



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)
Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)

«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СУДОВОЖДЕНИЯ»

основной профессиональной образовательной программы специалитета
по специальности

26.05.05 СУДОВОЖДЕНИЕ

Специализация программы

«ПРОМЫСЛОВОЕ СУДОВОЖДЕНИЕ»

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

Морской
Кафедра судовождения и безопасности мореплавания

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ОПК-3: Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные</p>	<p>ОПК-3.1: Знание способов измерений, записи и хранения результатов наблюдений, методы обработки и представления экспериментальных данных</p>	<p>Математические основы судовождения</p>	<p><u>Знать</u>: основные законы распределения случайных погрешностей навигационных параметров, основные источники возникновения погрешностей навигационных параметров, формулы и алгоритмы по их вычислению и учету; основные методы определения счислимых и обсервованных координат места судна с оценкой их точности, в том числе и при использовании избыточной навигационной информации; правила использования Мореходных таблиц, основы картографии и основные требования руководящих документов по обеспечению навигационной безопасности судовождения;</p> <p><u>Уметь</u>: выполнять расчеты для определения счислимых и обсервованных координат места судна с оценкой их точности, в том числе и при использовании избыточной навигационной информации и применять результаты расчетов на навигационных картах и средствах их отображения; выполнять расчеты ортодромии и локсодромии, расчеты направлений и расстояний в море, расчеты значений навигационных параметров и их градиентов и применять результаты расчетов на навигационных картах и средствах их отображения; выполнять расчеты ортодромии и локсодромии, расчеты направлений и расстояний в море, расчеты значений навигационных</p>

			параметров и их градиентов и применять результаты расчетов на навигационных картах и средствах их отображения; <i>Владеть</i> : навыками выполнения расчетов плавания по ортодромии и локсодромии, расчетов значений навигационных параметров и их градиентов для использования на навигационных картах и средствах их отображения; навыками решения задач по определению счислимых и обсервованных координат места судна, оценке их точности и навигационной безопасности судовождения с применением Мореходных таблиц и вычислительной техники.
--	--	--	--

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания по лабораторным работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, относятся:

- задание по курсовой работе;
- экзаменационные вопросы.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания

3.1.1 Содержание оценочных средств

Тестовые задания приведены в Приложении № 1.

3.1.2. Критерии оценки результатов теста:

«Отлично» - 90-100% правильных ответов в тесте;

«Хорошо» - 81-90% правильных ответов в тесте;

«Удовлетворительно» - 70-80% правильных ответов в тесте;

«Неудовлетворительно» - 0-69% правильных ответов в тесте.

3.2 Задания по лабораторным работам

3.2.1 Содержание оценочных средств

Контрольные вопросы по лабораторным работам предназначены для оценки уровня освоения курсантами теоретических вопросов разделов дисциплины при самостоятельной подготовке к выполнению лабораторных работ.

Задания по лабораторным работам приведены в сборниках лабораторных работ по дисциплине «Математические основы судовождения»:

Кириллов Н.О., Бондарев В.А., Усиков В.Ф. Сборник лабораторных работ по дисциплине «Математические основы судовождения». Часть 1. Основы сферической тригонометрии, геометрии земного сфероида, теории изображения и определения места судна. – Калининград, Издательство БГАРФ, 2011. – 84с;

Кириллов Н.О., Бондарев В.А., Усиков В.Ф. Сборник лабораторных работ по дисциплине «Математические основы судовождения». Часть 2. Определение и оценка точности места судна. Оценка навигационной безопасности судовождения. – Калининград, Издательство БГАРФ, 2011. – 89 с.

Пособия являются приложением к данному разделу фонда оценочных средств и неотъемлемой его частью. Темы лабораторных работ приведены в Приложении № 2.

3.1.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Проверка уровня освоения курсантами теоретических вопросов разделов дисциплины производится путем письменного ответа на пять предлагаемых вопросов перед каждой лабораторной работой. Каждый правильный ответ оценивается в 1 балл. Общая оценка выставляется по 5-балльной шкале

Курсант, получивший неудовлетворительную оценку по контрольным вопросам может сделать вторую попытку в период подготовки к итоговой аттестации – в предэкзаменационную неделю и процессе предэкзаменационных консультаций.

Курсант, не ответивший на контрольные вопросы по лабораторным работам до начала экзамена, к экзамену по дисциплине не допускается.

Курсант, получивший неудовлетворительную оценку по результатам выполнения лабораторной работы, или не выполнивший ее в установленный учебным планом срок, должен в кратчайший срок выполнить работу по новому заданию.

Курсант, не выполнивший ее в установленный учебным планом срок до начала экзамена все лабораторные работы на положительную оценку, к экзамену по дисциплине не допускается.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К экзамену допускаются курсанты (студенты), положительно аттестованные по всем видам текущего контроля успеваемости:

- получившие положительную оценку по результатам выполнения тестовых заданий;
- получившие положительную оценку по результатам лабораторных работ;
- получившие положительную оценку по курсовой работе.

Экзаменационные вопросы для промежуточной аттестации по дисциплине представлены в Приложении № 4.

4.1.1. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств

Таблица 2. Критерии оценки результатов экзамена:

Система оценок	2	3	4	5
	0-69%	70-80%	81-90 %	91-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать и систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональ-	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алго-	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным ал-	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает но-

Система оценок	2	3	4	5
	0-69%	70-80%	81-90 %	91-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
ных задач	заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	ритмом	горитмом, понимает основы предложенного алгоритма	вые решения в рамках поставленной задачи

4.2 Задания и контрольные вопросы по курсовой работе.

4.2.1 Содержание оценочных средств

Курсовая работа предназначена для отработки тем дисциплины в соответствии с действующей программой и для формирования у курсантов-судоводителей компетентности для выполнения функции судовождения на уровне эксплуатации в соответствии с требованиями Конвенции ПДНВ.

Контрольные вопросы и задания по курсовой работе приведены в пособии:

Кириллов Н.О. Определение места судна и оценка его точности. - Калининград, Издательство БГАРФ, 2010. – 148 с.

Пособие является приложением к данному разделу фонда оценочных средств и неотъемлемой его частью. Темы курсовых работ приведены в Приложении № 3.

4.2.2. Методические материалы, определяющие процедуры использования оценочных средств приведены в универсальной таблице 2.

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Математические основы судовождения» представляет собой приложение представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы по специальности 26.05.05 «Судовождение» (специализация «Промысловое судовождение»).

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры судовождения и безопасности мореплавания (протокол № 5 от 15 апреля 2022).

И.о. зав. кафедрой судовождения и безопасности мореплавания



В.А. Бондарев

Приложение № 1

**Тестовые задания для дисциплины
«Математические основы судовождения»
Вариант 1**

1. Уровенной поверхностью называется...

- 1) Такая форма Земли, которая образуется поверхностью Мирового океана, мысленно продолженной над материками и островами;
- 2) Поверхность, проведенная по уровню;
- 3) Поверхность, проведенная по суше над материками;
- 4) Поверхность Тихого Океана.

2. Референц-эллипсоидом называется...

- 1) Земной эллипсоид, разработанный О. Референцем;
- 2) WGS-84;
- 3) ПЗ-90(SGS-90);
- 4) Земной эллипсоид определенных размеров, принятый в данном государстве за фигуру Земли.

3. Географической долготой называется двугранный угол между ...

- 1) плоскостью меридиана наблюдателя и плоскостью меридиана данной точки;
- 2) плоскостью Пулковского меридиана и плоскостью меридиана данной точки;
- 3) двумя меридианами;
- 4) плоскостью гринвичского меридиана и плоскостью меридиана данной точки.

4. Географической широтой называется угол между ...

- 1) местоположением наблюдателя и центром Земли;
- 2) нормалью к поверхности Земли в этой точке и плоскостью экватора;
- 3) местоположением наблюдателя и плоскостью экватора;
- 4) местоположением наблюдателя и параллелью.

5. Из представленной системы формул сферического треугольника укажите формулу косинуса стороны....

- 1) $\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$
- 2) $\cos A = -\cos B \cos C + \sin B \sin C \cos a$
- 3) $\frac{\sin a}{\sin b} = \frac{\sin A}{\sin B}$ или $\frac{\sin a}{\sin c} = \frac{\sin A}{\sin C}$
- 4) $\operatorname{ctg} A \sin B = \operatorname{ctg} a \sin c - \cos c \cos B$

6. Из представленной системы формул сферического треугольника укажите формулу синусов...

- 1) $\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$.
- 2) $\cos A = -\cos B \cos C + \sin B \sin C \cos a$.
- 3) $\frac{\sin a}{\sin b} = \frac{\sin A}{\sin B}$ или $\frac{\sin a}{\sin c} = \frac{\sin A}{\sin C}$.
- 4) $\operatorname{ctg} A \sin B = \operatorname{ctg} a \sin c - \cos c \cos B$

7. Ортодромией называется ...

- 1) Кратчайшее расстояние между двумя точками на поверхности сферы;

- 2) Кратчайшее расстояние между двумя точками на поверхности референц-эллипсоида;
- 3) Двугранный угол между двумя меридианами;
- 4) Кратчайшее расстояние между точкой на поверхности сферы и полюсом.

8. Ортодромия измеряется по...

- 1) большей дуге большого круга, образованного пересечением плоскости проходящей через центр сферы и заданные точки, со сферической поверхностью;
- 2) меридиану;
- 3) параллели;
- 4) меньшей дуге большого круга, образованного пересечением плоскости проходящей через центр сферы и заданные точки, со сферической поверхностью.

9. Картой называется...

- 1) Такое изображение земной поверхности на плоскости, в котором искажения не выходят за пределы графической точности;
- 2) Уменьшенное обобщенное изображение земной поверхности или отдельных ее участков на плоскости с помощью условных знаков;
- 3) Лист бумаги с условными знаками;
- 4) Сетка меридианов и параллелей.

10. Планом называется...

- 1) Такое изображение земной поверхности на плоскости, в котором искажения не выходят за пределы графической точности;
- 2) Лист бумаги с условными знаками;
- 3) Уменьшенное обобщенное изображение земной поверхности или отдельных ее участков на плоскости с помощью условных знаков;
- 4) Сетка меридианов и параллелей.

11. Навигационным параметром называется...

- 1) Курс и скорость судна;
- 2) Измеряемая на судне величина, связанная определенной функциональной зависимостью с положением судна относительно навигационного ориентира;
- 3) Координаты места судна;
- 4) Курс, скорость судна и Координаты места судна.

12. Градиентом навигационного параметра, называется, вектор, характеризующий величину изменения навигационного параметра...

- 1) на единицу расстояния;
- 2) по меридиану;
- 3) на единицу скорости;
- 4) по параллели.

13. Абсолютной погрешностью называется...

- 1) Такая погрешность, которая остается постоянной или закономерно изменяется для всех навигационных измерений рассматриваемой совокупности;
- 2) Разность между измеренным и истинным значениями навигационного элемента, выраженная в единицах измеряемой величины;
- 3) Безразмерная величина, равная отношению абсолютной погрешности к измеренной величине навигационного элемента;
- 4) Такая погрешность, величина и знак которых изменяются от измерений к измерению одной и той же величины в данных условиях.

14. Относительной погрешностью называется...

- 1) Такая погрешность, которая остается постоянной или закономерно изменяется для всех навигационных измерений рассматриваемой совокупности;
- 2) Разность между измеренным и истинным значениями навигационного элемента, выраженная в единицах измеряемой величины;
- 3) Безразмерная величина, равная отношению абсолютной погрешности к измеренной величине навигационного элемента;
- 4) Такая погрешность, величина и знак которых изменяются от измерений к измерению одной и той же величины в данных условиях.

15. Доверительным интервалом называется интервал ...

- 1) в пределах которого однозначно находится истинное значение навигационного параметра;
- 2) в пределах которого с заданной вероятностью находится истинное значение навигационного параметра;
- 3) которому можно доверять;
- 4) в пределах которого не находится истинное значение навигационного параметра.

16. Закон распределения Стьюдента (закон t-распределения) используется для определения границ доверительного интервала при количестве измерений...

- 1) >30
- 2) <30 , но >15
- 3) <15
- 4) <5

17. Сущность метода наименьших квадратов заключается в отыскании...

- 1) квадрата минимальной невязки;
- 2) наименьшей среднеквадратической погрешности;
- 3) таких значений вероятнейших поправок к счислимым координатам, при которых сумма квадратов невязок являлась бы величиной минимальной;
- 4) квадрата предельной погрешности.

18. Для оценки точности счисления используется...

- 1) Невязка;
- 2) Коэффициент счисления;
- 3) Коэффициент лага;
- 4) Поправка лага.

19. Для расчета среднеквадратической погрешности счисления при интервалах счисления меньше 2 часов применяется формула

1) $M_c(t) = K_c \sqrt{t}$

2) $M_{сч} = \sqrt{M_o^2 + M_c^2(t)}$

3) $M_c(t) = 0.7 K_c t$

4) $M_{co} = \frac{1}{\sin \Theta} \sqrt{m_{ЛП1}^2 + m_{ЛП2}^2 + \frac{M_c^2(t)}{2}}$

20. Переход от радиальной среднеквадратической погрешности места судна к предельной радиальной погрешности с вероятностью 0.95 выполняется как...

- 1) $M_0 \cdot 1.5$
- 2) $M_0 \cdot 2$
- 3) $M_0 \cdot 2.5$
- 4) $M_0 \cdot 3$

Вариант 2

1. Параллелью называется линия, образованная пересечением плоскости ...
 - 1) параллельной земной оси, с поверхностью земного эллипсоида;
 - 2) первовертикала, с поверхностью земного эллипсоида;
 - 3) перпендикулярной земной оси, с поверхностью земного эллипсоида;
 - 4) перпендикулярной отвесной линии, с поверхностью земного эллипсоида.
2. Истинным (географическим) меридианом называется линия, образованная пересечением плоскости...
 - 1) проходящей через линию NS, с поверхностью земного эллипсоида;
 - 2) перпендикулярной земной оси, с поверхностью земного эллипсоида;
 - 3) через отвесную линию, с поверхностью земного эллипсоида;
 - 4) проходящей через земную ось, с поверхностью земного эллипсоида.
3. Разностью широт называется...
 - 1) Наименьшая из дуг экватора между меридианами пункта прихода и пункта отхода;
 - 2) Дуга меридиана между параллелями пункта прихода пункта отхода;
 - 3) Дуга экватора между меридианами пункта прихода и пункта отхода;
 - 4) Расстояние между меридианами пункта прихода и пункта отхода.
4. Разностью долгот называется...
 - 1) Наименьшая из дуг экватора между меридианами пункта прихода и пункта отхода;
 - 2) Дуга меридиана между параллелями пункта прихода пункта отхода;
 - 3) Дуга экватора между меридианами пункта прихода и пункта отхода;
 - 4) Расстояние между меридианами пункта прихода и пункта отхода.
5. Сферическим треугольником называется...
 - 1) Треугольник на сферической поверхности, который образован пересечением трех дуг больших кругов и дуги большого круга;
 - 2) Треугольник на сферической поверхности, который образован пересечением двух меридианов и одной параллели;
 - 3) Треугольник на сферической поверхности, который образован пересечением двух параллелей и одного меридиана;
 - 4) Произвольный треугольник на сферической поверхности.
6. Сумма углов сферического треугольника находится пределах от...
 - 1) 90° до 360° ;
 - 2) 90° до 540° ;
 - 3) 180° до 360° ;
 - 4) 180° до 540° .
7. Картографической проекцией называется способ изображения поверхности Земли на...
 - 1) сфере;
 - 2) референц-эллипсоиде;
 - 3) плоскости;

4) общеземном эллипсоиде.

8. Численным масштабом карты называется...

- 1) Дробь, числитель которой единица, а знаменатель – число, которое показывает скольким единицам длины на местности соответствует одна единица длины на карте;
- 2) Соотношение, которое показывает, сколько более крупных площадей на местности содержится в одной более мелкой площади на карте;
- 3) Соотношение, которое показывает, сколько более крупных единиц длины на местности содержится в одной более мелкой единице длины на карте;
- 4) Соотношение длины одной минуты меридиана к длине одной минуты параллели.

9. Градиент навигационного параметра имеет размерность единицы измерения навигационного параметра на...

- 1) единицу скорости;
- 2) единицу;
- 3) единицу расстояния;
- 4) единицу карты.

10. Изолинией называется...

- 1) Прямая линия;
- 2) Геометрическое место точек на земной поверхности, в каждой из которых значение навигационного параметра является величиной постоянной;
- 3) Окружность;
- 4) Гипербола.

11. Систематической погрешностью называется...

- 1) Такая погрешность, которая остается постоянной или закономерно изменяется для всех навигационных измерений рассматриваемой совокупности;
- 2) Разность между измеренным и истинным значениями навигационного элемента, выраженная в единицах измеряемой величины;
- 3) Безразмерная величина, равная отношению абсолютной погрешности к измеренной величине навигационного элемента;
- 4) Такая погрешность, величина и знак которых изменяются от измерений к измерению одной и той же величины в данных условиях.

12. Случайной погрешностью называется...

- 1) Такая погрешность, которая остается постоянной или закономерно изменяется для всех навигационных измерений рассматриваемой совокупности;
- 2) Разность между измеренным и истинным значениями навигационного элемента, выраженная в единицах измеряемой величины;
- 3) Безразмерная величина, равная отношению абсолютной погрешности к измеренной величине навигационного элемента;
- 4) Такая погрешность, величина и знак которых изменяются от измерений к измерению одной и той же величины в данных условиях.

13. Определение среднеквадратической погрешности единичного измерения навигационного параметра способом абсолютной привязки выполняется по формуле...

$$1) m_U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_{cp} - U_i)^2}{n-1}}$$

$$2) m_{U_{\epsilon}} = \frac{m_U}{\sqrt{n}}$$

$$3) m_U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_{ucm} - U_i)^2}{n}}$$

$$4) m_U = k_n \cdot R$$

14. Определение среднеквадратической погрешности единичного измерения навигационного параметра способом внутренней сходимости выполняется по формуле...

$$1) m_U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_{cp} - U_i)^2}{n-1}}$$

$$2) m_{U_{\epsilon}} = \frac{m_U}{\sqrt{n}}$$

$$3) m_U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_{ucm} - U_i)^2}{n}}$$

$$4) m_U = k_n \cdot R$$

15. Вычисление радиальной среднеквадратической погрешности при определении места по трем линиям положения выполняется по формуле...

$$1) M_{\epsilon} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n P_i}}$$

$$2) M_{\epsilon} \approx 1,3m_{\text{лн}}$$

$$3) M_{\epsilon} = \frac{\sqrt{3}m_{\text{лн}}}{\sqrt{\sin^2 \Theta_{1,2} + \sin^2 \Theta_{2,3} + \sin^2 \Theta_{1,3}}}$$

$$4) M_{\epsilon} = \frac{0,7m_{\text{лн}}}{\sin \gamma} \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \frac{\Delta A_1}{2}} + \frac{1}{\sin^2 \frac{\Delta A_2}{2}}}$$

16. Вычисление радиальной среднеквадратической погрешности при определении места по четырем линиям положения выполняется по формуле...

$$1) M_{\epsilon} = \frac{1}{\sqrt{\sum_{i=1}^n P_i}}$$

$$2) M_{\epsilon} \approx 1,3m_{\text{лн}}$$

$$3) M_{\epsilon} = \frac{\sqrt{3}m_{\text{лн}}}{\sqrt{\sin^2 \Theta_{1,2} + \sin^2 \Theta_{2,3} + \sin^2 \Theta_{1,3}}}$$

$$4) M_{\epsilon} = \frac{0,7m_{\text{лн}}}{\sin \gamma} \sqrt{\frac{1}{\sin^2 \frac{\Delta A_1}{2}} + \frac{1}{\sin^2 \frac{\Delta A_2}{2}}}$$

17. Требования к точности судовождения в настоящее время регламентирует Резолюция ИМО...

- 1) А.529;
- 2) А.953;
- 3) А.1046;
- 4) А.1098.

18. Требования к точности судовождения согласно Резолюция ИМО необходимо выполнять с вероятностью...

- 1) 0,683
- 2) 0,95
- 3) 0,997
- 4) 0,999

19. Переход от радиальной среднеквадратической погрешности места судна к предельной радиальной погрешности с вероятностью 0.997 выполняется как....

- 1) $M_0 \cdot 1.5$
- 2) $M_0 \cdot 2$
- 3) $M_0 \cdot 2.5$
- 4) $M_0 \cdot 3$

20. Радиальной среднеквадратической погрешностью называется окружность радиусом M_0 , проведенная из местоположения судна в любой точке, которой с вероятностью...

- 1) 0,95 находится действительное место судна;
- 2) 0,997 находится действительное место судна;
- 3) 0,39 находится действительное место судна;
- 4) 0,683 находится действительное место судна.

Вариант 3

1. Плоскостью истинного горизонта называется горизонтальная плоскость, проходящая через место наблюдателя...

- 1) перпендикулярно земной оси;
- 2) перпендикулярно отвесной линии;
- 3) параллельно отвесной линии;
- 4) перпендикулярно линии NS.

2. Плоскостью первого вертикала называется вертикальная плоскость, перпендикулярная...

- 1) плоскости гринвичского меридиана;
- 2) плоскости земной оси;
- 3) отвесной линии;
- 4) плоскости меридиана наблюдателя.

3. Широта измеряется от 0° до...

- 1) 180° в сторону N или S;
- 2) 90° в сторону N или S;

- 3) 90° в сторону E или W;
 - 4) 180° в сторону E или W.
4. Долгота измеряется от 0° до...
- 1) 180° в сторону N или S;
 - 2) 90° в сторону N или S;
 - 3) 90° в сторону E или W;
 - 4) до 180° в сторону E или W.
5. Углами сферического треугольника на поверхности Земли являются...
- 1) $\varphi_1, \lambda_1, \varphi_2, \lambda_2$, полюс;
 - 2) $A_1, A_2, \Delta \lambda$;
 - 3) S, $90^\circ - \varphi_1, 90^\circ - \varphi_2$;
 - 4) S, A_1, A_2 .
6. Сторонами сферического треугольника на поверхности являются...
- 1) $\varphi_1, \lambda_1, \varphi_2, \lambda_2$, полюс;
 - 2) $A_1, A_2, \Delta \lambda$;
 - 3) S, $90^\circ - \varphi_1, 90^\circ - \varphi_2$;
 - 4) S, A_1, A_2 .
7. Локсодромией называется...
- 1) Линия на поверхности Земли, которая пересекает все меридианы под разными углами;
 - 2) Кратчайшее расстояние между двумя точками на поверхности сферы;
 - 3) Линия на поверхности Земли, которая пересекает все меридианы под одним и тем же углом;
 - 4) Линия на поверхности Земли, которая пересекает все параллели под одним и тем же углом.
8. Схождением меридианов называется...
- 1) Разность углов, под которыми ортодромия пересекает меридианы;
 - 2) Разность углов между меридианами;
 - 3) Угол между локсодромией и ортодромией в данной точке;
 - 4) Угол между ортодромией и меридианом в данной точке.
9. Морской милей называется длина одной...
- 1) минуты дуги экватора;
 - 2) минуты дуги меридиана на широте примерно в 45° ;
 - 3) минуты дуги меридиана;
 - 4) десятой градуса дуги меридиана на широте примерно в 45° .
10. Предельной точностью масштаба карты называется...
- 1) Наименьшая длина на местности, которая соответствует 2 мм на карте данного масштаба;
 - 2) Количество значащих цифр численного масштаба карты;
 - 3) Количество значащих цифр линейного масштаба карты;
 - 4) Наименьшая длина на местности, которая соответствует 0,2 мм на карте данного масштаба.
11. Промежутком практически постоянного масштаба называется...
- 1) Разность широт рамок карты;
 - 2) Разность широт между точкой на карте и главной широты карты;

- 3) Наименьшая длина на местности, которая соответствует 0,2 мм на карте данного масштаба;
- 4) Разность широт, в пределах которой длину морской мили (минуты широты) можно считать постоянной.

12. Обсервацией называется процесс определения координат места судна на земной поверхности с использованием ...

- 1) курсоуказателя и лага;
- 2) карты;
- 3) внешних ориентиров, координаты которых известны;
- 4) вычислительной техники.

13. Линией положения называется...

- 1) Линия, которая показывает положение судна;
- 2) Отрезок прямой, проведенный по касательной к изолинии;
- 3) Линия от ориентира до местоположения судна;
- 4) Отрезок прямой, проведенный по касательной к изолинии на кратчайшем расстоянии от счислимого места судна.

14. Законом распределения случайной величины называется соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями этой величины и...

- 1) ее абсолютной погрешностью;
- 2) ее относительной погрешностью;
- 3) соответствующим им вероятностями;
- 4) ее полной погрешностью.

15. Математическим ожиданием случайной величины называется...

- 1) Центр рассеивания (среднее значение), около которого группируются возможные значения случайной величины;
- 2) Ожидаемое значение случайной величины в определенных условиях;
- 3) Ожидаемое значение случайной величины в неопределенных условиях;
- 4) Истинное значение случайной величины.

16. Дисперсией случайной величины называется

- 1) Соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями этой величины и ее полной погрешностью;
- 2) Центр рассеивания (среднее значение), около которого группируются возможные значения случайной величины;
- 3) Ожидаемое значение случайной величины в определенных условиях;
- 4) Математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от его математического ожидания.

17. Весом измерения называется величина, ...

- 1) обратно пропорциональной квадрату среднеквадратической погрешности;
- 2) обратно пропорциональной среднеквадратической погрешности;
- 3) равная квадрату среднеквадратической погрешности;
- 4) обратно пропорциональной квадрату математическому ожиданию.

18. Вероятнейшим значением навигационного параметра при неравноточных измерениях будет являться...

$$1) \quad m_{U_i} = \frac{m_{(1)}}{\sqrt{p_i}} = \sqrt{\frac{\sum_i^n p_i v_i^2}{(n-1)p_i}}$$

$$2) \quad m_{U_6} = \frac{m_U}{\sqrt{n}}$$

$$3) \quad U_6 = \frac{U_1 p_1 + U_2 p_2 + \dots + U_n p_n}{p_1 + p_2 + \dots + p_n} = \frac{\sum_{i=1}^n U_i p_i}{\sum_{i=1}^n p_i}$$

$$4) \quad m_{U_6} = \sqrt{\frac{\sum_i^n p_i v_i^2}{(n-1) \sum_{i=1}^n p_i}}$$

19. Общей (повторяющейся) случайной погрешностью называется: случайная погрешность ...

- 1) возникающая только за счет влияния непосредственно условий измерений - случайных погрешностей измерительных приборов, погрешностей органов чувств человека, влияния параметров окружающей среды;
- 2) определения поправки прибора характеризующая точность определения этой поправки;
- 3) единичного измерения;
- 4) серии измерений.

20. Коэффициентом корреляции называется...

- 1) Изменение навигационного параметра на единицу расстояния;
- 2) Коэффициент изменения частной случайной погрешности;
- 3) Коэффициент изменения полной случайной погрешности;
- 4) Безразмерная величина, характеризующая степень корреляционной зависимости двух измерений навигационного параметра.

Приложение № 2

**Темы лабораторных работ и типовые задания
Для дисциплины «Математические основы судовождения»**

Лабораторная работа № 1.

Перевод углов и дуг из градусной меры в радианную и обратно.

Приближённые вычисления в задачах судовождения.

Типовое задание для лабораторной работы

1. Сделать перевод угловой величины из градусной меры $137^{\circ}20'$ в радианную.
2. Сделать перевод угловой величины из радианной меры $3,87$ рад. в градусную.
3. Выполнить перевод угловой величины из временной меры $21^{\text{ч}}13^{\text{м}}16^{\text{с}}$ в градусную.
4. Сделать перевод угловой величины из градусной меры $310^{\circ}47,5'$ во временную.
5. Округлить числа $0,01475$, $0,009367$, $0,1651$, $0,6754$ до двух значащих цифр.
6. Вычислить значения синуса, косинуса и тангенса заданного угла $4^{\circ}41'$ с учетом первых и вторых членов разложения с точностью до четвертого десятичного закона.
7. По заданному значению угла $147^{\circ}22,3'$ найти логарифмы всех тригонометрических функций.
8. По заданным значениям логарифма тригонометрической функции $\sin\alpha=9,47571$ найти значение угла α .

Лабораторная работа № 2.

Решение сферических треугольников по основным формулам сферической тригонометрии

Типовое задание для лабораторной работы

По известным элементам косоугольного треугольника ABC углу $B=127^{\circ}15,6'$, стороне, $a=137^{\circ}28,4'$ и стороне $c=77^{\circ}27,4'$ найти остальные элементы – сторону b и углы A и C.

Лабораторная работа № 3.

Решение сферических треугольников в навигационных задачах

Типовое задание для лабораторной работы

1. По известным координатам пункта отхода $\varphi_1=47^{\circ}29,3'N$, $\lambda_1=127^{\circ}54,6'E$ и пункта прихода $\varphi_2=13^{\circ}41,7'S$, $\lambda_2=172^{\circ}11,2'E$ на поверхности Земли-шара вычислить:
 - направление ортодромии A_1 (ортодромический пеленг) в точке T_1 (прямое, то есть из точки T_1 , на точку T_2);
 - направление ортодромии A_2 из точки T_2 на точку T_1 ;
 - угол схождения меридианов γ в точке T_1 ;
 - угол схождения меридианов γ в точке T_2 ;
 - направление локсодромии $K_{орт}$ – локсодромический курс;
 - расстояние (длину) по ортодромии $S_{орт}$;
 - расстояние (длину) по локсодромии $S_{лок}$.
2. Вычислить ортодромическую поправку ψ и локсодромический курс $K_{лок}$ на малых расстояниях по известным координатам судна $\varphi_1=15^{\circ}33,4'N$, $\lambda_1=133^{\circ}04,7'E$ и ориентира $\varphi_2=19^{\circ}04,5'N$, $\lambda_2=35^{\circ}51,8'E$.

Лабораторная работа № 4.

Вычисление основных элементов земного сфероида

Типовое задание для лабораторной работы

1. Рассчитать соответствующие значения геоцентрической φ' и приведённой u широт для заданной географической широты $\varphi = 63^{\circ}$.
2. По известной геоцентрической широте $\varphi'=53^{\circ}$ вычислить географическую широту φ .

3. По известной приведённой широте $u=33^\circ$ вычислить географическую широту φ .
4. Вычислить длину одной минуты дуги меридиана $\Delta 1'$ (длину морской мили) в широте $\varphi=68^\circ$ и сравнить её с длиной стандартной морской мили (1862 м).
5. В заданной географической широте $\varphi=43^\circ$ вычислить длину одной минуты дуги параллели отдельно для шара $p_{ш}$ и земного сфероида $p_{сф}$.

Лабораторная работа № 5.

Основы картографии

Типовое задание для лабораторной работы

1. Вычислить линейный масштаб и предельную точность масштаба, если численный масштаб составляет 1:2000.
2. Вычислить численный масштаб и предельную точность масштаба, если линейный масштаб составляет 1,08 мили в 1 см.
3. Вычислить знаменатель масштаба c_φ в широте $\varphi=22^\circ$.
4. Вычислить промежуток практически постоянного масштаба по широте $\varphi=15^\circ$ и знаменателю численного масштаба $c=500000$.
5. Вычислить единицу карты e , если даны географическая широта $\varphi_0=40^\circ$ и масштаб по главной параллели $M_0=1:100000$.

Лабораторная работа № 6.

Вычисление градиентов навигационных параметров на малых и больших расстояниях

Типовое задание для лабораторной работы

1. Найти модули и направления градиентов измеренных с помощью радиопеленгатора ортодромических пеленгов Орт $P_1=203,6^\circ$, Орт $P_2=298,3^\circ$, если $\varphi_{ср1}=52,0^\circ$, $\varphi_{ср2}=53,0^\circ$, $\Delta\lambda_1=-10,6^\circ$, $\Delta\lambda_2=+11,5^\circ$, $D_1=618$ миль, $D_2=252$ мили.
2. Найти модуль и направление градиента разности измеренных с помощью радиопеленгатора ортодромических пеленгов Орт $P_1=203,6^\circ$, Орт $P_2=298,3^\circ$, если $\varphi_{ср1}=52,0^\circ$, $\varphi_{ср2}=53,0^\circ$, $\Delta\lambda_1=-10,6^\circ$, $\Delta\lambda_2=+11,5^\circ$, $D_1=618$ миль, $D_2=252$ мили.
3. Найти модули и направления градиентов, измеренных с помощью РЛС пеленгов $P_1=305,0^\circ$, $P_2=355,0^\circ$, если $D_1=12,1$ мили, $D_2=8,6$ мили.
4. Найти значение горизонтального угла, как разности пеленгов $P_1=305,0^\circ$, $P_2=355,0^\circ$,
5. Найти модули и направления градиентов, измеренных с помощью РЛС разности пеленгов $P_1=305,0^\circ$, $P_2=355,0^\circ$, если $D_1=12,1$ мили, $D_2=8,6$ мили.
6. Найти модули и направления градиентов дистанций $D_1=12,1$ мили, $D_2=8,6$ мили.
7. Найти модули и направления градиентов разности дистанций $D_1=12,1$ мили, $D_2=8,6$ мили.

Лабораторная работа № 7.

Определение координат места судна по измерениям двух навигационных параметров

Типовое задание для лабораторной работы

Найти обсервованные координаты места судна путем графического построения линий положений и аналитически путем составления и совместного решения уравнений линий положений, если измерен навигационный параметр - высота светила h и рассчитаны элементы двух линий положения $\tau_1=164,5^\circ$, $\tau_2=262,6^\circ$, $n_1=-3,5'$, $n_2=+2,5'$, $\varphi_c=35^\circ 56,9'N$, $\lambda_c=13^\circ 33,4'E$.

Лабораторная работа № 8.

Приведение измерений навигационного параметра к одному моменту наблюдений. Абсолютные и относительные погрешности измерений навигационных параметров

Типовое задание для лабораторной работы

1. С судна, следующего истинным курсом $ИК=345^\circ$ со скоростью $V=12$ уз в моменты времени $T_1=00^M00^C$ и $T_2=01^M07^C$ произведены измерения компасных пеленгов $КП_1=226,5^\circ$ и $КП_2=220,9^\circ$. Привести значение навигационного параметра, измеренного в момент времени T_1 к моменту времени T_2 , вычислив поправку Δu_z .
2. Произведена серия измерений навигационного параметра, характеризуемых числами $\alpha'_1=13,6$, $\alpha'_2=3,47$, $\alpha'_3=0,7$, $\alpha'_4=3,61$, $\alpha'_5=3,4$, $\alpha'_6=6,97$ из которых α'_1 , α'_3 , α'_5 являются округленными. Вычислить абсолютную и относительную погрешности этих измерений, величину α и абсолютную погрешность величины α .
3. Судно перешло из пункта А в пункт В, совершив плавание $S=141$ миль. Вследствие погрешности $\Delta_{ГК}=2^\circ$ в показаниях гирокомпаса судно оказалось в точке С. Определить величину b отклонения судна от заданной точки В.
4. С судна, стоящего на якоре, измеряется пеленг на ориентир. На каком минимальном расстоянии D при возможном изменении положения судна на величину $R=100$ метров, погрешность пеленга $\Delta_{П}$ будет не более $0,2^\circ$.

Лабораторная работа № 9.

Обработка независимых равноточных измерений навигационного параметра. Доверительная оценка точности

Типовое задание для лабораторной работы

С судна, стоящего на якоре произведена серия (табл. 9.1) из одиннадцати равноточных измерений компасного пеленга $КП_1=226,5^\circ$, $КП_2=226,0^\circ$, $КП_3=225,2^\circ$, $КП_4=223,8^\circ$, $КП_5=221,9^\circ$, $КП_6=221,6^\circ$, $КП_7=221,6^\circ$, $КП_8=221,6^\circ$, $КП_9=220,9^\circ$, $КП_{10}=222,9^\circ$, $КП_{11}=220,0^\circ$

Вычислить:

- среднее арифметическое (вероятнейшее) значение навигационного параметра;
- среднеквадратическую и предельную погрешности единичного измерения навигационного параметра способом внутренней сходимости (по отклонению от вероятнейшего значения параметра);
- среднеквадратическую и предельную погрешности единичного измерения навигационного параметра по размаху;
- среднеквадратическую и предельную погрешности вероятнейшего значения навигационного параметра;
- доверительный интервал, накрывающий истинное значение измеряемого навигационного параметра с вероятностью 0,95 ($P=0,95$);
- проверить измеренные значения навигационного параметра на промах.

Лабораторная работа № 10.

Обработка неравноточных независимых измерений навигационного параметра

Типовое задание для лабораторной работы

С судна, стоящего на якоре, произвели серию из одиннадцати неравноточных измерений расстояния D до ориентира на берегу $D_1=8,9$ мили, $D_2=8,4$ мили, $D_3=7,9$ мили, $D_4=7,8$ мили, $D_5=7,8$ мили, $D_6=8,6$ мили, $D_7=8,5$

мили, $D_8=8,4$ мили, $D_9=8,2$ мили, $D_{10}=8,9$ мили $D_{11}=9,2$ мили со среднеквадратическими погрешностями $m_1=0,1$ мили, $m_2=0,5$ мили, $m_3=0,7$ мили, $m_4=0,9$ мили, $m_5=0,2$ мили, $m_6=0,8$ мили, $m_7=0,4$ мили, $m_8=0,7$ мили, $m_9=0,6$ мили, $m_{10}=0,4$ мили, $m_{11}=0,3$ мили.

Вычислить:

- вес каждого измерения p_i ;
- вероятнейшего значения навигационного параметра U_B ;
- среднеквадратическую погрешность единицы веса $m_{(1)}$;
- среднеквадратическую m_{U_B} и предельную \hat{m}_{U_B} погрешности вероятнейшего значения навигационного параметра;

- среднеквадратическую погрешность единичного измерения навигационного параметра m_{U_i} ;
- проверить измеренные значения навигационного параметра на промах.

Лабораторная работа № 11.

Обработка неравноточных взаимозависимых измерений навигационного параметра

Типовые задания для лабораторной работы

1. По известному количеству измерений навигационных параметров $n=11$, известным значениям частных $m_{\varphi_1}=0,3^\circ$, $m_{\lambda_1}=0,6^\circ$ и повторяющейся $m_0=0,4^\circ$ погрешности рассчитать значение коэффициента корреляции r .
2. По трём выносным индикаторам РЛС измерено расстояние до одного и того же ориентира $D_1=109$ кбт, $D_2=112$ кбт и $D_3=121$ кбт. Известны полные среднеквадратические погрешности измерений $m_{D1}=0,8$ кбт, $m_{D2}=1,1$ кбт, $m_{D3}=0,4$ кбт и элементы нормированной корреляционной матрицы $r_{12}=0,7$, $r_{13}=0,5$, $r_{21}=0,6$, $r_{23}=0,1$, $r_{31}=0,5$, $r_{32}=0,3$ рассчитать вероятнейшее значения навигационного параметра и его среднеквадратическую погрешность.

Лабораторная работа № 12.

Оценка точности обсервованного места судна, полученного по измерениям двух навигационных параметров

Типовое задание для лабораторной работы

Известны счислимые координаты места судна $\varphi_c=36^\circ 27,5'N$, $\lambda_c=13^\circ 44,5'E$, элементы линий положения $\tau_1=43,2^\circ$, $\tau_2=126,2^\circ$, $n_1=+6,0'$, $n_2=-1,0'$, погрешности $m_{\text{ли1}}=1,2'$, $m_{\text{ли2}}=1,3'$ и коэффициент корреляции двух линий положения $r=0,3$.

- найти значения $\Delta\varphi$ и $\Delta\lambda$ путем графического построения линий положений;
- рассчитать координаты обсервованного места судна;
- оценить точность обсервованных координат места судна эллипсом погрешностей, радиальной среднеквадратической погрешностью, и предельными радиальными погрешностями для вероятностей 0,95 и 0,997.

Лабораторная работа № 13.

Определение координат вероятнейшего места судна, полученного с использованием избыточных измерений навигационных параметров методом наименьших квадратов и оценка их точности

Типовое задание для лабораторной работы

Известны счислимые координаты места судна $\varphi_c=36^\circ 27,5'N$, $\lambda_c=13^\circ 45,3'E$, элементы и погрешности трех неравноточных взаимонезависимых ($r=0$) высотных линий положения $U_{\text{изм.1}}=62^\circ 07,2'$, $U_{\text{изм.2}}=19^\circ 27,1'$, $U_{\text{изм.3}}=30^\circ 40,4'$, $U_{c1}=62^\circ 05,3'$, $U_{c2}=19^\circ 24,3'$, $U_{c3}=30^\circ 41,2'$, $0,9'$, $\tau_1=171,1^\circ$, $\tau_2=110,5^\circ$, $\tau_3=40,9^\circ$, $m_{U1}=1,2'$, $m_{U2}=2,2'$, $m_{U3}=0,9'$,

Найти:

- вероятнейшие координаты места судна путем графического построения линий положений и отыскания вероятнейшего места в треугольнике погрешностей способом биссектрис (появление случайных и систематических погрешностей равновероятно);
- обсервованные координаты места судна путем аналитического составления и совместного решения уравнений линий положений по методу наименьших квадратов (способом определителей);
- оценить точность вероятнейших координат места судна эллипсом погрешностей, радиальной среднеквадратической погрешностью и предельными погрешностями с вероятностями 0,95 и 0,997.

Лабораторная работа № 14.
Оценка точности счисления

Типовое задание для лабораторной работы

Из судового журнала выписаны промежутки времени плавания по счислению t и величины невязок c : $t_1=5,1$ час., $t_2=2,6$ час., $t_3=6,8$ час., $t_4=3,3$ час., $t_5=3,9$ час., $t_6=6,3$ час., $t_7=6,5$ час., $t_8=6,5$ час., $t_9=4,4$ час., $t_{10}=6,3$ час., $t_{11}=4,9$ час., $t_{12}=3,5$ час., $t_{13}=5,7$ час., $t_{14}=2,9$ час., $t_{15}=3,2$ час., $t_{16}=3,7$ час., $t_{17}=4,1$ час., $t_{18}=5,6$ час., $t_{19}=6,3$ час., $t_{20}=4,9$ час., $t_{21}=7,6$ час., $c_1=1,0$ мили, $c_2=1,2$ мили, $c_3=0,9$ мили, $c_4=2,6$ мили, $c_5=1,6$ мили, $c_6=3,8$ мили, $c_7=4,2$ мили, $c_8=3,3$ мили, $c_9=1,2$ мили, $c_{10}=3,8$ мили, $c_{11}=1,6$ мили, $c_{12}=2,0$ мили, $c_{13}=2,1$ мили, $c_{14}=1,9$ мили, $c_{15}=1,4$ мили, $c_{16}=3,3$ мили, $c_{17}=4,2$ мили, $c_{18}=5,6$ мили, $c_{19}=6,3$ мили, $c_{20}=4,9$ мили, $c_{21}=4,1$ мили. Скорость судна в данный промежуток времени - 9 узлов по относительному лагу, $m_{ПВ_а} = 30^\circ$, скорость течения 0,5 узла, данные о течении - из Атласа течений. Среднеквадратическая погрешность всех обсерваций в данном районе плавания $M_0=0,8$ мили. Допустимая погрешность места судна в данном районе $M_d=2,0$ мили.

Рассчитать:

- априорно и апостериорно коэффициент точности счисления K_c ;
- среднеквадратическую погрешность m_{K_c} апостериорно рассчитанного коэффициента точности счисления K_c ;
- относительную погрешность Δ_{K_c} апостериорно рассчитанного коэффициента точности счисления K_c ;
- ожидаемую среднеквадратическую погрешность счислимого места судна через 5 часов плавания по счислению после последней обсервации;
- максимальный интервал времени t_{max} между двумя последовательными обсервациями в данном районе при плавании по счислению в открытом море и вблизи (более 25 миль) от берега

Лабораторная работа № 15.

Определение координат вероятнейшего места судна методом осреднения мест. Оценка точности осредненного места

Типовое задание для лабораторной работы

Известны счисляемые координаты места судна $\varphi_c=46^\circ 20,0'N$, $\lambda_c=16^\circ 17,0'E$ с радиальной среднеквадратической погрешностью $M_{сч}=2,3$ мили и определены обсервованные поправки к счислимым координатам двумя способами – астрономическим $\Delta\varphi_{01}=+4,0'$, $\Delta\lambda_{01}=+3,0'$ с радиальной среднеквадратической погрешностью $M_{01}=2,1$ мили, и по радионавигационной системе $\Delta\varphi_{02}=-5,0'$, $\Delta\lambda_{02}=+4,5'$ с радиальной среднеквадратической погрешностью $M_{02}=1,2$ мили.

- найти координаты вероятнейшего места судна методом осреднения трех мест (счислимого, астрономического и по радионавигационной системе) аналитическим и центрографическим способами и оценить точность определения этих координат радиальной среднеквадратической погрешностью.

Лабораторная работа № 16.

Уточнение счисляемых координат места судна по измерениям одного навигационного параметра. Оценка точности координат уточненного места

Типовое задание для лабораторной работы

На судне, имеющем счисляемые координаты $\varphi_c=32^\circ 50,5'N$ и $\lambda_c=76^\circ 07,6'E$ произведены наблюдения высоты $h=62^\circ 07,2'$ светила и вычислены элементы высотной линии положения $h_c=62^\circ 05,3'$, $\tau=171,1^\circ$. Известны СКП счислимого места судна $M_{сч}=1,2'$ и полная СКП линии положения $m_{лип}=1,5$ мили.

Найти уточненные координаты места судна $\varphi_{ут}$, $\lambda_{ут}$ и оценить их точность эллипсом погрешностей с помощью вычислительной техники и табличным способом.

Лабораторная работа № 17.

Оценка навигационной безопасности плавания

Типовое задание для лабораторной работы

1. Линия пути судна проложена в районе с ненаблюдаемыми навигационными опасностями. Известны минимальное расстояние от линии пути до ближней из них $D_0=2,5$ мили, разница расстояний до ближайшей опасности от штурманской рубки и от габаритной точки судна, расположенной в минимальном расстоянии от опасности $l=0,07$ мили и радиальная СКП места судна в районе опасностей $M=0,9$ мили.
2. Линия пути судна проложена вдоль границы запретного для плавания района в минимальном расстоянии от границы $D_0=10,6$ кбт. Известна разница расстояний до ближайшей опасности от штурманской рубки и от габаритной точки судна, расположенной в минимальном расстоянии от опасности $l=0,3$ кбт и радиальная СКП места судна в районе опасностей $M=0,6$ мили.
3. При движении судна по линии пути, параллельной оси неогражденного фарватера шириной $Ш=5,0$ кбт, получена обсервация, смещенная от оси фарватера. Известны расстояние от обсервованного места до ближайшей кромки фарватера $d=2,0$ кбт, линейная СКП обсервации по перпендикуляру к оси фарватера $m=1,5$ кбт и расстояние между наиболее выступающей габаритной точкой судна и линией пути, параллельной оси фарватера и проложенной через геометрический центр судна $l=0,5$ кбт.
4. На какое расстояние допустимо сблизиться с ближайшей банкой, чтобы гарантировать навигационную безопасность, если задана вероятность безопасного прохода данного участка $P=0,95$, известна радиальная СКП места судна $M=1,5$ кбт и выдвиг габаритов судна за линию пути в сторону опасности $l=0,2$ кбт.
5. Судно следует вдоль опасной изобаты. Известны радиальная СКП текущего места судна $M=1,0$ кбт и выдвиг габаритов судна за линию пути в сторону опасности $l=0,2$ кбт. В каком минимальном расстоянии от опасной изобаты проложить линию пути, чтобы обеспечить безопасность плавания с заданной вероятностью $P_{зад}=0,99$.
6. Судно находится на фарватере одностороннего движения шириной $Ш_0=10,0$ кбт. СКП места судна по перпендикуляру к оси фарватера оценивается величиной $m_{\perp}=1,2$ кбт, максимальное отстояние габаритных точек судна от оси полосы движения - величиной $l=1,0$ кбт. Определить допустимые отклонения судна от оси фарватера, при которых с заданной вероятностью $P_{зад}=0,995$ судно останется в пределах ширины фарватера.
7. Линия пути судна проложена среди навигационных опасностей. Известны минимальное расстояние от линии пути до ближайшей навигационной опасности $D_0=5,2$ кбт и выдвиг габаритов судна за линию пути $l=0,2$ кбт.
Определить допустимую радиальную СКП места судна, обеспечивающую безопасность плавания с вероятностью $P_{зад}=0,99$.
8. Линия пути судна проложена вдоль ненаблюдаемых навигационных опасностей, расположенных по одному борту. Известны минимальное расстояние до ближайшей навигационной опасности $D_0=2,7$ кбт и выдвиг габаритов судна за линию пути $l=0,1$ кбт.
Определить допустимую радиальную СКП места судна, обеспечивающую безопасность плавания с вероятностью $P_{зад}=0,95$.
9. Судно следует по оси фарватера. Определить допустимую линейную СКП места судна по перпендикуляру к оси фарватера шириной $Ш_0=5,2$ кбт, обеспечивающую заданную вероятность $P_{зад}=0,95$ удержания судна в пределах канала, если известно значение выдвига габаритов судна за линию пути $l=0,9$ кбт.

Приложение № 3

Задания и контрольные вопросы по курсовой работе

Каждый курсант (студент) выполняет курсовую работу по индивидуальному варианту, установленному преподавателем.

В ходе выполнения курсовой работы каждый курсант (студент) должен из предложенного перечня вопросов, изложенных в данном задании по каждому разделу, выбрать три теоретических вопроса согласно варианту, установленного преподавателем, и подробно, с необходимыми рисунками и формулами дать в курсовой работе полные и развернутые определения по данному вопросу.

В ходе защиты курсовой работы каждый курсант (студент) должен быть готов показать углубленные, развернутые и полные знания по любому из этих вопросов.

После выполнения теоретической части курсант (студент) приступает к выполнению практического задания. Вариант практического задания приведен отдельно для каждого раздела курсовой работы.

Раздел 1.

Плавание по ортодромии и локсодромии
Типовое задание для выполнения раздела
Теоретическая часть

Дать полные, развернутые определения с графической интерпретацией на следующие теоретические вопросы:

- широта географическая, параллель, экватор;
- вертикал, плоскость вертикала, плоскость первого вертикала;
- основные виды картографических проекций. Предельная погрешность масштаба карты.

Практическая часть

Географические координаты судна на сферической модели поверхности Земли $\varphi_c=22^\circ 06,0'S$, $\lambda_c=172^\circ 12,0'W$. Координаты ориентиров $\varphi_1=42^\circ 36,0'S$, $\lambda_1=115^\circ 18,0'E$, $\varphi_2=14^\circ 12,0'N$, $\lambda_2=111^\circ 42,0'E$.

Рассчитать:

- долготу точки пересечения большого круга с экватором λ_0 (из двух точек выбрать ближайшую к средней долготе ортодромии);
- курс большого круга на экваторе K_0 ;
- начальный ортодромический курс $K_{орт}$;
- длину ортодромии $S_{орт}$;
- локсодромический курс $K_{лок}$;
- длину локсодромии $S_{лок}$;
- ортодромические пеленги (азимуты) с судна (из счислимой точки) на ориентиры 1 и 2;
- расстояния с судна (из счислимой точки) до ориентиров 1 и 2;
- разность ортодромических пеленгов между направлениями на ориентиры 1 и 2;
- разность расстояний до ориентиров 1 и 2;
- ортодромические пеленги (азимуты) из ориентиров 1 и 2 на счислимое место судна;

Раздел 2.

Навигационная изолиния. Навигационный параметр и его градиент. Вычисление градиентов навигационных параметров
Типовое задание для выполнения раздела
Теоретическая часть

Дать полные, развернутые определения с графической интерпретацией на следующие теоретические вопросы:

- навигационный параметр. Виды навигационных параметров, используемых в судовождении;
- изолиния, модуль и направление градиента азимута (ортодромического пеленга) на малом расстоянии $D < 300$ миль;
- изолиния, модуль и направление градиента высоты светила.

Практическая часть

Географические координаты судна на сферической модели поверхности Земли $\varphi_c = 22^\circ 06,0'S$, $\lambda_c = 172^\circ 12,0'W$. Координаты ориентиров $\varphi_1 = 42^\circ 36,0'S$, $\lambda_1 = 115^\circ 18,0'E$, $\varphi_2 = 14^\circ 12,0'N$, $\lambda_2 = 111^\circ 42,0'E$.

Рассчитать:

- градиенты ортодромических пеленгов (азимутов) из счислимой точки на ориентиры 1 и 2;
- градиенты расстояний из счислимой точки на ориентиры 1 и 2.
- градиент разности ортодромических пеленгов (азимутов) на ориентиры 1 и 2;
- градиент разности локсодромических пеленгов на ориентиры 1 и 2 (градиент горизонтального угла);
- градиент разности расстояний из счислимой точки до ориентиров 1 и 2 (градиент гиперболы).

Решение задачи произвести как аналитически, так и графически.

Раздел 3.

Случайные величины. Законы распределения случайных величин. Оценка точности измерений навигационных параметров.

Типовое задание для выполнения раздела

Теоретическая часть

Дать полные, развернутые определения с графической интерпретацией на следующие теоретические вопросы:

- вероятность события, теорема о повторении опытов;
- стандарт (среднеквадратическое отклонение) случайной величины;
- погрешности абсолютные и относительные.

Практическая часть

Навигационным секстаном измерена серия навигационных параметров высоты светила с отсчетами секстана $OC_1 = 33^\circ 12,1'$, $OC_2 = 33^\circ 16,0'$, $OC_3 = 33^\circ 16,3'$, $OC_4 = 33^\circ 14,8'$, $OC_5 = 33^\circ 16,4'$, $OC_6 = 33^\circ 16,1'$, $OC_7 = 33^\circ 14,1'$, $OC_8 = 33^\circ 18,4'$, $OC_9 = 33^\circ 14,0'$.

Рассчитать:

- вероятнейшее значение навигационного параметра;
- среднеквадратическую погрешность (СКП) единичного и вероятнейшего значения навигационного параметра по формуле Бесселя;
- СКП единичного и вероятнейшего значения навигационного параметра по размаху;
- проверить серию измеренных навигационных параметров на промах по критерию «трех сигм»;
- проверить серию измеренных навигационных параметров на промах по критерию размаха для доверительного интервала 0,95;
- исключить промахи из серии измеренных навигационных параметров и заново рассчитать вероятнейшее значение навигационного параметра, СКП единичного и вероятнейшего значения навигационного параметра по формуле Бесселя и по размаху;
- предельные погрешности единичного значения навигационного параметра с вероятностями 0,95 и 0,997.

Раздел 4.

Определение и оценка точности обсервованного места судна по двум линиям положения

Типовое задание для выполнения раздела

Теоретическая часть

Дать полные, развернутые определения с графической интерпретацией на следующие теоретические вопросы:

- изолиния, основные навигационные изолинии;
- оценка обсервованных координат места судна, полученного по двум линиям положения, ромбом погрешностей, вероятность нахождения судна внутри ромба погрешностей;
- расчет радиальной среднеквадратической погрешности счислимо-обсервованных координат места судна, полученного по двум зависимым и неравноточным линиям положения.

Практическая часть

Известны счислимые координаты места судна $\varphi_c=36^\circ 27, 5'N$, $\lambda_c=13^\circ 45,3'E$, элементы, погрешности и коэффициент корреляции двух высотных линий положения $\tau_1=43,2^\circ$, $\tau_2=126,2^\circ$, $p_1=+6,0'$, $p_2=-1,0'$, $m_{лп1}=1,2'$, $m_{лп2}= 1,3'$, $r=0,3$.

Рассчитать:

- обсервованные координаты места судна путем графического построения линий положений;
- обсервованные координаты места судна аналитически путем составления и совместного решения уравнений линий положений;
- оценить точность обсервованных координат места судна эллипсом погрешностей, радиальной среднеквадратической погрешностью и предельными погрешностями с вероятностями 0,95 и 0,997.

Раздел 5.

Определение и оценка точности обсервованного места судна при избыточном числе линий положения

Типовое задание для выполнения раздела

Теоретическая часть

Дать полные, развернутые определения с графической интерпретацией на следующие теоретические вопросы:

- сущность обобщённого метода наименьших квадратов для определения вероятнейшего места судна;
- избыточные измерения, зачем они нужны;
- Аналитическое решение задачи нахождения вероятнейшего места судна по методу наименьших квадратов способом определителей.

Практическая часть

Известны счислимые координаты места судна $\varphi_c=36^\circ 27,5'N$, $\lambda_c=13^\circ 45,3'E$, элементы и погрешности трех неравноточных взаимонезависимых ($r=0$) высотных линий положения $U_{изм.1}=62^\circ 07,2'$, $U_{изм.2}=19^\circ 27,1'$, $U_{изм.3}=30^\circ 40,4'$, $U_{с1}=62^\circ 05,3'$, $U_{с2}=19^\circ 24,3'$, $U_{с3}= 30^\circ 41,2'$, $0,9'$, $\tau_1=171,1^\circ$, $\tau_2=110,5^\circ$, $\tau_3=40,9^\circ$, $m_{U1}=1,2'$, $m_{U2}=2,2'$, $m_{U3}=0,9'$.

Рассчитать:

- вероятнейшие координаты места судна путем графического построения линий положений и отыскания вероятнейшего места в треугольнике погрешностей способом биссектрис (появление случайных и систематических погрешностей равновероятно);
- обсервованные координаты места судна путем аналитического составления и совместного решения уравнений линий положений по методу наименьших квадратов (методом определителей);
- оценить точность вероятнейших координат места судна эллипсом погрешностей, радиальной среднеквадратической погрешностью и предельными погрешностями с вероятностями 0,95 и 0,997.

Раздел 6.

Назначение и сущность счисления. Определение и оценка точности координат счислимого места судна

Типовое задание для выполнения раздела

Теоретическая часть

Дать полные, развернутые определения с графической интерпретацией на следующие теоретические вопросы:

- требования Резолюции ИМО А.1046 по обеспечению точности судовождения;
- расчет среднеквадратической погрешности счислимого места судна;
- определение максимальных интервалов времени между двумя последовательными наблюдениями.

Практическая часть

Из судового журнала выписаны промежутки времени плавания по счислению t и величины невязок c : $t_1=5,1$ час., $t_2=2,6$ час., $t_3=6,8$ час., $t_4=3,3$ час., $t_5=3,9$ час., $t_6=6,3$ час., $t_7=6,5$ час., $t_8=6,5$ час., $t_9=4,4$ час., $t_{10}=6,3$ час., $t_{11}=4,9$ час., $t_{12}=3,5$ час., $t_{13}=5,7$ час., $t_{14}=2,9$ час., $t_{15}=3,2$ час., $t_{16}=3,7$ час., $t_{17}=4,1$ час., $t_{18}=5,6$ час., $t_{19}=6,3$ час., $t_{20}=4,9$ час., $t_{21}=7,6$ час., $c_1=1,0$ мили, $c_2=1,2$ мили, $c_3=0,9$ мили, $c_4=2,6$ мили, $c_5=1,6$ мили, $c_6=3,8$ мили, $c_7=4,2$ мили, $c_8=3,3$ мили, $c_9=1,2$ мили, $c_{10}=3,8$ мили, $c_{11}=1,6$ мили, $c_{12}=2,0$ мили, $c_{13}=2,1$ мили, $c_{14}=1,9$ мили, $c_{15}=1,4$ мили, $c_{16}=3,3$ мили, $c_{17}=4,2$ мили, $c_{18}=5,6$ мили, $c_{19}=6,3$ мили, $c_{20}=4,9$ мили, $c_{21}=4,1$ мили. Скорость судна в данный промежуток времени - 9 узлов по относительному лагу, $m_{ПВ_\alpha}=30^\circ$, скорость течения 0,5 узла, данные о течении - из Атласа течений. Среднеквадратическая погрешность всех наблюдений в данном районе плавания $M_0=0,8$ мили. Допустимая погрешность места судна в данном районе $M_d=2,0$ мили.

Рассчитать:

- коэффициент точности счисления K_c априорно и апостериорно;
- среднеквадратическую погрешность m_{Kc} апостериорно рассчитанного коэффициента точности счисления K_c ;
- относительную погрешность Δ_{Kc} апостериорно рассчитанного коэффициента точности счисления K_c ;
- ожидаемую среднеквадратическую погрешность счислимого места судна через 5 часов плавания по счислению после последней наблюдения;
- максимальный интервал времени t_{max} между двумя последовательными наблюдениями в данном районе при плавании по счислению в открытом море и вблизи (более 25 миль) от берега.

Приложение № 4

Типовые экзаменационные вопросы

Вопросы экзамена

- 1 Число и формы их представления. Числа натуральные, трансцендентные, иррациональные. Округление чисел при вычислениях. Значащая часть числа
- 2 Система координат, определения, составляющие элементы. Системы координат на плоскости. Плоские системы координат в навигации
- 3 Плоские (локальные) системы координат в навигации. Курс судна. Курсовой угол. Пеленг. Определения, система счёта, размерность
- 4 Сферические треугольники. Свойства. Большой круг.
- 5 Географическая система координат. Определения, система счёта.
- 6 Геоид, уровенная поверхность Земли. Математические модели поверхности Земли. Размеры Земли.
- 7 Главные радиусы кривизны нормальных сечений земного эллипсоида. Широта приведённая. Вывод формулы для вычисления длины одной минуты меридиана.
- 8 Прямая равноугольная цилиндрическая проекция Меркатора. Свойства.
- 9 Классификация карт, планы их сходства и различие. Допустимые границы плоского изображения участка сферы.
- 10 Эллипс, его уравнение, элементы, эксцентриситет фокальное свойство вычисления.
- 11 Большой круг на Земной сфере. Уравнение большого круга (БК). Параметры БК вычисления координат точек.
- 12 Ортодромия. Определения и свойства. Вычисление длины ортодромии. Преобразование размерностей. Схождение меридианов.
- 13 Локсодромия и её уравнение. Вид на сфере и на морской карте. Вычисление длины локсодромии. Ортодромическая поправка.
- 14 Вычисления длины меридиана до заданной параллели и длины параллели между заданными меридианами.
- 15 Вычисление локсодромического курса между двумя точками заданными географическими координатами.
- 16 Меры измерения углов и дуг на сфере. Большие и малые круги. Единицы измерения времени. Радиан. Связь и взаимное преобразование величин: углов дуг и времени.
- 17 Интерполяция и экстраполяция величин. Учёт функции величины. Точность выборки из таблиц.
- 18 Геодезическая линия и ортодромия. Сходство и различие. Уравнение. Вид на сфере и карте. Применение в навигации.
- 19 Единицы меркаторской карты. Масштабы карты. Предельная точность масштаба.
- 20 Картографические проекции. Классификация по характеру искажений, виду. Перспективные проекции.
- 21 Меридиональные части, разность меридиональных частей, отшествоие. Определения, свойства, способы расчёта.
- 22 Счисление координат судна. Элементы счисления. Порядок графического решения счисления.
- 23 Навигационные параметры и их изолинии. Виды, назначения, изображения на сфере и в проекции Меркатора.
- 24 Изогона. Уравнение. Вид на сфере и на карте. Применение в судовождении.
- 25 Изоазимута. Уравнение. Вид на сфере и на карте. Применение в судовождении.
- 26 Изостадия. Уравнение. Вид на сфере и на карте. Применение в судовождении.
- 27 Вывод формулы косинуса стороны в косоугольном сферическом треугольнике.
- 28 Градиент пеленга с судна на ориентир. Вычисления для плоскости и сферы.
- 29 Градиент пеленга с ориентира на судно. Вычисления для плоскости и сферы.

- 30 Градиент расстояния до ориентиров. Вычисления для плоскости и сферы.
- 31 Градиент горизонтального угла. Вычисления для плоскости и сферы. Позиционный угол.
- 32 Градиент разности расстояний. Вычисления для плоскости и сферы. Позиционный угол.
- 33 Градиент функции. Понятие. Способы вычисления величины и направления: приближённое, графическое и аналитическое.
- 34 Линеаризация уравнения изолинии (графически). Уравнение линии положения.
- 35 Коэффициенты линии положения, способы вычислений коэффициентов.
- 36 Определение координат места судна методом линий положения. Графический и аналитический способы определения места судна.
- 37 Навигационные величины и навигационные параметры. Измерения прямые и косвенные. Методические погрешности измерений.
- 38 Измерения и их результаты. Понятие отсчёта, измерения, наблюдения, ряд отсчётов, ряд измерений. Способы сравнения рядов и их объединения. Применение в судовождении.
- 39 Погрешность измерений: истинная и вероятнейшая, абсолютная и относительная. Составляющие полной погрешности. Поправка.
- 40 Влияние случайных погрешностей на место судна. Доверительный интервал вероятного навигационного параметра.
- 41 Влияние систематических погрешностей на место судна. Промахи.
- 42 Статистические оценки результатов измерения навигационных параметров (величин). Наименование оценок и порядок их вычисления при стационарном процессе.
- 43 Нормальное распределение случайных величин. Стандарт и среднеквадратическая погрешность. Центрирование и нормирование результатов измерений. Функция Лапласа.
- 44 Расчет среднеквадратической погрешности (СКП) по размаху. Распределение Стьюдента случайной величины.
- 45 Закон нормального распределения случайной величины (Случайных погрешностей навигационного параметра НП). Математическое ожидание (МО). Дисперсия (Д).
- 46 Погрешности измерений. Случайные, систематические и полные погрешности. Причины появления, способы выявления.
- 47 Априорные оценки точности измерений. Методика формирования. Источники информации.
- 48 Расчёт среднеквадратической погрешности по отклонениям измеряемой величины от её среднего арифметического значения.
- 49 Система случайных величин и случайных функций. Корреляционный момент и коэффициент корреляции.
- 50 Способы определения полных погрешностей измерений. Методы абсолютной привязки.
- 51 Среднеквадратическая погрешность (СКП) линии положения (ЛП). Сущность апостериорного и рекуррентного методов определения СКП ЛП. Формула Бесселя.
- 52 Расчёт необходимого числа измерений навигационного параметра.
- 53 Понятие точности измерения. Веса измерений. Средняя квадратическая погрешность единицы веса.
- 54 Понятие веса результатов измерения. Вычисления вероятнейшего измеряемой величины из группы равноточных измерений. Понятие точности измерения. Веса измерений. Весовое среднее.
- 55 Оценка точности определения места судна по двум линиям положения эллиптической и радиальной погрешностями.
- 56 Оценка точности определения места судна по трем линиям положения эллиптической

- и радиальной погрешностями. Нахождение вероятнейшего места судна в фигуре погрешностей.
- 57 Метод наименьших квадратов.
 - 58 Понятие о среднеквадратической погрешности счислимого и счислимо обсервованного места.
 - 59 Автоматическое счисление координат. Порядок решения. Учёт дрейфа и течения при счислении (автоматическом счислении).
 - 60 Коэффициент счисления и методика его расчета.

Тематика экзаменационных задач.

- 1 Перевод угловых величин из градусной меры в радианную и обратно.
- 2 Перевод угловых величин из временной меры в градусную и обратно
- 3 Вычисление сторон и углов сферических треугольников по основным формулам сферической тригонометрии с использованием таблиц логарифмов тригонометрических функций и с использованием вычислительной техники.
- 4 Расчет ортодромического курса.
- 5 Расчет длины ортодромии.
- 6 Расчет локсодромического курса.
- 7 Расчет длины локсодромии.
- 8 Вычисление угла схождения меридианов и ортодромической поправки с помощью Мореходных таблиц.
- 9 Расчет модуля и направления градиента ортодромических пеленга (азимута).
- 10 Расчет модуля и направления градиента расстояния.
- 11 Расчет модуля и направления градиента разности пеленгов (градиента горизонтального угла).
- 12 Расчет вероятнейшего значения навигационного параметра из серии измерений.
- 13 Расчет среднеквадратической погрешности единичного и вероятнейшего из серии измерений значения навигационного параметра по формуле Бесселя.
- 14 Расчет среднеквадратической погрешности единичного и вероятнейшего из серии измерений значения навигационного параметра по размаху.
- 15 Проверка серии измеренных навигационных параметров на промах по критерию «трех сигм».
- 16 Проверка серии измеренных навигационных параметров на промах по критерию размаха для доверительного интервала 0,95.
- 17 Расчет предельной погрешности единичного значения навигационного параметра с вероятностями 0,95 и 0,997 при известной СКП.
- 18 Расчет радиальной СКП обсервованного места судна при известных значениях погрешностей линий положения, угла их пересечения и коэффициента корреляции.
- 19 Отыскание вероятнейшего места в треугольнике погрешностей способами противомедиан, биссектрис и весов.
- 20 Расчет ожидаемой среднеквадратической погрешность счислимого места судна через известный интервал времени после последней обсервации.
- 21 Расчет максимального интервала времени t_{\max} между двумя последовательными обсервациями при плавании по счислению в открытом море и вблизи от берега.
- 22 Отыскание вероятнейшего места судна методом осреднения мест.