

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра Океанологии

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКА МОРСКОГО ЛЬДА

Основная профессиональная образовательная программа
высшего образования по направлению подготовки

05.04.05 «Прикладная гидрометеорология»

Направленность (профиль):

Океанология

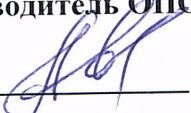
Уровень:

Магистратура

Форма обучения

Очная/ заочная

Согласовано
Руководитель ОПОП

 Аверкиев А.С.

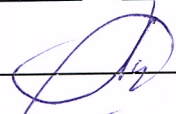
Председатель УМС

 И.И. Палкин

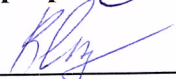
Рекомендована решением
Учебно-методического совета РГГМУ

24 июля 2021 г., протокол № 9

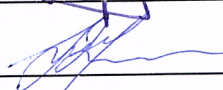
Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры
19 мая 2021 г., протокол № 9

Зав. кафедрой  Лукьянов С.В.

Авторы-разработчики:

 Сазонов К.Е.

 Фролова Н.С.

 Владимирова О.М.

1. Цель и задачи освоения дисциплины

Морские льды играют важную роль во взаимодействии океана и атмосферы и обуславливают многие явления и процессы на Земле. Морской ледяной покров влияет на формирование тепловых процессов и является одним из климатообразующих факторов. Для понимания природы развития и формирования ледяного покрова необходимо знать характер происходящих в нем разномасштабных физико-механических процессов. Следует также отметить, что при освоении природных ресурсов на шельфе арктических морей, при строительстве морских гидротехнических сооружений возникает необходимость решения множества ледотехнических задач. Лабораторные испытания прочности образцов льда на сжатие позволяют оценивать по соответствующим нормативным документам интегральную прочность всего ледяного поля.

Цель дисциплины «Физика морского льда» – подготовить обучающихся, владеющих углубленными знаниями о морском льде и современных методах ледовых исследований.

Основные задачи дисциплины «Физика морского льда»:

- изучение строения и фазового состава морского льда;
- изучение теплофизических, электрических, оптических и механических свойств морского льда;
- изучение современного состояния морского ледяного покрова;
- освоение прикладных аспектов физики морского льда.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Физика морского льда» относится к дисциплинам вариативной части профессионального цикла подготовки магистров по направлению 05.04.05 «Прикладная гидрометеорология», профиля «Океанология» (Б1.В.01) и изучается в 1 семестре для очной формы обучения, на 1 курсе для заочной формы обучения.

Для освоения данной дисциплины, обучающиеся должны освоить дисциплины в рамках базового высшего образования уровня бакалавриата и иметь общее представление о современных методах и средствах ледовых исследований (дисциплина «Общая океанология», Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков (Ледовая практика), дисциплина «Физика океана»).

Дисциплина «Физика морского льда» читается одновременно с такими дисциплинами, как «Моделирование природных процессов в океане», «Моделирование антропогенных воздействий на водную среду», «Иностранный язык», «Геоинформационные системы в гидрометеорологии (продвинутый уровень)».

3. Перечень планируемых результатов обучения

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование профессиональных компетенций раздела ПК-1 (Способен разрабатывать и реализовывать программы научных исследований по прикладной океанографии, охране морских вод и рациональному использованию ресурсов Мирового океана): ПК-1.2, ПК-1.4, и ПК-2 (Способен выявить потребности и возможности проектных решений по океанологическому обеспечению морской деятельности): ПК-2.2, ПК-2.3, ПК-2.5.

Таблица 1.

Профессиональные компетенции	
Код и наименование профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1. Способен разрабатывать и реализовывать программы научных исследований по прикладной океанографии, охране морских вод и рациональному использованию ресурсов Мирового океана.	<i>Знать:</i> методы, инструменты и технологии научно-исследовательской деятельности в области гидрометеорологии. <i>Уметь:</i> самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследований. <i>Владеть:</i> прикладными технологиями для разработки отчетов и научных публикаций.
ПК-2. Способен выявить потребности и возможности проектных решений по океанологическому обеспечению морской деятельности.	<i>Знать:</i> закономерности развития современной науки, её актуальные проблемы и инновации. <i>Уметь:</i> применять методики поиска, сбора и обработки гидрометеорологической информации, формулировать технические задания <i>Владеть:</i> способностью разрабатывать новые гидрометеорологические технологии.

Таблица 2.

Профессиональные компетенции		
Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Результаты обучения
ПК-1.	ПК-1.2. Определяет цели, задачи и методы научных исследований по физической океанологии и взаимодействию океана и атмосферы.	<i>Знать:</i> основные процессы и механизмы взаимодействия атмосферы и океана. <i>Уметь:</i> применять современные методы исследования в области взаимодействия атмосферы и океана. <i>Владеть:</i> навыками постановки и

		планирования решения задач взаимодействия атмосферы и океана.
	ПК-1.4. Осуществляет практические действия, направленные на выполнение этапов научных исследований, формулирует заключение и выводы по результатам исследований.	<i>Знать:</i> методы проведения стандартных наблюдений за морским льдом и исследований образцов морского льда. <i>Уметь:</i> составлять описания и формулировать выводы по результатам проведения стандартных наблюдений за морским льдом и исследований образцов морского льда. <i>Владеть:</i> навыками проведения стандартных наблюдений за морским льдом и исследований образцов морского льда.
ПК-2.	ПК-2.2. Определяет цели и задачи проектных решений по океанологическому обеспечению функционирования морской транспортной инфраструктуры.	<i>Знать:</i> нормативную документацию и правила составления технического задания по профилю профессиональной деятельности, связанной с изучением свойств морского льда. <i>Уметь:</i> формулировать технические задания на разработку новых гидрометеорологических технологий для изучения прочности льда. <i>Владеть:</i> профессиональной терминологией и навыками составления технических заданий на разработку новых гидрометеорологических технологий для изучения прочности льда.
	ПК-2.3. Определяет цели и задачи проектных решений по океанологическому обеспечению функционирования инженерных морских коммуникаций и гидротехнических сооружений.	<i>Знать:</i> правила предоставления информации о полученных результатах научных исследований для практического использования и направления ее возможного внедрения в проектирование и эксплуатацию морских ледостойких конструкций.

		<i>Уметь:</i> аргументированно делать выводы, разрабатывать практические рекомендации по использованию результатов научных исследований. <i>Владеть:</i> профессиональной терминологией и навыками разработки и внедрения практических рекомендаций по использованию результатов научных исследований для практического использования при проектировании и эксплуатации морских ледостойких конструкций.
	ПК-2.5. Разрабатывает структурированные задания для достижения целей проекта по океанологическому обеспечению морской деятельности.	<i>Знать:</i> закономерности развития современной науки, её актуальные проблемы и инновации <i>Уметь:</i> применять методики поиска, сбора и обработки гидрометеорологической информации, формулировать технические задания <i>Владеть:</i> способностью разрабатывать новые гидрометеорологические технологии.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

Таблица 3.

Объем дисциплины по видам учебных занятий в академических часах

Объём дисциплины	Всего часов	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Объем дисциплины	108	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам аудиторных учебных занятий) – всего:	42	12
в том числе:	-	-

лекции	14	8
занятия семинарского типа:		
практические занятия	28	4
Самостоятельная работа (далее – СРС) – всего:	66	96
в том числе:	-	-
курсовая работа	-	
контрольная работа	-	+
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен

4.2. Структура дисциплины

Таблица 4.

Структура дисциплины для очной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятельная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Введение. Лед в природе.	1	2	-	10	Устный опрос	ПК-1	ПК-1.2 ПК-1.4
2	Теплофизические свойства пресного и морского льда.	1	2	4	12	Дискуссия Практическая работа №2	ПК-1, ПК-2	ПК-1.2 ПК-1.4 ПК-2.2 ПК-2.3
3	Электрические, оптические свойства льда.	1	2	4	12	Дискуссия	ПК-1	ПК-1.2 ПК-1.4
4	Механические свойства морского льда.	1	4	12	12	Устный опрос Дискуссия Практические работы №1, 3, 4, 5, 6	ПК-1, ПК-2	ПК-1.2 ПК-1.4 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.5
5	Физико-географический подход к описанию морского льда.	1	2	4	10	Дискуссия	ПК-1	ПК-1.2 ПК-1.4
6	Прикладные аспекты	1	2	4	10	Дискуссия	ПК-1	ПК-1.2 ПК-1.4

	физики морского льда.							
	ИТОГО		14	28	66			

Таблица 5.

Структура дисциплины для заочной формы обучения

№	Раздел / тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, в т.ч. самостоятель ная работа студентов, час.			Формы текущего контроля успеваемости	Формируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций
			Лекции	Практические занятия	СРС			
1	Введение. Лед в природе.	1	2	-	10	Устный опрос	ПК-1	ПК-1.2 ПК-1.4
2	Теплофизичес кие свойства пресного и морского льда.	1	2	2	16	Практическая работа №2	ПК-1, ПК-2	ПК-1.2 ПК-1.4 ПК-2.2 ПК-2.3
3	Электрические, оптические свойства льда.	1	2	-	20	-	ПК-1	ПК-1.2 ПК-1.4
4	Механические свойства морского льда.	1	2	2	18	Устный опрос Практическая работа №1	ПК-1, ПК-2	ПК-1.2 ПК-1.4 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.5
5	Физико- географически й подход к описанию морского льда.	1	-	-	12	Контрольная работа №1	ПК-1 ПК-2	ПК-1.2 ПК-1.4 ПК-2.2 ПК-2.3
6	Прикладные аспекты физики морского льда.	1	-	-	20	Контрольная работа №2	ПК-1 ПК-2	ПК-1.2 ПК-1.4 ПК-2.2 ПК-2.3
	ИТОГО		8	4	96			

4.3. Содержание разделов дисциплины

Введение. Лед в природе.

Типы льдов. Конжеляционные льды. Физика замерзания воды. Кристаллическое строение льда. Понятие структуры и текстуры. Классификация конжеляционных льдов по Черепанову. Состав твердой, жидкой и газообразной фаз во льду. Соленость льдов. Соленость морского льда. Закономерности ее распределения. Миграция рассола в морских льдах

Теплофизические свойства пресного и морского льда.

Теплофизические характеристики пресного и морского льда, их зависимость от температуры и солености. Средняя удельная теплопроводность льда. Теплоемкость и теплопроводность льда. Теплота плавления (и кристаллизации) морского льда. Режеляция льда. Теория нарастания и таяния льда.

Электрические, оптические свойства льда

Диэлектрическая проницаемость морского льда. Удельная электропроводность. Способность морского льда генерировать электромагнитное поле. Структура электрических параметров морского льда с учетом реальных распределений по толщине его физических характеристик. Особенности распространения света во льду. Альbedo ледяного покрова. Вертикальное распределение коэффициентов пропускания и отражения по толщине ледяного покрова. Ослабление солнечного излучения в снежно-ледяном покрове. Обзор задач, в которых необходим учет оптических свойств льда.

Механические свойства морского льда.

Упругие свойства. Деформации и напряжения в элементарных объемах льда. Характеристики упругости: модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль сдвига, модуль объемного сжатия. *Реологические свойства.* Пластические деформации морского льда: ползучесть льда, релаксация льда, вязкость льда, внутреннее трение льда, основные реологические соотношения. *Прочность и разрушение морского льда.* Концепции прочности. Прочностные характеристики льда при различных видах механических испытаний. Учет кристаллической структуры льда при расчете его прочности.

Физико-географический подход к описанию морского льда.

Современное состояние морского ледяного покрова в полярных регионах Мирового океана. Географическое распространение. Горизонтальные размеры. Толщина льда. Сплоченность. Взаимосвязь термических условий в атмосфере с развитием морских льдов. Факторы образования и таяния льдов. Устойчивость ледяного покрова. Дрейф льда, методы его описания. Опасные ледовые явления.

Прикладные аспекты физики морского льда.

Определение несущей способности ледяного покрова. Ледоколы, их задачи и методы использования. Ледовая нагрузка на морские инженерные сооружения.

4.4. Содержание занятий семинарского типа

Таблица 6.

Содержание практических занятий для очной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2	Расчет нарастания и профиля температуры морского льда	10	4
3	Электрические, оптические свойства льда (дискуссия)	10	4
4	Расчетное определение пределов прочности льда	18	12
4	Абляция колонки фирна с погребенным пятном загрязнения		
4	Определение прочностных свойств моделированного льда		
4	Определение прочностных свойств натурального льда косвенным методом		
4	Расчет ледовой нагрузки на коническую опору		
5	Физико-географический подход к описанию морского льда (дискуссия)	9	4
6	Прикладные аспекты физики морского льда. (дискуссия)	9	4

Таблица 7.

Содержание практических занятий для заочной формы обучения

№ темы дисциплины	Тематика практических занятий	Всего часов	В том числе часов практической подготовки
2	Расчет нарастания и профиля температуры морского льда	10	2
4	Расчетное определение пределов прочности льда	11	2

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Электронные ресурсы, разработанные в рамках дисциплины, размещенные на платформе SAKAI.RSHU.ru:

- задания к практическим работам,
- задания к контрольным работам,
- методические указания по дисциплине,
- литература.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Учет успеваемости обучающегося по дисциплине осуществляется по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов по дисциплине за один семестр – 100:

- максимальное количество баллов за выполнение всех видов текущего контроля - 70;
- максимальное количество баллов за посещение лекционных занятий - 5;
- максимальное количество баллов за прохождение промежуточной аттестации - 30;
- максимальное количество дополнительных баллов - 10.

6.1. Текущий контроль

Типовые задания, методика выполнения и критерии оценивания текущего контроля по разделам дисциплины представлены в Фонде оценочных средств по данной дисциплине.

6.2. Промежуточная аттестация

Форма промежуточной аттестации по дисциплине – **экзамен**.

Форма проведения **экзамена**: устный опрос по билетам.

Перечень вопросов для подготовки к экзамену:

ПК-1:

1. Типы льдов. Конжеляционные льды. Физика замерзания воды. Кристаллическое строение льда. Понятие структуры и текстуры.
2. Соленость льдов. Соленость морского льда. Закономерности ее распределения. Миграция рассола в морских льдах.
3. Теория нарастания и таяния льда.
4. Современное состояние морского ледяного покрова в полярных регионах Мирового океана.
5. Ледоколы, их задачи и методы использования.
6. Ледовая нагрузка на морские инженерные сооружения.

ПК-2:

7. Теплофизические характеристики пресного и морского льда, их зависимость от температуры и солености.
8. Электрические свойства морского льда.
9. Оптические свойства морского льда.
10. Упругие свойства морского льда. Характеристики упругости: модуль Юнга, коэффициент Пуассона, модуль сдвига, модуль объемного сжатия.
11. Реологические свойства морского льда. Пластические деформации морского льда: ползучесть льда, релаксация льда, вязкость льда, внутреннее трение льда, основные реологические соотношения.
12. Прочность и разрушение морского льда. Концепции прочности. Прочностные характеристики льда при различных видах механических испытаний. Учет кристаллической структуры льда при расчете его прочности.
13. Определение несущей способности ледяного покрова.

Таблица 8.

Критерии оценивания промежуточной аттестации в форме экзамен

Критерий	Баллы
Отсутствие ответа или ответ с грубыми ошибками, отсутствие ответов на дополнительные вопросы преподавателя	0
Неполный и неуверенный правильный ответ, с наводящими вопросами преподавателя или с незначительными ошибками; правильные ответы на некоторые дополнительные вопросы преподавателя;	10
Полный, но неуверенный правильный ответ, с наводящими вопросами преподавателя, правильные ответы на большую часть дополнительных вопросов преподавателя	20
Полный исчерпывающий уверенный правильный ответ, без подсказок и наводящих вопросов преподавателя; правильные ответы на все дополнительные вопросы преподавателя	30
Итого	0-30

6.3. Балльно-рейтинговая система оценивания

Таблица 9.

Распределение баллов по видам учебной работы для очной формы обучения

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий и участие в опросе	0-5
Выполнение практических заданий 1-2	0-10 (0-5 за одну практическую работу)
Выполнение практических заданий 3-6	0-40 (0-10 за одну практическую работу)
Участие в дискуссиях	0-15 (0-3 за 1 дискуссию)
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 10.

Распределение баллов по видам учебной работы для заочной формы обучения

Вид учебной работы, за которую ставятся баллы	Баллы
Посещение лекционных занятий и участие в опросе	0-20
Выполнение практических заданий 1-2	0-20 (0-10 за одну практическую работу)
Выполнение контрольных работ 1-2	0-30 (0-15 за одну контрольную работу)
Промежуточная аттестация	0-30
ИТОГО	0-100

Таблица 11.

Распределение дополнительных баллов

Дополнительные баллы (баллы, которые могут быть добавлены до 100)	Баллы
Участие в НИРС	0-5
Активность на учебных занятиях	0-5
ИТОГО	0-10

Минимальное количество баллов для допуска до промежуточной аттестации составляет 40 баллов при условии выполнения всех видов текущего контроля.

Таблица 12.

Балльная шкала итоговой оценки на экзамене

Оценка	Баллы
Отлично	85-100
Хорошо	65-84
Удовлетворительно	40-64
Неудовлетворительно	0-39

7. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации ко всем видам аудиторных занятий, а также методические рекомендации по организации самостоятельной работы, в том числе по подготовке к текущему контролю и промежуточной аттестации представлены в Методических рекомендациях для обучающихся по освоению дисциплины «Физика морского льда».

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы****Основная литература:**

1. Степанюк И.А. Технологии испытаний и моделирования морского льда. СПб: Гидрометеиздат, 2001, 78 с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-417173906.pdf
2. Доронин Ю.П., Хейсин Д.Е. Морской лед. Гидрометеиздат, 1975. – 320с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-503190010.pdf
3. Степанюк И.А., Смирнов В.Н. Методы измерений характеристик динамики ледяного покрова. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 136с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-213112810.pdf
4. Ковалев С.М., Лебедев Г.А., Недошивин О.А., Сухоруков К.К. Механические свойства морского льда. . – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 76с. Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-503143005.pdf

Дополнительная литература:

1. СП 38.13330.2012. Свод правил. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов). Актуализированная редакция СНиП 2.06.04-82*, М.: Минрегион РФ, 2012. Режим доступа: http://www.np-ciz.ru/userfiles/38_13330_2012.pdf
2. Беккер, А. Т. Безопасность шельфовых сооружений при воздействии дрейфующих ледяных образований / А. Т. Беккер, Л. В. Ким // Наука и безопасность. – 2015. – № 2(15). – С. 79-88. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_23457450_58066232.pdf

3. Сазонов, К. Е. О моделировании ударных процессов в ледовом бассейне / К. Е. Сазонов // Труды ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова. – 2011. – № 63(347). – С. 27-34. Режим доступа: https://elibrary.ru/download/elibrary_17017219_37479226.pdf

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

1. Не предусмотрены

8.3. Перечень программного обеспечения

1. Операционные системы Windows 7, 10;
2. Пакет прикладных программ Microsoft Office.

8.4. Перечень информационных справочных систем

1. Не предусмотрены

8.5. Перечень профессиональных баз данных

1. Электронно-библиотечная система elibrary;

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение программы соответствует действующим санитарно-техническим и противопожарным правилам и нормам и обеспечивает проведение всех видов практических занятий и самостоятельной работы студентов.

Учебный процесс обеспечен аудиториями, комплектом лицензионного программного обеспечения, библиотекой РГГМУ.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная специализированной (учебной) мебелью.

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектована специализированной (учебной) мебелью, мультимедийным оборудованием, служащим для представления учебной информации

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - укомплектована специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет"

Помещение для самостоятельной работы студентов. Помещение оснащено: специализированной (учебной) мебелью, компьютерами с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (ноутбук, проектор, переносной экран).

10. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

При определении формы проведения занятий с обучающимся-инвалидом учитываются рекомендации, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья создаются специальные рабочие места с учетом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

11. Возможность применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Дисциплина может реализовываться с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий на платформах Discord или Skype.

Рассмотрено и рекомендовано к использованию в учебном процессе на 2022/2023 учебный год без изменений.

Протокол заседания кафедры океанологии от 27.06.2022 №10