

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева  
Дальневосточного отделения Российской академии наук

СОГЛАСОВАНО  
Ученым советом ТОИ ДВО РАН  
протокол № 11 от «06» октября 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ТОИ ДВО РАН  
академик РАН  
Г.И. Долгих  
« 06 » октября 2022 г.



**ПРОГРАММА**  
**вступительного экзамена в аспирантуру**  
**по научной специальности 1.6.17. Океанология**

Владивосток  
2022

Настоящая программа разработана на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования по программам специалитета или магистратуры, паспорта научной специальности, разработанного экспертным советом ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

## **1. Введение**

Мировой океан как составная часть географической оболочки Земли. Главные подразделения и характеристики океана. Географическая широтная поясность и циркумконтинентальная зональность океана. Главные направления и перспективы изучения океана.

## **2. Морская вода**

Морская вода как природный объект. Модели структуры воды. Аномальные свойства пресной и соленой воды. Соленость морских и солоноватых вод. Уравнение состояния. Температура замерзания и температура наибольшей плотности. Теплоемкость. Теплота плавления и испарения. Вязкость. Сжимаемость. Адиабатические эффекты.

## **3. Турбулентность и перемешивание вод**

Виды перемешивания вод (молекулярное, турбулентное, фрикционное, плотностное конвективное). Уплотнение при перемешивании вод различной температуры и солености. Зимняя вертикальная циркуляция. Роль конвекции в формировании вертикальной структуры океана. Устойчивость морских вод и ее расчет. Частота Вьяйсяля-Брента. Баланс турбулентной энергии, критерий Ричардсона. Механизмы генерации океанской турбулентности. Влияние стратификации на турбулентность. Двойная диффузия. Разномасштабная турбулентность. Коэффициенты турбулентного обмена. Турбулентная диффузия примеси в океане.

## **4. Морские течения**

Классификация морских течений. Геострофические течения. Динамический метод. Модели течений: дрейфовых, дрейфово-градиентных, или ветровых, градиентных. Основные системы океанских течений. Связь течений с океанскими фронтами. Особенности прибрежных течений. Апвеллинг. Волновой нагон и волновые вдольбереговые течения.

## **5. Волновые движения в океане**

Типы волн и механизмы их развития. Методы расчета ветровых волн. Нерегулярные долгопериодные волны: волны Кельвина, сейши, барические волны, цунами. Планетарные волны. Волны Россби, их вклад в общую изменчивость течений в океане. Приливы, их теории и расчеты. Приливные волны и течения в открытом океане, прибрежной зоне и в устьях рек. Внутренние приливные волны, нелинейные внутренние волны, их воздействие на состояние шельфовых вод океана.

## **6. Уровень океанов и морей**

Уровенная поверхность океана. Периодические и непериодические колебания уровня, их причины. Статистический уровень. Спутниковая альтиметрия. Влияние аномалий поля силы тяжести на отклонение уровня. Средний уровень, его значение для геодезии, картографии и мореплавания.

## **7. Водные массы и гидрохимическая структура вод**

Водная масса, ее основные характеристики. Классификация водных масс. Условия формирования и закономерности распространения основных водных масс океанов. 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.

## **8. Морской лед**

Процессы образования, развития и разрушения льдов в море. Физические и химические свойства морских льдов, пределы упругости и пластичности. Основные характеристики ледяного покрова (сплоченность, возраст, формы). Однолетние и многолетние льды. Айсберги, очаги их образования. Влияние ледяного покрова на развитие океанологических и биологических процессов в морях.

## **9. Оптика и акустика океана**

Основные гидрооптические параметры океана. Оптические свойства морской поверхности. Закономерности распространения света в океане. Влияние световых волн на развитие жизни в океане. Цвет воды и цвет океана.

Акустическая структура вод, ее зависимость от температурно-соленостной структуры. 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.

## **10. Взаимодействие океана и атмосферы**

Климатическая система. Баланс тепловой энергии океана, составляющие теплового баланса. Пресноводный баланс океана, запасы пресной воды на земном шаре, процессы перераспределения пресной воды. Солеобмен между океаном, атмосферой и литосферой; основные компоненты солеобмена; составляющие солевого баланса; методы их расчетов; трансформация солей в процессе обмена; формулы связи солёности с хлорностью вод. 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  $\text{CO}_2$ . Роль океана в колебаниях климата Земли.

Главные черты трехмерной термической и соленостной структуры океана как результат взаимодействия в системе океан-атмосфера.

### **11. Районирование Мирового океана**

Принципы районирования океана. Номенклатура и классификация подразделений океана. Комплексная океанологическая характеристика подразделений океана. Моря России, их народнохозяйственное значение, перспективы хозяйственного использования. Научные учреждения и организации, занимающиеся исследованием и практическим освоением морей России.

### **12. Морская геология**

Батиграфическая кривая. Подводная континентальная окраина, континентальный склон, континентальное подножие, котловины окраинных морей, островные дуги, глубоководные желоба (впадины), ложе океана. Океанические поднятия, срединно-океанические хребты, подводные каньоны, горы, вулканы. Рельеф отдельных элементов дна океана, батиметрические карты. Береговая линия, береговые процессы, их влияние на формирование и изменчивость рельефа шельфа. Магматические и метаморфические породы дна океанов. Современный вулканизм океанов. Минералогия океанских осадков. Осадочные породы и процессы осадкообразования, типы донных отложений, их характеристики, биогенные компоненты, микрофоссилии. Океанская стратиграфия и геохронология. Палеоклиматология и палеоокеанология, история седиментации в морских и океанических бассейнах. Дрейф континентов и тектоническая история океана. Нефтегазоносность морских акваторий и полезные ископаемые.

### **13. Биология и промысел**

Формы жизни в океане (планктон, бентос, нектон, а также плейстон, нейстон) и их связь со средой. Трофические цепи в океане. Биологическая продуктивность и биомасса, их пространственно-временная изменчивость. Абиотические факторы биопродуктивности (физические, гидрохимические, геологические). Промысловая продуктивность океана. Распределение промысла морских организмов в Мировом океане. Биологическая структура и связь с общей вертикальной структурой океана.

### **14. Минеральные ресурсы. Экономика океана**

Минеральные ресурсы, их виды, распространение в океане, современное состояние добычи. Топливные ресурсы, современное состояние использования. Энергетические ресурсы, использование энергии приливов и тепла океана.

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. Использование океанов и морей в службе здоровья: морской туризм, спорт, морские курорты.

### **15. Дистанционные методы исследования океана**

Основные спектральные диапазоны, применяемые в дистанционном зондировании Земли. Источники излучения и анализируемые параметры поверхности Земли. Пассивные и активные спутниковые приборы. Типы и примеры радиометров. Разновидности радиолокаторов спутникового базирования и их применение. Восстановление океанографических параметров по спутниковым измерениям.

### **16. Вычислительная техника и методы обработки данных в океанологии**

Проблемы автоматизации и применения средств вычислительной техники в океанологии. Задачи анализа океанологических данных. Спектр Фурье, дискретное преобразование Фурье (ДПФ), быстрое преобразование Фурье (БПФ). Фильтрация сигналов и изображений. Спектральный анализ сигналов и изображений. Частотно-временной спектральный анализ сигналов. Взаимный корреляционный анализ сигналов и изображений. Взаимный спектральный анализ сигналов. Вейвлет анализ сигналов.

### **Список рекомендуемой литературы**

#### **Основная литература**

1. Архипкин В.С., Добролюбов С.А. Океанология. Физические свойства морской воды. М.: МАКС Пресс, 2005. 216 с.
2. Гершанович Д.Е., Елизаров А.А., Сапожников В.В. Биопродуктивность океана. М.: Агропромиздат, 1990. 238 с.
3. Деев М.Г. Акустика океана. М.: Географический факультет МГУ, 2008. 108 с.
4. Доронин Ю.П. Физика океана. СПб.: РГГМУ, 2002. 220 с.
5. Доронин Ю.П., Хейсин Д.Е. Морской лед. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 320 с.
6. Дубина В.А. Получение и обработка спутниковой информации в задачах природопользования. Учебное пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2019. 48 с.
7. Егоров Н.И. Физическая океанография. Изд. 2. Л.: Гидрометеиздат, 1974. 456 с.
8. Ерлов Н. Оптическая океанография. М.: Мир, 1970. 224 с.
9. Иванов А. Введение в океанографию. М.: Мир, 1978. 576 с.
10. Кононкова Г.Е., Показеев К.В. Динамика морских волн. М.: МГУ, 1985. 298 с.
11. Леонтьев О.К. Морская геология. М.: Высшая Школа, 1982. 344 с.

12. Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. М.: Агропромиздат, 1981. 320 с.
13. Нестеров С.А. Базы данных: учебное пособие. СПб.: Политехн. ун-т, 2013. 150 с.
14. Степанов В.Н. Океаносфера. М.: Мысль, 1983. 269 с.

#### Дополнительная литература

1. Андреева И.Б. Физические основы распространения звука в океане. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 192 с.
2. Булгаков Н.П. Конвекция в океане. М.: Наука, 1975. 372 с.
3. Бурков В.А. Общая циркуляция Мирового океана. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 253 с.
4. Воробьев В.Н., Смирнов Н.П. Общая океанология. Ч. 2. Динамические процессы. СПб.: РГГМУ, 1999. 230 с.
5. Геология и полезные ископаемые шельфов России / Гл. ред. М.Н. Алексеев. М.: ГЕОС, 2002. 425 с.
6. Геология океана. Осадкообразование и магматизм океана / Отв. ред. П.Л. Безруков. М.: Наука, 1979. 415 с.
7. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. IX. Охотское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. 398 с.
8. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. VIII. Японское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. 398 с.
9. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. X. Берингово море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеиздат, 1999. 300 с.
10. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. М.: Мир, 1986. Т. 1, 397 с.; Т. 2, 415 с.
11. Грузинов В.М. Гидрология фронтальных зон Мирового океана. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 272 с.
12. Деев М.Г. Морские льды. М.: Географический факультет МГУ, 2002. 134 с.
13. Дистанционное зондирование в метеорологии, океанографии и гидрологии / Под ред. А.П. Крэнхелла. М.: Мир, 1984. 335 с.
14. Доронин Ю.П. Взаимодействие атмосферы и океана. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 288 с.
15. Думанская И.О. Ледовые условия морей азиатской части России. М.: Обнинск, ИГ-СОЦИН, 2017. 640 с.
16. Жуков Л.А. Общая океанология. Л., Гидрометеиздат, 1976. 376 с.
17. Иванов В.А., Показеев К.В., Шрейдер А.А. Основы океанологии: учебное пособие. СПб.: Лань. 2008. 576 с.
18. Каган Б.А. Взаимодействие океана и атмосферы. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 336 с.
19. Каменкович В.М., Кошляков М.Н., Монин А.С. Синоптические вихри в океане. Изд. 2. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 512 с.
20. Кеннет Дж. Морская геология. Т. 1. М.: Мир, 1987. 397 с.; Т. 2. М.: Мир, 1987. 384 с.

21. Кошляков, М.Н., Тараканов, Р.Ю. Введение в физическую океанографию: учебное пособие. М.: МФТИ, 2014. 142 с.
22. Лисицын А.П. Процессы океанской седиментации. Литология и геохимия. М.: Наука, 1978. 392 с.
23. Лонгвиненко Н.В. Морская геология. Л.: Недра, 1980. 340 с.
24. Мамаев О.И. Термохалинный анализ вод Мирового океана. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 296 с.
25. Мамаев О.И. Физическая океанография. Избранные труды. М.: ВНИРО, 2000. 364 с.
26. Миропольский Ю.З. Динамика внутренних гравитационных волн в океане. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 302 с.
27. Монин А. С, Каменкович В.М., Корт В. Г. Изменчивость Мирового океана. М: Наука, 1974. 264 с.
28. Монин А.С., Озмидов Р.В. Океанская турбулентность. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 320 с.
29. Основы современных компьютерных технологий: учебное пособие / Под ред. А.Д. Хоменко. СПб.: Корона принт, 1998. 448 с.
30. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1978. 848 с.
31. Семенов С.М. Парниковые газы и современный климат Земли. М.: Метеорология и гидрология, 2004. 175 с.
32. Федоров К.Н. Физическая природа и структура океанических фронтов. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 296 с.
33. Фукс В.Р. Введение в теорию волновых движений в океане. Л.: ЛГУ, 1982. 198 с.
34. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов. М.: Научный мир, 2001. 606 с.
35. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М.: Техносфера, 2008. 312 с.
36. Шепард Ф.П. Морская геология. Л.: Недра, 1976. 488 с.
37. Шопф Т. Палеоокеанография. М.: Прогресс, 1982. 459 с.
38. Шулейкин В.В. Физика моря. М.: Наука, 1968. 1084 с.
39. IOC, SCOR and IAPSO, 2010. The international thermodynamic equation of seawater 2010: Calculation and use of thermodynamic properties. International Oceanographic Commission, Manuals and Guides. No. 56. UNESCO (English). 196 p. (available from <http://www.TEOS-10.org>).
40. Thomson R.E., Emery W.J. Data analysis methods in physical oceanography. Elsevier Science. 3<sup>rd</sup> edition, 2014. DOI: 10.1016/C2010-0-66362-0.

Программа рассмотрена, обсуждена и одобрена на семинаре отдела общей океанологии ТОИ ДВО РАН « 28 » сентября 2022 г.

Председатель семинара  
и.о. зав. отделом  
К.Г.Н.



В.Б. Лобанов