

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
«МОРСКОЙ ГИДРОФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ РАН»  
(ФГБУН МГИ)**

ОДОБРЕНО  
на Ученом Совете ФГБУН МГИ  
Протокол № \_\_\_\_  
от \_\_\_\_\_ 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ  
вр.и.о. директора ФГБУН МГИ  
\_\_\_\_\_ С.К. Коновалов  
\_\_\_\_\_ 2015 г.

**ПРОГРАММА-МИНИМУМ**

кандидатского экзамена по специальности

**25.00.28 «Океанология»**

по географическим, техническим, физико-математическим,  
геолого-минералогическим и биологическим наукам

АСПИРАНТУРА ФГБУН МГИ

Программа-минимум  
содержит 12 стр.

Севастополь

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая программа основана на следующих разделах: океанологии, гидрохимии, гидробиологии и морском промысле, морской геологии, спутниковой океанологии, а также теории компьютерных сетей и баз данных.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии по наукам о Земле при участии МГУ им. М.В.Ломоносова.

### 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОКЕАНЕ

1.1. Мировой океан как составная часть географической оболочки Земли.

1.2. Содержание науки об океане - океанологии; разделы океанологии; связь океанологии с другими науками о Земле.

1.3. Основные этапы развития знаний об океане и методов его исследования. Главные направления и перспективы изучения океана.

1.4. Российские, зарубежные и международные организации и учреждения, изучающие Мировой океан. Федеральные и международные программы изучения океана и его взаимодействия с атмосферой, криосферой, литосферой и водами суши.

1.5. Важнейшие отечественные и зарубежные фундаментальные труды и периодические издания по проблеме изучения океана.

### 2. МОРСКАЯ ВОДА

2.1. Морская вода как природный объект. Молекулярная структура воды в различном агрегатном состоянии; модели структуры воды.

2.2. Химический состав морской воды. Главные компоненты солевого состава, микроэлементы, растворенные газы, органическое вещество, биогенные элементы.

2.3. Свойства воды как растворителя; процесс ионизации воды.

2.4. Аномальные свойства пресной и морской воды, их объяснение; значение аномальных свойств воды в формировании природных процессов и условий жизни в морских водоемах. Соотношение пресных и морских вод на Земле, зоны их взаимодействия. Граничные значения солёности морских, солоноватых и пресных вод.

2.5. Физические свойства морских вод. Температура. Соленость, ее определение. Давление. Уравнение состояния. Температуры замерзания, наибольшей плотности. Теплоемкость. Теплота плавления и испарения. Вязкость. Сжимаемость. Адиабатические эффекты.

### 3. ОБМЕН ЭНЕРГИЕЙ И ВЕЩЕСТВОМ МЕЖДУ ОКЕАНОМ, АТМОСФЕРОЙ И ЛИТОСФЕРОЙ

3.1. Климатическая система Земли. Поверхности раздела (граничные поверхности) между взаимодействующими сферами. Поверхностный и придонный пограничные слои, их структура. Поверхностные пленки (скин-слои), их структура и роль в процессе обмена.

3.2. Влияние загрязнений на процессы обмена. Внешний и внутренний обмен энергией и веществом.

3.3. Значение балансовых оценок обмена. Баланс тепловой энергии океана; составляющие теплового баланса; методы их наблюдений и расчетов; обмен количеством движения; виды энергии обмена и формы передачи; методы расчетов. Пресноводный баланс океана; его составляющие; методы их наблюдений и расчетов; запасы пресной воды на земном шаре, процессы перераспределения пресной воды.

3.4. Солеобмен между океаном, атмосферой и литосферой; основные компоненты солеобмена; составляющие солевого баланса; методы их расчетов; трансформация солей в процессе обмена; формулы связи солености с хлорностью вод.

3.5. Газообмен между океаном, атмосферой и литосферой; растворимость газов в морской воде; роль ледяного покрова в газообмене между океаном и атмосферой; основные составляющие газообмена, роль кислорода и  $\text{CO}_2$ .

3.6. Влияние обмена энергией и веществом между океаном и атмосферой на погоду и климат Земли, на развитие биохимических процессов в океане. Роль океана в колебаниях климата Земли. Современные глобальные изменения климата и Мировой океан.

3.7. Тропические циклоны, Северо-Атлантическое колебание, Эль-Ниньо как формы крупномасштабного взаимодействия атмосферы и океана.

## 4. ДВИЖЕНИЕ ВОД В ОКЕАНЕ

4.1. Силовые поля в океане. Уравнения движения (Эйлера, Лагранжа, Навье-Стокса, Рейнольдса). Уравнение неразрывности, уравнение гидростатики. Понятие о баротропности и бароклинности океана.

4.2. Классификация течений в океане. Теории течений (Экмана, Бьеркнеса, полных потоков и др.) и их современное развитие. Влияние на развитие течений, неравномерности распределения

скорости ветра и плотности в океанах и морях. Системы основных океанических течений; механизмы их развития и изменчивости.

4.3. Фронтальные зоны Мирового океана и зоны конвергенций, их связь с вертикальной структурой океана. Классификация фронтальных явлений в океанах. Неустойчивость фронтальных разделов. Модель стационарного фронта.

4.4. Вихревые движения вод, механизмы их развития, роль в переносе энергии и вещества в океане. Основные характеристики вихревого движения: циркуляция, завихренность, спиральность. Фронтальные вихри. Синоптические вихри в океане.

4.5. Струйные течения. Течения глубокого и мелкого моря, методы их расчета. Вертикальные движения вод.

4.6. Прибрежная циркуляция; зоны поднятия и опускания вод, их влияние на вертикальный обмен и интенсификацию биологической продуктивности. Придонные плотностные потоки в океане.

4.7. Механика турбулентных взвесенесущих течений. Роль течений в перераспределении и трансформации энергии и вещества в океане. Методы расчетов течений и вертикальных движений в океанах и морях разной глубины.

## 5. ВОЛНОВЫЕ ДВИЖЕНИЯ В ОКЕАНЕ

5.1. Причины, вызывающие волновые движения вод в океанах и морях. Классификация морских волн и механизмы их развития. Характеристики волновых движений.

5.2. Основы гидродинамической теории поверхностных гравитационных и гравитационно-капиллярных волн. Дисперсия, дисперсионные уравнения, фазовая и групповая скорость волн.

5.3. Короткие и длинные волны. Линейные и нелинейные волны. Энергия волн и ее поток. Ветровые волны: статистические и спектральные методы описания. Зарождение и развитие ветровых волн. Волнообразующие факторы и методы расчета элементов и спектральных характеристик ветровых волн. Ветровые волны открытого океана и прибрежной зоны, их трансформация у берегов; ветровая зыбь.

5.4. Длинные гравитационные волны. Уравнения мелкой воды. Длинные нерегулярные длиннопериодные волны - сейши, барические волны, штормовые нагоны.

5.5. Волны цунами, их возникновение, распространение, накат на берег. Районирование побережья по степени цунамиопасности. Приливные волны в океане; приливообразующие силы. Элементы прилива. Статическая и динамическая теории приливов и их современное развитие. Приливные течения. Приливы открытого океана, морей и прибрежной зоны. Приливные карты и их анализ.

5.6. Баротропный радиус деформации Россби. Волны Пуанкаре, Свердруп и Кельвина. Градиентно-вихревые волны, планетарные и топографические волны Россби. Волны в тропической зоне. Экваториальные волны. Различные виды прибрежного захвата и соответствующие формы захваченных волн.

5.7. Внутренние волны; теория внутренних волн в слоистой жидкости и при непрерывной стратификации. Внутренние волны в открытом океане и на шельфе. Спектр внутренних волн. Механизм генерации.

5.8. Методы измерений внутренних волн. Влияние волновых движений на формирование берегов, транспорт наносов, стратификацию, структуру вод и распространение живых организмов в открытом океане и в прибрежной зоне.

## 6. ТУРБУЛЕНТНОСТЬ И ПРОЦЕССЫ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ВОД

6.1. Виды перемешивания вод. Ветровое и конвективное перемешивание.

6.2. Конвекция в океане. Свободная и вынужденная конвекция. Особенности конвекции в многокомпонентной среде. Проникающая конвекция.

6.3. Уплотнение вод при перемешивании. Типы зимней вертикальной циркуляции. Роль перемешивания в формировании различных типов вод и вертикальной структуры океанов и морей.

6.4. Устойчивость вод; расчет устойчивости. Частота Вайсяля-Брента.

6.5. Турбулентность в океане; влияние стратификации вод на турбулентность; механизмы генерации океанской турбулентности; разномасштабная турбулентность, коэффициенты турбулентного обмена; турбулентная вязкость; турбулентная диффузия примесей в океане.

6.6. Слои скачка и раздела, их влияние их вертикальный перенос океанологических характеристик. Фронтальные процессы обмена энергией и веществом.

## 7. УРОВЕНЬ ОКЕАНОВ И МОРЕЙ

7.1. Уровенная поверхность океана. Периодические и непериодические колебания уровня, их причины, временные масштабы. Спутниковая альтиметрия.

7.2. Влияние аномалий поля силы тяжести на отклонения уровня. Средний уровень; его значение для геодезии, картографии, мореплавания.

## 8. ОПТИКА И АКУСТИКА ОКЕАНА

8.1. Акустическая структура вод, ее зависимость от термохалинной структуры. Волновое уравнение.

8.2. Геометрия звуковых волн в неоднородных средах. Условия распространения звука в океане. Скорость звука в воде; рефракция, поглощение и рассеяние звука. "Звуковой канал", его значение для распространения звука. Звукорассеивающие слои и их связь с живыми организмами.

8.3. Шумы океана (тепловые, динамические, подледные, технические, биологические и др.). Гидролокация. Акустические методы исследования океана.

8.4. Баланс световой энергии; его составляющие; методы их наблюдений и расчетов; роль световой энергии в океане. Гидрооптическая структура, ее связь с термохалинной структурой и взвешенными веществами в толще вод.

8.5. Основные гидрооптические параметры океана. Оптические свойства морской поверхности. Закономерности распространения света в океане. Влияние световых волн на развитие жизни в океане. Оптические методы исследования океана.

## 9. ВОДНЫЕ МАССЫ И ВЕРТИКАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ОКЕАНА

9.1. Основные закономерности формирования и изменчивости полей температуры, солености и плотности вод. Климат океана.

9.2. Причины стратификации и вертикальная структура вод океана; закономерности ее формирования. Пространственно-временная изменчивость гидрофизических полей.

9.3. Водная масса, ее основные характеристики. Трассеры водных масс. Классификация водных масс. Условия формирования и закономерности распространения основных водных масс океанов. Современные методы выделения и анализа водных масс. Бокс-модели, статистический - анализ. Промежуточные, глубинные и придонные водные массы океанов. Водные массы окраинных и внутренних морей. Особенности структуры вод отдельных океанов. Межокеанский «конвейер». Водные массы и меридиональный перенос тепла и пресной составляющей в океанах. Климатическая изменчивость характеристик водных масс.

9.4. Тонкая структура гидрофизических полей, механизмы ее генерации. Гидрохимическая структура вод; слой основного продуцирования органического вещества, минимального содержания кислорода и относительной устойчивости гидрохимических параметров. Содержание растворенного кислорода и биогенных элементов в океане. Стехиометрические отношения. Карбонатное равновесие.

9.5. Стабильные и радиоактивные изотопы в водах океана. Роль океана в геохимических циклах основных элементов.

## 10. МОРСКОЙ ЛЕД

10.1. Процессы образования, развития и разрушения льдов в море. Физические и химические свойства морских льдов, пределы упругости и пластичности. Формы льдов. Однолетние и многолетние льды.

10.2. Расчеты нарастания и несущей способности льдов. Деформация ледяного покрова; полыньи, трещины. Движение льдов под влиянием ветра, волн и течений.

10.3. Ледовитость морей, ее сезонные и межгодовые колебания. Припай в северном и южном полушариях. Айсберги, очаги их образования. Влияние ледяного покрова на развитие океанологических и биологических процессов в морях.

## 11. РАЙОНИРОВАНИЕ МИРОВОГО ОКЕАНА

11.1 Принципы районирования океана. Номенклатура и классификация подразделений океана. Комплексная океанологическая характеристика подразделений океана.

11.2. моря России, их хозяйственное значение, перспективы хозяйственного использования. Научные учреждения и организации, занимающиеся исследованием и практическим освоением морей России.

## 12. МОРСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

12.1. Батиграфическая кривая. Подводная континентальная окраина; континентальный склон; континентальное подножие; котловины окраинных морей; островные дуги; глубоководные желоба (впадины); ложе океана.

12.2 Океанические поднятия; срединноокеанические хребты; подводные каньоны, горы, вулканы. Рельеф отдельных элементов дна океана; батиметрические карты.

12.3. Береговая линия; береговые процессы, их влияние на формирование и изменчивость рельефа шельфа.

12.4. Донные отложения; процессы осадкообразования и их накопления на дне; типа донных отложений, их характеристики; биогенные компонента. Донные осадки как средства обитания живых организмов.

12.5. Понятие о геологической истории океанов. Основные этапы развития Земли и океана.

### 13. ОКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОКЕАНА И ОКЕАНИЧЕСКИЙ ПРОМЫСЕЛ

13.1. Единство живых организмов и среды их обитания. Возникновение и развитие экосистем океана. Формы жизни в океане (планктон, бентос, нектон, а также плейстон, нейстон, гипонейстон) и их связь со средой. Трофические цепи в океане.

13.2. Биологическая продуктивность и биомасса, их пространственно-временная изменчивость. Абиотические факторы биопродуктивности (физические, гидрохимические, геологические). Прямые и косвенные связи между средой и биопродуктивностью.

13.3. Гидрологические и биологические сезоны. Промысловая продуктивность океана. Видовой состав основных промысловых объектов. Распределение промысла морских организмов в Мировом океане.

13.4. Биологическая структура океана, ее связь с общей вертикальной структурой океана.

### 14. ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА; ЭКОНОМИКА МИРОВОГО ОКЕАНА

14.1. Биологические ресурсы; их запасы; виды получаемой продукции; удельный вес в общей объеме питательной базы населения земного шара; мероприятия по восстановлению и охране, воспроизводство рыбных запасов, регулирование промысла.

14.2. Химические ресурсы; главные районы добычи; виды промышленной продукция. Опреснители морской воды, их использование в России и за рубежом.

14.3. Минеральные ресурсы; их виды; распространение в океане; современное состояние добычи.

14.4. Топливные ресурсы, современное состояние использования.

14.5. Энергетические ресурсы; использование энергии приливов и тепла океана.

14.6. Морские транспортные пути; удельный вес морских перевозок в общем грузообороте стран мира; эффективность использования рекомендованных курсов судов. Обеспечение безопасности морских промыслов и мореплавания. Служба и мероприятия по охране природной среды океанов и морей от загрязнения при добыче их ресурсов и эксплуатации флота.

14.7. Использование океанов и морей в службе здоровья; морской туризм, спорт, морские курорты. Экологические проблемы океана. Влияние антропогенных факторов на морские экосистемы и процессы обмена в океане. Основные виды загрязнений океана. Процессы самоочищения в океане.



14.8. Экономическое значение океана в жизни людей. Правовые аспекты деятельности в Мировом океане и эксплуатации его ресурсов.

## 15. ДИСТАНЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОКЕАНА И СЛЕЖЕНИЕ ЗА СОСТОЯНИЕМ ЕГО ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

15.1. Дистанционные методы (самолетно-вертолетные, спутниковые). Бортовая аппаратура, ее назначение. ИК-радиометры, СВЧ, локаторы бокового обзора, лазерные методы зондирования океана. Визуальные наблюдения с борта летающих аппаратов.

15.2. Дистанционные измерения в интересах океанологии, метеорологии, геологии, изучения природных ресурсов океана, охраны природной среды океана, геодезии и картографии.

15.3. Спутниковое обеспечение мореплавания и связи. Понятие о геофизических информационных системах и их использовании для изучения Мирового океана и освоения его ресурсов.

## 16. ПРИМЕНЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В ОКЕАНОЛОГИИ

16.1. Исходные данные, информационные потоки и методы их анализа. Основные этапы обработки океанографических данных: получение, хранение, корректировка, преобразование, отображение данных.

16.2. Формы представления данных. Базы данных. Объекты, отношения, свойства. Архитектура систем баз данных, ее уровни. Реляционные базы данных. Проектирование баз данных. Физическая организация базы данных. Защиты данных.

16.3. Принципы построения и структура океанологических информационных систем. Их оптимизация. Компьютерные атласы океана. Основные направления применения вычислительной техники в океанологии. Использование численных методов при решении задач по изучению океана.

## ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Архипкин В.С., Добролюбов С.А. Основы термодинамики морской воды. М., Диалог- МГУ, 1998, 153 с.
2. Архипкин В.С., Добролюбов С.А. Физические свойства морской воды. М. МАКС Пресс. 2005г.
3. Гершанович Д.Е., Елизаров А.А., Сапожников В.В. Биопродуктивность. М., Агропромиздат, 1990, 238 с.

4. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. М., Мир, 1986, т.1, 397 с., т.2, 415с.
5. Доронин Ю.П. Динамика океана. Л., Гидрометеиздат, 1980, 304с.
6. Доронин Ю.П. Физика океана. (Глава 17. Оптика океана; Глава 18. Акустика океана) // Л., Гидрометеиздат, 1978.
7. Доронин Ю.П. Физика океана. СПб, изд РГГМУ, 2002, 220 с.
8. Иванов А. Введение в океанографию. (Глава 15. Оптические свойства морской воды; Глава 16. Проникновение солнечного света в океан; Глава 17. Акустические свойства морской воды) // М., "МИР", 1978.
9. Каменкович В.М. Основы динамики океана. Л., Гидрометеиздат. 1973г.
10. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидродинамика, 1963, т.1 (Глава 8, Волновые движения идеальной жидкости)
11. Кононкова Г.Е., Показеев К.В. Динамика морских волн. М., Изд. МГУ, 1985, 298 с.
12. Ле-Блон П., Майсек Л. Волны в океане. М., Мир, 1981, ч.1, 480 с., ч.2, 365с.
13. Лебедев В.Л. Граничные поверхности в океане. М., Изд. Моск. ун-та, 1986, 192 с.
14. Мамаев О.И. Термохалинный анализ вод Мирового океана. Л., Гидрометеиздат, 1987г.
15. Мамаев О.И. Физическая океанография. Избранные труды. М., Изд. ВНИРО, 2000.- 358с. – Лекционный курс «Морская турбулентность (Перемешивание вод мирового океана)».
16. Маньковский В.И. Основы оптики океана. (Методическое пособие) // Изд. МГИ НАНУ, Севастополь, 1996.
17. Марчук Г.И., Саркисян А.С. Математическое моделирование циркуляции океана. М., Наука, 1988, 303 с.
18. Монин А.С., Озмидов Р.В. Океанская турбулентность. Л., Гидрометеиздат, 1981, 320 с.
19. Озмидов Р.В. Диффузия примесей в океане. Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 280 с.
20. Океанология. Физика океана. Геология океана. Химия океана. Биология океана. М., Наука, 1977 – 80.
21. Океанология, т. 1. Гидрофизика океана. Под ред. Каменковича В.М., Моница А.С. М.: Наука, 1978. – 456 с.
22. 22. Океанология. Физика океана. Т.1. Гидрофизика океана. Изд. Наука. 1979г.
23. Океанология. Физика океана. Т.2. Гидродинамика океана. Изд. Наука. 1979г.
24. Оптика океана. Том1. Физическая оптика океана. Том 2. Прикладная оптика океана // М., Наука, 1983.
25. Степанов В.Н. Океаносфера. М., Мысль, 1983, 269 с.
26. Тернер Дж. Эффекты плавучести в жидкостях. М.: Мир, 1977. – 431 с.
27. Федоров К.Н., Гинзбург А.И. Приповерхностный слой океана. Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 304 с.

28. Фельзенбаум А.И. Теоретические основы и методы расчета установившихся морских течений. Изд. АН СССР. 1960г.

#### ПОСОБИЯ

1. Атлас океанов. Т. I, 2, 3. Л., Изд-во ВМФ СССР.
2. Обработка данных океанографической станции. Севастополь. ЮНЕСКО - МГИ, 1993, 136 с.
3. Океанографические таблицы. Л., Гидрометеиздат, 1975, 477 с.

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бурков В.А. Общая циркуляция Мирового океана. Л., Гидрометеиздат, 1980, 253 с.
2. Каменкович В.М., Кошляков М.Н., Монин А.С. Синоптические вихри в океане. Л., Гидрометеиздат. 1982г.
3. Леонтьев О.К. Морская геология. М., Высш. Шк., 1982, 344 с.
4. Монин А.С., Красицкий В.П. Явления на поверхности океана. Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 519с.
5. Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика, механика турбулентности М.: «Наука», 1965. – 639 с.
6. Педлоски Дж. Геофизическая гидродинамика. М., Изд. Мир. 1984г.
7. Пирри А., Уокер Дж. Система океан-атмосфера. -Л.: Гидрометеиздат, 1979. –196 с.
8. Тимофеев Н.А., Юровский А.В. Радиационные тепло- и водобалансовые режимы океанов. Климат и изменчивость. –Сев.: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2004. -265с.
9. Федоров К.Н. Тонкая термохалинная структура вод океана. Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 184 с.
10. Филлипс О.М. Динамика верхнего слоя океана. Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 319 с.
11. Черкесов Л.В. Основы динамики несжимаемой жидкости. Киев, Наукова думка, 1984, 167с.

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела аспирантуры

Л.В. Харитонова

СОГЛАСОВАНО

Зам. директора по научно-методической  
и образовательной работе

Е.Ф. Васечкина