**Задача 1: Расчет мощности двигателя НПА для преодоления гидродинамического сопротивления**

**Условие:**  
Автономный необитаемый подводный аппарат (НПА) имеет цилиндрический корпус длиной 3м с заостренной носовой частью, с диаметром миделевого сечения 0.6 м., движется на глубине 1000 м со скоростью 1.5 м/с в водной среде с температурой 5°C (Принять плотность морской воды при 5°C и солености 35‰: ρ = 1028 кг/м³ и кинематическую вязкость морской воды при 5°C: ν = 1.62 × 10⁻⁶ м²/с). Коэффициент полноты корпуса (отношение объема корпуса к объему цилиндра диаметром D и длиной L) составляет φ = 0.85, коэффициент сопротивления выступающих частей (рули, датчики, фонари): C\_выступ = 0.005, КПД гребного винта НПА: η\_гв = 0.65, КПД двигателя и редуктора: η\_дв = 0.85.

**Требуется:**

1. Рассчитать число Рейнольдса (Re) для корпуса НПА.
2. Рассчитать коэффициент трения (C\_f) для гладкой плоской пластины.
3. Оценить коэффициент сопротивления формы (C\_form) для корпуса.
4. Найти полный коэффициент гидродинамического сопротивления корпуса (C\_x).
5. Рассчитать силу сопротивления воды (X) движению НПА.
6. Определить полезную мощность, затрачиваемую на преодоление сопротивления воды (N\_полезн).
7. Найти требуемую мощность двигателя (N\_двиг).

**Список литературы для решения:**

Лойцянский Л.Г. «Механика жидкости и газа»  
*Классика для понимания основ (уравнения Навье-Стокса, пограничный слой, числа подобия).*

Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. «Теоретическая гидромеханика»  
*Фундаментальная теория с математическим аппаратом.*

Сизов В.Г. «Теория подводных аппаратов»  
*Расчеты сопротивления, устойчивости, энергозатрат для НПА.*

Исаев Ю.И., Кормилицин А.Н. «Подводные роботы: системы и технологии»  
*Практические задачи + гидродинамика движителей.*

Федосеев С.К. «Гидродинамика подводных крыльев и аппаратов»  
*Оптимизация формы корпуса, методы снижения сопротивления.*

Соболев Г.В. «Теория корабля»  
*Разделы: «Сопротивление воды движению», «Расчет мощности» (глава 4).*

Першиц Р.Я. «Динамика подводных аппаратов»  
*Расчеты сил и моментов, маневренность.*

Апарина В.П. «Расчеты судовых движителей»  
*Формулы для КПД винта, подбора двигателя.*

Медников Л.З. «Гидродинамика подводных крыльев»  
*Методы расчета подъемной силы и сопротивления.*

**Задача 2: Расчет параметров ультразвукового канала связи для подводного аппарата**

**Условие:**Необитаемый подводный аппарат (НПА), находящийся на глубине 1000 м., передает телеметрические данные на поверхностный буй. Находящийся на расстоянии 3000м от НПА с помощью узкополосного ультразвукового сигнала с частотой f = 30 кГц. На борту НПА расположен передатчик с акустической мощностью SL = 180 дБ (отн. 1 мкПа на 1 м), оснащенный передающей антенной с коэффициентом направленности DI\_tx = 15 дБ. Чувствительность приемника буя: NL\_rec = 70 дБ (отн. 1 мкПа / √Гц) с эффективной полосой приемника: Δf = 500 Гц. Уровень фонового шума моря на частоте 30 кГц принимаем: NL\_sea = 50 дБ (отн. 1 мкПа²/Гц), скорость звука в воде: c = 1500 м/с, коэффициент поглощения звука: α = 0.05 дБ/км·Гц (для f = 30 кГц). Требуемое отношение сигнал/шум для надежного декодирования: SNR\_min = 18 дБ

**Требуется:**

1. Рассчитайте затухание сигнала (Transmission Loss, TL) на трассе.
2. Определите уровень шума на входе приемника.
3. Найдите отношение сигнал/шум (SNR) на входе демодулятора.
4. Определите максимально возможную скорость передачи данных (C) по теореме Шеннона.
5. Оцените практическую скорость передачи, если используется двоичная фазовая манипуляция (BPSK) с вероятностью ошибки BER ≤ 10⁻⁵.

**Список литературы для решения:**

**Урик Р. "Основы гидроакустики"** – эталон по распространению звука в море.

**Стэш Р. "Подводная акустическая связь"** – фокус на системах связи.

**Прокопов А.Ю. "Гидроакустические системы связи"** – прикладные аспекты.

**Tse, Viswanath "Fundamentals of Wireless Communication"** – теория модуляции/кодирования (глава 3).