o - D_{c_2}) / g_D = (41^\circ - 43^\circ) / 1 = -2'$$

3.4 При аналитическом методе координаты места судна получают совместным решением системы уравнений ЛП:

$$\begin{cases} g_1 \cos \tau_1 \Delta \varphi + g_1 \sin \tau_1 \Delta \omega - \Delta U_1 = 0 \\ g_2 \cos \tau_2 \Delta \varphi + g_2 \sin \tau_2 \Delta \omega - \Delta U_2 = 0 \end{cases} \text{ где}$$

$\Delta \omega$  - отстояние.

Решив эту систему методом определителей и учитывая, что

$$\Delta\lambda = \Delta\omega / \cos(\varphi_c),$$

$$\tau_{П_1} = 274,3^\circ$$

$$\Delta n_1 = -1,1$$

$$\tau_{D_2} = 140^\circ$$

$$\Delta n_1 = -2$$

получим приращения координат:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta n_1 \sin \tau_2 - \Delta n_2 \sin \tau_1}{\sin \theta}$$

$$\Delta\varphi = \frac{-1,1 \sin 140 - (-2) \sin 274,3}{\sin(-134,3)}$$

$$\Delta\varphi = 3,8'$$

$$\Delta\lambda = \frac{\Delta n_2 \cos \tau_1 - \Delta n_1 \cos \tau_2}{\sin \theta \cos \varphi_c}$$

$$\Delta\lambda = \frac{-2 \cos 274,3 - (-1,1) \cos 140}{\sin(-134,3) \cos 44},$$

$$\Delta\lambda = 1,9'$$

где  $\Theta = \tau_2 - \tau_1 = 140 - 274,3 = -134,3^\circ$ ,

далее определяем обсервованные координаты:

$$\varphi_c = 44^\circ 00,0' N$$

$$\lambda_c = 35^\circ 02,0' E$$

$$\Delta\varphi = 3,8 \text{ к } N$$

$$\Delta\lambda = 1,9 \text{ к } E$$

$$\varphi_0 = 44^\circ 03,8' N$$

$$\lambda_0 = 35^\circ 01,9' E$$

3.5 Для строгого построения эллипса погрешностей рассматриваются векториальные ошибки  $\delta_1$  и  $\delta_2$ , линии положения 1 и 2 по направлению ЛП<sub>2</sub> и ЛП<sub>1</sub>.

Учитывая, что вектора  $\delta_1$  и  $\delta_2$  - сопряжённые полуоси эллипса используют теорему Аполлония

$$a \pm b = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{\text{лн}1}^2 + m_{\text{лн}2}^2 \pm m_{\text{лн}1} m_{\text{лн}1} 2 \sin \theta}$$

$$a + b = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{\text{лн}1}^2 + m_{\text{лн}2}^2 + m_{\text{лн}1} m_{\text{лн}1} 2 \sin \theta}$$

$$a + b = \frac{1}{\sin -134,3} \sqrt{1,7^2 + 1,5^2 + 1,7 \cdot 1,7 \cdot 2 \sin -134,3}$$

$$a + b = -1,4$$

$$a - b = \frac{1}{\sin \theta} \sqrt{m_{\text{н1}}^2 + m_{\text{н2}}^2 - m_{\text{н1}} m_{\text{н1}} 2 \sin \theta}$$

$$a - b = \frac{1}{\sin -134,3} \sqrt{1,7^2 + 1,5^2 - 1,7 \cdot 1,7 \cdot 2 \sin -134,3}$$

$$a - b = -4,26$$

$$\begin{cases} a + b = -1,4 \\ a - b = -4,26 \end{cases}$$

$$a = -4,26 + b$$

$$-4,26 + b + b = -1,4$$

$$2b = -1,4 + 4,26 = 2,86$$

$$b = 1,43'$$

$$a = -4,26 + 1,43 = -2,83'$$

проверка:

$$\begin{cases} a + b = -1,4 \\ a - b = -4,26 \\ -2,83 + 1,43 = -1,4 \\ -2,83 - 1,43 = -4,26 \end{cases}$$

$$a = -2,83'$$

$$b = 1,43'$$

$$tg 2\alpha = \frac{\sin 2\theta}{\frac{m_{\text{н1}}^2}{m_{\text{н2}}^2} + \cos 2\theta}$$

$$tg 2\alpha = \frac{\sin 2 \cdot (-134,3)}{\frac{1,7^2}{1,5^2} + \cos 2 \cdot (-134,3)}$$

$$tg 2\alpha = 0,7934062$$

$$2\alpha = arctg(0,7934062)$$

$$2\alpha = 38,428700666$$

$$\alpha = \frac{38,428700666}{2}$$

$$\alpha = 22,6^\circ$$

Где  $\alpha$  угол, определяющий направление большой полуоси эллипса, который всегда откладывается внутри острого угла  $\Theta$  от более точной ЛП.

3.6 Проверяют значение радиальной СКП:

$$M_0 = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$M_0 = \sqrt{(-2,83)^2 + 1,43^2} = 3,2'$$

#### Сравнение результатов решения

Параметры	Графическое решение	Графо-аналитически	Аналитическое решение
$\varphi_0=$	44°03,8'N	44°03,9'N	44°04,0'N
$\lambda_0=$	35°01,9'E	35°01,9'E	35°01,9'E
$a$	2,7'	2,7'	2.83'
$b$	1,3	1,3'	1.43'
$\beta_0=$	26,2°	25,0°	22,6°
$M_0=$	3,0'	3,0'	3,2'

### Задание № 5 Определение места судна по трем ЛП с оценкой точности.

Решить задачу ОМС и оценить точность полученного места судна.

#### 1. Графически построить:

- 1.1 Изолинии по значениям навигационных параметров;
- 1.2 Обозначить фигуру погрешности линиями положения с их элементами.

#### 2. Графо-аналитическое решение:

- 2.1. рассчитать аналитически на плоскости и для контроля снять с карты счислимые  $P_c$  и  $D_c$  всех ориентиров;
- 2.2. рассчитать градиенты изолиний и их направления;
- 2.3 рассчитать элементы ЛП;
- 2.4 построением на бланке ЛП, сравнить их элементы по исходной фигуре погрешностей;
- 2.5 рассчитать смещения и веса ЛП и с их учетом найти на карте вероятнейшее место судна штурманским приемом и центрографическим способом;
- 2.6 на карте или бланке построить полигон весов и рассчитать полуоси эллипса погрешностей;
- 2.7 определить и построить на карте радиальную СКП места судна с вероятностью 0,95.

#### 3. Аналитически определить:

- 3.1 по координатам ориентиров и счислимого места судна рассчитать  $P_c$  и  $D_c$  по формулам сферической тригонометрии;
- 3.2 рассчитать аналитически градиенты изолиний и их направления;
- 3.3 рассчитать элементы ЛП, построить их на бланке и составить их уравнения в отрезках координат;
- 3.4 рассчитать смещения и веса ЛП;
- 3.5 составить таблицу аналитической обработки исходной информации и заполнить её по данным уравнений ЛП;
- 3.6 составить нормальные уравнения ЛП и рассчитать обсервованные координаты;
- 3.7 рассчитать все элементы эллипса погрешностей, показать его на бланке;
- 3.8 рассчитать и построить на бланке радиальную СКП места судна;

#### 4. Сравнить результаты графоаналитического аналитического решения задачи.

Решить задачу ОМС и оценить точность полученного места судна.

Дано: Счислимые координаты широта и долгота.

Маяк	Навигационные параметры	Широта	Долгота
Лукул	$D_1 = 38,9'$	44°47,0'N	32°47,0' E
Евпаторийский	$P_2 = 221,3^\circ$	44°47,0'N	32°47,0' E
Херсонес	$P_3 = 306,2^\circ$	44°47,0'N	32°47,0' E

Дано:

1) Счислимые координаты:

$$\varphi_c = 44^{\circ}47,0'N, \lambda_c = 32^{\circ}47,0'E$$

$$2) СКПП_0 = \pm 2^{\circ}, СКПD_0 = \pm 0,5'$$

3) Координаты маяков с карты, обсервованные дистанции и пеленга до них:

Маяк	Широта	Долгота	НП
Лукул	$\varphi_1 = 44^{\circ}50,0'N$	$\lambda_1 = 33^{\circ}33,2'E$	$D_1 = 38,9'$
Евпаторийский	$\varphi_2 = 45^{\circ}09,0'N$	$\lambda_2 = 33^{\circ}16,4'E$	$П_2 = 221,3^{\circ}$
Херсонес	$\varphi_3 = 44^{\circ}35,0'N$	$\lambda_3 = 33^{\circ}23,0'E$	$П_3 = 306,2^{\circ}$

**Решение:**

**Графически:**

- 1) Проложили на кальке изолинии и обозначили фигуру погрешности.
- 2) Заменили изолинию дистанции хордой и сняли с карты элементы трёх исходных ЛП:
  1. М. Лукул:  $\Delta n_1 = 6.1 \quad \tau_1 = 263.0^{\circ}$
  2. М. Евпаторийский:  $\Delta n_2 = -1.1 \quad \tau_2 = 313.0^{\circ}$
  3. М. Херсонес:  $\Delta n_3 = 5.5 \quad \tau_3 = 25.0^{\circ}$

**Графоаналитически:**

- 1) Рассчитываем по формулам плоской тригонометрии счислимые значения пеленгов и дистанций, используя координаты ориентиров и счислимой точки. Для удобства составим расчётную таблицу, в которой приведём значения средних между ориентиром и счислимым местом широт, счислимые значения пеленгов и дистанций до ориентиров.

№	Маяк	$\varphi_{cp_i}$	$П_{ci}$	$D_{ci}$	$\Delta \varphi_i$	$\Delta \lambda_i$
1	Лукул	$44,81^{\circ}N$	$264.8^{\circ}$	$32,9'$	$3,0'$	$46,2'$
2	Евпаторийский	$44,97^{\circ}N$	$223.4^{\circ}$	$30,3'$	$22,0'$	$29,4'$
3	Херсонес	$44,68^{\circ}N$	$295.1^{\circ}$	$28,3'$	$-12,0'$	$36,0'$

Элементы таблицы рассчитываются как:

$$\varphi_{cp} = \frac{\varphi_c + \varphi_i}{2}, \Delta \varphi_i = \varphi_i - \varphi_c, \Delta \lambda_i = \lambda_i - \lambda_c.$$

1. М. Лукул:



$$ctg\Pi_{c_1} = \frac{\Delta\varphi_1}{\Delta\lambda_1 \cos \varphi_{cp_1}} = \frac{44^{\circ}50,0'N - 44^{\circ}47,0'N(\kappa S)}{(33^{\circ}33,2'E - 32^{\circ}47,0'E) \cos 44,81^{\circ}(\kappa W)} = 0,091$$

$$\Pi_{c_1} = arcctg 0,091 = 84,8SE = 264.8^{\circ}$$

$$D_{c_1} = \sqrt{\Delta\varphi_1^2 + (\Delta\lambda_1 \cos \varphi_{cp_1})^2} = \sqrt{(3')^2 + (46,2' \cos 44,81^{\circ})^2} = 32,9'$$

2. М. Евпаторийский:

$$ctg\Pi_{c_2} = \frac{\Delta\varphi_2}{\Delta\lambda_2 \cos \varphi_{cp_1}} = \frac{45^{\circ}09,0'N - 44^{\circ}47,0'N(\kappa S)}{(33^{\circ}16,4'E - 32^{\circ}47,0'E) \cos 44,97^{\circ}(\kappa W)} = 1,058$$

$$\Pi_{c_2} = arcctg 1,058 = 43,4^{\circ}SW = 223.4^{\circ}$$

$$D_{c_2} = \sqrt{\Delta\varphi_2^2 + (\Delta\lambda_2 \cos \varphi_{cp_1})^2} = \sqrt{22'^2 + (29.4' \cos 44,97^{\circ})^2} = 30,3'$$

3. М. Херсонес:

$$ctg\Pi_{c_3} = \frac{\Delta\varphi_3}{\Delta\lambda_3 \cos \varphi_{cp_3}} = \frac{44^{\circ}35,0'N - 44^{\circ}47,0'N(\kappa N)}{(33^{\circ}23,0'E - 32^{\circ}47,0'E) \cos 44,68^{\circ}(\kappa EW)} = -0,469$$

$$\Pi_{c_3} = arcctg(-0,469) = 64,9^{\circ}NW = 295.1^{\circ}$$

$$D_{c_3} = \sqrt{\Delta\varphi_3^2 + (\Delta\lambda_3 \cos \varphi_{cp_1})^2} = \sqrt{12'^2 + (36' \cos 44,68^{\circ})^2} = 28,3'$$

2) Рассчитываем градиенты изолиний и их направления.

1. Маяк Лукул – по дистанции:

$$g_1 = 1, \tau_1 = \Pi_{c_1} = 264.8^{\circ}$$

2. Маяк Евпаторийский – по пеленгу:

$$g_2 = \frac{57,3^{\circ}}{D_{c_2}} = 1,89, \tau_2 = \Pi_{c_2} + 90^{\circ} = 313,4^{\circ}$$

3. Маяк Херсонес – по пеленгу

$$g_3 = \frac{57,3^{\circ}}{D_{c_3}} = 2,02, \tau_3 = \Pi_{c_3} + 90^{\circ} = 25,1^{\circ}$$

3) Рассчитываем элементы переносов линий положения:

1. Маяк Лукул

$$\Delta n_1 = \frac{\Delta U_1}{g_1} = \frac{D_1 - D_{c_1}}{g_1} = \frac{38,49' - 32,3'}{1} = 6.1 \text{ . '}$$

2. Маяк Евпаторийский

$$\Delta n_2 = \frac{\Delta U_2}{g_2} = \frac{\Pi_2 - \Pi_{c_2}}{g_2} = \frac{221,3^{\circ} - 223.4^{\circ}}{1,89} = -1.1 \text{ . '}$$

3. Маяк Херсонес

$$\Delta n_3 = \frac{\Delta U_2}{g_3} = \frac{\Pi_3 - \Pi_{c_3}}{g_3} = \frac{306,2^\circ - 295,1^\circ}{2,02} = 5,5'$$

- 4) Строим на бланке все линии положения по их направлениям и величинам переносов.
- Выбираем масштаб построения 1 см=1миля
  - Через центр бланка, принимаемый за счислимую точку по делениям на рамке проводим направление градиентов навигационных параметров  $\tau_i$ .
  - Вдоль направлений градиентов откладываем переносы  $n_i$  по направлению, если перенос положителен и в противоположном – если перенос отрицателен.
  - Через полученные точки проводим линии положения, которые обозначаем с концов соответственно  $I - I$ ,  $II - II$ ,  $III - III$ .
  - Пересечение линий положения даёт нам фигуру погрешности.
- 5) Рассчитываем среднеквадратичную погрешность, или смещение ЛП.

$$m_{лп} = \pm \frac{m_{лп}}{g}$$

1. Маяк Лукул:

$$m_1 = \pm \frac{СКП D_0}{g_1} = \pm 0,5'$$

2. Маяк Евпаторийский:

$$m_2 = \pm \frac{СКП П_0}{g_2} = \pm \frac{2^\circ}{1,89} = \pm 1,06'$$

3. Маяк Херсонес:

$$m_3 = \pm \frac{СКП П_0}{g_3} = \pm \frac{2^\circ}{2,02} = \pm 0,99'$$

По значениям смещений ЛП определяем их абсолютные веса  $P = \frac{1}{m_{лп}^2}$  и затем

определяем относительные веса  $P = \frac{P_i}{P_{\max}}$ .

Абсолютные веса:

$$P_1 = \frac{1}{m_1^2} = 4, P_2 = \frac{1}{m_2^2} = 0,89, P_3 = \frac{1}{m_3^2} = 1,02.$$

Относительные веса:

$$P_1 = \frac{P_1}{P_{\max}} = \frac{4}{4} = 1, P_2 = \frac{P_2}{P_{\max}} = \frac{0,89}{4} = 0,22, P_3 = \frac{P_3}{P_{\max}} = \frac{1,02}{4} = 0,26.$$

С помощью **штурманского метода** находим вероятнейшее место судна внутри фигуры погрешности. Штурманский метод основан на том, что для вероятнейшего места, при использовании  $n$  одновременных ЛП с весами  $P_1, P_2, \dots, P_n$ , выполняется равенство  $P_1 \vec{d}_1 + P_2 \vec{d}_2 + \dots + P_n \vec{d}_n = 0$ . Здесь  $d_1, d_2, \dots, d_n$  - перпендикуляры, опущенные из вероятнейшего места на соответствующие линии положения. В правой части бланка рассчитываем наблюдаемые координаты места:

$$\varphi_0 = \varphi_c + \Delta\varphi = 44^\circ 47,0' + 1,67 = 44^\circ 48,6' \text{ } N$$

$$\lambda_0 = \lambda_c + \Delta\lambda = 32^\circ 47,0' - 6'8'' = 32^\circ 40,2' \text{ } E$$

Используя **центрографический метод** сначала рассчитываем веса точек пересечения фигуры погрешности по формулам:  $P_{ij} = p_i p_j \sin^2 \theta_{ij}$ .

1. Получаем углы пересечения ЛП с меридианом  $\beta_i = \tau_i \pm 90^\circ$

$$\beta_1 = 174,8^\circ, \beta_2 = 43,4^\circ, \beta_3 = 115,1^\circ.$$

2. Получаем углы пересечения ЛП друг с другом  $\Theta_{ij} = \beta_i - \beta_j, \beta_i > \beta_j$

$$\Theta_{21} = \beta_2 - \beta_1 = 48,6^\circ, \Theta_{31} = \beta_3 - \beta_1 = 59,7^\circ, \Theta_{32} = \beta_3 - \beta_2 = 71,7^\circ.$$

3. Веса точек пересечения:

$$P_{12} = 0,124, P_{13} = 0,194, P_{23} = 0,051.$$

4. Далее последовательно получаем веса промежуточных точек, при этом веса использованных точек заменяются совместным весом промежуточной, а сами промежуточные точки располагаются на расстояниях, обратно пропорциональных весам исходных точек.

Более подробно опишем штурманский и центрографический методы в Приложении 2.

По центрографическому методу:

$$\varphi_0 = \varphi_c + \Delta\varphi = 44^\circ 47,0' + 1,4' = 44^\circ 48,4' N$$

$$\lambda_0 = \lambda_c + \Delta\lambda = 32^\circ 47,0' + 6,7' = 32^\circ 40,3' E$$

Как видим, оба метода примерно одного порядка точности.

б) На свободном месте карты в крупном масштабе строим полигон весов как векторную сумму трех абсолютных весов под двойными углами к северной части меридиана. Снимаем с полигона весов в масштабе построения величину разности весов полуосей Эллипса и направление большей полуоси к  $N_u$ . Получаем:

$$P_{\max} - P_{\min} = 3,7, \beta_0 = 174^\circ$$

$$\begin{cases} P_{\max} + P_{\min} = \sum P_i \\ P_{\max} - P_{\min} = \left| \sum \vec{P}_i \right| \end{cases}$$

$$\begin{cases} P_{\max} + P_{\min} = 5,91 \\ P_{\max} - P_{\min} = 3,7 \end{cases}$$

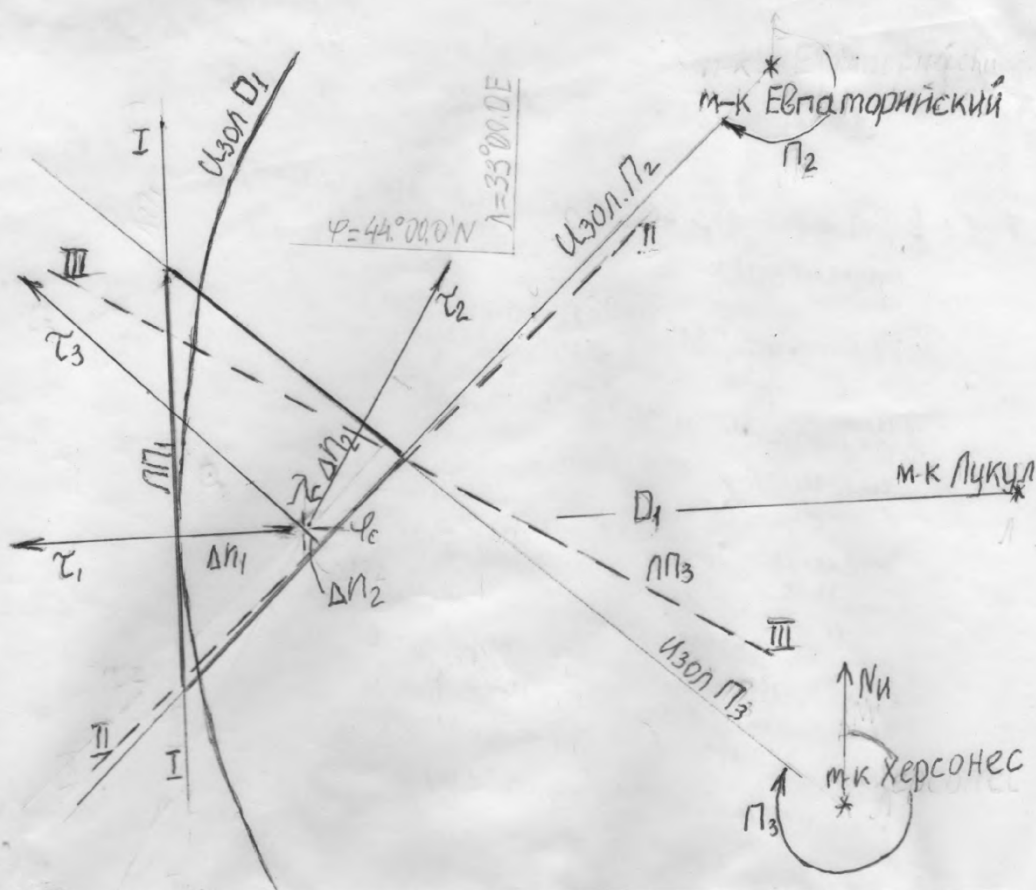
$$\begin{cases} P_{\max} = 4,8 \\ P_{\min} = 1,1 \end{cases} \text{ - Веса полуосей эллипса}$$

$$a = \frac{1}{\sqrt{P_{\min}}} = 0,95', b = \frac{1}{\sqrt{P_{\max}}} = 0,46'$$

Вероятность нахождения места судна внутри эллипса 0,39, а для выполнения требований ИМО строим эллипс с полуосями, увеличенными в 2,5 раза.  $a = 2,37', b = 1,15'$ .

7) Рассчитываем радиальную СКП места судна:

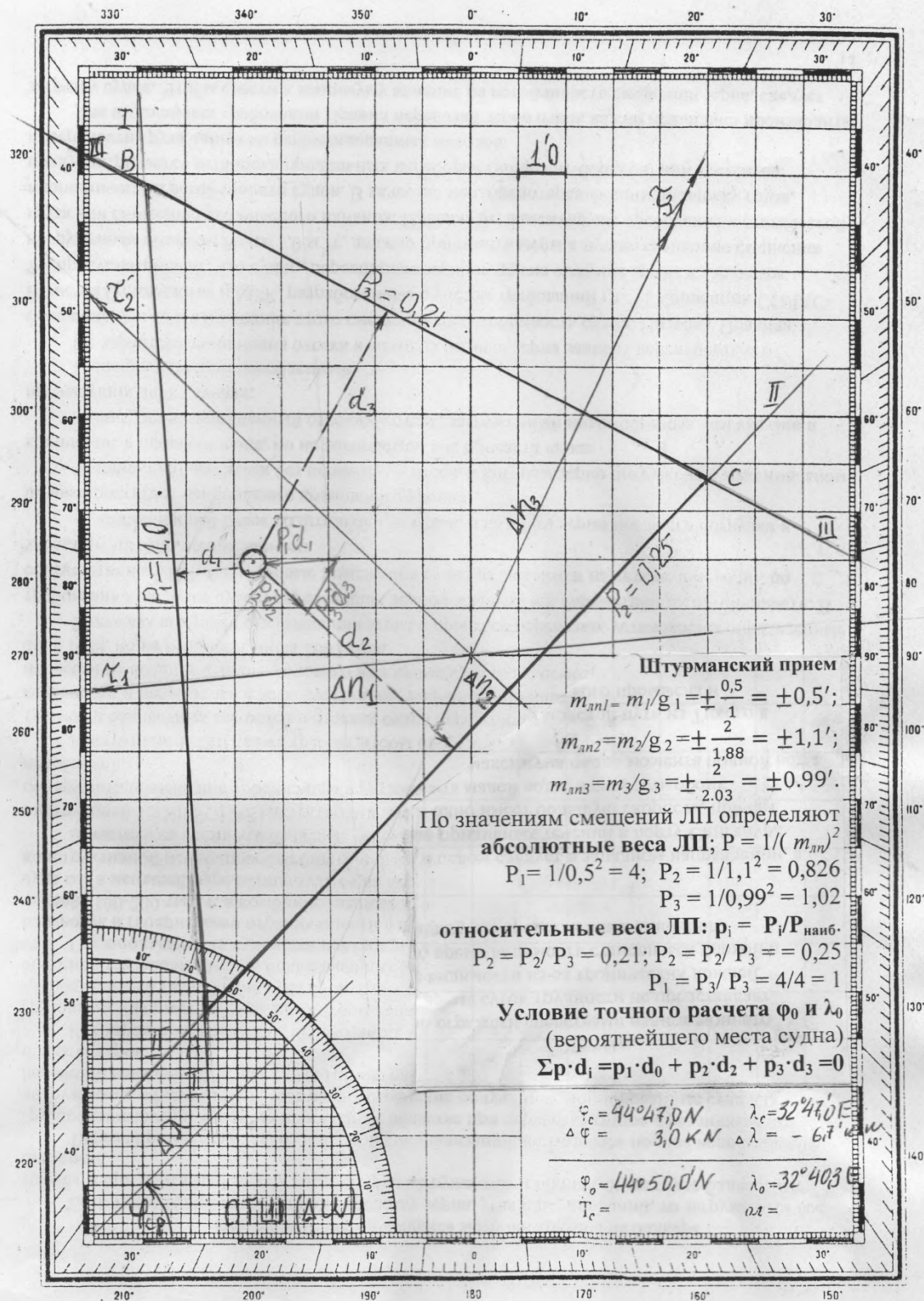
$$M_0 = \pm \sqrt{2,37^2 + 1,15^2} = \pm 2,63'$$

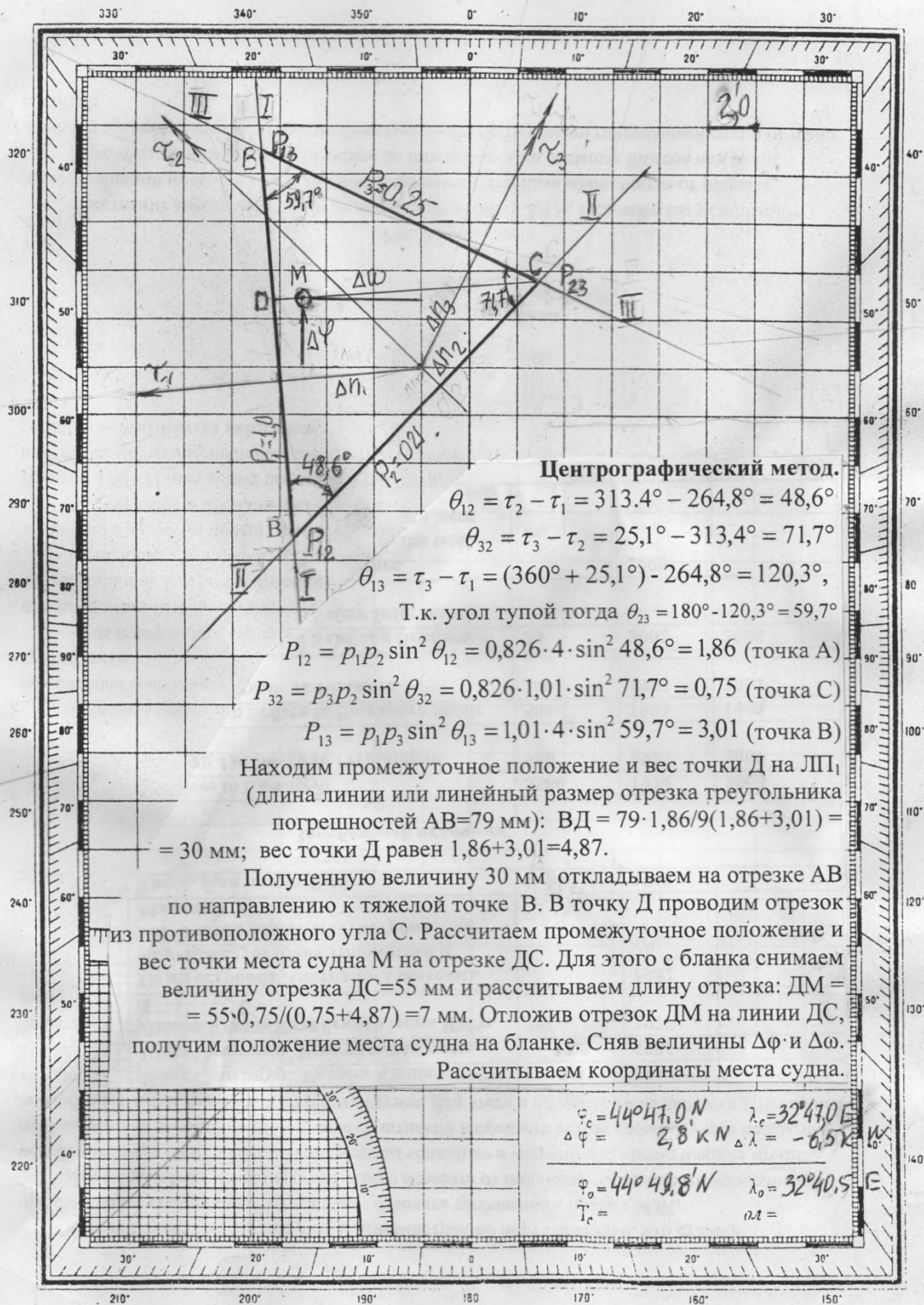


### Графические построения трех линий положения (элементы ЛП)

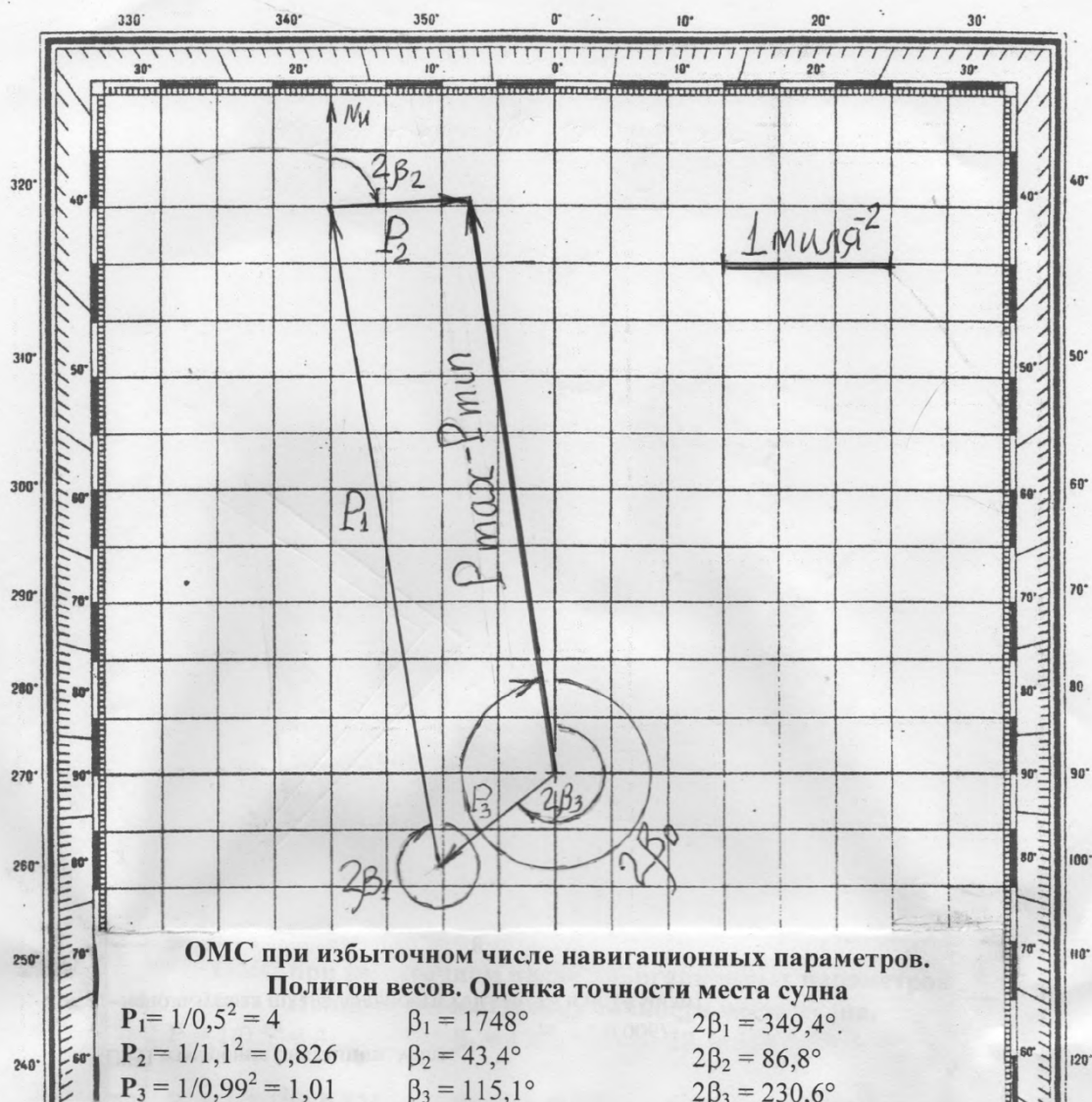
**Исходные данные:** м-к Лукул  $D_1 = 38.9'$  м-к Евпаторийский  $P_2 = 221.3^\circ$ ; м-к Херсонес  $P_3 = 306.2^\circ$ . Счислимые координаты:  $\varphi_c = 47^\circ 47.0' \text{N}$ ,  $\lambda_c = 47^\circ 47.0' \text{E}$   
СКП параметров:  $m_1 = \pm 0.5'$ ;  $m_2 = \pm 2.0'$   $m_3 = \pm 2.0'$ .

№	Ориентиры		№1	№2	№3
1	Параметры	Расчетные формулы	Величины пар-ров		
2	$\Pi_C$ на плоскости	$\text{ctg } \Pi_{c_1} = \frac{\Delta \varphi_1}{\Delta \lambda_1 \cos \varphi_{c_1}}$	$264,8^\circ$	$223,4^\circ$	$295,1^\circ$
3	$\Pi_C$ на сфере	$\text{ctg } \Pi_c = \text{tg } \varphi_A \cos \varphi_c \cos \text{ec} (\lambda_A - \lambda_c) - \sin \varphi_c \text{ctg} (\lambda_A - \lambda_c)$			
4	$D_C$ на плоскости	$D_{c_1} = \sqrt{\Delta \varphi_1^2 + (\Delta \lambda_1 \cos \varphi_{c_1})^2}$	$32,9'$	$30,4'$	$28,2'$
5	$D_C$ на сфере	$\cos D = \sin \varphi_A \sin \varphi_c + \cos \varphi_A \cos \varphi_c \cos (\lambda_A - \lambda_c)$			
6	$g$ градиенты	$g_D = 1,0$ ; $g_n = 57,3 / D_C$	1,0	1,88	2,03
7	$\tau$ - градиента	$\tau_n = \Pi_C + 90^\circ$ $\tau_D = \Pi_C$	$264,8^\circ$	$313,4^\circ$	$25,1^\circ$
8	$\Delta n$ - переносы ЛП	$\Delta n = (U_0 - U_C) / g$	$6,0'$	$-1,1'$	$5,5$
9	$m_{\text{лп}}$ - смещение ЛП	$m_{\text{лп}} = \pm m / g$	$\pm 0,5'$	$\pm 1,1'$	$\pm 0,99'$
10	$P$ - абс. вес ЛП	$P_i = 1 / (m_{\text{лп}})^2$	4,00	0,826	1,02
11	$P$ - отн. Веса ЛП	$P = P_i / P_{\text{наиб}}$	1,0	0,21	0,25









Построение векторной суммы весов  $P_i$  под углами  $2\beta$  дает в масштабе построения, результирующий вектор под углом к  $N_u$   $2\beta_0 = 351,0^\circ$  и величиной  $P_{\max} - P_{\min} = 3,5$ .

Арифметическая сумма начальных векторов даст величину

$$P_{\max} + P_{\min} = P_1 + P_2 + P_3 = 0,907 + 1,02 + 4,0 = 5,9$$

Решив систему уравнения полуосей эллипса получим:

$$\begin{cases} P_{\max} + P_{\min} = 5.9 \\ P_{\max} - P_{\min} = 3.7 \end{cases} \quad \begin{cases} P_{\max} = 4.8 \\ P_{\min} = 1.1 \end{cases} \quad \text{веса полуосей эллипса}$$

Находим полуоси эллипса:

$$a = \frac{1}{\sqrt{P_{\min}}} = \frac{1}{\sqrt{1.1}} = 0.96 \text{ мили}; \quad b = \frac{1}{\sqrt{P_{\max}}} = \frac{1}{\sqrt{4.8}} = 0.46 \text{ мили}$$

$$\beta_0 = 351^\circ / 2 = 175,5^\circ$$

### Аналитически:

- 1) Рассчитываем счислимые пеленга и дистанции по формулам сферической тригонометрии. При этом расчетная формула для ортодромических пеленгов выглядит следующим образом:

$$ctg\Pi_C = tg\varphi_C \cos\varphi_A \cos ec(\lambda_C - \lambda_A) - \sin\varphi_A ctg(\lambda_C - \lambda_A)$$

$$g_{II} = \frac{1}{\sin D_C}, \tau = \Pi_C + \gamma + 90^\circ. \text{ Здесь } \gamma - \text{ угол схождения меридиан (азимутальная}$$

поправка). Зная координаты двух точек можно рассчитать её по формуле:

$$\gamma \approx (\lambda_2 - \lambda_1) \sin \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = (\lambda_2 - \lambda_1) \sin \varphi_{cp}$$

И для дистанций на сфере:

$$\cos D = \sin \varphi_A \sin \varphi_C + \cos \varphi_A \cos \varphi_C \cos(\lambda_A - \lambda_C)$$

Стоит отметить, что полученное значение косинуса следует брать до 8-10 знака, так как величины очень близки к единице.

$$D = 60' \cdot \arccos(\sin \varphi_A \sin \varphi_C + \cos \varphi_A \cos \varphi_C \cos(\lambda_A - \lambda_C)).$$

Так как функция арккосинуса даёт нам результат в градусах, то для получения дистанции в милях мы умножаем полученное значение на 60'.

$g_D = 1$ ,  $\tau = \Pi_C \pm 180^\circ$ . Составим расчётную таблицу для занесения значений пеленгов и дистанций.

Маяк	$\Pi_i$	$D_i$	$g_i$	$\gamma$	$\tau_i$	$\Delta n_i$
Лукул	264.8°	32,9'	1	-	264,8°	6.0'
Евпаторийский	223.4°	30,3'	1,89	0	313,4°	-1.1'
Херсонес	295.1°	28,3'	2,02	0,41°	25,51°	5.5'

- 5) Если для определения места судна использовалось более двух навигационных параметров, то в результате мы получим следующую систему уравнений линий положения:

$$\left. \begin{array}{l} \Delta\varphi \cos \tau_1 + \Delta\omega \sin \tau_1 - \Delta n_1 = 0 \\ \Delta\varphi \cos \tau_2 + \Delta\omega \sin \tau_2 - \Delta n_2 = 0 \\ ..... \\ \Delta\varphi \cos \tau_i + \Delta\omega \sin \tau_i - \Delta n_i = 0 \end{array} \right\}$$

Для равноточных измерений. Для неравноточных измерений каждое уравнение необходимо умножить на  $\sqrt{p}$ , таким образом мы приведём его к весу, равному единице.

В связи с тем, что система является неопределённой, т.к. число уравнений превышает количество неизвестных, а свободные члены  $\Delta l$  содержат в себе индивидуальную ошибку измерений, система несовместна, то есть из множества возможных решений не существует такого, которое удовлетворяло бы всем уравнениям системы.



Для уравнивания системы каждому  $\Delta n$  добавляют поправку  $v_i$ , которая компенсирует погрешности измерений. В результате такого действия мы получим систему с недостаточным числом уравнений  $\Delta\varphi \cos \tau_i + \Delta\omega \sin \tau_i - \Delta n_i = v_i$

И для неравноточных измерений

$$\Delta\varphi \sqrt{p_i} \cos \tau_i + \Delta\omega \sqrt{p_i} \sin \tau_i - \Delta n_i \sqrt{p_i} = v_i \sqrt{p_i}.$$

Алгебраически такая система нерешаема, можно говорить только о нахождении таких значений  $\Delta\varphi$  и  $\Delta\lambda$ , которые будут давать минимальные значения квадратов поправки  $v_i$ , то есть  $[v_i] = \min$ . Такой способ решения называется методом наименьших квадратов.

Составляем таблицу для получения нормальных уравнений по методу наименьших квадратов. В таблицу заносим числовые исходные данные уравнений исходных ЛП.

Производим замены:

$$a_i = \cos \tau_i$$

$$b_i = \sin \tau_i$$

$$l = -\Delta n$$

Уравнения исходных линий положения

$$\Delta\varphi \cdot \cos \tau_1 + \Delta\omega \sin \tau_1 = \Delta n_1; \quad \Delta\varphi \cdot \cos 264.8^\circ + \Delta\omega \sin 264.8^\circ = 6,0$$

$$\Delta\varphi \cdot \cos \tau_2 + \Delta\omega \sin \tau_2 = \Delta n_2; \quad \Delta\varphi \cos 313,4^\circ + \Delta\omega \sin 313,4^\circ = -1,1$$

$$\Delta\varphi \cdot \cos \tau_3 + \Delta\omega \sin \tau_3 = \Delta n_3; \quad \Delta\varphi \cdot \cos 025,1^\circ + \Delta\omega \sin 25,1^\circ = 5,5$$

Производим замены:  $a_i = \cos \tau_i$ ;  $b_i = \sin \tau_i$ ;  $l_{il_i} = -\Delta n_i$

Заносим исходные данные в расчётную таблицу аналитической обработки исходной информации:

$i$	$\tau$	$a$	$b$	$l$	$P$	$Paa$	$Pab$	$Pal$	$Pbb$	$Pbl$	$Pll$
1	264,8	-0,091	-0,996	-6.0	4,000	0,033	0,362	2.184	3.968	23.904	144.00
2	313,4	0,687	-0,727	1.1	0,890	0,420	-0.444	0,672	0,470	-0,712	1.077
3	25,1	0,906	0,424	-5.5	1,020	0,837	0,392	-5,083	0,183	-2.379	30.855
						$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$	$\Sigma$
						1.290	0.310	-2.227	4.621	20.813	175.93

Решив задачу методом наименьших квадратов, мы получим для неравноточных измерений систему двух нормальных уравнений:

$$\left. \begin{aligned} [paa]\Delta\varphi + [pab]\Delta\omega + [pal] &= 0 \\ [pab]\Delta\varphi + [pbb]\Delta\omega + [pbl] &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ или}$$

$$1.290\Delta\varphi + 0.310\Delta\omega = -2.227$$

$$0.310\Delta\varphi + 4.621\Delta\omega = 20.813$$

Решив данную систему методом определителей получим:

$$\Delta\varphi = \frac{[pab][pbl] - [pbb][pal]}{D}$$

$$\Delta\omega = \frac{[pab][pal] - [paa][pbl]}{D} \quad D = [paa][pbb] - [pab]^2$$

В нашем случае

$$\Delta\varphi = \frac{0,310 \cdot 20,813 + 4,621 \cdot (-2,227)}{5,867} = 1,8' = 1,8'kN$$

$$\Delta\omega = \frac{0,31 \cdot (-2,227) - 1,29 \cdot 20,813}{5,867} = -4,5', \quad \Delta\lambda = \Delta\omega \cdot \cos \varphi_{cp} = -6,3' = 6,3'kW$$

$$D = 1,290 \cdot 4,621 - 0,31^2 = 5,867$$

$$\varphi_0 = \varphi_c + \Delta\varphi = 44^\circ 47,0' + 1,8 = 44^\circ 48',8N$$

$$\lambda_0 = \lambda_c + \Delta\lambda = 32^\circ 47,0' + 6,3 = 32^\circ 40,7'E$$

Систему нормальных уравнений можно так же решить методом итераций: в этом случае выделяем неизвестные, после чего система выглядит следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\varphi &= \frac{[pal] - [pab]\Delta\omega}{[paa]} \\ \Delta\omega &= \frac{[pbl] - [pab]\Delta\varphi}{[pbb]} \end{aligned} \right\}$$

В первом приближении примем  $\Delta\omega = 0$ :

$$\Delta\varphi_1 = \frac{[pal]}{[paa]}, \text{ для } \Delta\omega \text{ учтём, уже найденное } \Delta\varphi_1:$$

$$\Delta\omega_1 = \frac{[pbl] - [pab]\Delta\varphi_1}{[pbb]}.$$

Второе приближение:

$$\left. \begin{aligned} \Delta\varphi_2 &= \frac{[pal] - [pab]\Delta\omega_1}{[paa]} \\ \Delta\omega_2 &= \frac{[pbl] - [pab]\Delta\varphi_2}{[pbb]} \end{aligned} \right\}$$

Вычисления продолжают до тех пор, пока разность между двумя последовательными приближениями не окажется в пределах заданной точности  $\varepsilon$ .

Удобство метода - в однообразии расчетов и простоте машинного алгоритма. Полученный таким путем результат ОМС не означает, что обсервованные координаты  $\varphi_0$  и  $\lambda_0$  имеют точность в пределах  $\varepsilon$ , точность  $\varphi_0$  и  $\lambda_0$  оценивается эллипсом или радиальной СКП которых зависит от точности исходных ЛП.

В нашем случае уже на третьей итерации достигается  $\varepsilon < 0,01$ , что

$i$	$\Delta\varphi$	$\Delta\omega$	$\varepsilon$
1	-3,9839	0,79599	
2	-3,78738	0,80966	0,196516

3	-3,78401	0,80989	0,003374
4	-3,78395	0,8099	5,79E-05

Координаты вероятнейшей точки:

$$\varphi_0 = \varphi_c + \Delta\varphi = 44^\circ 47,0' - 3,78' = 44^\circ 43,22' N$$

$$\lambda_0 = \lambda_c + \Delta\lambda = 32^\circ 47,0' + 0,81' = 32^\circ 47,81' E$$

- 6) Для расчета эллипса используют уравнения исходных ЛП и их решение методом наименьших квадратов. Поскольку оценка точности места судна выполняется после расчета вероятнейшего места судна как центра эллипса с координатами  $\varphi_0$  и  $\lambda_0$ , то итоги вычисления нормальных уравнений легко применить для расчета эллипса погрешностей.

Порядок расчетов:

$$q = \sqrt{([paa] - [pbb])^2 + 4[pab]^2} = \sqrt{(0,325 - 1,155)^2 + 4 \cdot 0,08^2} = 0,845$$

$$D = [paa][pbb] - [pab]^2 = 0,369$$

$$m_1 = \sqrt{([pll] - [pal]\Delta\varphi - [pbb]\Delta\omega)/(n-2)} =$$

$$\sqrt{(8,069 - 1,296 \cdot 3,784 + 1,155 \cdot 0,81)/(3-2)} = 2,025'$$

Для  $n > 2$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2[pab]}{[paa] - [pbb]} = \frac{2 \cdot 0,08}{0,325 - 1,155} = -0,194;$$

$$\text{или } \sin 2\alpha = -\frac{2[pab]}{q} = -\frac{2 \cdot 0,08}{0,845} = -0,19$$

$$\alpha = -5,5^\circ$$

Полуоси можно рассчитать и иным путём:

$$P_{\max} = \frac{1}{2}([paa] + [pbb] + q) = \frac{1}{2}(0,325 + 1,155 + 0,845) = 1,162$$

$$P_{\min} = \frac{1}{2}([paa] + [pbb] - q) = \frac{1}{2}(0,325 + 1,155 - 0,845) = 0,318$$

$$a = \frac{m_1}{\sqrt{P_{\min}}} = 1,774', \quad b = \frac{m_1}{\sqrt{P_{\max}}} = 0,928'$$

Погрешность по широте и отшествию:

$$m_{\Delta\varphi} = m_1 \sqrt{\frac{[pbb]}{D}} = \pm 3,58'; \quad m_{\Delta\omega} = m_1 \sqrt{\frac{[paa]}{D}} = 1,90'$$

- 7) Проверяем значение радиальной СКП

$$M_0 = \pm \sqrt{a^2 + b^2} = \pm 2,00'$$

**Результаты решения задачи тремя методами:**

**1) Штурманский метод**

$$\varphi_0 = 44^{\circ}43,3'N$$

$$\lambda_0 = 32^{\circ}47,2'E$$

**2) Центрографический:**

$$\varphi_0 = 44^{\circ}43,3'N$$

$$\lambda_0 = 32^{\circ}47,7'E$$

**3) Аналитический:**

$$\varphi_0 = 44^{\circ}43,22'N$$

$$\lambda_0 = 32^{\circ}47,81'E$$

Принимая аналитический метод за наиболее точный сравним результаты решений. Критериями сравнения будут разность широт, долгот, радиальная СКП.

Метод	$\varphi_0$	$\lambda_0$	$a$	$b$	СКП
Штурманский	$44^{\circ}43,3'N$	$32^{\circ}47,2'E$	$-0,08'$	$0,61'$	$\pm 2,63'$
Центрографический	$44^{\circ}43,3'N$	$32^{\circ}47,7'E$	$-0,08'$	$0,11'$	$\pm 2,63'$
Аналитический	$44^{\circ}43,22'N$	$32^{\circ}47,81'E$	$0,00'$	$0,00'$	$\pm 2,00'$

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### Книги

- 1.Алексишин В.Г. Обеспечение навигационной безопасности плавания / В.Г. Алексишин, Л.А. Козырь, С.В. Симоненко. – М. Издание «Феникс» 2009. -517 с.
2. Борисова Л.Ф. Обеспечение безопасного судоходства в рыбопромысловых районах. Учебное пособие. /Л.Ф. Борисова. – М.: МОРКНИГА, 2016. – 410 с.
3. Дмитриев В.И. Навигация и лоция / В.И. Дмитриев, В.Л. Григорян, В.А. Катенин. – М.: Изд. «Моркнига», 2009. – 457 с.
4. Кожухов В.П. Математические основы судовождения / В.П. Кожухов, В.В. Григорьев, С.М. Лукин - М.: Транспорт, 1987 - 208 с.
5. Михайлов В.С. Обеспечение навигационной безопасности плавания / В.С. Михайлов, В.Г. Кудрявцев, Д.А. Соколовский – К. Издательство «Компас», 2010. – 566 с.

### Нормативные правовые акты

6. Федеральный Государственный Образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки 180403 Судовождение. Приказ Министерства образования №2056 от 24. 12. 2010 – 35 с.
7. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года, текст, измененный Протоколом 1988 года к ней с поправками (СОЛАС – 74). – СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. – 992 с.
8. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года (ПДМНВ) с поправками. – СПб.: ЗАО ЦНИИМФ, 2010. – 806 с. ISBN 978-5-8072-01109-6
9. Международная конвенция о подготовке и дипломировании персонала рыбопромысловых судов и несении вахты 1995 года с поправками (ПДНВР-95).
10. Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предупреждению загрязнений – МКУБ (гл. IX СОЛАС – 74) ISM CODE. – Одесса: Изд. центр «Студия «Негоциант», 2005.
11. «Мореходные таблицы (МТ-2000) - Санкт-Петербург: МО РФ ГУН и О№9011, 2002. 576 с.

### Другие источники

12. Пазынич Г.И. Особенности практической подготовки современных судоводителей к решению основных задач специальности. // Практическая подготовка в морском образовании. Сборник трудов региональной научно-практической конференции (Керчь, 17-18 ноября 2016 г.) / под общ.ред. проф. Масюткина Е.П. - Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2016. – 92 с. - Режим доступа: [http://kgmtu.ru/documents/ nauka/ practical\\_training\\_in\\_maritime\\_education\\_2016.pdf](http://kgmtu.ru/documents/ nauka/ practical_training_in_maritime_education_2016.pdf), свободный - Загл. с экрана.
13. Пазынич Г.И. Математические основы судовождения [Электронный ресурс] : конспект лекций для курсантов специальности 26.05.05 «Судовождение» оч. и заоч. форм обучения / сост.: Г.И. Пазынич ; Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. судовождения и промышленного рыболовства. — Керчь, 2016. — 139 с. // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». – Режим доступа :<http://lib.kgmtu.ru/?p=1479>
- 14.Пазынич Г.И. Математические основы судовождения [Электронный ресурс]: практикум по самостоят. работе и практ. занятиям для курсантов специальности 26.05.05 «Судовождение» оч. и заоч. форм обучения / сост.: Г.И. Пазынич ; Федер. гос. бюджет.образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф.

судовождения и промышленного рыболовства. — Керчь, 2016. — 96 с. // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». – Режим доступа: <http://lib.kgmtu.ru/?p=1481>

15.Пазынич Г.И. Математические основы судовождения [Электронный ресурс]: метод.указ. по выполнению курсовой работы для курсантов специальности 26.05.05 «Судовождение» оч. и заоч. форм обучения [Электронный ресурс] / сост.: Г.И. Пазынич ; Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Керч. гос. мор. технолог. ун-т», Каф. судовождения и промышленного рыболовства. — Керчь, 2016. — 54 с. // Электронная библиотека ФГБОУ ВО «КГМТУ». – Режим доступа: <http://lib.kgmtu.ru/?p=1483>

16. Рабочая программа дисциплины «Математические основы судовождения».Уровень основной профессиональной образовательной программы –специалитет.Специальность 26.05.05 Судовождение (специализация «Судовождение на морских путях»). Учебный план 2019 года разработки. / Г.И. Пазынич – Керчь: ФГБОУ ВО«Керченский государственный морской технологический университет», 2019 – 22с.