

**Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
Географический факультет**

«Утверждено»
Декан географического факультета,
член-корр. РАН С.А. Добролюбов



Согласовано
Учебно-методической комиссией
факультета

« 20 » 12 2018 г.,
протокол № 15
[Handwritten signature]

ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Морские гидрологические прогнозы»

по направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология»
уровня высшего образования магистратура
с присвоением квалификации «магистр»

Направленность (профиль):
Океанология

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология» направленность (профиль) «Океанология» в редакции приказа МГУ от 30 декабря 2016 г.

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Цели: формирование фундаментальных знаний о методах морских гидрологических прогнозов и получение прикладных навыков по этой дисциплине.

Задачи:

- изучение процессов и механизмов, возникающих при взаимодействии океана и атмосферы;
- изучение методов анализа и прогноза этих процессов;
- изучение методологических аспектов морских прогнозов;
- освоение методов оценки качества прогнозов;
- освоение основных инструментов для создания морских прогнозов (мировые банки гидрометеорологических данных, программы для обработки, расчетов и визуализации)

2. Место дисциплины в структуре ООП

А. Информация об образовательном стандарте и учебном плане

Дисциплина включена в образовательный стандарт МГУ имени М.В.Ломоносова ИМ (интегрированный магистр МГУ), учебный план магистратуры, направление подготовки 05.04.04 «Гидрометеорология», профиль подготовки «Океанология», степень магистр.

Б. Место дисциплины в образовательном стандарте и учебном плане.

- вариативная часть профессионального цикла ООП;
- блок дисциплин – «Профессиональный»;
- модуль «Океанография прибрежных вод»;
- обязательный курс;
- курс 1;
- семестр 1

В. Перечень дисциплин, которые должны быть освоены до начала освоения данной дисциплины:

дисциплины бакалавриата по направлению «Гидрометеорология».

Изучение данной дисциплины необходимо для освоения последующих дисциплин: «Спутниковая океанология», курсы по выбору, прохождение практик, подготовка магистерской диссертации.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В соответствии с ОС МГУ и «Оценочными и методическими материалами формирования компетенций, оценивания уровня знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности у обучающихся и выпускников» освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций и получение следующих результатов обучения:

Компетенции выпускников образовательной программы	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Способность создавать математические модели профессио-	- знать особенности создания математических моделей природных процессов, протекающих в Миро-

<p>нальных задач, учитывать ограничения и границы применимости моделей, интерпретировать полученные количественные результаты (ОПК-1.М формируется частично)</p>	<p>вом океане, их ограничения и границы применимости;</p> <ul style="list-style-type: none"> - уметь адаптировать и применять математические модели для расчетов и диагноза природных процессов в океанах и морях; - владеть современными методами обработки результатов математического моделирования
<p>Способность разрабатывать физико-математические модели гидрометеорологических процессов (циркуляции атмосферы, гидрологических процессов вод суши или океана), выполнять гидрометеорологические расчеты и прогнозы (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) (ПК-5.М формируется частично)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - знать особенности математического моделирования ветрового волнения, нагонов, циркуляции вод и термохалинной структуры вод в морях и океанах; - уметь адаптировать и применять численные океанические модели для расчета и прогноза термохалинной структуры и циркуляции вод в морях и океанах; - владеть современными методами обработки результатов моделирования
<p>Способность адаптировать и использовать математические модели для моделирования ветрового волнения, штормовых нагонов, термохалинной структуры и циркуляции вод в морях и океанах (СПК-1.М формируется частично)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - знать особенности математического моделирования ветрового волнения, нагонов, циркуляции вод и термохалинной структуры вод в прибрежной зоне морей и океанов; - уметь адаптировать и применять численные океанические модели для расчета термохалинной структуры и циркуляции вод в прибрежной зоне; - владеть современными методами обработки результатов моделирования
<p>Умение разрабатывать и использовать на практике методы физико-статистического и гидродинамического анализа и прогноза морских гидрологических процессов в океанах и морях различной заблаговременности (СПК- 3.М формируется полностью).</p>	<ul style="list-style-type: none"> - знать основные теоретические вопросы методологии морских прогнозов, механизмов взаимодействия океана и атмосферы, историю развития морских прогнозов, источники гидрометеорологических данных, используемых в морских прогнозах, классификацию морских прогнозов по типу и заблаговременности, методологические основы морских прогнозов, основы составления прогнозов морских течений, волнения, сгонно-нагонных явлений, ветрового волнения, температуры воды, ледовых явлений, опасных явлений; - уметь интерпретировать натурные данные и результаты математического моделирования и использовать их для анализа и прогноза различных гидрометеорологических явлений, пользоваться мировыми и российскими банками гидрометеорологических данных, производить математические расчеты с данными, делать статистические оценки качества прогнозов; - владеть навыками по работе с мировыми банками гидрометеорологических данных, программами для их обработки, расчетов и визуализации, современ-

	ными методами морских прогнозов с использованием гидродинамических моделей, навыками составления морских прогнозов
--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

Общая аудиторная нагрузка – 56 часа, в т.ч. лекции – 14 часов и семинары – 42 часа.

Объем самостоятельной работы студентов – 88 академических часов.

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Неделя	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра). Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Контактная работа		СРС	
				лекции	семинары		
1	Введение. История развития морских прогнозов. Гидрометеорологические данные	1	1	2	2	8	-
2	Раздел 1. Методологические основы морских прогнозов	1	2	2	2	12	-
3	Раздел 2. Прогнозы морских течений. Прогноз ветрового волнения	1	3-5	4	8	12	-
4	Раздел 3. Прогнозы уровня моря. Прогноз температуры воды	1	6-8	2	10	10	-
5	Раздел 4. Прогноз ледовых условий на морях России. Прогноз опасных гидрометеорологических явлений	1	9-11	2	10	10	Устный доклад
6	Раздел 5. Оценка качества методов и оправданности прогнозов	1	12-14	2	10	8	Реферат
	Промежуточная аттестация					28	Экзамен
	Итого			14	42	88	

5. Содержание дисциплины

Введение

Определение предмета и содержание курса. История развития морских прогнозов. Организацию службы морских прогнозов в России.

Тема семинарского занятия. Гидрометеорологические данные, используемые в морских прогнозах. Требования, предъявляемые к морским прогнозам.

Раздел 1. Методологические основы морских прогнозов

Классификация морских прогнозов по типу, заблаговременности. Методологические основы морских прогнозов. Использование принципов аналогичности, типизации, цикличности. Физико-статистический и гидродинамический методы прогнозирования.

Тема семинарского занятия. Основные уравнения гидродинамики. Значение морских прогнозов.

Раздел 2. Прогнозы морских течений. Прогноз ветрового волнения

Общие сведения о теории морских течений. Эмпирические соотношения для расчета скорости течений по скорости ветра. Теории Экмана, Манка, Стоммела, Свердруп-па. Численные методы расчета течений.

Тема семинарского занятия. Основные характеристики ветрового волнения. Методы статистического описания и спектр волнения. Методы прогноза волнения, основы трохоидальной теории волн и эмпирические уравнения. Гидродинамические модели прогноза волнения. Использование прогнозов высот волн в системе автоматизированного расчета оптимальных курсов плавания судов.

Раздел 3. Прогнозы уровня моря. Прогноз температуры воды

Причины кратковременных колебаний уровня моря. Сгонно-нагонные явления. Физико-статистические и гидродинамические методы прогноза сгонно-нагонных явлений. Причины Невских наводнений и их прогноз.

Тема семинарского занятия. Причины, вызывающие изменения температуры воды. Расчет составляющих уравнения теплового баланса моря. Гидродинамические и физико-статистические методы прогноза. Прогноз температуры поверхностного слоя океана. Долгосрочный прогноз температуры и толщины верхнего квазиоднородного слоя. Прогноз потоков тепла на поверхности океана на основе моделей циркуляции атмосферы.

Раздел 4. Прогноз ледовых условий на морях России. Прогноз опасных гидрометеорологических явлений

Методы наблюдений ледяного покрова на морях. Прибрежные ледовые наблюдения. Методы изучения ледовых условий на морях. Физико-статистические методы ледовых прогнозов. Проблемы ледового обеспечения морских отраслей экономики в условиях современных изменений климата.

Прогноз цунами. Прогноз «тягуна». Прогноз обледенения морских судов. Прогнозы возникновения и перемещения тропических циклонов.

Раздел 5. Оценка качества методов и оправдываемости прогнозов

Проверка обеспеченности методов прогнозирования на зависимых и независимых рядах наблюдений. Критерий надежности, принятый в краткосрочных и долгосрочных морских гидрологических прогнозах.

Тема семинарского занятия. Оценка точности и оправдываемости прогноза различных элементов режима морей и океана. Требования к составлению оперативных морских гидрологических прогнозов. Методы оценки качества гидродинамических моделей.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине

Самостоятельная работа включает:

- 1) выполнение практических работ, подготовку к семинарам, написание рефератов;
- 2) ознакомление с новыми статьями по темам курса на русском и иностранных языках;
- 3) написание разделов магистерской диссертации.

Теоретические и практические положения дисциплины закрепляются во время прохождения практик.

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примерный перечень тем рефератов:

Разделы 1-5

Природные опасные явления в морях и океанах
Актуальность ледовых прогнозов для России
Данные используемые в современных ледовых прогнозах
Ледовитость морей России
Цунами у берегов России
Причины и последствия возникновения «тягуна» в портах
Методы расчета скорости обледенения судов

Примерный список вопросов для устных докладов:

Разделы 1-5

1. Основные методы прогноза температуры воды в океане.
2. Система автоматизированного расчета курсов плавания морских судов
3. Методы наблюдений ледяного покрова
4. Прогноз опасных гидрометеорологических явлений. Обзор существующих систем оповещения.
5. Цели и задачи дисциплины, общая характеристика информационной и методической основы морской информационной и прогностической деятельности Росгидромета
6. Классификация морских информационных и прогностических материалов
7. Классификация морских прогнозов по месту действия и заблаговременности
8. Служба предупреждения об опасных явлениях
9. Морская прогностическая деятельность в России
10. Организация взаимодействия прогностических органов Росгидромета с потребителями прогностической продукции
11. Основа гидродинамических методов прогноза
12. Роль ЭВМ при использовании гидродинамических методов прогноза
13. Различия волновых моделей для глубокого моря и для мелкой воды
14. Типы волновых моделей
15. Характеристика данных о ветре, используемых при расчете волнения
16. Способы оценки успешности прогностических моделей волнения
17. Классификация морских течений
18. Основные уравнения гидродинамических моделей прогноза течений
19. Причины наводнений в Финском заливе
20. Уравнения адвективного переноса тепла дрейфовыми течениями

8. Формы и содержание промежуточной аттестации

Устный экзамен

Примерный список вопросов к экзамену:

1. Классификация морских прогнозов по типу, заблаговременности.
2. Основы расчета и прогноза течений
3. Значение морских прогнозов
4. Основные уравнения гидродинамики
5. Методологические основы морских прогнозов

6. Основы трохоидаальной теории волн и эмпирические уравнения
7. Физико-статистические методы ледовых прогнозов
8. Гидрометеорологические данные, используемые в морских прогнозах
9. Геострофический ветер
10. Системы буйковых наблюдений в мировом океане
11. Гидродинамические методы прогноза эволюции ледяного покрова
12. Плавание рекомендованными курсами.
13. Гидродинамические модели прогноза волнения. Входные и выходные данные.
14. Опасные гидрометеорологические явления
15. Прогнозы уровня и течений. Сгонно-нагонные явления. Прогноз уровня Каспийского моря.
16. Анализ и прогноз температуры воды
17. Оценка качества морских прогнозов
18. Методы наблюдения и изучения ледяного покрова на морях
19. Прогноз цунами
20. Интерполяция гидрометеорологических полей
21. Прогноз обледенения судов. Тягун

Шкала и критерии оценивания результатов обучения (РО)

Оценка РО и соответствующие виды оценочных средств	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Знания (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания	Общие, но не структурированные знания	Сформированные систематические знания
Умения (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие умений	В целом успешное, но не систематическое умение	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение (допускает неточности непринципиального характера)	Успешное и систематическое умение
Навыки (владения, опыт деятельности) (виды оценочных средств: практические контрольные задания)	Отсутствие навыков	Наличие отдельных навыков	В целом, сформированные навыки (владения), но используемые не в активной форме	Сформированные навыки (владения), применяемые при решении задач

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

Абузьяров З. К. и др. Морские прогнозы //Л.: Гидрометеоиздат. – 1988.

Грузинов В.М., Борисов Е.В., Григорьев А.В. Под редакцией д.г.н., проф. В.М. Грузинова Прикладная океанография. – Обнинск: Изд-во «Артифекс», 2012. – 384 с., ил.

Оперативное океанографическое обслуживание. Под ред. Е.С.Нестерова; ГУ «ГМЦ РФ».- М.,2009.- 287 с.

Режим, диагноз и прогнозирование ветрового волнения в морях и океанах. Под ред. Е.С. Нестерова. – М.: Изд-во РОСГИДРОМЕТ, 2013. — 337 с.

Руководящий документ 52.27.759 – 2011, Наставление по службе прогнозов. Раздел 3. Часть III. Служба морских гидрологических прогнозов. М.: Триада ЛТД, 2011. 194 с.

Скриптунова Л. И. Методы морских гидрологических прогнозов. – Гидрометеопиздат, 1984.

б) дополнительная литература:

Боуден К. Физическая океанография прибрежных волн: Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. – 324 с.

Мамаев О.И. Физическая океанография. Избранные труды. М.: Изд. ВНИРО, 2000

Руководство по морским гидрологическим прогнозам // СПб.: Гидрометеопиздат.- 1994.- 525 с.

в) программное обеспечение, Интернет-ресурсы, профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

- Intel Fortran для обработки данных наблюдения и моделирования;
- Microsoft Office, Open Office;
- библиотека IMSL;
- операционные системы Windows 7 и Linux;
- пакеты программ для работы с картами и визуализации данных наблюдений: Golden Software Surfer, Grapher, MapViewer, Didger, ArcGis;
- программа для интерактивного исследования, анализа и визуализации океанографических данных Ocean Data View (свободно распр.);
- программа для расчета физических свойств морской воды по уравнению состояния TEOS-2010;
- программы для моделирования циркуляции вод, ветрового волнения, штормовых нагонов POM, BOM, SWAN, ADCIRC, ROMS;
- ADCIRC (Coastal Circulation and Storm Surge Model) <http://www.adcirc.org/>;
- <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/giovanni/overview/index.html> (большой портал гидрометеорологических данных)
- <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov/services/NetCDF> (большой портал гидрометеорологических данных)
- <http://lance-modis.eosdis.nasa.gov/cgi-bin/imagery/realtime.cgi> (гидрометеорологические данные в видео диапазоне)
- <http://method.meteorf.ru/>
- <http://modelling.oceanography.ru/publications>
- <http://sst.jpl.nasa.gov/SST/> (данные о температуре поверхности океана)
- <http://www.avisioceanobs.com/en/data/products.html> (содержатся данные об аномалии уровня морской поверхности, абсолютной динамической топографии, волнения ветра, течения. <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov/> (содержатся океанографические данные)
- ROMS (Regional Ocean Modeling System) <http://www.myroms.org/index.php>.
- SWAN (Simulating Waves Nearshore) <http://swanmodel.sourceforge.net/>;

единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане
<http://www.esimo.ru/index.jsp>.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория для проведения лекций с доской для мела или фломастеров, мультимедийным проектором и доступом в Интернет.

Компьютерный класс с доступом в Интернет для проведения семинаров.

Программа одобрена на заседании кафедры океанологии.
Протокол №533 от 27 ноября 2018 г.

Зав. кафедрой океанологии,
член-корр. РАН, д.г.н., профессор –

_____ С.А.Добролюбов

Разработчик:

Мысленков С.А. с.н.с., к.ф.-м.н.

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет,
кафедра океанологии

Эксперт:

Архипкин В.С. доцент, к.г.н.

МГУ имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра
океанологии