

Гидростатика

Лекция для студентов I курса
специализации плавание

Москва – 2017

Давление в жидкости

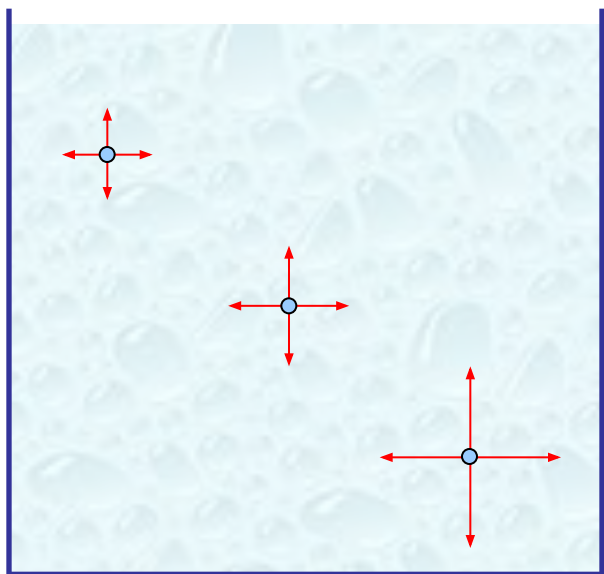
$$P = \frac{F}{S}$$

Давлением P называют отношение силы F , действующей перпендикулярно к поверхности, к площади этой поверхности S

Вода не обладает собственной формой (вследствие подвижности молекул) и принимает форму того сосуда, в который она заключена. Внутри жидкости повсюду действуют силы давления



Изменение давления с глубиной



1. На любой глубине давление одинаково во всех направлениях.
2. При погружении в жидкость давление P растет пропорционально глубине:

$$P = \rho gh,$$

где ρ – плотность жидкости;
 g – гравитационная постоянная;
 h – глубина погружения



Давление на пловца при погружении

Погружение в воду на каждый 1 м увеличивает давление на $0,1 \text{ кг/см}^2$ (9810 Н/м^2 или 1000 кг/м^2)



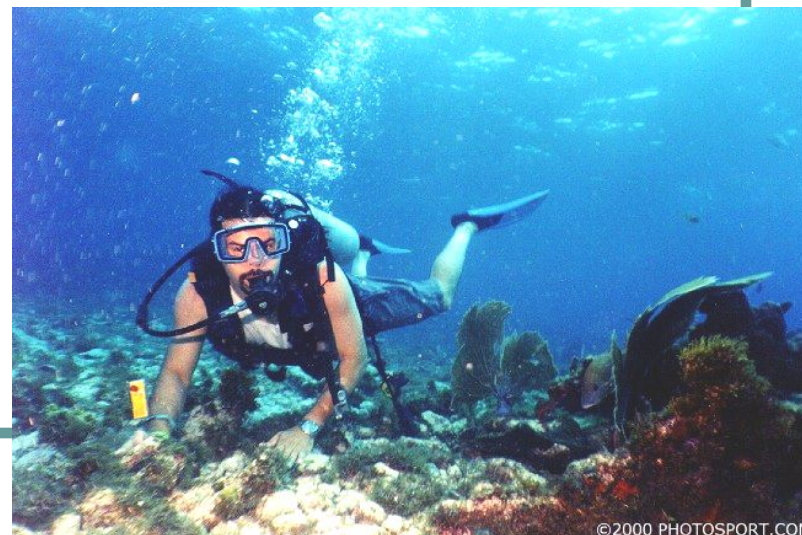
Сила, которая действует на тело человека при спортивном плавании:

Средняя глубина погружения составляет $0,2 \text{ м}$, площадь поверхности тела – 2 м^2 .

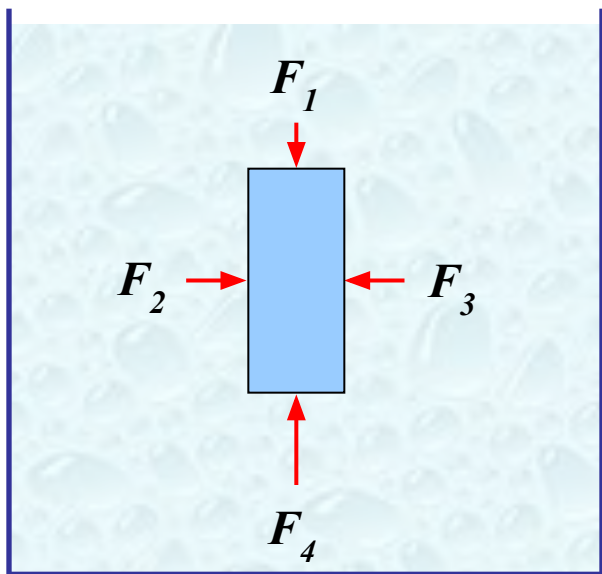
$$F = S \times \rho g h = 2 \text{ м}^2 \times 1000 \text{ кг/м}^3 \times 10 \text{ м/с}^2 \times 0,2 \text{ м} = 4000 \text{ Н}$$

Это соответствует примерно 400 кгс

При нырянии на глубину 10 м эта величина составит около 20 тонн



Выталкивающая сила



Образование **выталкивающей силы** F_6 обусловлено разностью давления воды на верхнюю и нижнюю части тела

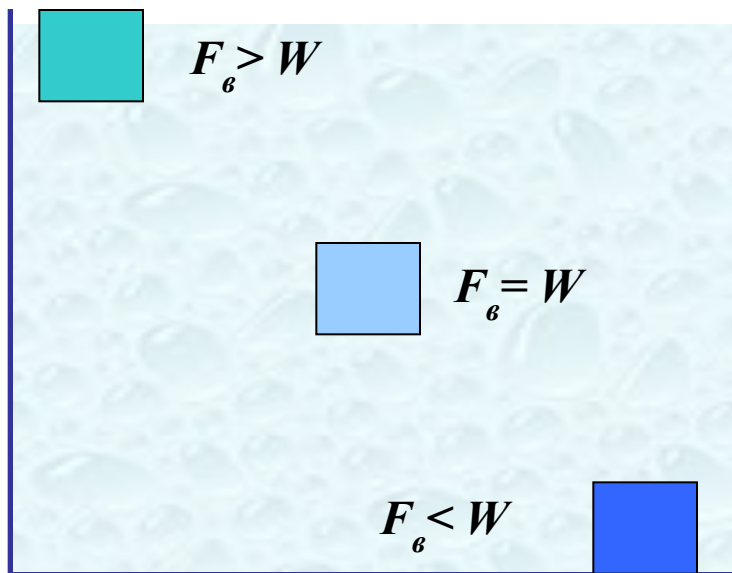
$$\begin{aligned}F_2 &= F_3 \\F_1 &< F_4 \\F_6 &= F_4 - F_1\end{aligned}$$

По закону **Архимеда** величина выталкивающей силы равна весу вытесненной им воды (т.е. она пропорциональна объему тела, погруженного в воду)



Положительная и отрицательная плавучесть

В зависимости от соотношения величины выталкивающей силы и веса тело может находиться в трех положениях:



Если выталкивающая сила больше веса, то тело обладает положительной плавучестью и плавает, лишь частично погрузившись в жидкость.

При равенстве сил плавучесть тела нулевая (нейтральная), оно полностью погружено в жидкость и находится в ней во взвешенном состоянии

Если выталкивающая сила меньше веса, то плавучесть отрицательна и тело тонет.



Плотность и удельный вес

Плотность – масса единицы объема вещества
Удельный вес – вес единицы объема вещества

Химически чистая вода (дистиллированная) при температуре 3,98°C:

Плотность: 1000 кг/м³. Удельный вес: 1 г/см³.

- При 0°C – 999,8 кг/м³.
- При 26°C – 996,8 кг/м³.
- При 40°C – 992,2 кг/м³.
- При 100°C – 958,4 кг/м³.
- При 300°C – 712,2 кг/м³ (*критическая температура 374,12°C*).

Лед при 0°C – 916-920 кг/м³.

Плотность морской воды – 1020-1030 кг/м³.

Воздух в 816 раз менее плотен, чем вода

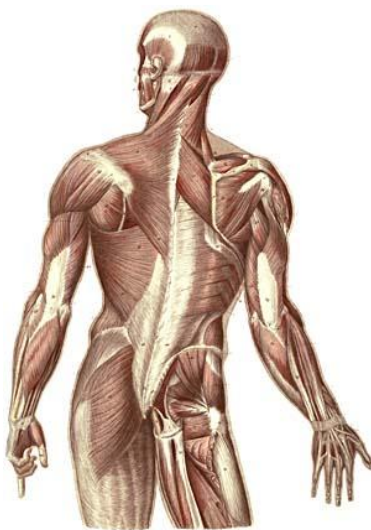


Удельный вес тела человека



Кости:

сплошные 1,70-1,90,
полые - 1,06-1,16 г/см³



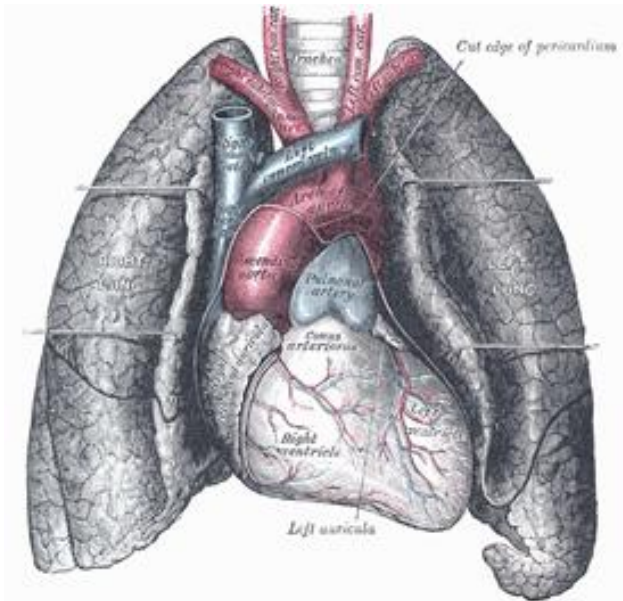
Мышцы 1,04-1,08 г/см³



Жир 0,92-0,96 г/см³

Удельный вес зависит от индивидуальных анатомических особенностей (состава тела). Тело человека состоит из разных по плотности тканей

Удельный вес тела человека



Удельный вес **изменяется**
при вдохе и в выдохе

На величину удельного веса тела человека влияют размеры полостей: легкие (ЖЕЛ), трахея, носоглотка

Удельный вес составляет:
при полном вдохе – $0,96-0,99 \text{ г/см}^3$,
при полном выдохе – $1,04-1,09 \text{ г/см}^3$.
У женщин удельный вес в среднем меньше, чем у мужчин,
у детей – меньше, чем у взрослых



Определение состава тела человека



Рентгенологический



Измерение объема
вытесненного газа

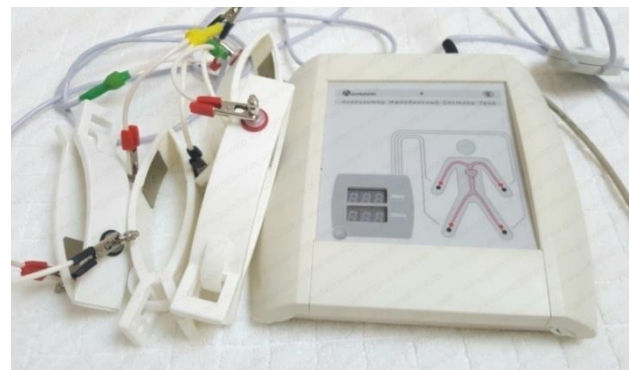


Измерение кожных
складок калипером

Определение состава тела человека

Биоимпедансометрия

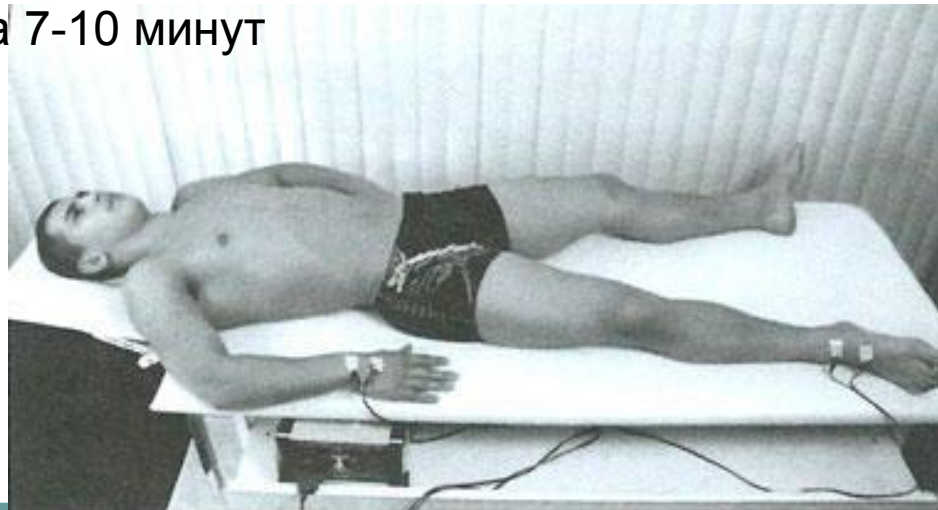
Биоимпедансный анализ – метод определения состава человеческого тела путем измерения электрического сопротивления в тканях. Через тело пропускают слабый электрический заряд, измеряют сопротивление (импеданс), что дает представление об общем содержании воды в организме. Так как вода содержится в основном в крови, в мышцах, нервах, костях, то через содержание воды вычисляют тощую (нежировую) массу тела, а потом, через вычитание из общей массы тела – массу находящегося в организме жира



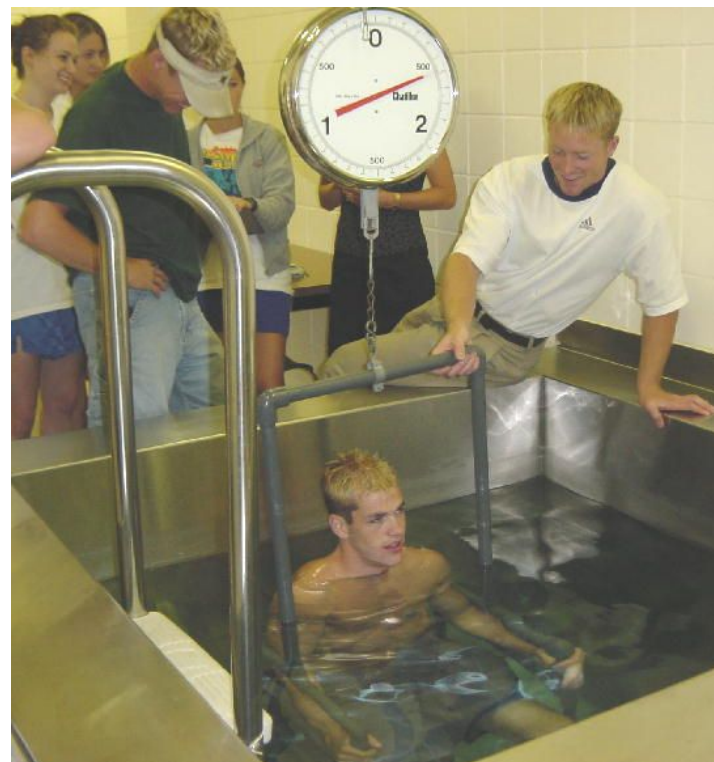
Определение состава тела человека

Биоимпедансный анализатор АВС-01 «Медасс».

а) за неделю до обследования испытуемому запрещается принимать диуретики; б) за двое суток — алкоголь, кофеин и другие вещества, способствующие нарушению водного обмена; в) за 3-4 часа следует воздерживаться от физических нагрузок, а также от употребления воды и пищи; г) за 30 минут до обследования следует опорожнить мочевой пузырь; д) Перед началом исследования испытуемому рекомендуется провести лёжа 7-10 минут



Определение плотности тела человека



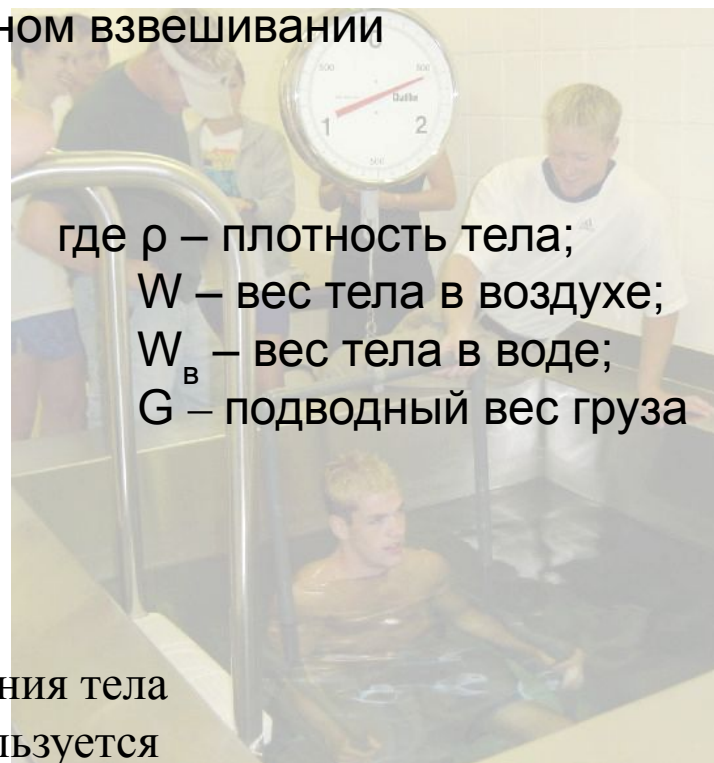
Метод подводного взвешивания

Определение плотности тела человека

Расчет плотности при подводном взвешивании

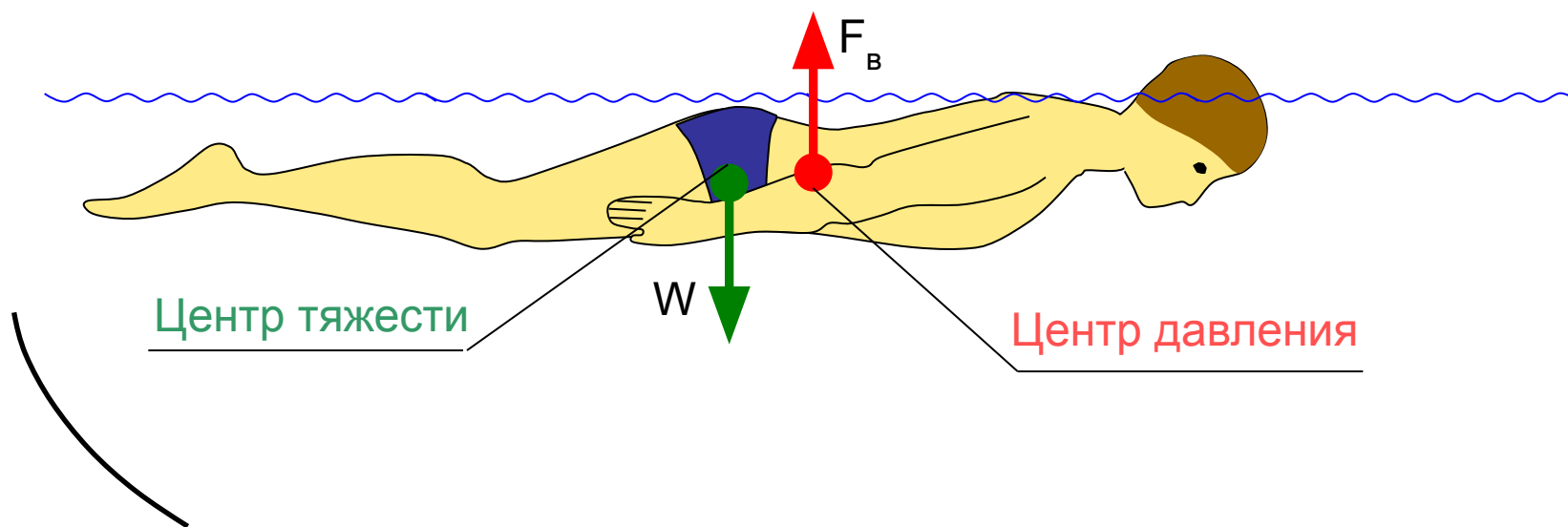
$$\rho = \frac{W}{W - W_{\text{в}} + G},$$

Для полного погружения тела человека в воду используется дополнительный груз (примерно 5 кг)



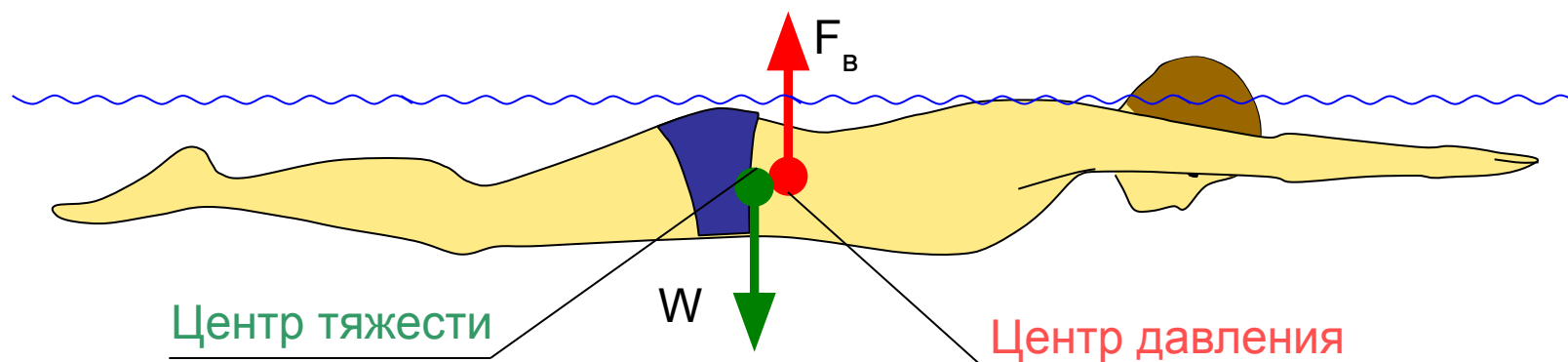
где ρ – плотность тела;
 W – вес тела в воздухе;
 $W_{\text{в}}$ – вес тела в воде;
 G – подводный вес груза

Равновесие тела в воде



Вращение пловца относительно поперечной оси обусловлено различным расположением центра давления (объема) и центра тяжести (масс)

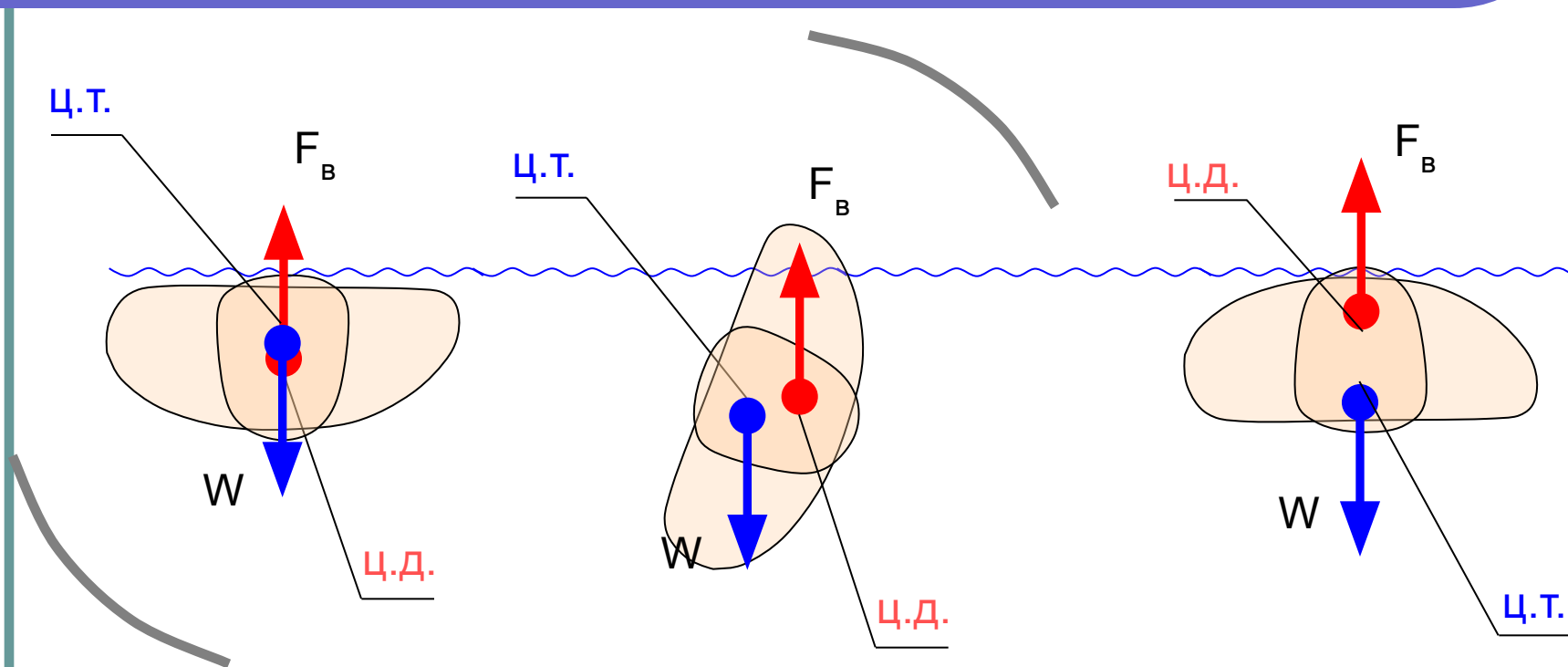
Равновесие тела в воде



Вращение пловца относительно поперечной оси обусловлено различным расположением центра давления (объема) и центра тяжести (масс)



Равновесие тела в воде



Вращение пловца относительно продольной оси: ц. д. – центр давления; ц.т. – центр тяжести.
ц.д. расположен ближе к груди, ц.д. – ближе к спине



Некоторые физические свойства ВОДЫ

Теплоемкость – количество теплоты, которое необходимо подвести к телу, чтобы повысить его температуру на 1°C .

Удельная теплоемкость воды составляет 1 кал/г/град, она в 4 раза больше теплоемкости воздуха

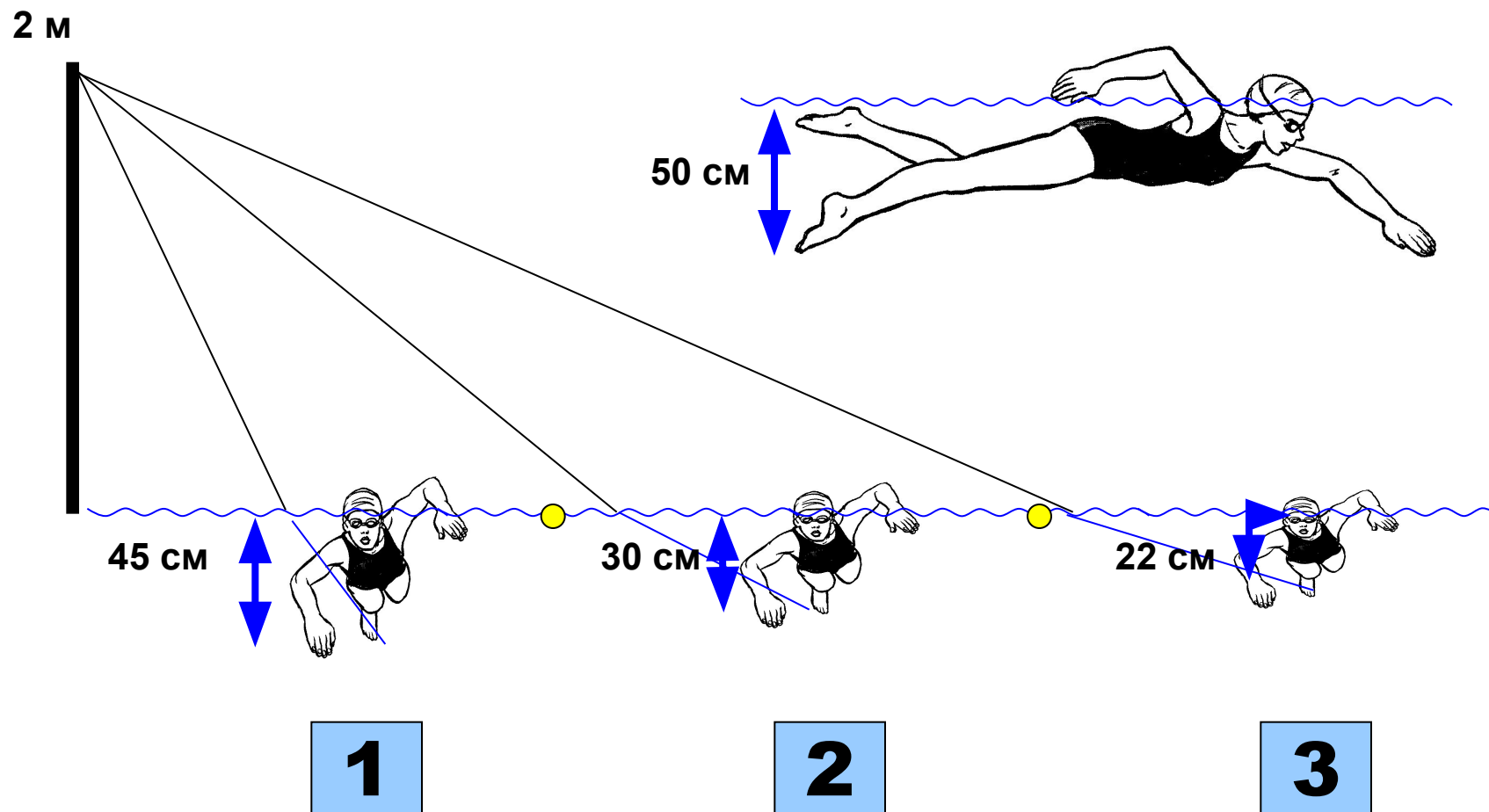
Теплопроводность – процесс передача теплоты от более нагретых участков к менее нагретым в результате теплового движения и взаимодействия микрочастиц.

Теплопроводность воды составляет 0,58 Вт/м/град (0,66 ккал/ч/град). Это в 17 раз больше теплопроводности воздуха.

Тело пловца в воде излучает тепла на 50-60% больше, чем на воздухе



Преломление световых лучей



КОНЦЕПЦИЯ СВОЙСТВ ВОДЫ

Д.Ф. МОСУНОВА



Концепция Д.Ф. Мосунова:

- Сформировать определенную структуру воды возможно путем воздействия соответствующим эмоциональным состоянием.
- Существует некий «магнитогидродинамический механизм» оздоровительного взаимоотношений человека и воды, что подтверждается результатами деятельности в области педагогической гидрореабилитации.
- Эффект «тройного отражения-поглощения» запускается в условиях специфического повышения активности собственных излучений организма:
- во-первых, отраженными, собственными электромагнитными излучениями частично, от неподвижного слоя прилипшей воды зеркально внутрь организма, т.е. отраженными с обратной полярностью;
- во-вторых, отраженными, частично также зеркально с обратной полярностью, электромагнитными излучениями от неподвижного наружного слоя прилипшей воды, внутрь организма;
- в-третьих, оставшейся частью собственных электромагнитных колебаний, которые выходят в потоки окружающей тело воды. Собственные электромагнитные излучения водосодержащих органов и систем организма вступают во взаимодействие с электромагнитными полями, вызванных течением свободной воды.

В. У. Агеевец, Д. Ф. Мосунов. Проблема взаимоотношений человека и воды

Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта - 2015. - № 6 (124).

Гидропедагогика - основа гидрореабилитации. Там же, - 2006. - № 20.

