



«УТВЕРЖДАЮ»
Декан физического факультета
МГУ имени М.В. Ломоносова

Н.Н. Сысоев

10.03. 2022 г.

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ имени М.В.ЛОМОНОСОВА
ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА
по специальности 1.6.17. «Океанология»**

по физико-математическим наукам

1. Общие вопросы

- 1.1. Гипотезы о происхождении атмосферы и гидросферы Земли. Условия существования атмосферы и гидросферы (океана).
- 1.2. Состав морской воды. Соленость. Уравнение состояния морской воды. Баротропность и бароклинность.
- 1.3. Физические свойства морской воды (теплоемкость, сжимаемость, теплота испарения, температура замерзания, вязкость, поверхностное натяжение).
- 1.4. Вертикальное распределение температуры, солености, плотности и давления в океане.
- 1.5. Структура основных океанических течений и методы их изучения.
- 1.6. Теплообмен между океаном и атмосферой.
- 1.7. Глобальная межконтинентальная циркуляция вод.
- 1.8. Многообразие волновых движений в океане. Акустические, капиллярные и инерционные волны.

2. Классическая гидродинамика

- 2.1. Понятие сплошной среды. Подходы Лагранжа и Эйлера к описанию движения сплошной среды.
- 2.2. Уравнение неразрывности. Уравнения Эйлера и Навье-Стокса. Граничные условия.
- 2.3. Подходы к упрощению уравнений гидродинамики.
- 2.4. Потенциальное и вихревое движения. Гидростатика. Уравнение Бернулли.

3. Геофизическая гидродинамика

- 3.1. Силы, действующие в океане. Уравнения переноса импульса, тепла и примеси.
- 3.2. Гидростатическое и геострофическое приближения.
- 3.3. Стратификация и ее устойчивость. Адиабатический градиент. Частота Вэйселя-Брента.
- 3.4. Термогравитационная конвекция. Уравнения Буссинеска.
- 3.5. Число Россби. Геострофическое приспособление. Инерционные колебания. Радиус деформации Россби. Теорема Тейлора-Праудмена. Сохранение потенциального вихря.
- 3.6. Задача Экмана о дрейфовом течении.
- 3.7. Поверхностные и внутренние гравитационные волны.
- 3.8. Дисперсионное соотношение для гравитационно-капиллярных волн на воде. Фазовая и групповая скорости волн. Нормальная и аномальная дисперсия.
- 3.9. Ветровые волны. Экстремальные волны. Зыбь.

А.В. Зудюк

В.А. Валица

- 3.10. Теория мелкой воды. Длинные волны. Приливы, цунами, штормовые нагоны. Захваченные волны. Сейши.
- 3.11. Волны Россби, Пуанкаре и Кельвина.

4. Гидроакустика

- 4.1. Распространение звука в жидкости. Волновое уравнение. Уравнение Гельмгольца.
- 4.2. Скорость звука в морской воде. Зависимость скорости звука от давления, температуры и солености.
- 4.3. Задача о распространении звука в жидком слое с идеальными границами. Нормальные волны. Фазовая и групповая скорости.
- 4.4. Подводный звуковой канал. Сверхдальнее распространение звука в океане.
- 4.5. Акустическая томография океана.

5. Устойчивость течений и турбулентность

- 5.1. Турбулентные и ламинарные течения. Механизмы генерации турбулентности в океане.
- 5.2. Устойчивость течений. Сдвиговая и конвективная неустойчивости. Числа Рейнольдса и Рэлея.
- 5.3. Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания уравнений Рейнольдса.
- 5.4. Полуэмпирические теории турбулентности. Пограничные слои.
- 5.5. Теория Колмогорова-Обухова. Спектр турбулентности.
- 5.6. Влияние плотностной стратификации на турбулентность. Число Ричардсона. Масштаб Ozmidova.
- 5.7. Тонкая термохалинная структура в океане. Холодная пленка.

6. Оптика океана

- 6.1. Первичные гидрооптические характеристики океанских вод. Поглощение и рассеяние света в воде.
- 6.2. Флюоресценция морской среды.
- 6.3. Уравнение переноса энергии оптического излучения в морской среде.
- 6.4. Пассивные и активные оптические методы и средства изучения океана.
- 6.5. Дистанционная оптическая спектроскопия морской среды.

Основная литература

1. Бреховских Л.М., Лысанов Ю.П. Теоретические основы акустики океана. М.: Наука, 2007.
2. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. Т. 1, 2. М.: Мир, 1986.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. Т. VI, М.: Наука, 1986
4. Ле Блон П. Х., Майсек Л.А. Волны в океане. Ч.1, Ч.2, М.: Мир, 1981
5. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Гидрометеиздат, 1992
6. Носов М.А. Лекции по теории турбулентности. М.: Янус-К, 2013
7. Океанология: Физика океана. Т.1, Т.2. М.: Наука, 1978
8. Шифрин К.С. Введение в оптику океана, Гидрометиоиздат, 1983.

Дополнительная литература

1. Добролюбов С.А., Архипкин В.С. Океанология: основы термодинамики морской воды. – 2018.
2. Гусев А.М. Курс общей геофизики. Основы океанологии. М.: МГУ, 1983.
3. Лайтхилл Дж. Волны в жидкостях. М.: Мир, 1981
4. Монин А.С., Ozmidov P.B. Океанская турбулентность. Гидрометеиздат, 1981.
5. Носов М.А. Введение в теорию волн цунами. М.: Янус-К, 2019.
6. Общая геофизика. Под ред. В.А. Магницкого, М.: МГУ, 1995.
7. Педлоски Д. Геофизическая гидродинамика: В 2-х т. Мир, 1984.
8. Пивоваров А.А. Термика океана. М.: МГУ, 1979.

9. Слюняев А. В. Морские "волны-убийцы": прогноз возможен? //Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия. – 2017. – №. 3.
10. Фадеев В.В., Бунин Д.К., Венедиктов П.С. Методы лазерного мониторинга фотосинтезирующих организмов (обзор). Квантовая электроника, 1996, т. 23, №11, с.963-973.
11. Федоров К.Н. Тонкая термохалинная структура вод океана. Л.: Гидрометеиздат, 1976.
12. Филлипс О.М. Динамика верхнего слоя океана. М., Гидрометеиздат. 1980.
13. Шулейкин В.В. Физика моря. М., Наука, 1968.
14. Dijkstra H.A. Dynamical oceanography. – Springer Science & Business Media. 2008.
15. Marshall J., Plumb R.A. Atmosphere, Ocean and Climate Dynamics: An Introductory Text, Elsevier Academic Press, 2008.
16. Thorpe S.A. An introduction to ocean turbulence. Cambridge University Press, 2007.

Зав. кафедрой физики моря и вод суши
профессор РАН

М.А. Носов

Зам. зав. отделением геофизики
профессор

В.Б. Смирнов



**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА**



ФИЗИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ПРИКАЗ

«30» 03 2022 г. Москва № 410/02

Об утверждении временных рабочих программ кандидатских экзаменов

На основании решения Учёного совета физического факультета

п р и к а з ы в а ю:

Утвердить прилагаемые временные рабочие программы кандидатских экзаменов по следующим специальностям:

- 1.1.2 Дифференциальные уравнения и математическая физика;
- 1.1.10 Биомеханика и биоинженерия;
- 1.3.1 Физика космоса, астрономия;
- 1.3.15 Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий;
- 1.6.9 Геофизика;
- 1.6.17 Океанология;
- 1.6.18 Науки об атмосфере и климате.

Основание: выписка из протокола № 1 заседания Учёного совета от 24.02.2022.

**Декан
физического факультета
профессор**

 **Н.Н.Сысоев**