

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплина** Б1.О.21 Математические основы судовождения  
код и наименование дисциплины

**Направление подготовки/специальность** 26.05.05 «Судовождение»  
код и наименование направления подготовки /специальности

**Направленность/специализация** Судовождение на морских путях  
наименование направленности (профиля) /специализации образовательной программы


**Квалификация выпускника** Инженер-судоводитель  
указывается квалификация (степень) выпускника в соответствии с ФГОС ВО

**Кафедра-разработчик** Судовождения  
наименование кафедры-разработчика рабочей программы


Мурманск  
2020

## Лист согласования

### 1. Разработчик(и)

Часть 1	Профессор должность	Судовождения кафедра	 подпись	Пашенцев С.В. Ф.И.О.
Часть 2	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.
Часть 3	должность	кафедра	подпись	Ф.И.О.

### 2. Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры-разработчика рабочей программы

<u>Судовождения</u> наименование кафедры	<u>29.05.2020</u> дата	
протокол № <u>09</u>	 подпись	<u>Позняков С.И.</u> Ф.И.О. заведующего кафедры – разработчика

### 3<sup>1</sup>. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с выпускающей кафедрой по направлению подготовки /специальности.

Заведующий выпускающей кафедрой \_\_\_\_\_  
наименование кафедры

\_\_\_\_\_ дата \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ Ф.И.О.

## Лист изменений и дополнений, вносимых в РП

к рабочей программе по дисциплине Б1.О.21 «Математические основы судовождения, входящей в состав ОПОП по специальности 26.05.05 «Судовождение» специализации «Судовождение на морских путях», 2019 года начала подготовки.

**Таблица 1 Изменения и дополнения**

№ п/п	Дополнение или изменение, вносимое в рабочую программу в части	Содержание дополнения или изменения	Основание для внесения дополнения или изменения	Дата внесения дополнения или изменения
1	Титульного листа	Переименование типа образовательной организации	1. Приказ Министерства науки и высшего образования №854 от 31.07.2020 г. 2. Внесение изменений в компоненты ОПОП решением Ученого совета (протокол №3 от 30.10.2020)	30.10.2020
2	Листа утверждений			
3	Структуры учебной дисциплины (модуля)	Изменение количества часов контактной и самостоятельной работы, корректировка форм контроля	Решение Ученого совета о внесении изменений в учебные планы всех направлений подготовки и специальностей, реализуемых в ФГБОУ ВО «МГТУ» протокол № 8 от 27.03.2020 г.	27.03.2020
4	Содержания учебной дисциплины (модуля)			
5	Методического обеспечения дисциплины (модуля)			
6	Структуры и содержания ФОС			
7	Рекомендуемой литературы			
8	Перечня интернет ресурсов (ЭБС)			
9	Перечня лицензионного программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем			
10	Перечня МТО			

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Коды циклов дисциплин, модулей, практик	Название циклов, разделов, дисциплин, модулей, практик	Краткое содержание (Цель, задачи, содержание разделов дисциплины, реализуемые компетенции, формы промежуточного контроля, формы отчетности)
1	2	3
Б1.О.21	Математические основы судовождения (МОС)	<p><b>Цель дисциплины:</b> повышение общепрофессиональной математической подготовки прикладным содержанием и обеспечении логической целостности между математикой и прикладными аспектами навигации и мореходной астрономии, а также в обеспечении обучающихся теоретическими и прикладными знаниями и практическими навыками.</p> <p><b>Задачи дисциплины:</b> дать обучающимся знания по фундаментальным аспектам теории определения места судна, математической картографии, обработки навигационных измерений с использованием современного математического аппарата, формализованной оценки навигационной безопасности.</p> <p><b>В результате изучения дисциплины обучающийся должен:</b></p> <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прикладные аспекты классической и современной математики, применяемой для решения навигационных задач на плоскости, сфере и сфероиде, с оценкой точности; основы математической картографии; принципы формализованной оценки навигационной безопасности; способы оценки риска навигационных опасностей.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать навигационные задачи на сфере и плоскости; рассчитывать точность прямых и косвенных навигационных измерений; применять линейные аналитические и графоаналитические методы расчета координат при достаточном и избыточном количестве измерений, оценивать их точность; анализировать особенности применения картографических проекций в задачах навигации; оценивать риск навигационных опасностей и определять меры по управлению риском.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой расчета координат судна и прокладки линий положения, а также методами анализа точности, выбора и отбраковки навигационной информации для задач навигации</li> </ul> <p><b>Содержание разделов дисциплины:</b></p> <p>Раздел 1. Вычислительные аспекты обработки навигационной информации</p> <p>Раздел 2. Основы сферической геометрии и тригонометрии</p> <p>Раздел 3. Основы теории погрешностей</p> <p>Раздел 4. Оценка точности положения точки на плоскости</p> <p><b>Реализуемые компетенции:</b></p> <p>ОПК-3, ПК-1</p> <p><b>Формы промежуточной аттестации:</b></p> <p>Очная форма обучения: Семестр 5 – КП, экзамен; Заочная форма обучения: Курс 3 ЛС – КП, экзамен.</p>

## Пояснительная записка

1. Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки/ специальности 26.05.05 Судовождение,  
(код и наименование направления подготовки /специальности)

утвержденного 15.03.2018 г. № 191 учебного плана в составе ОПОП  
дата, номер приказа Минобрнауки РФ

по направлению подготовки/специальности 26.05.05 Судовождение направленности (профилю)/специализации «Судовождение на морских путях», 2019 года начала подготовки.

### 2. Цели и задачи учебной дисциплины

**Целью дисциплины (модуля)** «Математические основы судовождения» является формирование компетентности в соответствии с ФГОС по направлению подготовки/специальности специалиста учебным планом для специальности 26.05.05 «Судовождение».

**Задачи дисциплины:** дать обучающимся знания по фундаментальным аспектам теории определения места судна, математической картографии, обработки навигационных измерений с использованием современного математического аппарата, формализованной оценки навигационной безопасности.

### 3. Планируемые результаты обучения в рамках данной дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций в соответствии с ФГОС ВО и требованиями Конвенции ПДНВ по специальности 26.05.05 Судовождение, специализации «Судовождение на морских путях».

Таблица 2 - Результаты обучения

№ п/п	Код и содержание компетенции	Соответствие Кодексу ПДНВ	Степень реализации компетенции	Этапы формирования компетенции (Индикаторы сформированности компетенций)
1	ОПК-3 Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные		Компетенция реализуется полностью	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> : Знает способы измерений, записи и хранения результатов наблюдений, методы обработки и представления экспериментальных данных. ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> : Умеет обрабатывать экспериментальные данные, интерпретировать и профессионально представлять полученные результаты. ИД-3 <sub>ОПК-3</sub> : Владеет навыками работы с измерительными приборами и инструментами.
2	ПК-1 Способен планировать и осуществлять переход, определять местоположение судна	Кодекс ПДНВ, Табл. А-II/1 Функция судовождение на уровне эксплуатации, Табл. А-II/2 Функция судовождение на уровне управления	Компетенция реализуется частично	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Умеет использовать небесные тела для определения местоположения судна. ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Умеет определять местоположение судна с помощью береговых ориентиров, средств навигационного ограждения. ИД-3 <sub>ПК-1</sub> Умеет вести счисление с учетом ветра, течений и рассчитанной скорости. ИД-4 <sub>ПК-1</sub> Знает и умеет пользоваться навигационными картами и пособиями. ИД-5 <sub>ПК-1</sub> Способен определять место судна с использованием радионавигационных средств. ИД-6 <sub>ПК-1</sub> Способен использовать эхолоты, гиро- и магнитные компасы, системы управления рулем. ИД-7 <sub>ПК-1</sub> Умеет использовать и расшифровывать метеорологическую информацию.

#### 4. Структура и содержание учебной дисциплины

**Таблица 3 - Распределение учебного времени дисциплины**

**Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа**

Виды учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения						
	Очная				Заочная		
	Семестр		Всего часов	Курс		Всего часов	
	5			3зс	3лс		
Лекции	24		24	4	4	8	
Практические занятия	-		-	-	-	-	
Лабораторные работы	24		24	4	4	8	
Самостоятельная работа студента	60		60	64	55	119	
Контроль самостоятельной работы	36		36	-	9	9	
Подготовка и сдача экзамена	-		-	-	-	-	
Всего часов по дисциплине	144		144	72	72	144	
Формы промежуточного и текущего контроля							
Экзамен	1		1	-	1	1	
Зачет	-		-	-	-	-	
Курсовой проект	1		1	-	1	1	
Количество РГР	-		-	-	-	-	
Количество контр. работ	-		-	-	-	-	
Количество рефератов	-		-	-	-	-	

**Таблица 4 - Содержание разделов дисциплины, виды работы**

№ п/п	Содержание разделов и тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения					
		Очная			Заочная		
		Л	ЛР	СР	Л	ЛР	СР
1	2	3	4	5	6	7	8
	Входной контроль						
1.	<b>РАЗДЕЛ I. Вычислительные аспекты обработки навигационной информации</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>30</b>
1.1.	Абсолютная и относительная погрешности	1	1	2			10
1.2.	Погрешности результатов обработки информации	1	1	2	1	1	8
1.3.	Углы и дуги, различные формы их измерения	2	2	3		1	6
1.4.	Математические таблицы, принципы работы, оценка точности выборки	2	2	3	1		6
2.	<b>РАЗДЕЛ II. Основы сферической геометрии и тригонометрии</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>30</b>
2.1.	Расстояния и направления на сфере	0,5	0,5	1	1	1	5
2.2.	Сферические треугольники	0,5	0,5	1	1		5
2.3.	Формулы сферической тригонометрии	2	2	2			5
2.4.	Частные виды сферических треугольников	1	1	2			5

2.5.	Оценка точности решения сферических треугольников	1	1	2		1	5
2.6.	Малые сферические треугольники, их связь с треугольниками плоскими	1	1	2			5
3	<b>РАЗДЕЛ 111. Основы теории погрешностей</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>30</b>
3.1	Классификация погрешностей наблюдений	1	1	1			5
3.2	Прямые, независимые, равноточные наблюдения	1	1	1	1	1	5
3.3	Прямые, независимые, разноточные наблюдения	1	1	2			5
3.4	Система наблюдений навигационных параметров Корреляция, регрессия.	1	1	2	0,5		5
3.5	Распространение случайных погрешностей на непрямой результат	1	1	2	0,5	1	5
3.6	Последовательная обработка наблюдений .Фильтр Калмана	1	1	2			5
4	<b>РАЗДЕЛ IV. Оценка точности положения точки на плоскости</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>29</b>
4.1	Векториальные погрешности места и операции над ними. Эллипс погрешностей	1	1	2	0,5	1	5
4.2	Избыточная информация и метод наименьших квадратов(МНК)	1	1	2	0,5		8
4.3	Взвешенное место судна, получаемое при помощи различных обсерваций	2	2	3	0,5		8
4.4	Погрешность места, определенного при помощи нескольких линий положения	2	2	3	0,5	1	8
	Всего часов по дисциплине:	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>60</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>119</b>

**Таблица 5 - Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий с учетом форм контроля**

Перечень компетенций	Виды занятий								Формы контроля
	Л	ЛР	ПЗ	КР/КП	РГР	к/р	э	СРС	
ОПК-3	+	+	-	+	-	+	-	+	Конспект, защита КП, защита лабораторных работ, экзамен
ПК-1	+	+	-	+	-	-	-	+	Конспект, защита КП, защита лабораторных работ, экзамен

Примечание: Л – лекции, ЛР – лабораторные работы, ПР – практические работы, КР/КП – курсовая работа (проект), к/р – контрольная работа, СР – самостоятельная работа, РГР – расчетно-графическая работа.

**Таблица 6 - Перечень лабораторных работ**

№ п/п	Темы лабораторных работ	Кол-во часов	№ темы по табл.4
1	2	3	4
1.	Алгебраические и функциональные операции над приближенными числами	2	1
2.	Интерполяция в таблицах 1-го, 2-х и 3-х аргументов	2	1.4
3.	Решение сферических треугольников общего вида	5	2
4.	Оценка точности решения треугольников	1	1.5.

5	Локсодромия и ортодромия – расстояния и направления	2	2.1
6.	Обработка результатов равноточных наблюдений	2	3.2
7.	Обработка результатов разновесных наблюдений	2	3.3
8.	Обработка системы наблюдений 2-х параметров	2	3.4
9.	Корреляция и регрессия	1	3.4
10	Распространение случайных погрешностей на функцию 2-х наблюдаемых параметров	2	3.5
11	Доверительное оценивание места, полученного по 2-м наблюдаемым навигационным параметрам	2	4.1
12	Обработка избыточной информации	1	4.2
	<b>Всего</b>	<b>24</b>	

**Таблица 7 - Перечень практических работ**

№ П/п	Темы практических работ	Кол-во часов	№ темы по табл. 4
1	2	3	4
1	Не предусмотрены учебным планом		
2			

### 5. Перечень примерных тем курсового проекта -

**Таблица 8 - Перечень тем курсового проекта**

№ п/п	Наименование темы КП
1	2
1.	Оценка точности вычисления по сложной формуле
2.	Решение сферических треугольников с оценкой точности решения
3.	Объединение четырех векториальных погрешностей места
4.	Расчет ортодромических и локсодромических расстояний и направлений

### 6. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

1. Методические указания для самостоятельной работы
2. Методические указания по выполнению лабораторных работ
3. Методические указания к выполнению курсового проекта

### 7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств является компонентом ОП, разрабатывается в форме отдельного документа и включает в себя критерии оценивания сформированности компетенций на различных этапах их формирования и процедуры оценивания.

### 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная литература*

1. Волинский Б.А. Сферическая тригонометрия. - Наука, 2007 г.
2. Пашенцев С.В. Лекции по курсу. Электронный ресурс . МГТУ, 2017г.
3. Пашенцев С.В. Методические указания по самоподготовке. Электронный ресурс. МГТУ. 2017 г.
4. Пашенцев С.В. Методические указания по выполнению РГР. Электронный ресурс. МГТУ. 2017



- Пашенцев С.В. Оценка точности задач судовождения. МГАРФ, Мурманск. 2010

### *Дополнительная*

- Кондрашихин В.Т. Теория ошибок. - М: Транспорт, 1969г.
- Пашенцев С.В. Статистическая обработка результатов наблюдений. - Мурманск: МГАРФ, 1993г.
- Кожухов В.П. Математические основы судовождения. - Л: Транспорт, 1986г.
- Вульфович Б.А., Пашенцев С.В. Вычислительные аспекты обработки навигационной информации. - Мурманск: МГАРФ, 1980
- Вульфович Б.А., Пашенцев С.В. Сферическая геометрия и тригонометрия. - Мурманск: МГАРФ, 1985 год.

### **9. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет»**

- «Издательство «Лань» - <http://e.lanbook.com/>
- «Университетская библиотека онлайн» - <http://biblioclub.ru/>
- «ЭБС Консультант студента» - <http://www.studentlibrary.ru/>
- «Троицкий мост» - <http://www.trmost.ru>
- «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru/>

### **10. Перечень программного обеспечения, профессиональных баз данных и информационных справочных систем, реквизиты подтверждающего документа**

- Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
- Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.0.2009 г.)
- Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.). Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008

### **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

#### **Таблица 8 - Материально-техническое обеспечение**

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	<b>431 В.</b> Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, для текущего контроля, для промежуточной и итоговой аттестации, для проведения лабораторных и практических занятий. г. Мурманск, просп. Кирова, д. 2 (Корпус «В»).	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации аудитории - столы –12 шт.; - доска аудиторная – 2 шт.; - компьютеры - 12 шт. - мультимедийный проектор Epson H433В – 1 шт.  Посадочных мест – 36
2.	<b>213С</b> Специальное помещение для самостоятельной работы г. Мурманск, ул. Советская, д. 14 (корпус «С»)	Укомплектовано специализированной мебелью и техническими средствами обучения: – доска аудиторная – 1 шт. – персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета: Intel(R) Core(TM) 2 DUO CPU E7200 2,53 ГГц, 1 Гб ОЗУ – 2 шт.; Intel(R) Pentium(R) CPU G840 2,8 ГГц, 2 Гб ОЗУ

		– 3 шт.; Intel(R) Celeron(R) CPU 2,8 ГГц, 1 Гб ОЗУ – 1 шт.; Intel(R) Pentium(R) 4CPU 2,8 ГГц, 1,5 Гб ОЗУ – 1 шт. Посадочных мест – 11
--	--	--

**Таблица 9 - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – зачет, экзамен)**

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (неделя сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1	Посещение лекций (14 лекций – 28 ч)	20	30	1-26 недели
	Нет посещений – 0 баллов, (12 лекций, 57 %) - 10 баллов; (22 лекции, 85%) - 15 баллов; (26 лекций, 100 %) - 30 баллов			
2	Выполнение лабораторных работ (11лаб. – 44 ч.)	14	28	1-40 недели
	Выполнение одной лаб/р – 2 балл, не в срок – 1 балл (выполнение фиксируется преподавателем)			
3	<i>Защита лабораторных работ</i>	14	42	3 - 42 неделя
	Защита одной лаб/р – от 1 до 4 баллов. Отличная защита– 3 баллов, хорошая – 2 балла, удовл. – 1 балл			
Промежуточная аттестация «зачет»				
	<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	48	100	Зачетная неделя
	Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине с зачетом, то он считается аттестованным. Итоговая оценка проставляется в экзаменационную ведомость и зачетку обучающегося.			

**Таблица 10 - Ведомость для оценки студентов по БРС по дисциплине «Математические основы судовождения»**

(заполняется преподавателем 30 числа каждого месяца).

ФИО	Количество баллов					Итого
	Посещение лекций	Выполнение лаб. работ	Защита лаб. работ	Выполнение КР		