

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
Институт океанологии им. П.П. Ширшова  
Российской академии наук (ИО РАН)**



**Рабочая программа дисциплины**

**«Океанология»**

Группа научных специальностей

**1.6. Науки о Земле и окружающей среде**

Научная специальность

**1.6.17 Океанология**

Форма обучения

Очная

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

1.1. Цель изучения дисциплины состоит в усвоении общих концепций и методологических вопросов в области океанологии. Дисциплина ориентирована на специализированную подготовку и призвана раскрыть специфику океанологии как комплексной науки, сочетающей физико-математические, географические, химические, биологические, технические и иные подходы.

1.2. Основные задачи изучения дисциплины включают в себя:

–углубление знаний фундаментальных основ общей океанологии и ознакомление с современным состоянием науки;

–закрепление традиционных и освоение современных методов исследований и технологий в области океанологии;

–изучение основных прикладных аспектов океанологии, связанных выявлением физических, химических, биологических и иных процессов, определяющих состояние и изменчивость Мирового океана.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП

2.1. Дисциплина "Океанология" относится к Образовательному компоненту «Дисциплины» направленных на подготовку к сдаче кандидатского минимума.

2.2. Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания по общей океанологии в рамках университетского курса.

## 3. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 468 академических часов

Виды учебной работы	Всего часов
Аудиторные занятия (всего)	162
В том числе:	
Лекции (Лек)	54
Семинары (Сем)	108
Самостоятельная работа (СР)	270
В том числе:	
Подготовка к текущим занятиям, коллоквиумам	162
Подготовка к докладу	108
Вид промежуточной аттестации - экзамен	36

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины	Виды учебной работы и трудоемкость (в часах)			
		Всего	Лекции	Семинары	Самостоятельная работа
1	Фундаментальные проблемы Мирового океана	288	54	54	180
2	Гидрофизические процессы в океане	90		36	54
3	Технические средства исследований океана	54		18	36
	Экзамен			36	

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### **Раздел 1 Фундаментальные проблемы Мирового океана**

##### *Лекции*

#### **Тема 1.1 Общие сведения об океане**

Мировой океан как составная часть географической оболочки Земли.

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

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

#### **Тема 1.2 Морская вода**

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

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

#### **Тема 1.3 Рельеф дна и морфометрические характеристики океана, их влияние на циркуляцию**

Батиграфическая кривая. Океанические поднятия.

#### **Тема 1.4 Уровень океанов и морей**

Уровенная поверхность океана. Периодические и не периодические колебания уровня, их причины, временные масштабы. Спутниковая альтиметрия.

### **Тема 1.5 Оптика и акустика океана**

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

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.

### **Тема 1.6 Районирование мирового океана**

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

### **Тема 1.7 Океанологические основы биологической продуктивности океана и океанический промысел**

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.

### **Тема 1.8 Природные ресурсы, их использование и охрана; экономика мирового океана**

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

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

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

#### *Семинары*

### **Тема 1.1 Общие сведения об океане**

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.

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

### **Тема 1.2 Морская вода**

Свойства воды как растворителя; процесс ионизации воды.

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 солености морских, солоноватых и пресных вод.

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

### **Тема 1.3 Рельеф дна и морфометрические характеристики океана, их влияние на циркуляцию**

Береговая линия. Донные отложения. Понятие о геологической истории океанов.

### **Тема 1.4 Уровень океанов и морей**

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

### **Тема 1.5. Оптика и акустика океана**

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

### **Тема 1.6 Районирование мирового океана**

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

### **Тема 1.7 Океанологические основы биологической продуктивности океана и океанический промысел**

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 океана, ее связь с общей вертикальной структурой океана.

## **Тема 1.8 Природные ресурсы, их использование и охрана; экономика мирового океана**

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. 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. Экологические проблемы океана. Влияние антропогенных факторов на морские экосистемы и процессы обмена в океане. Основные виды загрязнений океана. Процессы самоочищения в океане.

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

## **Раздел 2 Гидрофизические процессы в океане**

### *Семинары*

### **Тема 2.1 Волновые движения в океане**

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

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

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.

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

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.

## **Тема 2.2 Турбулентность и процессы перемешивания вод**

Виды перемешивания вод. Ветровое и конвективное перемешивание.

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

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

Устойчивость вод, расчет устойчивости. Частота Вайсяля-Брента.

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

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

## **Тема.2.3 Структура и изменчивость гидрофизических полей океана**

Пространственная структура термохалинных полей и их изменчивость в различных масштабах времени.

Водные массы и их взаимодействия.

Основные течения и циркуляционные структуры Мирового океана.

Потоки энергии на границе океана и атмосферы.

Солнечная радиация и оптические свойства океана.

Крупномасштабный перенос тепла и массы. Глобальный конвейер.

## **Тема 2.4 Основы динамики океана**

Силы, действующие на частицу в океане. Уравнения Навье-Стокса. Уравнение неразрывности.

Геострофическая модель.

Теория Экмана для дрейфовых течений.

Модель Свердруп и свердрупов перенос.

Потенциальная завихренность и ее применения.

## **Раздел 3 Технические средства исследований океана**

### *Семинары*

**Тема 3.1 Дистанционные методы исследования океана и слежение за состоянием его природной среды**

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.

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

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

### **Тема 3.2 Применение вычислительной техники в океанологии**

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

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.

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.

## **5. Самостоятельная работа**

<b>№</b>	<b>Наименование раздела дисциплины</b>	<b>Содержание</b>	<b>Объем в часах</b>
1	Фундаментальные проблемы Мирового океана	Подготовка к текущим занятиям, коллоквиумам: подбор и анализ литературы по типовым вопросам для обсуждений и дискуссий; подготовка текста по темам докладов.	180
2	Гидрофизические процессы в океане	Подготовка к текущим занятиям, коллоквиумам: подбор и анализ литературы по типовым вопросам для обсуждений и дискуссий; подготовка текста по темам докладов.	54
3	Технические средства исследований океана	Подготовка к текущим занятиям, коллоквиумам: подбор и анализ литературы по типовым вопросам для обсуждений и дискуссий; подготовка текста по темам докладов.	36

## **6. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**



В процессе освоения дисциплины «Океанология» используются следующие образовательные технологии:

- чтение лекций;
- проведение семинаров;
- самостоятельная работа обучающегося.

В ходе **лекций** раскрываются основные вопросы в рамках заявленной темы, делаются акценты на наиболее сложные и важные положения изучаемого материала, которые должны быть приняты аспирантами во внимание. Материалы лекций являются основой для подготовки аспирантов к семинарским занятиям и выполнения самостоятельной работы.

На **семинаре** рассматриваются наиболее сложные и дискуссионные вопросы в рамках темы занятия. Проводится контроль степени усвоения пройденного материала (коллоквиумы), заслушиваются доклады. Семинарские занятия построены следующим образом:

1. вводная речь преподавателя (цель занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены)
2. обсуждение и дискуссии по типовым вопросам разделов
3. заслушивание и обсуждение докладов, подготовленных в рамках самостоятельной работы

**Самостоятельная работа** аспирантов включает:

- подготовку к семинарам (коллоквиумам) по типовым вопросам для обсуждений и дискуссий в соответствии с темами, представленными в рабочей программе
- изучение отдельных теоретических вопросов, которые предлагает преподаватель дисциплины для подготовки к семинарам в виде докладов

## **7. Контроль достижения планируемых результатов обучения по дисциплине «Океанология»**

Оценка качества освоения аспирантами дисциплины включает:

- текущий контроль успеваемости
- промежуточную аттестацию

### Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости осуществляется в рамках семинара. И проводится в дискретные временные интервалы в течение учебного года в устной форме в виде:

- типовых вопросов для обсуждений и дискуссий. Оценочное средство - коллоквиум. Шкала оценивания пятибалльная.
- подготовки и выступления с докладами по отдельным вопросам курса. Оценочное средство - доклад. Шкала оценивания пятибалльная.

Результаты текущего контроля служат для своевременной диагностики и возможной корректировки уровня знаний, умений и навыков обучающихся и не протоколируются.

#### Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена. Форма контроля промежуточной аттестации – устная. Оценочное средство - теоретические вопросы. Шкала оценивания пятибалльная.

Результаты промежуточной аттестации фиксируются в протоколе и подписываются тремя экзаменаторами.

**8. Фонд оценочных средств**, позволяющий оценить результаты обучения по дисциплине, приведен в Приложении 5А

### **9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **9.1 Основная литература**

1. Гершанович Д.Е., Елизаров А.А., Сапожников В.В. Биопродуктивность. М., Агропромиздат, 1990, 238 с.
2. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. М., Мир, 1986, т.1, 397 с., т.2, 415с.
3. Доронин Ю.П. Физика океана. СПб, изд РГГМУ, 2002, 220 с.
4. Залогин Б.С., Косарев А.Н. Моря. М., Мысль, 1999, 399 с.
5. Малинин В.Н. Общая океанология. Ч.1. Физические процессы. СПб, изд. РГГМУ, 1998, 340с.
6. Мамаев О.И. Физическая океанография. Избранные труды. М., Изд. ВНИРО, 2000, 356 с.
7. Океанология. Физика океана. Геология океана. Химия океана. Биология океана. М., Наука, 1977 – 80.
8. Степанов В.Н. Океаносфера. М., Мысль, 1983, 269 с.

#### **9.2 Дополнительная литература**

1. Бурков В.А. Общая циркуляция Мирового океана. Л., Гидрометеиздат, 1980, 253 с.
2. Леонтьев О.К. Морская геология. М., Высш. Шк.,1982, 344 с.
3. Монин А.С., Озмидов Р.В. Океанская турбулентность. Л., Гидрометеиздат, 1981, 320 с.

#### **9.3 Электронные ресурсы**

<https://jor.ocean.ru/index.php/jor>

[webofscience.com](http://webofscience.com)- доступ к платформе Web of Science

<https://rd.springer.com/> Более 3000 журналов Springer 1997-2018 гг;

- Более 80 000 электронных книг Springer 2005-2010 гг (через РФФИ) и 2011-2017 гг (через ГПНТБ), включая монографии, справочники и труды конференций

[www.nature.com/](http://www.nature.com/)- 88 естественнонаучных журналов, включая старейший и один из самых авторитетных научных журналов - Nature

<http://materials.springer.com/> - Springer Materials – это самая полная база данных, описывающая свойства и характеристики материалов. Она аккумулирует информацию из таких дисциплин, как материаловедение, физика, физическая и неорганическая химия, машиностроение и др.

<http://www.springerprotocols.com/> - Крупнейшая база данных воспроизводимых лабораторных протоколов (более 40 000) предоставляет доступ к надежным и проверенным данным, накопленным за последние 30 лет.

<https://zbmath.org/> - zbMATH – самая полная математическая база данных, охватывающая материалы с конца 19 века. zbMath содержит около 4 000 000 документов из более 3000 журналов и 170 000 книг по математике, статистике, информатике, а также машиностроению, физике, естественным наукам и др.

<http://nano.nature.com/> - База данных Nano впервые стала доступна для всех грантополучателей РФФИ. Этот уникальный ресурс предоставляет данные о более 200 000 наноматериалов и наноустройств, собранные из самых авторитетных научных изданий, и постоянно пополняемую коллекцию статей из самых авторитетных журналов в области нанотехнологий

[www.scopus.com](http://www.scopus.com)- доступ к базе данных Scopus издательства Elsevier

[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com) - доступ в режиме on-line к журналам издательства Elsevier

[journals.aps.org/about](http://journals.aps.org/about) - доступ в режиме on-line к журналам American Physical Society

[onlinelibrary.wiley.com](http://onlinelibrary.wiley.com) - доступ к on-line сервису Wiley Online Library

[eLIBRARY.RU](http://elibrary.ru) - ИО РАН имеет подписку на коллекцию из 140 российских журналов (Академический научно-издательский, производственно-полиграфический и книгораспространительский центр "Наука") в полнотекстовом электронном виде.

Доступом можно воспользоваться со всех компьютеров сети ИО РАН (идентификация по IP-адресам).

## **10. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Лекционная аудитория
2. Мультимедийный проектор
3. Персональный компьютер с доступом в интернет

## **11. Дополнения и изменения к рабочей программе**

11.1. Дополнения и изменения к рабочей программе, при необходимости, вносятся ежегодно перед началом нового учебного.

11.2. Список литературы обновляется с учетом приобретенной и изданной новой литературы.

11.3. Изменения оформляются документально и вносятся во все печатные экземпляры, а также в электронную базу в виде вкладыша «Дополнения и изменения в рабочей программе».

Согласовано:

Научный куратор аспирантуры ИО РАН  
Академик РАН

 М.В. Флинт

Ученый секретарь ИО РАН  
к.г.н.

 А.С. Фалина

Заведующий аспирантурой  
к.б.н.

 Д.Н. Засько