

**«УТВЕРЖДАЮ»**

И.о. декана физического факультета МГУ

профессор Белокуров В.В.



**БИЛЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

**Направление подготовки 03.04.02 «Физика»**

**Магистерская программа**

**«ФИЗИКА МОРЯ И ВОД СУШИ»**

**Государственный экзамен по физике**  
**Физический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова**  
**Магистерская программа “Физика моря и вод суши”**

**Билет №1**

1. Гипотезы о происхождении гидросферы Земли. Условия существования гидросферы (океана).
2. Универсальный закон турбулентности вблизи стенки. Динамическая скорость.
3. Рассчитать скорость геострофического ветра в свободной атмосфере на широте  $30^\circ$ . Градиент давления  $0.01$  мбар/км, плотность воздуха  $1.29$  кг/м<sup>3</sup>, угловая скорость вращения Земли  $7.29 \cdot 10^{-5}$  с<sup>-1</sup>.

**Билет №2**

1. Уравнение неразрывности. Уравнения Эйлера и Навье-Стокса. Граничные условия.
2. Стратификация и ее устойчивость. Адиабатический градиент. Частота Вьяйсяля-Брента.
3. Найти зависимость амплитуды длинной поверхностной гравитационной волны в прямом канале переменного сечения от продольной координаты  $x$ . Глубина и ширина канала линейно зависят от продольной координаты:  $H \sim x$ ,  $D \sim x$ . Отражением и диссипацией пренебречь.

**Билет №3**

1. Тонкая термохалинная структура в океане.
2. Задача Экмана о дрейфовом течении.
3. Найти ротор скорости и циркуляцию скорости вдоль окружности радиуса  $a$  для стационарного плоскопараллельного потока жидкости, направленного вдоль оси  $Ox$ . Скорость потока  $u$  линейно зависит от вертикальной координаты:  $u(z) = u_0 + C z$ .

**Билет №4**

1. Распространение звука в жидкости. Волновое уравнение.
2. Теплообмен между океаном и атмосферой.
3. Рассчитать скорость геострофического течения в океане на широте  $30^\circ$ . Уклон водной поверхности  $10^{-5}$ , ускорение силы тяжести  $9.8$  м/с<sup>2</sup>, угловая скорость вращения Земли  $7.29 \cdot 10^{-5}$  с<sup>-1</sup>.

**Билет №5**

1. Скорость звука в морской воде. Зависимость скорости звука от давления, температуры и солености. Подводный звуковой канал. Сверхдальнее распространение звука в океане.
2. Термогравитационная конвекция. Уравнения Буссинеска.
3. Частота Брента — Вьяйсяля в стратифицированном океане составляет  $10^{-2}$  Гц, диссипация турбулентной энергии  $10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с<sup>3</sup>. Оцените максимальный размер турбулентных вихрей.

**Билет №6**

1. Структура основных океанических течений и методы их изучения.
2. Теория мелкой воды. Длинные волны в океане.
3. Диссипация турбулентной энергии в верхнем перемешанном слое океана  $10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с<sup>3</sup>, кинематическая вязкость воды  $10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с. Оцените минимальный размер турбулентных вихрей.

**Билет №7**

1. Многообразие волновых движений в океане. Акустические, капиллярные и инерционные волны.
2. Первичные гидрооптические характеристики океанских вод. Поглощение и рассеяние света в воде.

3. Частота Брента — Вайсяля в стратифицированном океане составляет  $10^{-2}$  Гц, диссипация турбулентной энергии  $10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}^3$ . Оцените максимальный размер турбулентных вихрей.

### Билет №8

1. Уравнения Рейнольдса. Проблема замыкания уравнений Рейнольдса.
2. Внутренние гравитационные волны.
3. Рассчитать скорость геострофического течения в океане на широте  $30^\circ$ . Уклон водной поверхности  $10^{-5}$ , ускорение силы тяжести  $9.8 \text{ м/с}^2$ , угловая скорость вращения Земли  $7.29 \cdot 10^{-5} \text{ с}^{-1}$ .

### Билет №9

1. Теория Колмогорова-Обухова. Спектр турбулентности.
2. Пассивные и активные оптические методы и средства изучения океана.
3. Рассчитать минимальную фазовую скорость гравитационно-капиллярных волн на глубокой воде и длину волны, на которой достигается минимум скорости. Плотность воды  $1000 \text{ кг/м}^3$ , ускорение силы тяжести  $9.8 \text{ м/с}^2$ , коэффициент поверхностного натяжения  $0.075 \text{ Н/м}$ .

### Билет №10

1. Дисперсионное соотношение для гравитационно-капиллярных волн на воде. Фазовая и групповая скорости волн. Нормальная и аномальная дисперсия.
2. Турбулентные и ламинарные течения. Механизмы генерации турбулентности в океане.
3. Найти ротор скорости и циркуляцию скорости вдоль окружности радиуса  $a$  для стационарного плоскопараллельного потока жидкости, направленного вдоль оси  $Ox$ . Скорость потока  $u$  линейно зависит от вертикальной координаты:  $u(z) = u_0 + C z$ .