


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Институт горного дела и строительства
Кафедра «Санитарно-технические системы»

Утверждено на заседании кафедры
«Санитарно-технические системы»
«20» января 2022 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой



Р.А. Ковалев

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по проведению практических (семинарских) занятий
по дисциплине (модулю)
«Сооружения подземной фильтрации»

основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы магистратуры

по направлению подготовки
08.03.01 – "Строительство"

с профилем
"Водоснабжение и водоотведение"

Форма(ы) обучения: очная, заочная

Идентификационный номер образовательной программы: 080401-01-22

Тула 2022 год

Разработчик(и) методических указаний

Белоусов Р.О., доцент, к.т.н., доцент
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)



(подпись)

Исходные данные:

Коэффициент фильтрации – 18 м/сут

Глубина заложения грунтовых вод – 5 м

Глубина заложения водоупора – 10 м

Толщина водоупора – 4 м

Мощность артезианского водоносного пласта под водоупором – 15 м

Напор воды в артезианском водоносном пласте – 25 м

Диаметр шахтного колодца – 2 м

Диаметр скважины – 150 мм

Длина водосборной галереи – 100 м

Понижение уровня при откачке – 4 м

Длина дамбы – 20 м

Ширина дамбы – 5 м

Глубина воды в верхнем пруде – 2 м

Глубина воды в нижнем пруде – 1 м

Диаметр котлована под КНС – 6 м

Глубина котлована – 7 м

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1

Совершенный безнапорный шахтный колодец

- Определить дебит
- При какой глубине откачки дебит колодца уменьшится на 30%?
- На каком расстоянии от колодца уровень грунтовых вод понизится на 0,5 м?

1. Определение дебита

Для расчёта используется формула Дюпюи:

$$Q = \frac{\pi \cdot k \cdot (H^2 - h_0^2)}{\frac{\ln R}{r_0}}, \text{ м}^3/\text{сут}$$

где k – коэффициент фильтрации

H – мощность пласта

h – сколько воды осталось

R – радиус влияния

r_0 – радиус колодца

$$R = 3000 \cdot S \cdot \sqrt{k}, \text{ м}$$

$$R = 3000 \cdot 4 \cdot \sqrt{18} = 50911,7 \text{ м}$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot (5^2 - 1^2)}{\frac{\ln 50911,7}{1}} = 125,2 \text{ м}^3/\text{сут}$$

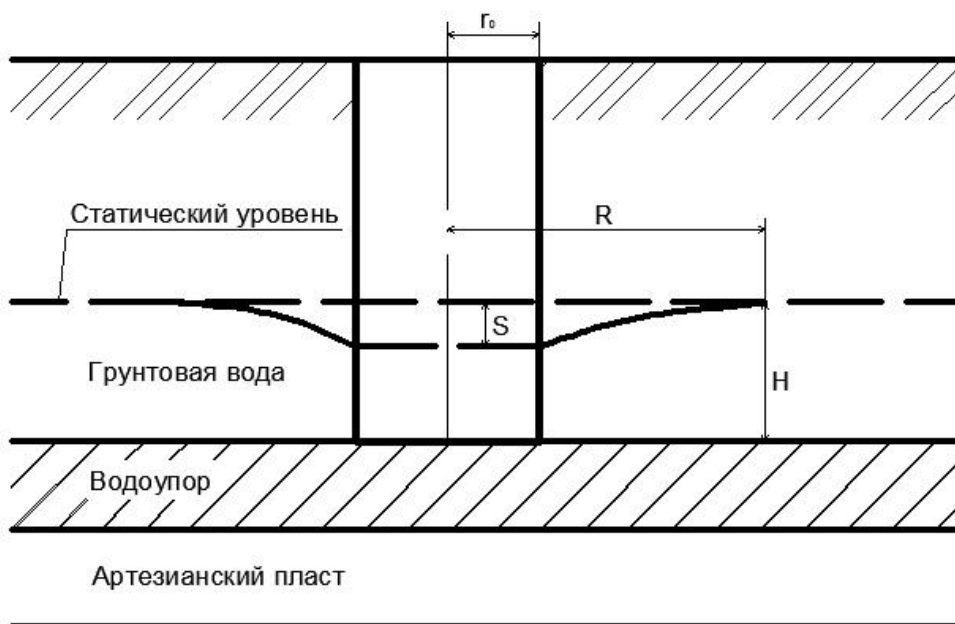
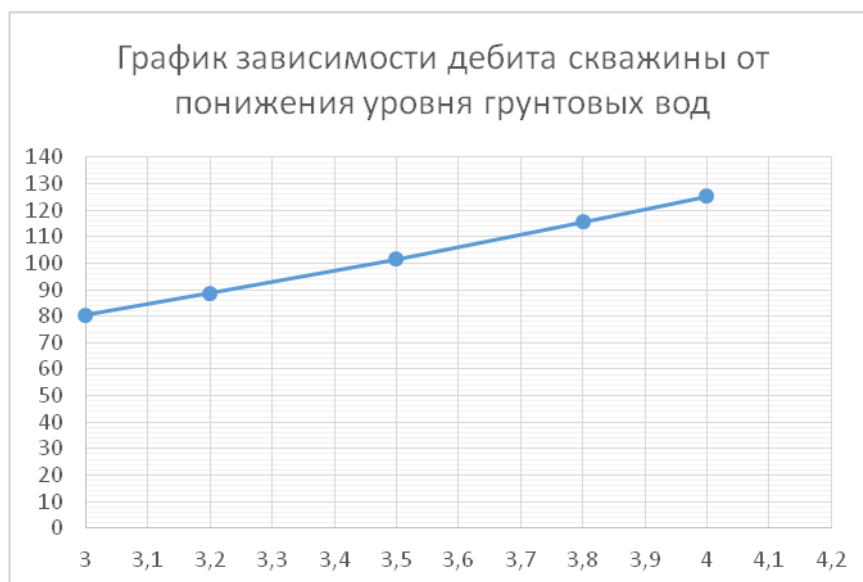


Рис. 1. Совершенный безнапорный шахтный колодец

2. При какой глубине откачки дебит колодца уменьшится на 30 %

Таблица 1. Зависимость дебита скважины от понижения уровня грунтовых вод

S	Q
4	125,1614
3,8	115,4864
3,5	101,6422
3,2	88,60283
3	80,35893



При $Q = 87,64 \text{ м}^3/\text{сут}$ S будет равно 3,18 м

3. На каком расстоянии от колодца уровень грунтовых вод понизится на 0,5 м

Таблица 2. Зависимость уровня грунтовых вод

x	y
1	5
5	5,345367
10	5,487416
15	5,56883
20	5,62588



Уровень грунтовых вод понизится на 0,5 м на расстоянии 10,64 м от колодца.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №2

Совершенная артезианская скважина (трубчатый колодец)

- Определить дебит
- Какой диаметр скважины нужен для увеличения дебита на 50%?
- При какой глубине откачки дебит скважины будет равен дебиту шахтного колодца?

1. Определение дебита

Для расчёта используется формула:

$$Q = \frac{2\pi \cdot k \cdot M \cdot S}{\ln \frac{R}{r_0}} \cdot \text{м}^3/\text{сут}$$

где k – коэффициент фильтрации

R – радиус влияния

r_0 – радиус колодца

$$R = 2 \cdot S \cdot \sqrt{H \cdot k}, \text{ м}$$

$$R = 2 \cdot 4 \cdot \sqrt{25 \cdot 18} = 169,7 \text{ м}$$

$$Q = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 18 \cdot 15 \cdot 4}{\ln \frac{169,7}{0,075}} = 878,07 \text{ м}^3/\text{сут}$$

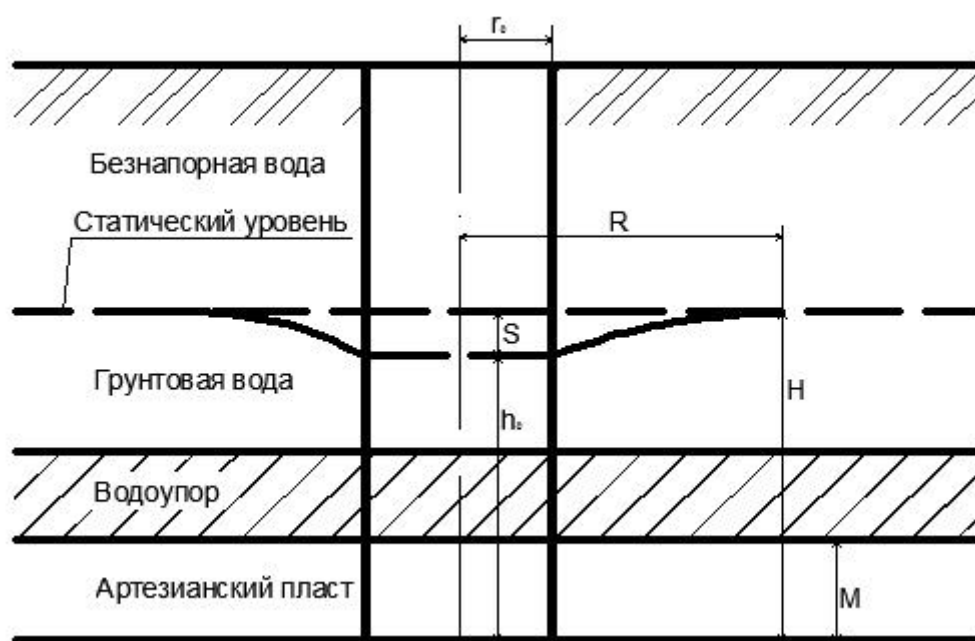
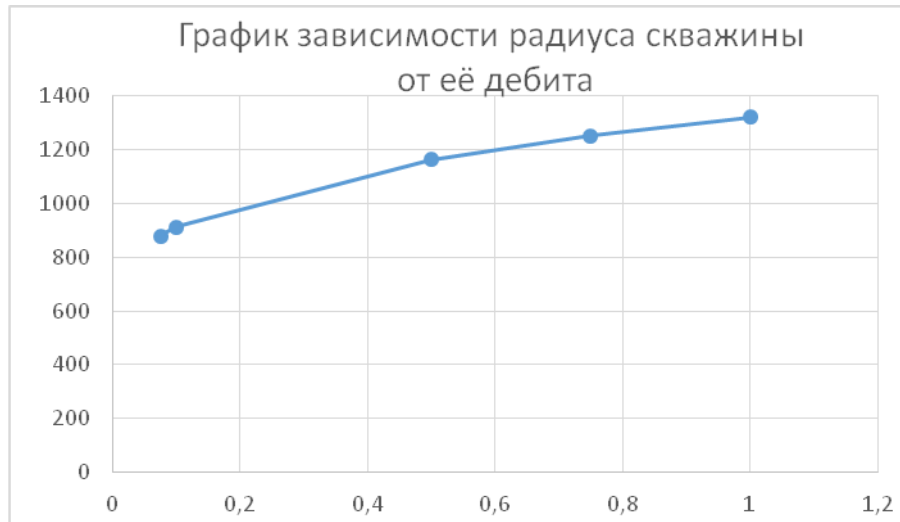


Рис. 2. Совершенная артезианская скважина

2. Какой диаметр скважины нужен для увеличения дебита на 50 %

Таблица 3. Зависимость радиуса от дебита скважины

r	Q
0,075	878,0602
0,1	912,0276
0,5	1163,925
0,75	1250,97
1	1321,067



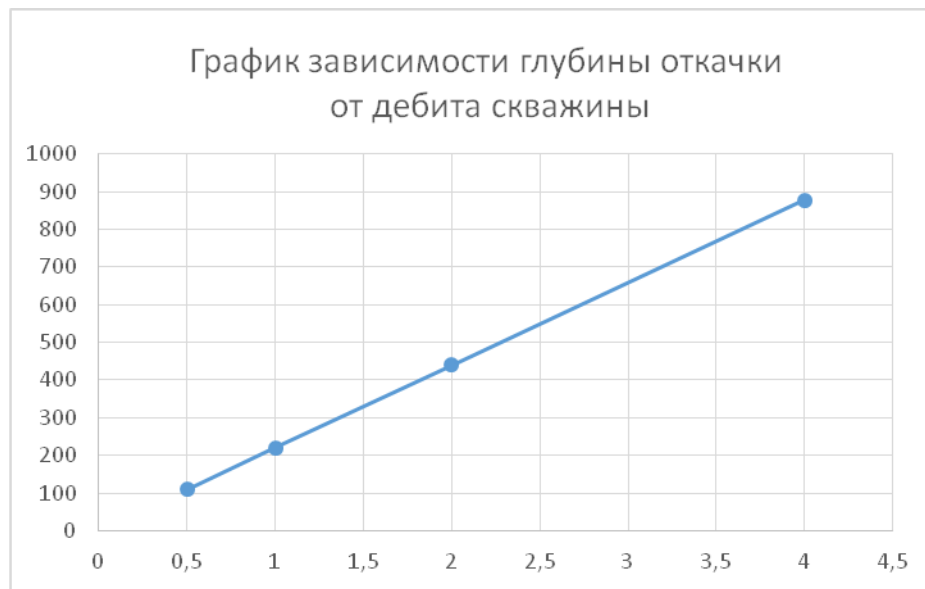
При $Q = 1317,75$ диаметр колодца будет равен 2 м, тогда как при диаметре 0,15 м $Q = 878,07 \text{ м}^3/\text{сут.}$

При таком увеличении диаметра экономический затраты увеличатся и использование скважины станет нецелесообразным. \

3. При какой глубине откачки дебит скважины будет равен дебиту шахтного колодца

Таблица 4. Зависимость глубины откачки от дебита скважины

S	Q
4	878,5492
2	439,2746
1	219,6373
0,5	109,8187



При глубине откачки равной 0,57 м дебит скважины будет равен дебиту шахтного колодца, который составляет 125,2 м³/сут.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №3

Водосборная галерея

- Определить дебит
- На каком расстоянии от галереи уровень грунтовых вод понизится на 1 м?

1. Определение дебита

Для расчёта используется формула:

где k – коэффициент фильтрации
 $L=R$ – радиус влияния

$$R = 2 \cdot S \cdot \sqrt{H \cdot k}, \text{ м}$$

$$R = 2 \cdot 4 \cdot \sqrt{5 \cdot 18} = 75,9 \text{ м}$$

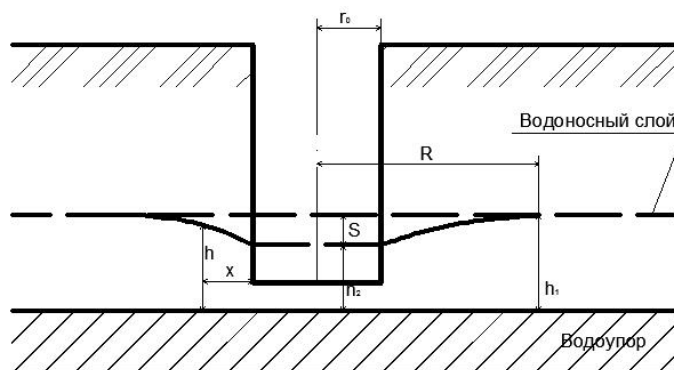


Рис.3. Водосборная галерея

- 2.
3. На каком расстоянии от галереи уровень грунтовых вод понизится на 1 м

$$h = \sqrt{h_1^2 - \frac{L - x}{L(h_1^2 - h_2^2)}}$$

Где $h=3\text{ м}$

$x=57,5 \text{ м}$ – Расстояние от галереи до пониженного на 1 м уровня грунтовых вод

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №4

Земляная перемычка (дамба) между прудами

- Определить дебит воды через перемычку
- Считая высоту отметку верха дамбы на 1 м выше отметки воды в верхнем пруде определить глубину грунтовых вод по центру дамбы (по ширине)

1. Определение дебиты воды через перемычку

$$q = \frac{(h_2^2 - h_1^2)}{2L} \cdot k, \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

$$q = \frac{(2^2 - 1^2)}{2 \cdot 20} \cdot 18 = 1,35 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

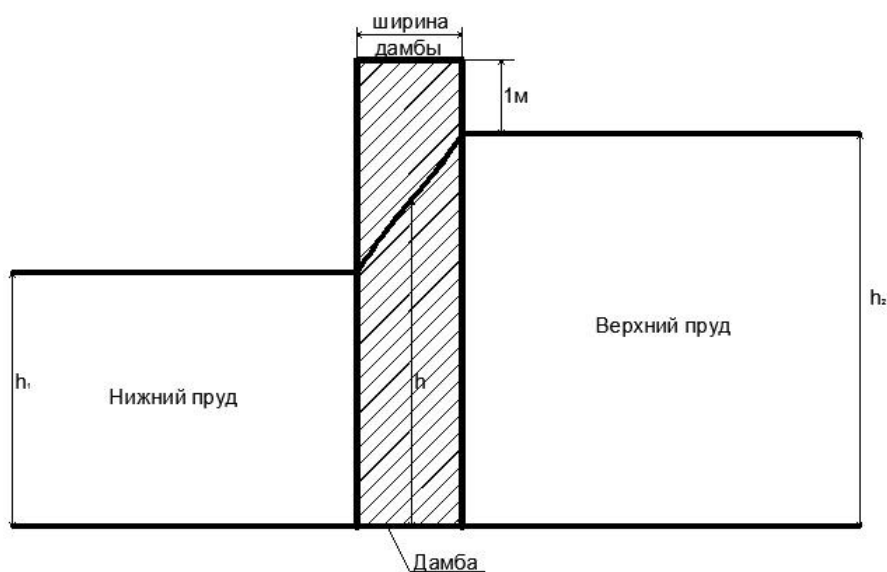


Рис. 4. Земляная перемычка (дамба)

2. Считая высоту отметку верха дамбы на 1 м выше отметки воды в верхнем пруде определить глубину грунтовых вод по центру дамбы (по ширине)

$$h^2 - h_1^2 = \frac{2qx}{k}$$

$$h^2 - 1 = \frac{2 \cdot 1,35 \cdot 2,5}{18}$$

$$h = 1,375 \text{ м}$$

Глубина грунтовых вод по центру дамбы составляет 1,375м

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №5

Водопонижение для котлована под КНС

- Рассчитать водопонижающие скважины (дебит, место установки)

Диаметр котлована 6м, глубина заложения 7м, мощность безнапорного водоносного горизонта 5м, глубина залегания грунтовых вод 5м, коэффициент фильтрации 18м/сут.

Скважина доходит до водоупора, диаметр скважины 300мм.

Скважины расположены на расстоянии 12 м от центра котлована.

Для того, чтобы грунтовые воды были ниже дна котлована на 1м задаём величину $S=4+1-2=3$ м.

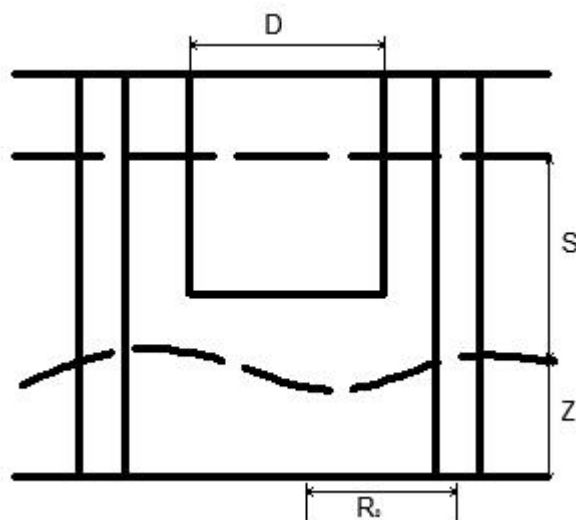


Рис.5. Котлован под КНС

R – радиус влияния

$$R = 2 \cdot S \cdot \sqrt{H \cdot k}, \text{ м}$$

$$R = 2 \cdot 3 \cdot \sqrt{5 \cdot 18} = 56,9 \text{ м}$$

Суммарный дебит скважины:

$$Q = \frac{\pi \cdot k \cdot (2H - S) \cdot S}{\ln \frac{R}{R_0}}, \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

$$Q = \frac{3,14 \cdot 18 \cdot (2 \cdot 5 - 3) \cdot 3}{\ln \frac{56,9}{12}} = 761 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

$$\varphi = 120 \cdot \pi \cdot r_0 \cdot \sqrt[4]{k}$$

где – радиус скважины (150мм)

$$\varphi = 120 \cdot 3,14 \cdot 0,15 \cdot \sqrt[4]{18} = 116,4$$

Задаём количество скважин 9шт, тогда высота фильтрующей части скважины будет равна:

$$Z_0 = \sqrt{\left(5 - 3\right)^2 - \frac{761}{3,14 \cdot 9 \cdot 18} \cdot \ln \frac{12}{9 \cdot 0,15}} = 0,85 \text{ м}$$

Проверяем полученный результат:

$$Z_0 = \frac{761}{116,4 \cdot 9} = 0,72 \text{ м}$$

Что примерно соответствует полученному ранее результату.

Следовательно, принимаем 9 скважин с высотой фильтрации (0,85) 1м

Расстояние между скважинами:

$$L = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_0}{n}, \text{ м}$$

$$L = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 12}{9} = 8,4 \text{ м}$$

Дебит одной скважины равен:

$$Q_0 = \frac{Q}{n}, \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$

$$Q_0 = \frac{761}{9} = 84,6 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$$