

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования**

**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**

**Географический факультет**

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА  
по направлению 05.03.04 «Гидрометеорология»**

---

**Квалификация (степень) выпускника: бакалавр**

**Профиль подготовки: «Океанология»**

**Форма обучения: очная**

**Выпускающая кафедра: океанологии**

Программа составлена в соответствии с самостоятельно установленным МГУ образовательным стандартом (ОС МГУ) для реализуемых основных профессиональных образовательных программ высшего образования по направлению подготовки 05.03.04 «Гидрометеорология» (*программы бакалавриата, магистратуры, реализуемых последовательно по схеме интегрированной подготовки*) в редакции приказа МГУ от 30 июня 2016 г.

Программу составили: проф., д.г.н., член-корреспондент РАН Добролюбов С.А., доц., к.г.н. Архипкин В.С., доц., к.г.н. Полякова А.В.

Программа утверждена на заседании кафедры океанологии Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

## **I. Общие положения**

Государственная итоговая аттестация (далее – ГИА), завершающая освоение основной профессиональной образовательной программы высшего образования (уровень бакалавриата), является итоговой аттестацией обучающихся по программе бакалавриата.

Государственная итоговая аттестация выпускников включает государственный экзамен и защиту выпускной квалификационной работы.

Целью государственной итоговой аттестации является определение соответствия уровня и качества подготовки выпускника требованиям Образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого МГУ имени М.В. Ломоносова для реализуемых образовательных программ высшего образования по направлению подготовки «Гидрометеорология». При этом проверяются сформированные компетенции – теоретические знания и практические навыки выпускника, необходимые для выполнения профессиональных задач и в целом профессиональной деятельности.

## **II. Процедура проведения государственного экзамена**

Государственный экзамен проходит на заседании государственной экзаменационной комиссии, утвержденной соответствующим Приказом.

Программа ГИА, порядок проведения ГИА размещаются на сайте факультета учебным отделом не позднее, чем за 6 месяцев до начала ГИА.

Перед государственным экзаменом проводятся обязательные консультации по вопросам, включенным в данную программу.

Допуск к ГИА оформляется приказом декана факультета.

Экзамен проводится в устной форме по вопросам и заданиям, перечень которых прилагается в настоящей Программе.

Экзаменационный билет содержит два вопроса.

Билет на экзамене выбирается случайным образом.

Время для подготовки к ответу – не менее 1 академического часа (время зависит от объема экзаменационного задания и может быть установлено экзаменационной комиссией самостоятельно).

Во время проведения государственного экзамена выпускники могут пользоваться программой государственного экзамена по соответствующему профилю, но не допускается использование научной, учебной и справочной литературы, а также любых технических средств.

Проведение экзамена предполагает выступление студента перед экзаменационной комиссией по вопросам и заданиям, сформулированным в билете. Экзаменаторам предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы в соответствии с утвержденной программой. Время ответа выпускника составляет не более 0,5 часа.

## **III. Содержание государственного экзамена**

### **Раздел 1. Океанология**

**Физические свойства морской воды.** Структура чистой воды и ее свойства. Строение молекулы воды. Структура воды: наблюдения и модели. Аномальные физические свойства воды. Свойства тяжелой воды. Фракционирование изотопов.

Исследование физических свойств термодинамических систем методом потенциалов. Определение термодинамических систем. Краткие сведения об исходных положениях и началах термодинамики. Метод термодинамических потенциалов. Внутренняя энергия. Энергия Гельмгольца (свободная энергия). Потенциал Гиббса. Энтальпия. Основные соотношения термодинамики для многокомпонентной системы. Химический потенциал. Парциальные величины.

Морская вода как двухкомпонентная термодинамическая система. Образование водной массы Мирового океана. История формирования солевого состава вод Мирового океана. Особенности современного солевого состава морских вод. Основные термодинамические соотношения для морской воды. Параметры состояния. Температура. Давление. Изотропность гидростатического давления. Изобарические поверхности. Соленость. Шкалы солености. Плотность и удельный объем. Поле силы тяжести. Геопотенциал и динамическая глубина (высота).

Уравнения состояния морской воды и ее термодинамические свойства. Уравнения состояния: Кнудсена-Экмана, УС-80, TEOS-2010. Термодинамическая T,S-диаграмма. T,S-кривая. Термическое расширение и соленостное сжатие. Изопикническая производная. Статистические колебания уровня моря. Температура наибольшей плотности. Критическая точка. Пресные, солоноватые и морские типы вод. Теплоемкость морской воды. Теплоемкости при постоянном давлении и постоянном объеме, их соотношения. Значение аномальной теплоемкости воды: смягчение крайних температур воздуха, влияние на общую циркуляцию гидросферы и атмосферы и пр. Энтропия, энтальпия, химический потенциал. Теплота смешения и уплотнение при смешении.

Морская вода как упругая среда. Объемный модуль упругости. Сжимаемость морской воды. Барическая и адиабатическая сжимаемости. Адиабатический градиент температуры. Потенциальная температура. Скорость распространения звука.

Условия равновесия морской воды. Условия равновесия термодинамических систем. Фазовые равновесия и фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Вертикальная устойчивость. Частота Вайсяля-Брента. Нейтральные поверхности в океане. Поверхностное натяжение. Роль поверхностного натяжения в биологических и физических явлениях.

Коллигативные свойства морской воды. Осмотическое давление и его значение в океане. Скрытая теплота испарения. Давление насыщенного пара. Повышение температуры кипения. Значение высоких величин теплоты плавления и испарения для климатических условий на Земном шаре. Понижение температуры замерзания морской воды. Вязкость. Диффузия.

Электромагнитные свойства морской воды. Главное магнитное поле Земли. Магнитные вариации. Теллурические поля. Естественные токи. Электропроводимость морской воды и факторы, ее определяющие. Использование свойства электропроводимости морской воды в океанологии – измерения солености, скорости течения и т.д. Диэлектрическая проницаемость. Магнитная проницаемость.

Источники света в море. Суммарная радиация, падающая на поверхность моря. Спектральное распределение. Прохождение света через поверхность раздела вода–воздух. Отражение света, понятие альбедо. Преломление света, коэффициент преломления. Влияние волн на отражение и преломление света. Распространение света в воде. Поглощение света: закон поглощения, зависимость от длины волны, "окно прозрачности". Рассеяние света в воде: молекулярное рассеяние, рассеяние частицами. Ослабление света в воде.

Оптические свойства морской воды. Влияние вещественного состава морской воды на ослабление света и его спектральный состав. Цвет моря. Характеристика светового поля в море: яркость, облученность, поляризация. Оптическая классификация и районирование вод океана.

Оптические измерения в море. Принципы определения основных оптических величин: облученности, яркости, ослабления, рассеяния. Применение оптических методов в океанологии. Дистанционное гидрооптическое зондирование. Приложения гидрооптических методов в морской биологии. Перспективы развития оптики моря.

Физические основы распространения звука. Упругость. Возбуждение акустической волны. Единицы измерения и терминология. Распространение звука в слоисто-неоднородной среде. Рефракция. Основной закон рефракции. Лучевая теория распространения звука. Условия отрицательной рефракции.

Скорость распространения звука в море. Принципы измерения скорости звука.

Теоретическая формула Ньютона – Лапласа. Эмпирические формулы для расчета скорости звука. Приповерхностный звуковой канал. Подводный звуковой канал. Дальнее распространение звука.

Поле скорости звука. Акустическая структура, как функция гидрологической структуры вод. Затухание акустической энергии. Расширение фронта акустической волны. Поглощение звука. Рассеяние на неоднородностях среды. Звукорассеивающие слои.

**Перемешивание и турбулентность.** Понятие о перемешивании. Молекулярный и турбулентный обмен. Их роль в перемешивании вод моря. Молекулярная вязкость. Возникновение турбулентности. Закон подобия и критерий Рейнольдса. Основы теории гидродинамической устойчивости.

Определение турбулентности. Перенос количества движения в турбулентном потоке (теорема об импульсах). Турбулентные напряжения.

Полуэмпирические теории турбулентности. Путь смещения. Турбулентные пограничные слои. Универсальный закон распределения скоростей.

Турбулентный обмен в океане. Коэффициент обмена. Теплопроводность и диффузия. Выравнивание температуры по вертикали.

Вертикальная устойчивость вод океана. Термохалинная устойчивость. Устойчивость и скорость звука. Колебания, вызванные устойчивостью. Понятие о микроструктуре океана.

Баланс турбулентной энергии в океане. Критерий Ричардсона. Динамическое число Ричардсона.

Вертикальное и горизонтальное перемешивание в океане. Влияние стратификации. Непрерывная горизонтальная диффузия. Коэффициенты обмена. Уплотнение при смешивании.

Понятие о статистическом описании турбулентных движений в океане.

Плотностное перемешивание, вызываемое изменением температуры и солености вод. Влияние льдообразования и испарения. Зимняя вертикальная циркуляция (конвекция) и ее значение для океана. Холодный промежуточный слой.

**Волны и приливы.** Волновые движения в океане. Основные понятия. Характеристики волн. Классификация волновых движений в океане.

Линейная теория потенциальных гравитационных волн на поверхности моря. Постановка задачи. Свободные волны малой амплитуды. Короткие и длинные волны. Энергия волн и ее поток. Трохоидальная теория волн по Н.Н.Зубову.

Нелинейные эффекты. Волны Стокса, кноидальные волны.

Ветровые волны. Ветровые волны в глубоком море. Возникновение и развитие ветровых волн. Капиллярные волны. Статистические характеристики ветрового волнения. Энергетический спектр волнения. Волнообразующие факторы и методы расчета элементов ветровых волн. Период повторяемости. Характеристики ветровых волн в океане и их связь с синоптическими условиями. Аномальные волны (волны-убийцы).

Ветровые волны в мелком море и в прибрежной зоне. Трансформация волн при подходе к берегу. Рефракция и дифракция волн.

Приливы. Понятие о приливах и их элементы. Классификация приливов. Характеристика приливов у берегов океана. Колебания уровня и приливные течения.

Основы теории приливов. Приливообразующая сила и ее потенциал. Составляющие приливообразующих сил. Статическая теория приливов. Понятие о динамической теории приливов. Неравенства приливов: суточное, полумесячное, месячное и многолетнее. Предвычисление и гармонический анализ приливов. Понятие о методах Дарвина, Дудсона. Упрощенный метод предвычисления приливов. Метод наименьших квадратов гармонического анализа приливов. Практические пособия по приливам, таблицы и атласы приливов и приливных течений. Таблицы приливов и приливных течений постоянного действия.

Приливы в реках и эстуариях. Явления приливного бора. Сочетание приливов и сгонно-нагонных колебаний уровня.

Длинные гравитационные волны. Волны Кельвина. Влияние вращения Земли на

приливы. Амфидромии и котидальные карты. Волны Пуанкаре и Свердруп.

Сейши, причины их возникновения. Тягун на акватории портов. Сгонно-нагонные колебания уровня моря, штормовые нагоны.

Волны цунами, их происхождение и закономерности распространения. Цунами опасные районы, службы предупреждения цунами.

Волны Россби – планетарные и топографические. Шельфовые волны и их роль в динамике прибрежной зоны морей и океанов. Наблюдения планетарных и шельфовых волн в морях и океанах.

Внутренние волны. Основные представления и дисперсионные соотношения. Методы анализа и наблюдений внутренних волн. Частота плавучести. Инерционная частота, инерционные колебания. Вертикальные моды внутренних волн. Короткие внутренние гравитационные волны и механизмы их генерации. Длинные внутренние волны.

**Морские течения и циркуляция вод.** Основные физические законы, используемые в океанологии, и классификация сил в океане. Законы сохранения массы и сохранения энергии. Три закона Ньютона. Сохранения углового момента. Закон гравитации Ньютона. Первичные силы. Гравитация. Ветровое напряжение. Атмосферное давление. Сейсмика. Вторичные силы. Силы Кориолиса. Сила трения.

Уравнения движения в океанологии. Системы координат. Источники ускорений. Градиент давления. Ускорение Кориолиса. Сила трения. Уравнения Рейнольдса. Уравнение неразрывности. Приближение Буссинеска. Гидростатическое приближение. Понятие о бета-плоскости. Безразмерные параметры. Числа Россби, Экмана, Эйлера

Классификация течений. По движущим силам: градиентные, включая термохалинные (плотностные) и стоковые (уровенные); дрейфовые (фрикционные); дрейфово-градиентные (ветровые и/или суммарные). По силам, уравнивающим градиент давления: геострофические, квазигеострофические, вязкие, инерционные, инерционно-вязкие. По особенностям происхождения: фронтальные, компенсационные. По особенностям структуры: экмановские (поверхностные и придонные), ленгмюровские, струйные и др. Бароклинные и баротропные составляющие течений.

Течения без трения. Инерционные течения. Геострофические течения. Теорема Бьеркнеса о возникновении вихрей в идеальной жидкости. Динамический метод расчета геострофических течений. Проблема отсчетной поверхности. Формула Маргулиса. Динамические карты. Понятие о бета-спирали.

Течения с учетом трения. Теория Экмана для глубокого и мелкого морей. Экмановский полный поток. Экмановская придонная спираль. Экмановская схема трехслойного ветрового течения. Циркуляция Ленгмюра.

Завихренность в океане. Вихри с вертикально ориентированной осью. Относительная, планетарная, абсолютная и потенциальная завихренность. Теоремы о сохранении потенциальной завихренности в баротропном и бароклинном океане.

Операция вихря над уравнением ветрового течения. Полный поток по меридиану, формула Свердруп. Полный поток по параллели. Карты полного результирующего переноса масс в Мировом океане.

Западная интенсификация течений. Решение проблемы западного пограничного течения в рамках уравнений полного потока. Учет придонного трения (модель Стоммела) и бокового трения (модель Манка). Западная интенсификация течений.

Система течений Мирового океана. Системы течений Мирового океана, ее отражение в структуре водной толщи, связь с гидрологическими фронтами. Противотечения, рециркуляции, вихревые дрейфующие структуры. Сезонная изменчивость. Прибрежная циркуляция; зоны поднятия и опускания вод. Глубинная циркуляция океанов. Роль течений в перераспределении и трансформации энергии и вещества в океане.

**Структура вод и водные массы.** Тепловой, водный и солевой балансы Мирового океана. Роль океана в планетарной климатической системе. Глобальный энергетический и гидрологический циклы. Тепловой баланс океана. Уравнение теплового баланса.

Радиационный баланс. Контактный теплообмен. Испарение и конденсация.

Водный и солевой балансы океана и прилегающих морей. Осадки, материковый сток, водообмен. Бассейны. Типы водообмена. Карты составляющих баланса по океанам.

Гидрологическая структура Мирового океана и закономерности ее формирования

Гидрологическая структура Мирового океана и закономерности ее формирования. Распределение температуры, солености и плотности по горизонтам и вертикали. Верхний однородный слой, сезонный и главный термоклины, промежуточные и глубинные воды. Тропосфера и стратосфера океана.

Меридиональный перенос тепла и пресной воды в океанах. Генерация термохалинной циркуляции. Вертикальный поток массы.

Географическое понятие о водной массе. Водные массы и фронты. Классификация водных масс. Геохимические и биогидрохимические характеристики водных масс. Трассеры в океане.

Термохалинный анализ водных масс. Теория T,S-кривых. Перемешивание водных масс при разных граничных условиях по вертикали. Промежуточная водная масса и трансформация ее ядра.

Тонкая термохалинная структура океана. Ступенчатость распределения характеристик по вертикали. Линзы в океане. Перемешивание в виде двойной (избирательной) диффузии и солевых пальцев.

Статистический T,S - анализ. Модальные характеристики. Многомерный, в том числе кластерный, анализ. Резервуарные модели. «Время пребывания» (возраст) вод.

Формирование глубинных и придонных вод. Термохалинная конвекция. Вертикальные потоки вод. Очаги придонных вод и их распространение в Мировом океане.

Водные массы и структура вод в морях и океанах. Водные массы окраинных и внутренних морей. Водообмен в проливах Мирового океана. Структура вод Атлантического, Тихого, Индийского, Северного Ледовитого и Южного океанов.

**Морской лед.** Физические свойства морского льда. Фазовые превращения воды. Образование и рост кристаллов льда. Плотность льда. Особенности замерзания морской воды. Солевые ячейки. Соотношение твердой и жидкой фазы. Соленость льда. Выпадение (кристаллизация) солей при вымораживании. Понятие об эвтектике.

Термические свойства. Теплота плавления. Теплоемкость. Теплопроводность льда. Вертикальное распределение температуры в толще льда в разные сезоны.

Физико-механические свойства морских льдов. Прочность, плавучесть, твердость. Несущая способность льдов. Цвет, прозрачность, инородные включения. Пористость. Электрические свойства льда. Реология льда. Режелация. Деформации ледяного покрова. Сжатия, торошение, подсоны. Трещины и разводья. Заприпайные полыньи. Изостатические явления.

Ледообразование в море. Начальные формы морского льда. Расчет нарастания льда. Предельная толщина морских льдов. Формирование ледяного покрова. Внутриводный и донный лед.

Льды в море: речные, глетчерные, морские. Припай и дрейфующий лед. Разновидности морского льда. Льдины и ледяные поля. Арктический пак. Айсберги.

Снег на льду. Альbedo. Теплопроводность снега. Роль снегопадов в процессе ледообразования. Влияние снежного покрова на прирост льда. Погружение (продавливание) льда под нагрузкой снежного покрова.

Динамика морского льда. Приливы и лед. Приливные деформации ледяного покрова. Приливные трещины. Ледовый час. Влияние льда на изменение характеристик прилива. Влияние прилива на процессы разрушения льда.

Дрейф льдов. Ветровой дрейф. Дрейф по изобарам. Теории дрейфа. Движение льдов в Арктике. Вынос льдов в Атлантический океан.

Льды в Мировом океане. Льды Антарктики. Особенности антарктического ледяного покрова. Движение льдов в Антарктике. Ледовитость высокоширотных районов Мирового

океана. Льды в морях. Сезонный и вековой ход ледовитости. Льды и климат.

Мониторинг ледяного покрова. Служба ледовой разведки. Номенклатура льдов. Ледовые прогнозы. Условия плавания во льдах на трассе Северного морского пути.

## **Раздел 2. Технические средства и методы наблюдений в океанологии**

Системы океанологических наблюдений: стандартные, специальные, комплексные; стационарные, экспедиционные, дистанционные.

Технические средства исследования океана. Научно-исследовательские суда (НИС). Обитаемые и необитаемые подводные аппараты. Исследовательские буи и океанографические платформы. Автономные буйковые станции (АБС). Авиационные и космические средства океанологических исследований.

Особенности измерения океанологических характеристик в морской среде. Требования к океанологическим наблюдениям: пространственно-временное разрешение, синхронность, однородность, сравнимость, репрезентативность измерений. Классификация видов измерений. Физические основы функционирования механических, электрических, оптических, гидродинамических, термодинамических и других первичных измерительных преобразователей (датчиков). Характеристики датчиков: точность, чувствительность, инерционность, дискретность, надежность и другие.

Инструментальные методы наблюдений за уровнем моря: береговые, открытого моря, дистанционные.

Особенности измерения глубины моря. Навигационные, промерные и промысловые эхолоты, гидролокаторы. Приборы для взятия проб грунтов. Понятие о сейсмологических методах исследования морского дна.

Методы определения глубины погружения океанологических приборов.

Методы и приборы для отбора проб морской воды, взвеси и гидробионтов. Назначение отбора проб воды, необходимые объемы.

Методы определения температуры, солености и плотности морской воды. Контактные и неконтактные методы измерения температуры воды. Соленость морской воды и методы ее определения: взвешивание, полный солевой анализ, титрование, кондуктивный, индуктивный, оптический. Определение плотности морской воды: взвешивание, ареометрирование, расчет по уравнению состояния.

Методы и приборы для гидрооптических измерений.

Методы и приборы для наблюдения за волнением моря.

Методы и приборы для наблюдений за течениями. Способы описания движения жидкости: принцип Эйлера и принцип Лагранжа. Классификация методов наблюдений за течениями.

Основные виды дистанционных океанологических измерений. Спутниковые методы измерения океанологических характеристик.

## **Раздел 3. Химия океана**

Эволюция химического состава вод океана. Первичный океан. Формирование солевой массы океана. Возникновение биосферы и изменения в океане. Современный океан. Факторы, определяющие содержание и характер распределения химических элементов в океане. Микро- и макрокомпоненты химического состава морских вод.

Главные ионы. Соотношение между компонентами основного солевого состава. Постоянство солевого состава воды океанов. Соленость воды океана. Изменение солевого состава морской воды в окраинных и внутренних морях, факторы его определяющие. Основные закономерности распределения солености по акватории и по глубинам океана.

Растворенные газы. Состав растворенных газов и их происхождение. Азот и благородные газы. Кислород. Углеводородные газы. Сероводород. Двуокись углерода. Формы угольной кислоты. Щелочность морской воды. Щелочно-хлорный коэффициент. Концентрация водородных ионов (рН) и буферные свойства морской воды. Закономерности

распределения рН и щелочности (Alk) в морях. Газовый режим морей и факторы, его определяющие.

Биогенные вещества. Минеральные соединения азота, фосфора, кремния. Концентрация биогенных веществ, закономерности их распределения в океане, их значение в формировании биологической продуктивности вод.

Органическое вещество. Источники органического вещества в океане. Формы нахождения и способы оценки величины содержания органического вещества в морских водах. Водные организмы. Растворенное органическое вещество. Взвеси и коллоиды в морской воде. Химический состав, продукция и деструкция органического вещества. Круговорот и баланс органического вещества. Методы исследования содержания органических веществ в воде. Биохимическое потребление кислорода (БПК). Определение активности ферментов электронно-транспортной системы (ЭТС) и щелочной фосфатазы для оценки скорости минерализации органического вещества и скорости регенерации биогенных веществ (в частности фосфатов).

Микроэлементы. Состав микроэлементов в океане, их биологическое значение. Стабильные микроэлементы. Естественная и искусственная радиоактивность океана. Биоаккумуляция микроэлементов.

Методы определения химических характеристик морских вод.

Основные виды загрязняющих веществ и их влияние на экологическое состояние морских вод.

#### **Раздел 4. Региональная океанография**

Региональные особенности океанов и морей. Сравнение океанографических условий северных и южных морей России.

Позиционная классификация морей в системе материк-океан: внутренние, окраинные и межостровные. Моря концентрации и моря разбавления. Система классификации морей Н.Н. Зубова. Климатическая классификация морей.

Сравнительная характеристика морей по стратификации вод.

Проливы и их влияние на гидрологию морей.

#### **Раздел 5. Морская экология**

Распределение жизни в морях и океанах. Планктон, нектон, бентос, нейстон  
Водоросли и бактерии. Основные закономерности распределения первичной продукции в Мировом океане.

Зоопланктон. Роль зоопланктона в биологическом сообществе. Зоопланктон как индикатор состояния вод.

Биологическая структура Мирового океана.

Абиотические и биотические составляющие морских экосистем. Роль отдельных биологических видов в стабильном развитии экосистемы.

Методология, показатели и критерии оценок экологического состояния морской среды.

### **IV. Список литературы**

#### ***а) основная***

1. Архипкин В.С., Лазарюк А.Ю., Левашов Д.Е., Рамазин А.Н. Океанология. Инструментальные методы измерения основных параметров морской воды. М.: МАКС-Пресс, 2009, 335 с.

2. Архипкин В. С., Добролюбов С. А. Океанология. Физические свойства морской воды. — М.: Юрайт, 2017. — 216 с.

3. Гилл А. Динамика атмосферы и океана. В 2 т. М.: Мир, 1986, т.1 - 397 с. т.2 - 415 с.

4. Губанов Е.П., Спиридонова Е.О., Панов Б.Н. Экология моря. М.: Изд-во

Моркнига, 2017.–275 с.

5. Деев М.Г. Океанология. М: Макс Пресс, 2017, 315 с.
6. Деев М.Г. Морские льды. М.: Изд-во Московского университета, 2002.
7. Деев М.Г. Акустика океана. М.: Географический факультет МГУ, 2008, 108 с.
8. Иванов В.А., Показеев К.В., Шрейдер А.А. Основы океанологии. СПб: изд-во Лань, 2008
9. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1989 г. – 528 с.
10. Кондрин А.Т. Волновые процессы в океане. Учебное пособие. М.: Изд-во Московского университета, 2004
11. Коровин В.П., Тимец В.М. Методы и средства гидрометеорологических измерений. С-Пб.: Гидрометеоиздат. 2000
12. Мамаев О.И. Физическая океанография. Избранные труды. М.: ВНИРО, 2000.
13. Полонский А.Б. Роль океана в изменениях климата. Киев: Наукова Думка, 2008, 184 с.
14. Полякова А.В. Гидрохимия. М.: Географический факультет МГУ, 2009. – 164 с.
15. Полякова А.В. Гидрометеорологические основы охраны окружающей среды. Загрязнение океанов и морей и его последствия. М.: Географический ф-т МГУ, 2011. – 152 с.
16. Хорн Р. Морская химия. М.: Мир, 1972.– 400 с.
17. Ocean Circulation and Climate. A 21<sup>st</sup> Century Perspective. Ed. Siedler G., Griffies S.M., Gould J., Church J.A. Elsevier Ltd, 2013, 868 p.
18. Stewart R.H. Introduction to physical oceanography. Texas A & M University, 2008, 345 p.
19. Tomczak M., Godfrey J.S. Regional Oceanography: An Introduction. Daya Publishing House, 2003, 390 p.
20. Wunsch C. Modern Observational Physical Oceanography: Understanding the Global Ocean. Princeton U. Press, 2015, 512 pp.

**б) дополнительная**

1. Алекин О.А. Ляхин Ю.И. Химия океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1984.– 343 с.
2. Воробьев В.Н., Смирнов Н.П. Общая океанология. Ч.2. Динамические процессы. СПб: Изд-во РГГМУ, 1999
3. Грузинов В.М., Борисов Е.В., Григорьев А.В. Прикладная океанография. Обнинск: изд-во Артифекс, 2012, 384 с.
4. Зубов Н.Н. Морские воды и льды. М.: Гидрометеоиздат, 1938
5. Зубов Н.Н. Динамическая океанология. М., Л.: Гидрометеоиздат, 1947
6. Лебедев В.Л., Сафьянов Г.А. Физическая география океанов. М.: Академия, 428 с.
7. Иванов А. Введение в океанографию. М.: Мир, 1978
8. Кононкова Г.Е., Показеев К.В. Динамика морских волн. М.: Изд-во МГУ, 1985
9. Лакомб А. Физическая океанография. М.: Мир, 1974
10. Ле Блон П., Майсек Л. Волны в океане. Ч. 1, 2. М.: Мир, 1981
11. Маклаков А.Ф., Снежинский В.А., Чернов Б.С. Океанографические приборы. Л.: Гидрометеоиздат. 1975
12. Малинин В.Н. Общая океанология. Ч.1. Физические процессы. СПб: Изд-во РГГМУ, 1998
13. Океанология. Физика океана. Геология океана. Химия океана. Биология океана. М.: Наука, 1977 – 1980
14. Педлоски Дж. Геофизическая гидродинамика. Т.1,2. М.: Мир, 1984

15. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. М.: Гидрометеиздат. 2016
16. Снежинский В.А. Практическая океанография. Л.: Гидрометеиздат. 1951
17. Broecker W.S. Chemical oceanography. USA, 1974. – 274 p.