

# Федерация водного поло России

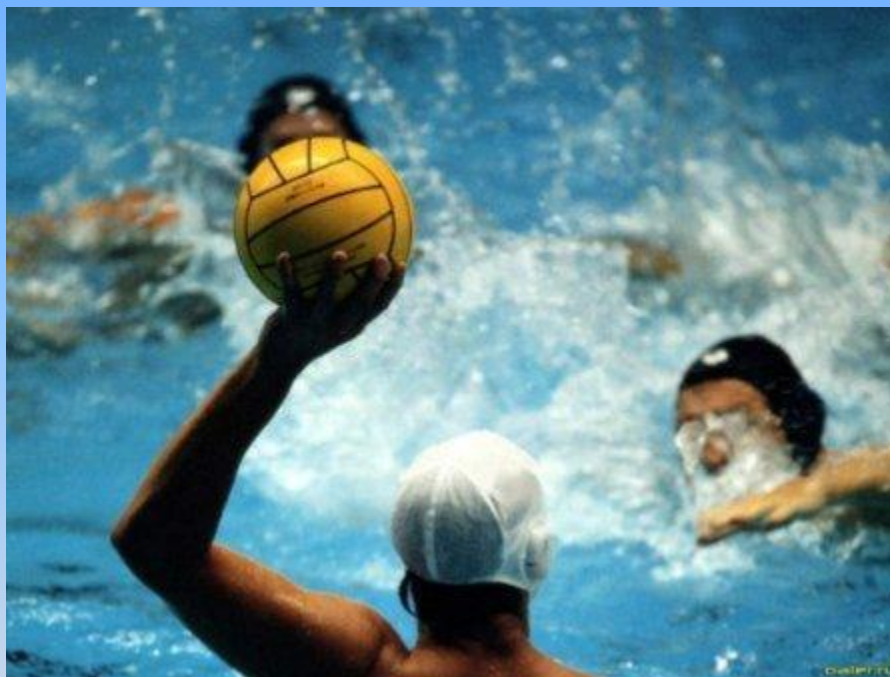
**Материал:** научная литература по исследованию операций, математической статистики и теории случайных процессов.

**Гипотеза:** возможность использовать методы математической статистики для установления перспективности спортсменов, условий, наиболее благоприятных для тренировок, их эффективность.



# Федоров Юрий, 11а класс, МОУ СОШ №91.

**Цель:** привлечь внимание к возможности изучения многих ситуаций в спорте с математических позиций, и к целесообразности более обоснованных количественных и качественных оценок спортивных явлений.



**Методы исследования:**  
сравнительный анализ и  
моделирование.

# Задачи:

1. Распределение игровых амплуа в спортивной ватерпольной команде, обеспечивающее наибольший эффект в игре.
2. Составление для спортсменов диеты, удовлетворяющей требованиям медиков и, в то же время, наиболее экономной и сохраняющей вес спортсмена в определенных рамках.
3. Распределение между игроками команды обязанностей таким способом, чтобы общая результативность действий всей команды оказалась наибольшей.
4. Какое значение имеют броски в современном водном поло.



# Актуальность

## ь

Необходимость принимать решение возникает во многих спортивных ситуациях:

в организации тренировок и соревнований,

в комплектовании спортивных команд,

в распределении обязанностей игроков команды,

в выборе тактики игры и т. п.



# Научная новизна

Многочисленные ситуации столь сложны, а последствия принятых решений могут оказаться столь значительными, что предварительный количественный и качественный анализ становится обязательным.

В этих случаях не обойтись без применения научных, в первую очередь математических, методов..



# Задача1

## Условия:

- ответственная встреча команды,
- новый тренер,
- замена ряда игроков.

## Перед новым тренером стоит задача:

Распределить между игроками команды обязанности так, чтобы результативность команды оказалась наибольшей.



# Задача 1

6	3	4	1	5	2
2	6	4	1	2	4
2	2	3	6	2	4
3	1	5	4	2	5
1	3	3	1	2	6
2	5	4	2	6	2



$$\Phi(P) = 6+6+6+5+6+6=35$$

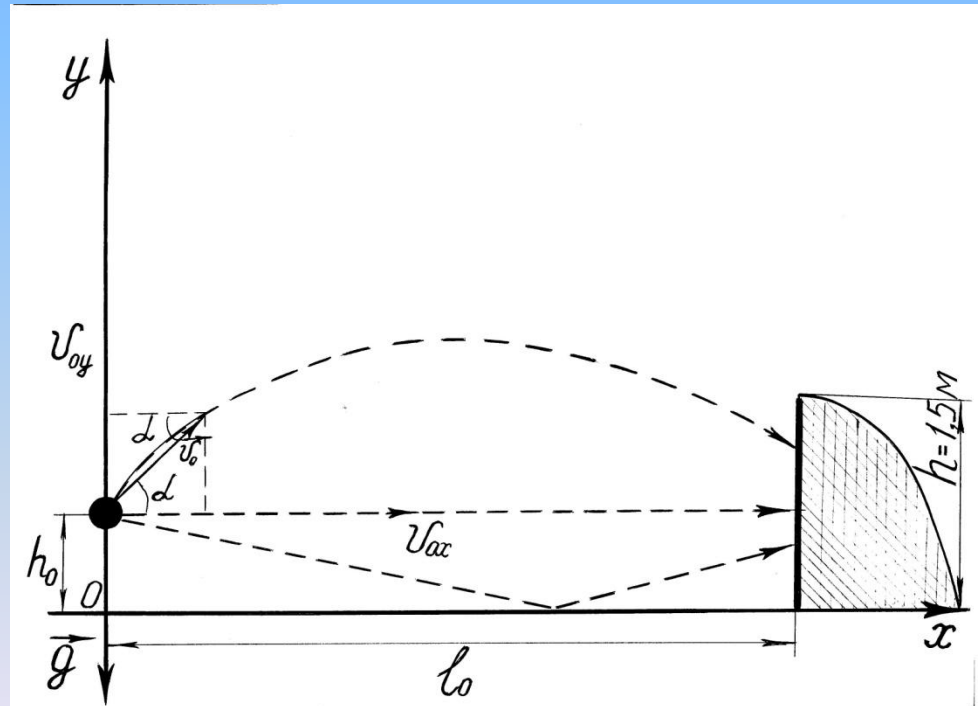
1	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	0



# Задача 2

Выведем уравнение движения мяча при броске по воротам.

- $h_0$  – высота с которой бросают мяч;
- $L$  – расстояние от бросающего до ворот;
- $g$  – ускорение свободного падения;
- $v_0$  – начальная скорость;
- $v_{0x}$  – проекция начальной скорости на оси  $X$ ;
- $v_{0y}$  – проекция начальной скорости на оси  $Y$ ;
- $\alpha$  – угол броска над поверхностью воды;
- $h=1,5\text{м}$  – высота от поверхности воды до ворот.





**Запишем формулы  
уравнения  
движения по осям X и Y:**

$$X = x_0 + v_{0x}t + g_x t^2/2$$

$$x_0 = 0$$

$$a = g = 0$$

$$v_{0x} = v_0 \cos \alpha$$

$$X = v_0 t \cos \alpha$$

$$Y = y_0 + v_{0y}t + g_y t^2/2$$

$$y_0 = h_0$$

$$a = g = -g$$

$$v_{0y} = v_0 \sin \alpha$$

$$Y = h_0 + v_0 t \sin \alpha - gt^2/2$$

Известно, что перекладина находится на высоте 1,5м над поверхностью воды.

$$-gt^2/2 + v_0 t \sin \alpha + h_0 = 1,5$$



$$D = v_0^2 \sin^2 \alpha - 4(-gt^2/2)(h_0 - 1,5) = v_0^2 \sin^2 \alpha - 2g(1,5 - h_0)$$



$$t_1 = (-v_0 \sin \alpha - \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2g(1,5 - h_0)}) / -g$$



$$t_1 = (v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2g(1,5 - h_0)}) / g$$



$$t_2 = (-v_0 \sin \alpha + \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2g(1,5 - h_0)}) / -g$$



$$t_2 = (v_0 \sin \alpha - \sqrt{v_0^2 \sin^2 \alpha - 2g(1,5 - h_0)}) / g$$

Найдем  $L$  из  $t_1$ , где  $\sin\alpha > 0$ :

$$L=x=v_0 t \cos\alpha=v_0 \cos\alpha(v_0 \sin\alpha+\sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha-2g(1,5-h_0)})/g=$$
$$(v_0^2 \sin\alpha \cos\alpha+v_0 \cos\alpha\sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha-2g(1,5-h_0)})/g;$$

При  $h_0=1,5$ ;  $L=(v_0^2 \sin 2\alpha)/g$ ;

Теперь найдем  $L$  из  $t_2$ , где  $\sin\alpha < 0$ :

$$L=(v_0^2 \sin\alpha \cos\alpha+v_0 \cos\alpha\sqrt{v_0^2 \sin^2\alpha-2g(1,5-h_0)})/g;$$

При  $h_0=1,5$ ;  $L=(v_0^2 \sin 2\alpha)/g$ .

# Определим зависимость

$v_0$  от угла  $\alpha$ :

Условия:

$$h_0 = 1,5 \text{ м}$$

$$L = 5 \text{ м}$$

1)  $\alpha = -15$

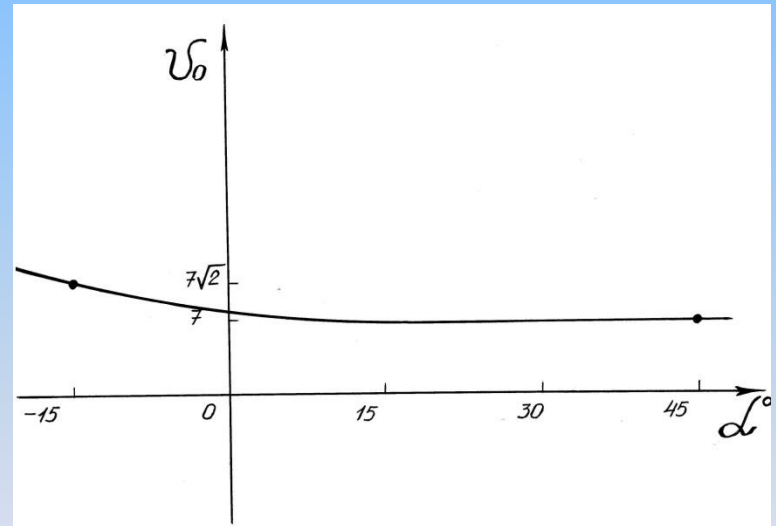
$$5 = (v_0^2 \sin 30) / 9,8$$

$$v_0 = 7\sqrt{2} \text{ м/с}$$

2)  $\alpha = 45$

$$5 = (v_0^2 \sin 90) / 9,8$$

$$v_0 = 7 \text{ м/с}$$



Вывод: чем меньше угол броска, тем больше начальная скорость (т.е. сильнее бросок).

# Задача 3

## Условия:

- ❖ Запасы питательных веществ  $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$
- ❖ Различные продукты  $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ ;
- ❖  $a_{ij}$  запасы (в некоторых единицах) питательного вещества вида  $\beta_j$  в продукте  $Z_{ij}$ ;
- ❖ стоимость некоторой единицы продукта  $C_j$ ;
- ❖ минимальная норма питательного вещества  $b_i$ ;
- ❖ количество продукта  $X_j$ ;

**Общие запасы питательного вещества  $\beta_i$ , во всех видах продуктов составят сумму :**

$$a_{i1} X_1 + \dots + a_{ij} X_j + \dots + a_{im} X_m.$$

$$a_{i1} X_1 + \dots + a_{ij} X_j + \dots + a_{im} X_m \geq b_i \\ i = 1, \dots, m \quad (1)$$

**Общая стоимость приобретенных продуктов составит:**

$$F(X) = C_1 * X_1 + C_2 * X_2 + \dots + C_n * X_n$$

Рассмотрим вариант, в котором фигурируют пять питательных веществ ( $m = 5$ ) и два типа продуктов ( $n = 2$ ).

Питательные вещества	Продукты		Норма
	1	2	
P1	2	3	13
P2	3	2	12
P3	2	4	16
P4	2	2	10
P5	1	0	1

Условия неотрицательности переменных и минимизируемая форма примут вид:

- $2x_1 + 3x_2 \geq 13$ , (I)
- $3x_1 + 2x_2 \geq 12$ , (II)
- $2x_1 + 4x_2 \geq 16$ , (III)
- $2x_1 + 2x_2 \geq 10$ , (IV)
- $x_1 \geq 1$ , (V)
- $x_2 > 0$ , (VI)
- $F(X) = 2x_1 + 3x_2$

допустимых решений, определяемая системой линейных неравенств (I) — (VI), и линии уровня минимизируемой формы  $F$ .

