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 № 4 от «07» апреля 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор ТОИ ДВО РАН
академик РАН
_____ Г.И. Долгих
«07» апреля 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. Важнейшие труды и периодические издания по океану.

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. Уравнение состояния морской воды – 1980. Термодинамическое уравнение состояния морской воды (TEOS-2010).

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 Вяйсяля-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. Слой скачка и раздела вод, их влияние на перенос характеристик.

4. Морские течения

Уравнения движения, неразрывности и гидростатики. Система основных уравнений морской гидротермодинамики (переноса импульса, соли и температуры, сохранения массы и объема). Классификация морских течений. Течения в баротропном и бароклинном море. Геострофические течения. Динамический метод. Модели течений: дрейфовых, дрейфово-градиентных, или ветровых, градиентных. Работы Бьеркнеса, Экмана, Свердрупа, Стоммела, Манка. Модель Саркисяна циркуляции в бароклинном океане с неравномерным рельефом дна. Сохранение потенциальной завихренности в водах океана и последствия этого явления. 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. Трохоидальная теория волн. Статистические спектры волнения. Методы расчета ветровых волн. Трансформация волн у берега. 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. Стерический 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. 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 TS-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.

Гидрохимическая структура вод; слой основного продуцирования органического вещества, минимального содержания кислорода и относительной устойчивости гидрохимических параметров; взаимодействие этих слоев. Содержание растворенного кислорода и биогенных элементов в океане. Эвтрофикация и деоксигенация вод океана. Стехиометрические отношения. Карбонатное равновесие. Ацидификация океана.

Стабильные и радиоактивные изотопы в водах океана.

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. Характеристики ледового режима дальневосточных морей (ледовитость, ледовые фазы, характеристики припая, генеральный дрейф). Сезонные и межгодовые колебания ледовитости дальневосточных морей. Связь ледового режима

дальневосточных морей с атмосферной циркуляцией. Айсберги, очаги их образования. Влияние ледяного покрова на развитие океанологических и биологических процессов в морях.

9. Оптика и акустика океана

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. 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. Свечение соленостной структурой и взвешенными веществами в толще вод. Основные гидрооптические параметры океана. Закономерности распространения моря.

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. Шумы океана (тепловые, динамические, подледные, технические, биологические и др.). Гидролокация.

10. Взаимодействие океана и атмосферы

Климатическая система. Поверхности раздела (граничные поверхности) между взаимодействующими сферами. Поверхностные пленки, их структура и роль в процессе обмена. Обмен энергией и веществом. 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 солености 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 CO_2. Кривая Киллинга, ацидификация. 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. 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

Единство живых организмов и среды их обитания. Возникновение и развитие экосистем океана. 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). Прямые и косвенные связи между средой и биопродуктивностью. Гидрологические и биологические сезоны. Промысловая продуктивность океана. Видовой состав основных промысловых объектов. Распределение промысла морских организмов в Мировом океане. Биологическая структура и связь с общей вертикальной структурой океана. 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.

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. Химические ресурсы, главные районы добычи, виды промышленной продукции.

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.

Экономическое значение океана в жизни людей. Правовые аспекты деятельности в Мировом океане и эксплуатации его ресурсов. Прибрежно-морское природопользование: теория, индикаторы, подходы. Комплексное управление прибрежными зонами и морское пространственное планирование: основные инструменты, практика, проблемы.

15. Дистанционные методы исследования, мониторинг

Основные спектральные диапазоны, применяемые в дистанционном зондировании Земли. Источники излучения и анализируемые параметры поверхности Земли в различных диапазонах электромагнитного спектра. Типы орбит космических аппаратов. Геометрия спутниковой съемки (надир, азимут, дальность, трасса полета, ширина съемки, ширина захвата). Разрешающие способности систем дистанционного зондирования. Пассивные и активные спутниковые приборы. Типы и примеры радиометров. Разновидности радиолокаторов спутникового базирования и их применение. Уровни обработки спутниковых данных. Форматы спутниковых данных. Восстановление океанографических параметров по спутниковым измерениям. Измерение температуры поверхности океана со спутников. Восстановление поля геострофических скоростей в Мировом океане. Дистанционное зондирование морских льдов. Восстановление биооптических характеристик морской воды.

16. Вычислительная техника в океанологии

Проблемы автоматизации и применения средств вычислительной техники в океанологии. Программное обеспечение ЭВМ. Операционные системы, их виды, состав и назначение. Алгоритмические языки и системы программирования. Локальные, региональные и глобальные вычислительные сети. Интернет. Базы данных. Объекты, отношения, свойства. Реляционные базы данных.

Принципы построения и структура океанологических информационных систем. Единая государственная система информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО). База данных Мирового океана (WOD), атлас Мирового океана (WOA), база данных дрейфующих буев (проект ARGO). Программные пакеты для визуализации океанологических данных: ODV, Grapher, Surfer.

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.: Гидрометеоиздат, 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.: Гидрометеоиздат, 1974. 456 с.
8. Ерлов Н. Оптическая океанография. М.: Мир, 1970. 224 с.
9. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. М.: Мысль, 1999. 400 с.
10. Иванов А. Введение в океанографию. М.: Мир, 1978. 576 с.
11. Кононкова Г.Е., Показеев К.В. Динамика морских волн. М.: МГУ, 1985. 298 с.
12. Леонтьев О.К. Морская геология. М.: Высшая Школа,1982. 344 с.
13. Моисеев П.А. Биологические ресурсы Мирового океана. М.: Агропромиздат, 1981. 320 с.
14. Нестеров С.А. Базы данных: учебное пособие. СПб.: Политехн. ун-т, 2013. 150 с.
15. Океанология. Физика океана. Геология океана. Химия океана. Биология океана. М.: Наука, 1977-1980.
16. Прибрежно-морское природопользование: теория, индикаторы, региональные особенности / Под ред. П.Я. Бакланова. Владивосток: Дальнаука, 2010. 307 с.
17. Степанов В.Н. Океаносфера. М.: Мысль, 1983. 269 с.

Дополнительная литература

1. Андреева И.Б. Физические основы распространения звука в океане. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 192 с.
2. Булгаков Н.П. Конвекция в океане. М.: Наука, 1975. 372 с.
3. Бурков В.А. Общая циркуляция Мирового океана. Л.: Гидрометеоиздат, 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.: Гидрометеоиздат, 2003. 398 с.
8. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. VIII. Японское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеоиздат, 2003. 398 с.
9. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. X. Берингово море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеоиздат, 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.: Гидрометеоиздат, 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.: Гидрометеоиздат, 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., Гидрометеоиздат, 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.: Гидрометеоиздат, 1992. 336 с.
19. Каменкович В.М., Кошляков М.Н., Монин А.С. Синоптические вихри в океане. Изд. 2. Л.: Гидрометеоиздат, 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. Малинин В.Н. Общая океанология. Ч. 1. Физические процессы. СПб.: РГГМУ, 1998. 342 с.
25. Малинин В.Н. Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. Учебник. СПб.: РГГМУ, 2008. 408 с.
26. Мамаев О.И. Термохалинный анализ вод Мирового океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 296 с.
27. Мамаев О.И. Физическая океанография. Избранные труды. М.: ВНИРО, 2000. 364 с.
28. Миропольский Ю.З. Динамика внутренних гравитационных волн в океане. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 302 с.
29. Монин А. С, Каменкович В.М., Корт В. Г. Изменчивость Мирового океана. М: Наука, 1974. 264 с.

30. Монин А.С., Озмидов Р.В. Океанская турбулентность. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 320 с.

31. Основные концепции современного берегопользования: монография / Денисов В.В. и др.; под ред. Л.Н. Карлина, В.В. Денисова, М.Б. Шилина Т. II. СПб.: РГГМУ, 2010. 293 с.

32. Основы современных компьютерных технологий: учебное пособие / Под ред. А.Д. Хоменко. СПб.: Корона принт, 1998. 448 с.

33. Плинк Н., Гогоберидзе Г. Политика действий в прибрежной зоне: учебное пособие. СПб.: РГГМУ, 2003. 226 с.

34. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М.: Мир, 1978. 848 с.

35. Семенов С.М. Парниковые газы и современный климат Земли. М.: Метеорология и гидрология, 2004. 175 с.

36. Федоров К.Н. Физическая природа и структура океанических фронтов. Л.: Гидрометеоиздат, 1983. 296 с.

37. Фукс В.Р. Введение в теорию волновых движений в океане. Л.: ЛГУ, 1982. 198 с.

38. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов. М.: Научный мир, 2001. 606 с.

39. Чандра А.М., Гош С.К. Дистанционное зондирование и географические информационные системы. М.: Техносфера, 2008. 312 с.

40. Шепард Ф.П. Морская геология. Л.: Недра, 1976. 488 с.

41. Шопф Т. Палеоокеанография. М.: Прогресс, 1982. 459 с.

42. Шулейкин В.В. Физика моря. М.: Наука, 1968. 1084 с.

43. Alin S., Evans W., Gao Z., Gurney-Smith H., Lee K., Tishchenko P. Ocean Acidification and Deoxygenation in the North Pacific Ocean. PICES Special Publication 5 / Eds. Christian J.R., Ono T. / Sidney, B.C., Canada, The North Pacific Marine Science Organization, c/o Institute of Ocean Sciences, 2019. 116 p.

44. Fofonoff N.P., Millard R.C. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater. UNESCO, 1983. 53 p.

45. 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).

46. Thomson R.E., Emery W.J. Data analysis methods in physical oceanography. Elsevier Science. 3rd edition, 2014. DOI: 10.1016/C2010-0-66362-0.

Программа рассмотрена, обсуждена и одобрена на семинаре Отдела общей океанологии ТОИ ДВО РАН «30» марта 2022 г.

Председатель семинара
и.о. зав. Отделом
к.г.н. В.Б. Лобанов