

# Тема урока: Решение задач. Движение жидкости в открытых руслах и каналах

## Цель:

- Вспомнить основные расчетные формулы,
- Определить гидравлически наивыгоднейшее сечение канала,
- Научиться определять допустимые скорости движения воды в каналах с помощью таблиц
- Решать задачи с применением данных формул



# Канал

(от лат. Canalis – труба, желоб) в гидротехнике, искусственное русло (водовод) правильной формы с безнапорным движением воды, устроенное в грунте



# По назначению каналы делятся на:

Соединяют реки, озера, моря и рассчитаны на водный транспорт - от маленьких лодок до огромных сухогрузов

Проводят воду из рек к турбинам гидроэлектростанции (ГЭС), а затем отводят воду, за пределы ГЭС

Бывают ирригационными (оросительными) и дренажными (осушительными)

Подают воду к месту ее потребления



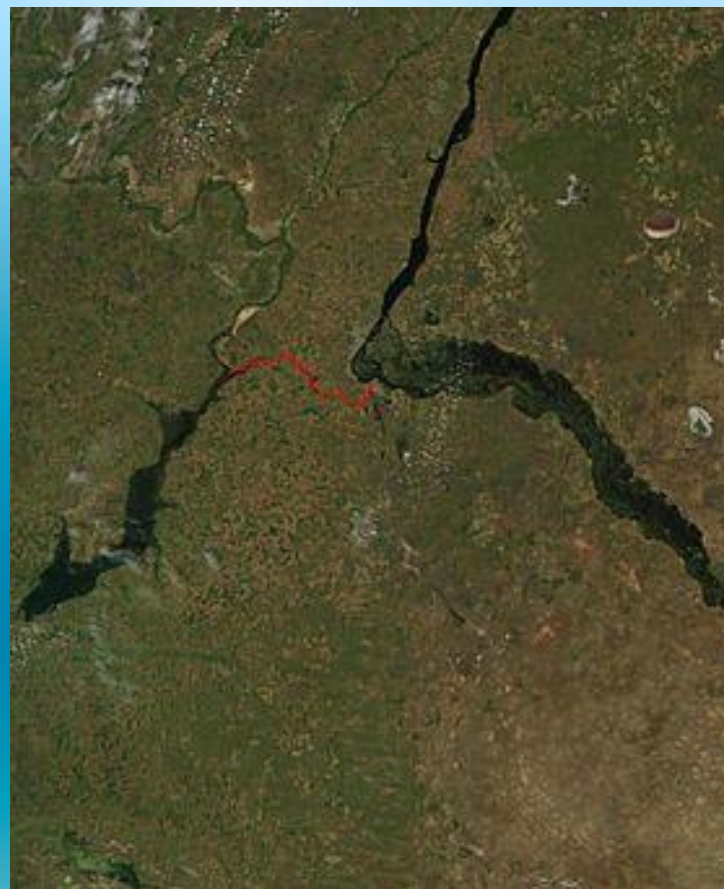
# Августовский канал, соединяющий бассейны Вислы и Немана



Длина 101,2 км, в том числе 22 км на территории Белоруссии, около 79 км на территории Польши. Включает ряд шлюзов и разводных мостов.



# Шлюз Волго-Донского судоходного канала



# Система шлюзов на канале Кеннет-Эйвон



# Северо-крымский канал



# Большой Алматинский канал (БАК)



# На сегодняшний день в Казахстане существует ряд каналов:

**Арыс-Туркестанский канал (в ЮКО 200 км)**

**Баскаринский канал (Кызылординская область 48 км)**

**Большой Алматинский канал (Алматинская область 168 км)**

**Достык канал (ЮКО 113 км)**

**Жанадариинский канал (Кызылординская область 592,3 км)**

**Иртыш-Караганда (Павлодарская и Карагандинская области 459 км)**

**Кызылкумский канал (ЮКО 120 км)**

Казахстан рассматривает варианты переброски воды из реки Иртыш в Аральское море





# Основные расчетные формулы

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{\alpha v^2_1}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{\alpha v^2_2}{2g} + hw$$

$$hw = \frac{v^2}{C^2 R} L$$

$$v = C\sqrt{RI}$$

$$v = C\sqrt{h_{cp}I}$$

$$Q = C\sqrt{RI} * \omega$$



# Гидравлически наивыгоднейшее сечение канала

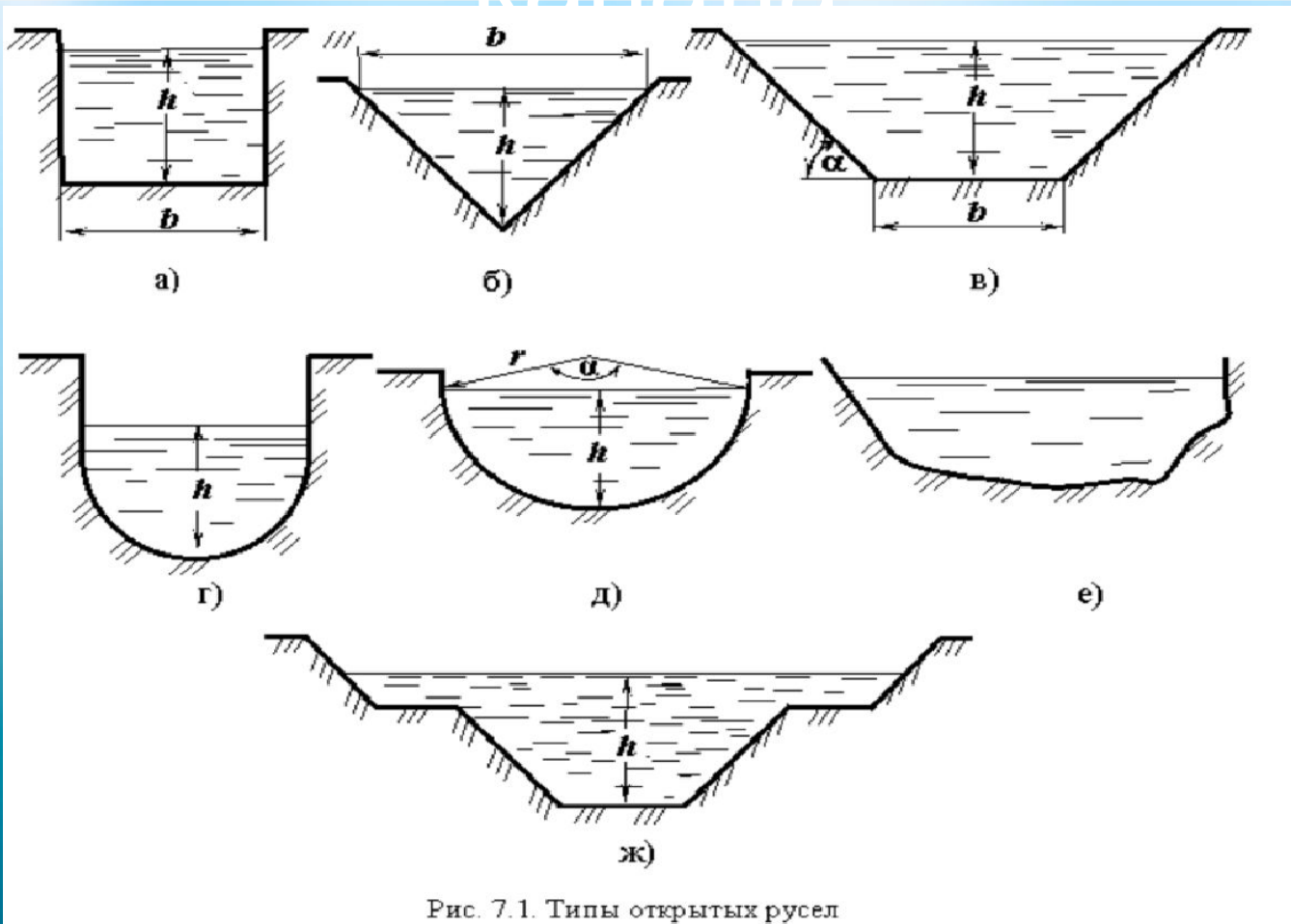
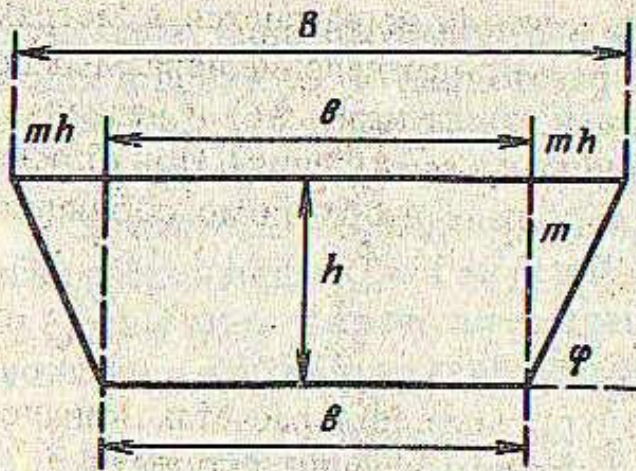


Рис. 7.1. Типы открытых русел



# I гидравлически наивыгоднейшее сечение

канала



$$\omega = (b + mh)h$$

$$\chi = b + 2h\sqrt{1 + m^2}$$

$$R = \frac{\omega}{\chi}$$

$$R = \frac{(b + mh)h}{b + 2h\sqrt{1 + m^2}}$$

$$R = \frac{h}{2}$$



# Допустимые скорости движения воды в каналах

Неразмывающая скорость  
Незаиляющая скорость

$$v_{\text{мин}} < v < v_{\text{макс}}$$

$$v_{\text{мин}} = aR^{0,5}$$

$$v_{\text{мин}} = AQ^{0,2}$$



# Пример решения задач

**Задача:**

Трапециевидальный канал проложен в среднеуплотненных суглинках шириной по дну  $b=8,5\text{ м}$  при уклоне  $I=0,0001$ , глубина воды  $h=1,7\text{ м}$ , длина канала  $L=1\text{ км}$ , коэффициент откоса  $m=1,5$ . Поток при температуре  $t=10^{\circ}\text{ С}$  проносит очень мелкие илистые наносы. Вычислить скорость и расход, установить режим движения и потери напора  $h_w$ , определить, отвечает ли канал наивыгоднейшему сечению, проверить условия размыва и заиления



# Пример решения задач

## Таблицы для решения:

Значение  $\nu$  м<sup>2</sup>/с для воды в зависимости от температуры

t°С	0	2	4	6	8
0	179	167	157	147	138
10	131	124	117	112	106
20	101	96	92	87	84
30	80	75	72	69	67
40	66	62	60	58	56
50	56	52	51	49	48



# Пример решения задач

## Таблицы для решения:

Значения коэффициентов шероховатости для естественных водотоков (по М. Ф. Срибному)		
Категория	Характеристика русла	$n$
<b>А. Равнинные реки</b>		
1	Прямолинейные участки канализованных рек в плотных грунтах с тонким слоем илистых отложений	0,020
2	Извилистые участки канализованных рек в плотных грунтах с тонким слоем илистых отложений	0,022
3	Естественные земляные русла в весьма благоприятных условиях, чистые и прямые, со спокойным течением	0,025
4	Галечные и гравийные русла в таких же условиях	0,030
5	Русла постоянных водотоков, преимущественно больших и средних рек в благоприятных условиях состояния ложа и течения воды	0,035
6	Сравнительно чистые русла постоянных водотоков в обычных условиях, извилистые с некоторыми неправильностями в направлении струй или же прямые, но с неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни). Незаросшие ровные поймы	0,040



# Пример решения задач

## Таблицы для решения:

Значения коэффициента Шези  $C$ ,  $m^{0.5}/c$  по формуле Г. В. Железнякова (7.15)

$(R, h_{cp})$ $m$	$n$									
	0,010	0,015	0,020	0,025	0,030	0,040	0,050	0,080	0,10	0,20
0,1	80,7	49,2	34,5	26,0	20,5	14,1	10,5	5,47	3,92	1,01
0,3	89,7	57,3	41,4	32,1	26,0	18,6	14,3	8,09	6,13	2,37
0,5	94,0	61,2	44,9	35,3	28,9	21,1	16,5	9,73	7,54	3,29
0,7	96,9	63,8	47,4	37,6	31,1	22,9	18,1	11,0	8,65	4,04
0,9	99,1	65,8	49,2	39,3	32,6	24,4	19,4	12,0	9,58	4,69
1,2	101,6	68,2	51,4	41,3	34,5	26,1	21,0	13,3	10,8	5,56
1,6	104,1	70,5	53,6	43,4	36,5	27,9	22,7	14,8	12,1	6,55
2,0	106,1	72,4	55,4	45,1	38,1	29,4	24,1	16,0	13,2	7,43
2,5	108,1	74,3	57,1	46,8	39,8	31,0	25,6	17,2	14,4	8,41
3,0	109,7	75,8	58,6	48,2	41,1	32,2	26,8	18,3	15,4	9,28
3,5	111,1	77,1	59,9	49,4	42,3	33,3	27,8	19,3	16,3	10,1
4,0	112,3	78,3	61,0	50,5	43,3	34,3	28,8	20,2	17,1	10,8
4,5	113,4	79,3	61,9	51,4	44,2	35,2	29,6	20,9	17,9	11,5
5,0	114,3	80,2	62,8	52,2	45,1	36,0	30,4	21,6	18,6	12,1





# Пример решения задач

## Таблицы для решения:

**Неразмывающие скорости  $v_{\text{макс}}$ , м/с, в зависимости от грунтов и глубин**

Грунт	Средние глубины $h$ , м			
	0,4	1,0	2,0	3,0
Малоплотные глины и суглинки	0,33	0,40	0,46	0,50
Среднеплотные	0,70	0,85	0,95	1,1
Плотные	1,0	1,2	1,4	1,5
Очень плотные	1,4	1,7	1,9	2,1

Таблица 14

**Неразмывающие скорости в зависимости от материала стенок**

Материал	$v_{\text{макс}}$ , м/с	Материал	$v_{\text{макс}}$ , м/с
Пыль, ил	0,15—0,20	Скальные породы	2,5—4,5
Песок	0,20—0,60	Бетонная облицовка	5,0—10,0
Гравий	0,60—1,20	Дерево	1,5—2,5
Супесь и суглинок	0,7—1,8		
Глина	1,0—1,8		

где  $R$  — гидравлический радиус;  $a$  коэффициент, зависящий от состава насосов и шероховатости стенок (табл. 15).

Таблица 15  
Значение коэффициента  $a$

Наносы	$a$
Крупные, песчано-илистые	0,60—0,77
Средние	0,58—0,64
Мелкие	0,41—0,45
Очень мелкие	0,37—0,41

Таблица 16  
Значение  $A$

Гидравлическая крупность, $w$ , мм/с	$A$
1,5	0,33
1,5—3,5	0,44
3,5	0,55



# Самостоятельная работа

*Задача 1: в канале трапецеидального сечения с шириной по дну 8,5м глубина воды при равномерном движении составляет 1,7м, расход  $15\text{м}^3/\text{с}$ , температура воды  $20^\circ\text{C}$ . Определить потери напора на участке длиной 1 км. При расчетах принять коэффициент заложения бортов 1.*



# Самостоятельная работа

*Задача 2: канал трапецеидального сечения имеет следующие размеры: ширина по дну 3,8м, коэффициент заложения откоса 1,5, глубина воды 1,2 м. Определить режим движения воды в канале при расходе 5,2 м<sup>3</sup>/с. Температура воды 20°С.*



# Рефлексия

- *Что было сложным при решении задач*
- *Поняты ли смысл решения задач по данной теме*
- *Где и когда вам пригодятся ваши знания по расчету каналов*
- *С какими трудностями столкнулись при решении задач*
- *Что далось легче всего*
- *Что запомнилось на данном практическом занятии*



# Подведение итогов урока



# Домашнее задание

1. повторить тему движение жидкости в открытых руслах и каналах: расчет дренажных труб
2. КВЗ по всем пройденным темам
3. подготовиться к зачету

