



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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института

Фонд оценочных средств  
(приложение к рабочей программе дисциплины)  
**«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СУДОВОЖДЕНИЯ»**

основной профессиональной образовательной программы специалитета  
по специальности  
**26.05.05 «СУДОВОЖДЕНИЕ»**

Специализация программы  
**«Промысловое судоходство»**

ИНСТИТУТ  
РАЗРАБОТЧИК

Морской  
кафедры судоходства и безопасности мореплавания

## 1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

### 1.1 Результаты освоения дисциплины

Результаты освоения дисциплины представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с компетенциями

Код и наименование компетенции	Результаты обучения
ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	<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 параметров и их градиентов и применять результаты расчетов на навигационных картах и средствах их отображения;</p> <p><u>Владеть</u>: 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.</p>

1.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания открытого и закрытого типов с ключами правильных ответов.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации относятся:

- типовые тема и задания по курсовой работе;
- экзаменационные задания по дисциплине, представленные в виде тестовых заданий

закрытого и открытого типов с ключами правильных ответов.

### 1.3 Критерии оценки результатов освоения дисциплины

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 – балльную/процентную систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (табл. 2).

Таблица 2 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
<b>1 Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов</b>	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
<b>2 Работа с информацией</b>	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 необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
<b>3 Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта</b>	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	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые реле-

Система оценок  Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
			релевантные задаче данные	вантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
<b>4 Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач</b>	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

1.4 Оценивание тестовых заданий закрытого типа осуществляется по системе зачтено/ не зачтено («зачтено» – 41-100% правильных ответов; «не зачтено» – менее 40 % правильных ответов) или пятибалльной системе (оценка «неудовлетворительно» - менее 40 % правильных ответов; оценка «удовлетворительно» - от 41 до 60 % правильных ответов; оценка «хорошо» - от 61 до 80% правильных ответов; оценка «отлично» - от 81 до 100 % правильных ответов).

Тестовые задания открытого типа оцениваются по системе «зачтено/ не зачтено». Оценивается верность ответа по существу вопроса, при этом не учитывается порядок слов в словосочетании, верность окончаний, падежи.

## 2 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Компетенция ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

### Тестовые задания открытого типа

1. Референц-эллипсоидом называется земной эллипсоид определенных размеров, принятый в \_\_\_\_\_ за \_\_\_\_\_

**Ответ:** данном государстве; фигуру Земли

2. Планом называется такое изображение земной поверхности на плоскости, в котором

**Ответ:** искажения не выходят за пределы графической точности

3. Закон распределения Стьюдента (закон t-распределения) используется для определения границ доверительного интервала при количестве измерений от \_\_\_\_\_ до \_\_\_\_\_

**Ответ: 15; 30**

4. Сущность метода наименьших квадратов заключается в отыскании таких значений вероятнейших поправок к счислимым координатам, при которых \_\_\_\_\_

**Ответ: сумма квадратов невязок являлась бы величиной минимальной**

5. Для оценки точности счисления используется коэффициент \_\_\_\_\_

**Ответ: счисления**

6. Переход от радиальной среднеквадратической погрешности места судна к предельной радиальной погрешности с вероятностью 0,95 выполняется умножением первой на \_\_\_\_\_

**Ответ: 2**

7. Картографической проекцией называется \_\_\_\_\_

**Ответ: способ изображения поверхности Земли на плоскости**

8. Сферическим треугольником называется треугольник на сферической поверхности, который образован пересечением \_\_\_\_\_

**Ответ: трех дуг больших кругов**

9. Изолинией называется геометрическое место точек на земной поверхности, в каждой из которых \_\_\_\_\_

**Ответ: значение навигационного параметра является величиной постоянной**

10. Систематической погрешностью называется такая погрешность, которая \_\_\_\_\_

**Ответ: остается постоянной или закономерно изменяется для всех навигационных измерений рассматриваемой совокупности**

11. Случайной погрешностью называется такая погрешность, величина и знак которой \_\_\_\_\_

**Ответ: изменяются от измерений к измерению одной и той же величины в данных условиях**

12. Формула вычисления среднеквадратической погрешности единичного измерения навигационного параметра способом абсолютной привязки имеет следующий вид: \_\_\_\_\_

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

13. Формула вычисления среднеквадратической погрешности единичного измерения навигационного параметра способом внутренней сходимости имеет следующий вид: \_\_\_\_\_

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

14. Формула вычисления среднеквадратической погрешности единичного измерения навигационного параметра по размаху имеет следующий вид: \_\_\_\_\_

Ответ: 
$$m_U = k_n \cdot R$$

15. Математическим ожиданием случайной величины называется \_\_\_\_\_

Ответ: центр рассеивания (среднее значение), около которого группируются возможные значения случайной величины

16. Дисперсией называется \_\_\_\_\_

Ответ: математическое ожидание квадрата отклонения случайной величины от его математического ожидания

17. Локсодромией называется \_\_\_\_\_

Ответ: линия на поверхности Земли, которая пересекает все меридианы под одним и тем же углом

18. Схождением меридианов называется \_\_\_\_\_

Ответ: угол между локсодромией и ортодромией в данной точке

19. Морской милей называется \_\_\_\_\_

Ответ: длина одной минуты дуги меридиана на широте примерно в 45°

20. Весом измерения называется \_\_\_\_\_

**Ответ: величина, обратно пропорциональная квадрату среднеквадратической погрешности**

21. Общей (повторяющейся) случайной погрешностью называется ...

**Ответ: случайная погрешность определения поправки прибора характеризующая точность определения этой поправки**

22. Предельной точностью масштаба карты называется \_\_\_\_\_

**Ответ: наименьшая длина на местности, которая соответствует 0,2 мм на карте данного масштаба**

### **Тестовые задания закрытого типа**

23. Географической долготой называется двугранный угол между ...

- а. плоскостью меридиана наблюдателя и плоскостью меридиана данной точки
- б. плоскостью Пулковского меридиана и плоскостью меридиана данной точки
- в. двумя меридианами

**г. плоскостью гринвичского меридиана и плоскостью меридиана данной точки**

24. Географической широтой называется угол между...

- а. местоположением наблюдателя и центром Земли
- б. нормалью к поверхности Земли в этой точке и плоскостью экватора**
- в. местоположением наблюдателя и плоскостью экватора
- г. местоположением наблюдателя и параллелью

25. Ортодромией называется...

- а. кратчайшее расстояние между двумя точками на поверхности сферы**
- б. кратчайшее расстояние между двумя точками на поверхности референц-эллипсоида
- г. двугранный угол между двумя меридианами
- д. кратчайшее расстояние между точкой на поверхности сферы и полюсом

26. Картой называется...

а. такое изображение земной поверхности на плоскости, в котором искажения не выходят за пределы графической точности

**б. уменьшенное обобщенное изображение земной поверхности или отдельных ее участков на плоскости с помощью условных знаков**

в. лист бумаги с условными знаками

г. сетка меридианов и параллелей

27. Навигационным параметром – это...

а. курс и скорость судна

**б. измеряемая на судне величина, связанная определенной функциональной зависимостью с положением судна относительно навигационного ориентира**

г. координаты места судна

д. курс, скорость судна и координаты места судна

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

**а. на единицу расстояния**

б. по меридиану

в. на единицу скорости

г. по параллели

29. Доверительным интервалом называется интервал, ...

а. в пределах которого однозначно находится истинное значение навигационного параметра

**б. в пределах которого с заданной вероятностью находится истинное значение навигационного параметра**

в. которому можно доверять

г. в пределах которого не находится истинное значение навигационного параметра

8. Радиальной среднеквадратической погрешностью называется окружность радиусом  $M_0$ , проведенная из местоположения судна, в любой точке которой с вероятностью ... находится действительное место судна

а. 0,95

б. 0,997

в. 0,39

**г. 0,683**

### 3 ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ НА КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ, КУРСОВУЮ РАБОТУ/КУРСОВОЙ ПРОЕКТ, РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКУЮ РАБОТУ

#### 3.1 Типовые задания на контрольные работы студентам заочной формы обучения

Данный вид контроля учебным планом не предусмотрен

#### 3.2 Типовые тема и задания на курсовую работу

Типовая тема курсовой работы: «*Определение места судна и оценка его точности*»

Типовое задание на курсовую работу:

##### 1. *Плавание по ортодромии и локсодромии*

Теоретическая часть: 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  $\varphi_c$ ;  $\lambda_c$ . Координаты ориентиров  $\varphi_1$ ,  $\lambda_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\lambda_2$ .

Рассчитать: долготу точки пересечения большого круга с экватором  $\lambda_0$  (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.

2. *Навигационная изолиния. Навигационный параметр и его градиент. Вычисление градиентов навигационных параметров*

Теоретическая часть: 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  $\varphi_c$ ,  $\lambda_c$ . Координаты ориентиров  $\varphi_1$ ,  $\lambda_1$ ,  $\varphi_2$ ,  $\lambda_2$ .

Рассчитать: градиенты ортодромических пеленгов (азимуты) из счислимой точки на ориентиры 1 и 2; градиенты расстояний из счислимой точки на ориентиры 1 и 2; градиент

разности ортодромических пеленгов (азимуты) 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.

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

Теоретическая часть: 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  $OC_1 \dots OC_9$ .

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.

*4. Определение и оценка точности обсервованного места судна по двум линиям положения.*

Теоретическая часть: 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  $\varphi_c, \lambda_c$ , элементы, погрешности и коэффициент корреляции двух высотных линий положения  $\tau_1, \tau_2, n_1, n_2, m_{лп1}, m_{лп2}, g$ .

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.

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

Теоретическая часть: 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  $\varphi_c, \lambda_c$ , элементы и погрешности трех неравноточных взаимонезависимых ( $\gamma=0$ ) высотных линий положения  $U_{\text{изм.1}}, U_{\text{изм.2}}, U_{\text{изм.3}}, U_{c1}, U_{c2}, U_{c3}, \tau_1, \tau_2, \tau_3=, m_{U1}, m_{U2}, m_{U3}$ .

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.

*6. Назначение и сущность счисления. Определение и оценка точности счислимого места судна.*

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

Практическая часть. Из судового журнала выписаны промежутки времени плавания по счислению  $t$  и величины невязок  $c: t_1 \dots t_{21}, c_1 \dots c_{21}$ . Скорость судна в данный промежуток времени – 9 узлов по относительному лагу,  $m_{\text{ПВ}} = 30^\circ$ , 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: коэффициент точности счисления  $K_c$  априорно и апостериорно; среднеквадратическую погрешность  $m_{Kc}$  апостериорно рассчитанного коэффициента точности счисления  $K_c$ ; относительную погрешность  $\Delta_{Kc}$  апостериорно рассчитанного коэффициента точности счисления  $K_c$ ; ожидаемую среднеквадратическую погрешность счислимого места судна через 5 часов плавания по счислению после последней обсервации; аксимальный 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.

*Шкала оценивания результатов выполнения курсовой работы основана на четырёх-балльной системе.*

Оценка **«отлично»** выставляется в случае, если работа выполнена в установленный срок по правильной методике, отчёт выполнен и представлен, полученные результаты характеризуются пренебрежимо малыми погрешностями.

Оценка **«хорошо»** выставляется в случае, если работа выполнена в установленный срок по правильной методике, отчёт выполнен и представлен, полученные результаты характеризуются погрешностями, находящимися в рамках допустимых.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется в случае, если работа выполнена с превышением отведённого на неё времени по правильной методике, отчёт выполнен и представлен, и (или) полученные результаты характеризуются погрешностями, находящимися вне рамок допустимых, но с соблюдением принципа адекватности.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется в случае, если работа выполнена с превышением отведённого на неё времени (или не выполнена вовсе), но с нарушением методики, и (или) не предоставлен отчёт по работе, и (или) полученные результаты характеризуются погрешностями, находящимися вне рамок допустимых, и не являются адекватными.

### **3.3 Типовые темы и задания на расчётно-графические работы**

Данный вид контроля учебным планом не предусмотрен

**4 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ**

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

Преподаватель-разработчик – Н.О. Кириллов, кандидат технических наук, доцент

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен заведующим кафедрой судовождения и безопасности мореплавания

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  В.А. Бондарев

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен методической комиссией Морского института (протокол № 9 от 13.08.2024 г).

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_  И.В. Васькина