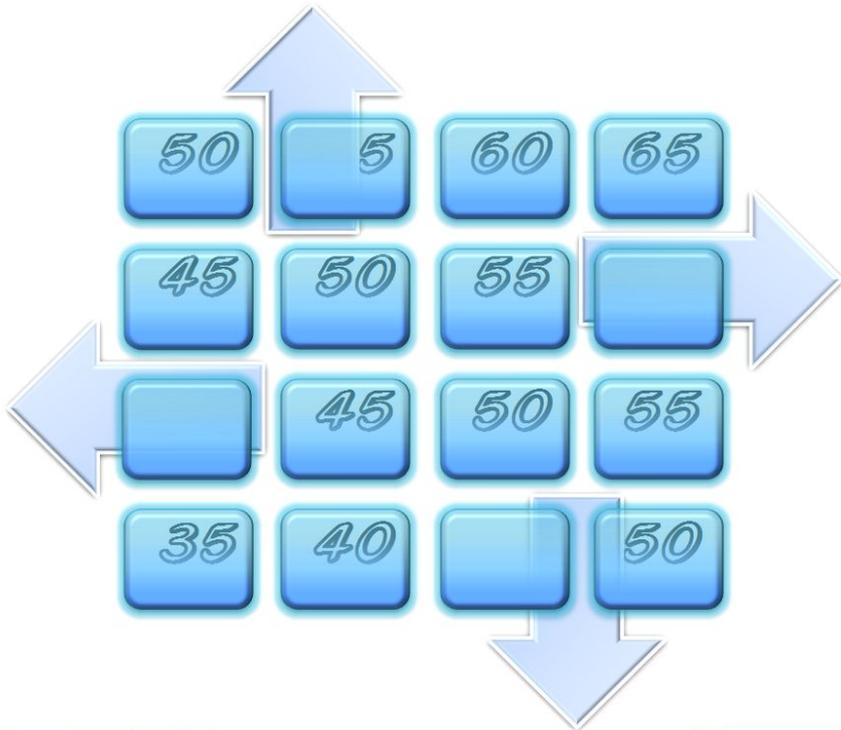


Гидродинамика флюидных систем и моделирование гидродинамических процессов



Лекция № 8
Расчёт скважин в
условиях
неограниченного
водоносного горизонта
(продолжение)

Кафедра гидрогеологии, инженерной геологии и
гидрогеоэкологии ИПР ТПУ
доцент Кузеванов К.И.

Расчёт скважин в условиях неограниченного водоносного горизонта

Задача 1 (водоснабжение). Одиночный водозабор в условиях установившегося водопритока

традиционное решение уравнения Дюпюи

численно-аналитическая модель откачки по уравнению Дюпюи

зонирование поля электронной таблицы

использование относительной и абсолютной адресации

использование имён переменных

исследовательский характер автоматизированного решения $S=f(r)$

Задача № 1 (осушение).

традиционное решение

решение методом подбора

Задача № 2 (водоснабжение) Одиночный водозабор в условиях квазиустановившегося водопритока

традиционное решение

численно-аналитическая модель откачки по уравнению Тейса-Джейкоба

исследовательский характер автоматизированного решения ($S=f(r)$, $S=f(t)$)

Расчёт систем взаимодействующих скважин

принцип суперпозиции

общее решение для понижения в системе двух взаимодействующих скважин

общее решение для понижения в системе трёх взаимодействующих скважин

Допустимое понижение уровня

В результате расчётов водозаборов получают величину понижения уровня при заданном (проектном) расходе скважины (скважин).

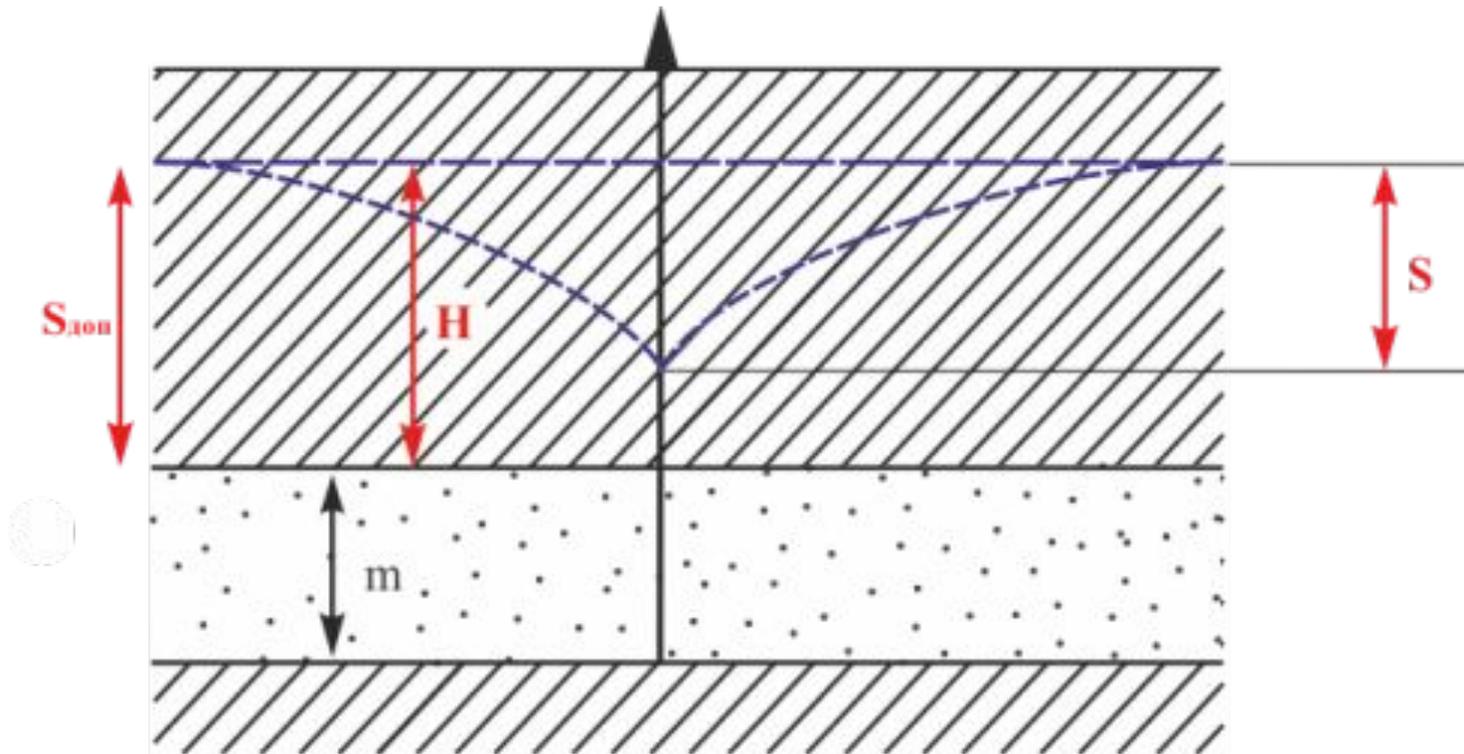
Критерием для оценки работы водозабора служит величина допустимого понижения уровня. Её величину назначают исходя из принципов охраны подземных вод от истощения.

Нормативными документами устанавливается допустимая величина снижения уровней при эксплуатации подземных вод питьевого назначения. Она отличается для напорных и безнапорных водоносных горизонтов.

Для напорных водоносных горизонтов при эксплуатации подземных вод допускается сбрасывать величину пьезометрической высоты на d кровлей напорного водоносного горизонта.

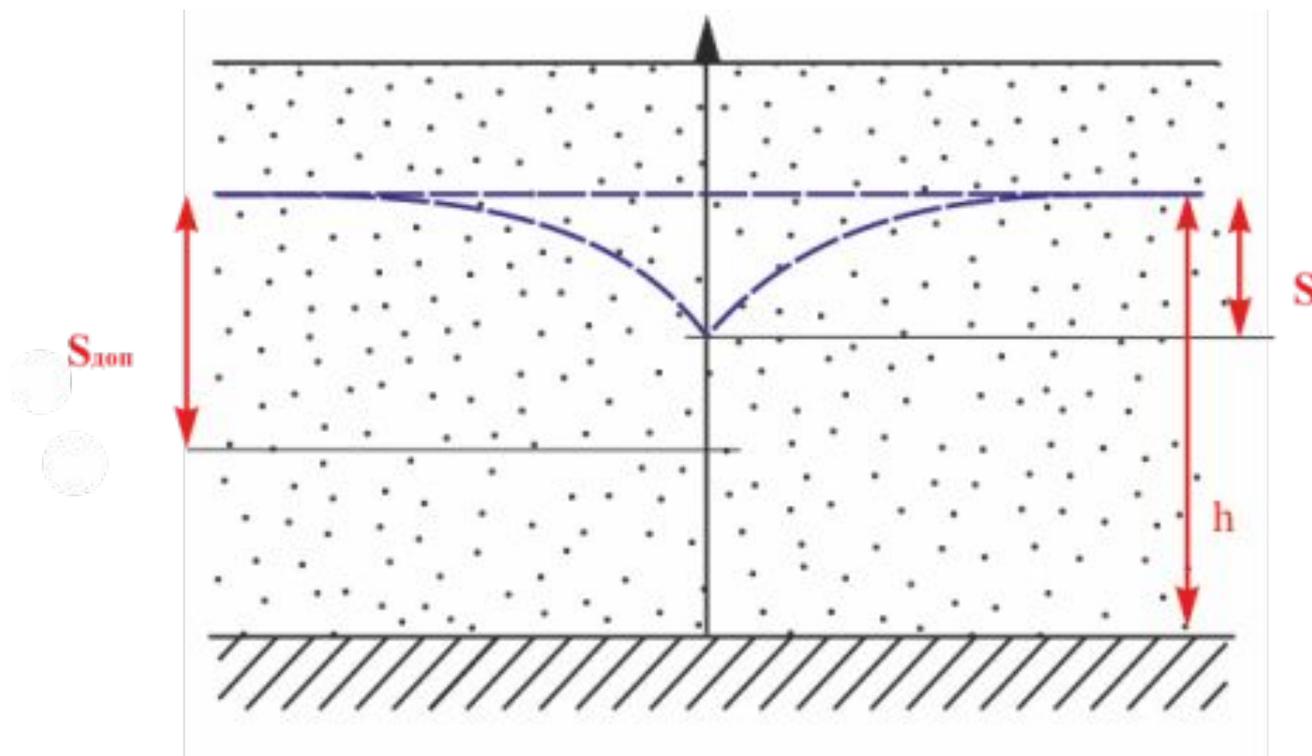
Для безнапорных водоносных горизонтов при эксплуатации подземных вод допускается сбрасывать половину мощности грунтового потока.

Допустимое понижение уровня



$$S_{\text{доп}} = 0,5H$$

Допустимое понижение уровня



$$S_{\text{доп}} = 0,5h$$

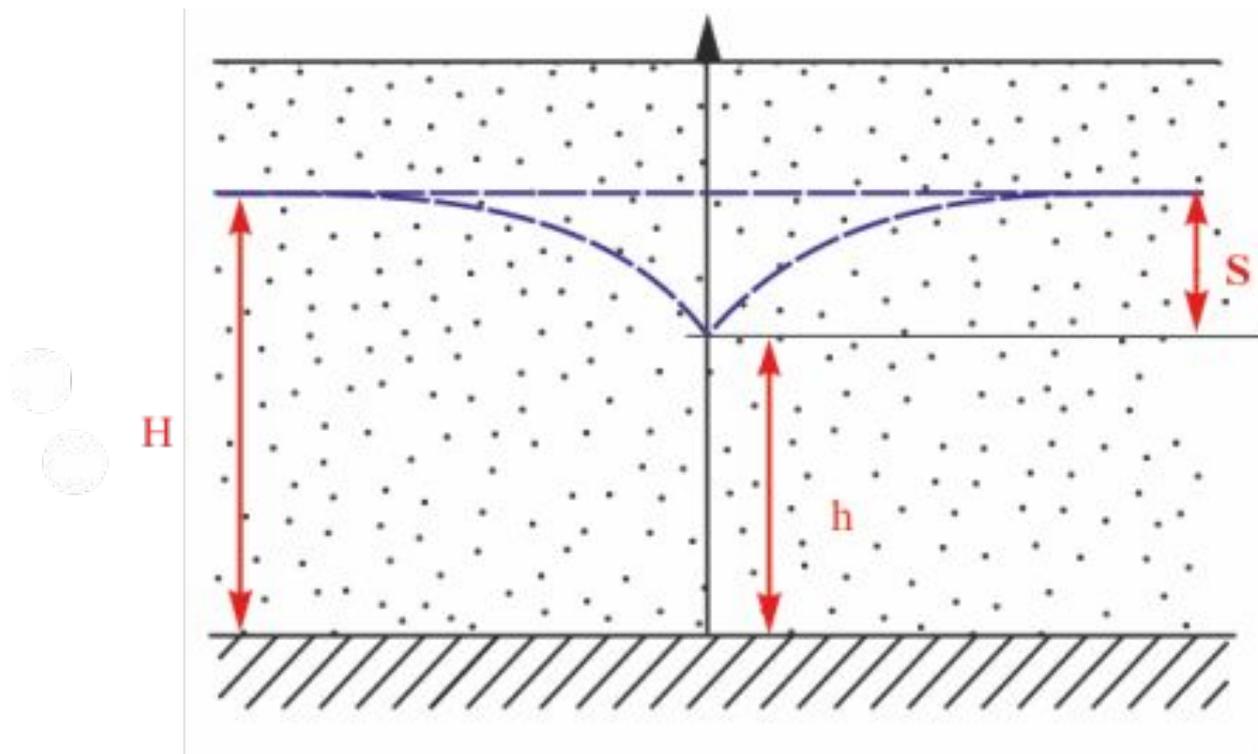
Допустимое понижение уровня

В случае острого дефицита подземных вод питьевого качества допускается увеличение допустимого понижения до 0,6 мощности водоносного горизонта по согласованию с надзорными органами.

Откачка из безнапорного водоносного горизонта

Расчёт одиночного водозабора в условиях безнапорного водоносного горизонта.

Откачка из безнапорного водоносного горизонта

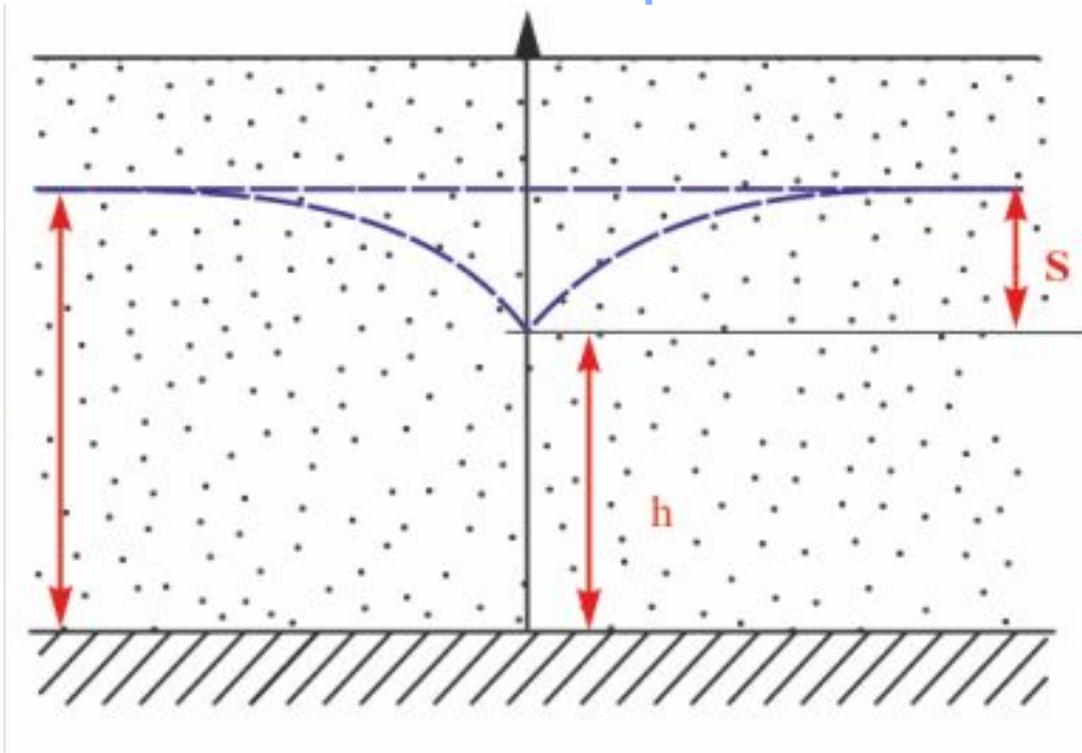


Изменение мощности безнапорного водоносного горизонта при откачке

$$S = \frac{Q}{4\pi km_{cp}} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2};$$

Замена мощности водоносного горизонта на её среднюю величину при откачке из безнапорного водоносного горизонта

Откачка из безнапорного водоносного горизонта



$$m_{cp} = \frac{H + h}{2};$$

Расчётная формула средней мощности безнапорного водоносного горизонта при откачке

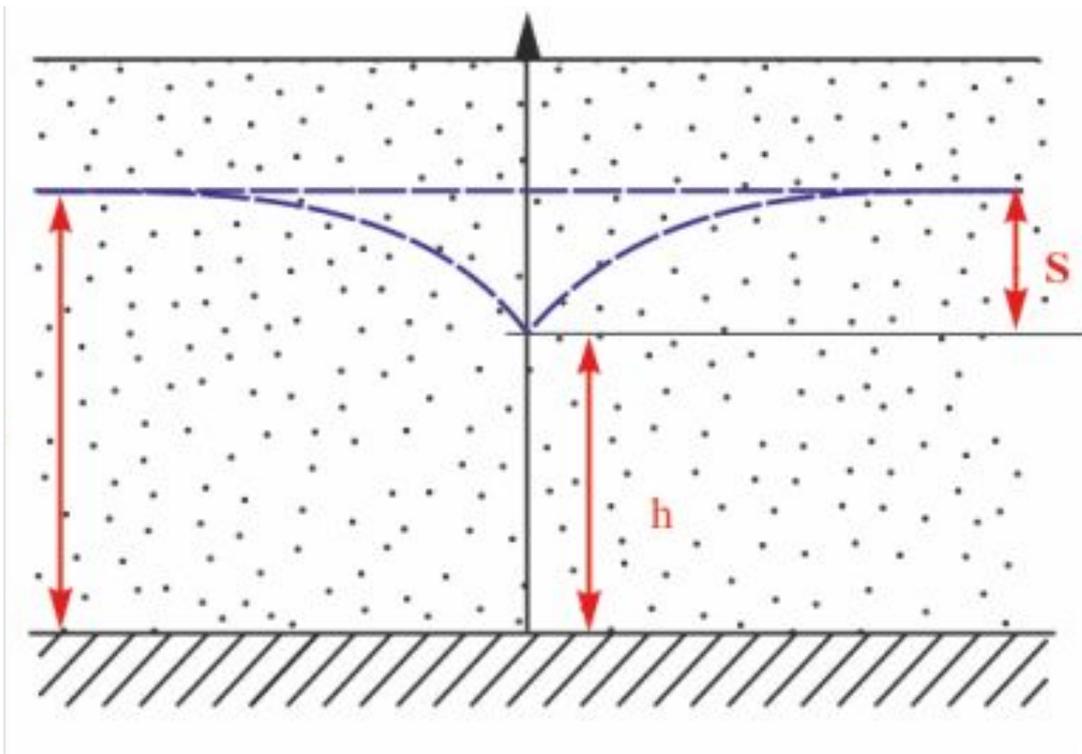
Откачка из безнапорного водоносного горизонта

$$S = \frac{Q \times 2}{4\pi k(H + h)} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2};$$

$$S(H + h) = \frac{Q}{2\pi k} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2};$$

Уравнение используется при обработке откачек из безнапорного водоносного горизонта

Откачка из безнапорного водоносного горизонта



Используем очевидную замену

$$S = H - h;$$

$$S(H + h) = \frac{Q}{2\pi k} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2};$$

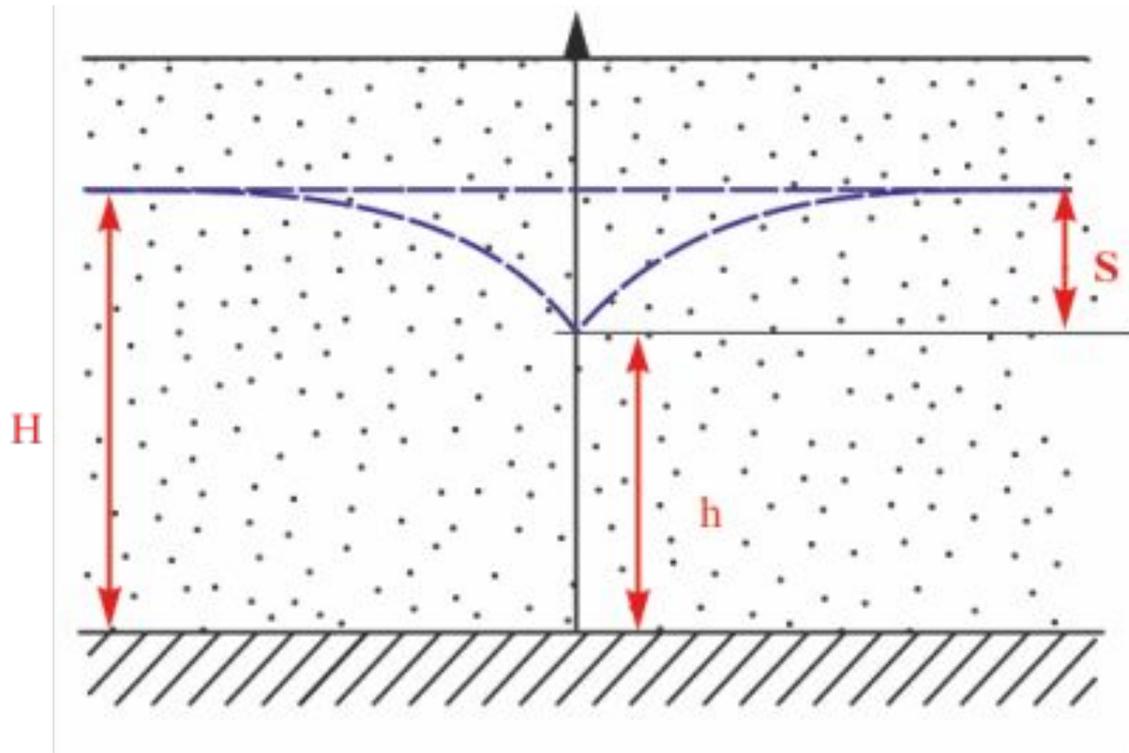
$$(H - h) \times (H + h) = \frac{Q}{2\pi k} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2};$$

$$H^2 - h^2 = \frac{Q}{2\pi k} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2};$$

$$h^2 = H^2 - \frac{Q}{2\pi k} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2};$$

$$h = \sqrt{H^2 - \frac{Q}{2\pi k} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2}};$$

Откачка из безнапорного водоносного горизонта



$$h = \sqrt{H^2 - \frac{Q}{2\pi k} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2}};$$

$$h = H - S;$$

Расчёт одиночного водозабора в условиях безнапорного водоносного горизонта.

Откачка из безнапорного водоносного горизонта

$$H - S = \sqrt{H^2 - \frac{Q}{2\pi k} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2}};$$

$$S = H - \sqrt{H^2 - \frac{Q}{2\pi k} \ln \frac{2,25a_y t}{r^2}};$$

Уравнение используется для расчёта понижения уровня в условиях безнапорного водоносного горизонта

Откачка из безнапорного водоносного горизонта

Очень часто расчёты безнапорной фильтрации допускается проводить по уравнениям для напорного водоносного горизонта.

Если при откачке из безнапорного водоносного горизонта понижение уровня не превышает 25% его первоначальной мощности, то такая замена допускается.

Метод «большого колодца» или «обобщённых систем» используется для расчета понижения уровня в центре системы взаимодействующих скважин, не требуя учёта индивидуальных особенностей отдельных скважин водозаборной системы.

Широко применяется для расчета водозаборов с большим количеством компактно расположенных скважин и для расчета водопритоков в открытые горные выработки (карьеры, котлованы, угольные разрезы)

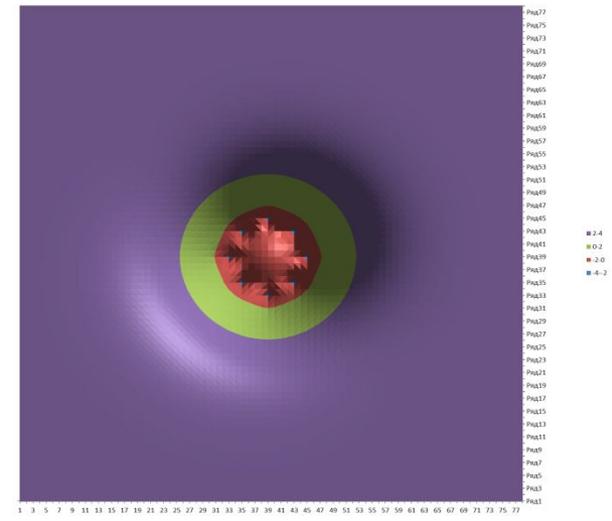
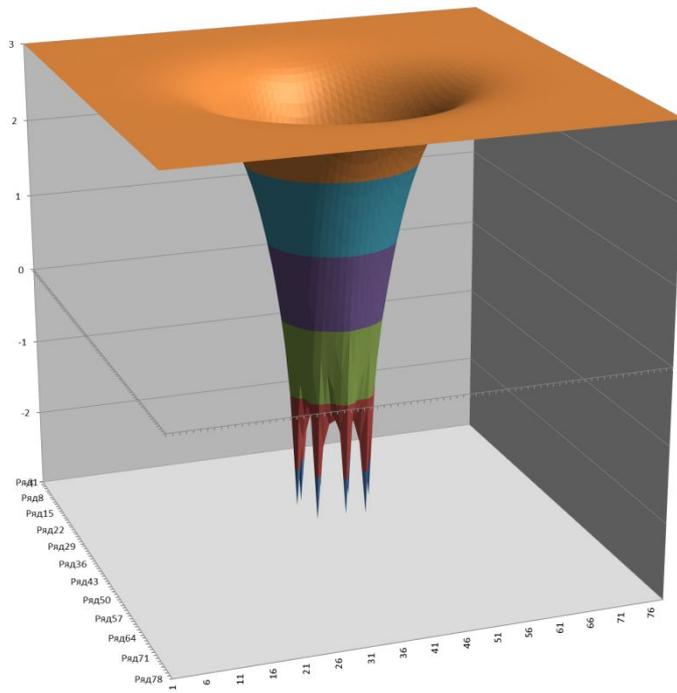
Суть метода заключается в том, что при сложном воздействии на пласт, например, большого количества эксплуатационных скважин возмущение на некотором расстоянии от водозабора становится эквивалентным возмущению от одиночного источника.

В этом случае возможна замена системы скважин одной условной выработкой большого диаметра (большим колодцем) с суммарным расходом водозабора.

Расчет понижения после замены проводится по известным формулам водопритока к одиночной скважине с учетом длительности откачки и режима водопритока потока

Депрессионная воронка, сформировавшаяся под влиянием группового кольцевого водозабора увеличенного радиуса при больших и одинаковых расходах.

Водозаборные скважины активно влияют друг на друга, формируется общая депрессионная воронка подобная воронке при откачке из одной скважины с большой величиной понижения уровня



$$S = \frac{Q_{\text{сум}}}{4\pi km} \ln \frac{2,25at}{r_{\text{пр}}^2};$$

$Q_{\text{сум}}$ - Суммарный расход взаимодействующих скважин водозабора;

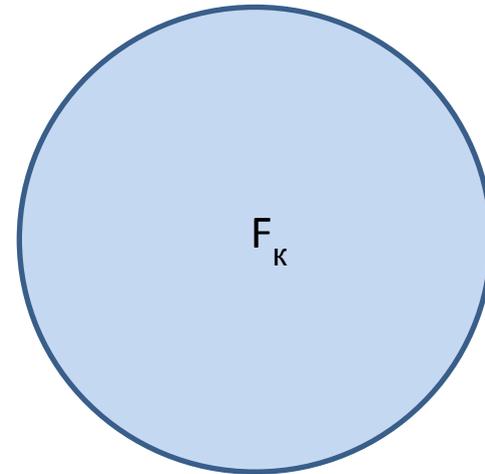
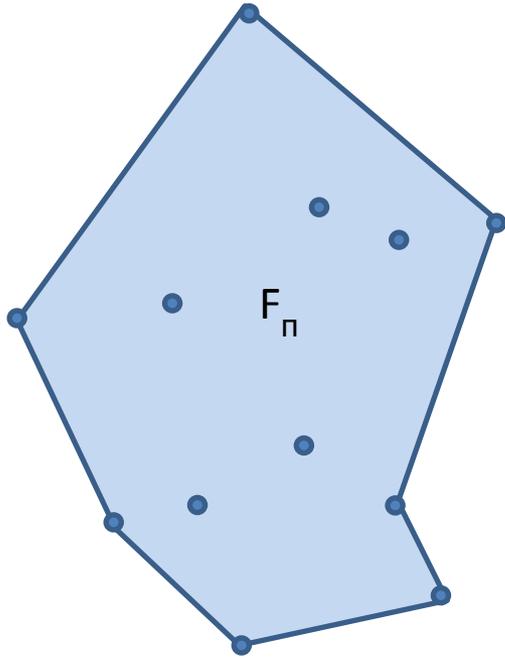
$r_{\text{пр}}$ - приведённый радиус большого колодца

Для котлованов или контуров примерно прямоугольной формы в плане, целесообразно условно приводить выработки к круглой в плане форме, а водозаборы к кольцевому ряду. Радиус такой окружности называется приведённым радиусом большого колодца:

$$r_{\text{пр}} = \eta \frac{d + b}{4};$$

b/d	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
η	1.05	1.08	1.12	1.144	1.16	1.174

Для площадных водозаборов используется радиус круга, равновеликого площади водозабора, ограниченной крайними выработками



$$F_n = F_k$$

$$F = \pi r^2;$$

$$r_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{F_n}{\pi}};$$

Расчёт приведённого радиуса площадного водозабора

Расчёт систем взаимодействующих скважин требует большого объёма однотипных вычислений, что делает оправданной автоматизацию вычислительных процедур

Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Характеристика напорного водоносного горизонта

Коэффициент фильтрации
Мощность
Водоотдача
Коэффициент пьезопроводности
Расчетное время

5
10
0,001
50000
0

Блок задания начальных условий

Характеристика внешних условий

Начальные координаты полигона

X 0 XN
y 0 YN

Параметры сетки полигона

Шаг по X 50
Шаг по Y 50

Расстояние до реки 0 L

Неограниченный пласт
Полуограниченный (первого рода)
Полуограниченный (второго рода)

0
-1
1

Управляющий множитель

0 um

Параметры задачи

Пример зонирования поля ЭТ при задании ИД

Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

координаты соединены с условными радиусами возмущающих скважин

	X		7100,1	8000,1	10800,1	11200,1	
	Y		7100,1	9000,1	10000,1	4500,1	
X	Y		Скв. 1	Скв. 2	Скв. 3	Скв. 4	
-5070	-4370	РТ 11	16723,5	18697,2	21409,3	18530,9	
7390	8090	РТ 88	1031,5	1095,7	3908,6	5234,9	



Срезки уровня

РТ 11	0,0	0,0	0,0	0,0
РТ 88	9,5	17,2	3,9	5,5

Понижения
2,1
31,1



Пример зонирования поля ЭТ при вычислениях

Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Характеристика напорного водоносного горизонта

Коэффициент фильтрации, м/сут	5	Kf
Мощность, м	20	m
Естественный напор, м	100	He
Водоотдача	0,001	mu
Коэффициент пьезопроводности	100000	a
Коэффициент водопроводности	100	

Характеристика верхнего раздельного слоя

Напор верхнего питающего пласта, м	
Мощность, м	
Коэффициент фильтрации, м/сут	
Коэффициент перетока	3,3

Характеристика нижнего раздельного слоя

Напор нижнего питающего пласта, м	
Мощность, м	
Коэффициент фильтрации, м/сут	
Коэффициент перетока	3,3

Параметры возмущающих скважин

		Скв. 1	Скв. 2	Скв. 3	Скв. 4	Скв. 5	Скв. 6	Скв. 7	Скв. 8	Скв. 9	Скв. 10
Координаты, м	X	100	100	100	100	100	200	200	200	200	200
	Y	100	200	300	400	500	500	400	300	200	100
Расходы, м ³ /сут	2653	600	494	465	494	600	0	0	0	0	0
Радиус фильтра, м		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Время работы, сут		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Проектная продолжительность работы					0						
Понижение		25,05	24,99	24,95	24,99	25,05	18,03	18,84	19,07	18,84	18,84

Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Расчет расстояний между эксплуатационными скважинами

Microsoft Excel - SVSBVU1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Сумм $=КОРЕНЬ((\$G\$51-D\$51)*(\$G\$51-D\$51)+(\$G\$52-D\$52)*(\$G\$52-D\$52))$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
15				Скв. 1	Скв. 2	Скв. 3	Скв. 4	Скв. 5	Скв. 6	Скв. 7	Скв. 8	Скв. 9	Скв. 10
16	Координаты, м	X		100	100	100	100	100	200	200	200	200	
17		Y		100	200	300	400	500	500	400	300	200	
18	Расходы, м³/сут		2653	600	494	465	494	600	0	0	0	0	
19	Радиус фильтра, м			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
20	Время работы, сут			1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
50	координаты соединены с условными радиусами возмущающих скважин												
51		X		400,1	400,1	400,1	400,1	400,1	500,1	500,1	500,1	500,1	500,1
52		Y		100,1	200,1	300,1	400,1	500,1	500,1	400,1	300,1	200,1	100,1
53				Скв. 1	Скв. 2	Скв. 3	Скв. 4	Скв. 5	Скв. 6	Скв. 7	Скв. 8	Скв. 9	Скв. 10
54	Расст.	Скв. 1		0,1	100,0	200,0	300,0	400,0	412,3	316,2	223,6	141,4	100,0
55		Скв. 2		100,0	0,1	100,0	200,0	300,0	316,2	223,6	141,4	100,0	100,0
56		Скв. 3		200,0	100,0	0,1	100,0	200,0	223,6	141,4	100,0	141,4	141,4
57				$=КОРЕНЬ((\$G\$51-D\$51)*(\$G\$51-D\$51)+(\$G\$52-D\$52)*(\$G\$52-D\$52))$				100,0	141,4	100,0	141,4	223,6	316,2
58		Скв. 5		400,0	300,0	200,0	100,0	0,1	100,0	141,4	223,6	316,2	400,0
59		Скв. 6		412,3	316,2	223,6	141,4	100,0	0,1	100,0	200,0	300,0	400,0
60		Скв. 7		316,2	223,6	141,4	100,0	141,4	100,0	0,1	100,0	200,0	300,0
61		Скв. 8		223,6	141,4	100,0	141,4	223,6	200,0	100,0	0,1	100,0	200,0
62		Скв. 9		141,4	100,0	141,4	223,6	316,2	300,0	200,0	100,0	0,1	100,0
63		Скв. 10		100,0	141,4	223,6	316,2	412,3	400,0	300,0	200,0	100,0	100,0
64		Скв. 11		101,0	1,4	99,0	199,0	299,0	315,0	222,3	140,0	99,0	100,0
65		Скв. 12		201,0	101,0	1,4	99,0	199,0	222,3	140,0	99,0	141,4	224,1
66		Скв. 13		301,0	201,0	101,0	1,4	99,0	140,0	99,0	141,4	224,1	316,9
67		Скв. 14		401,0	301,0	201,0	101,0	1,4	99,0	141,4	224,1	316,9	401,5
68		Скв. 15		401,5	301,5	201,5	101,5	1,8	99,0	141,8	224,5	317,3	401,5
69		Скв. 16		301,5	201,5	101,5	1,8	98,5	139,7	99,0	141,8	224,5	301,5
70		Скв. 17		201,5	101,5	1,8	98,5	198,5	221,8	139,7	99,0	141,8	201,5
71		Скв. 18		101,5	1,8	98,5	198,5	298,5	314,5	221,8	139,7	99,0	101,5
72		Скв. 19		1,8	98,5	198,5	298,5	398,5	410,6	314,5	221,8	139,7	1,8

Шаблон / SURFПонижения / SURFНапоры / Уровни / Перетоки / SURFТочки / Лист5 /

Правка NUM

Пуск ККИ Резуль... Micros... Skv KursRab Micro... 12:38

Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Расчет срезов уровней в эксплуатационных скважинах

Microsoft Excel - SVSBVU1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Сумма =ЕСЛИ((E\$18/(4*ПИ()*K*m))*LN(2,25*a*(E\$20+Tr))/(E54*E54))>0;(E\$18/(4*ПИ()*K*m))*LN(2,25*a*(E\$20+Tr))/(E54*E54);0

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
15				Скв. 1	Скв. 2	Скв. 3	Скв. 4	Скв. 5	Скв. 6	Скв. 7	Скв. 8	Скв. 9	Скв. 10
16	Координаты, м	X		100	100	100	100	100	200	200	200	200	
17		Y		100	200	300	400	500	500	400	300	200	
18	Расходы, м³/сут		2653	600	494	465	494	600	0	0	0	0	
19	Радиус фильтра, м			0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
20	Время работы, сут			1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	
74													
75	Срезы	Скв. 1		11,3812	=ЕСЛИ((E\$18/(4*ПИ()*K*m))*LN(2,25*a*(E\$20+Tr))/(E54*E54))>0;(E\$18/(4*ПИ()*K*m))*LN(2,25*a*(E\$20+Tr))/(E54*E54);0								
76		Скв. 2		4,7848									
77		Скв. 3		4,1229	3,9394888	8,82045	3,93949	4,1229	0	0	0	0	
78		Скв. 4		3,73571	3,3945189	3,70822	9,37054	4,7848	0	0	0	0	
79		Скв. 5		3,46099	3,0757319	3,19525	3,93949	11,3812	0	0	0	0	
80		Скв. 6		3,43204	3,0343134	3,11267	3,667	4,7848	0	0	0	0	
81		Скв. 7		3,6854	3,3067983	3,45173	3,93949	4,45385	0	0	0	0	
82		Скв. 8		4,01635	3,6670039	3,70822	3,667	4,01635	0	0	0	0	
83		Скв. 9		4,45385	3,9394888	3,45173	3,3068	3,6854	0	0	0	0	
84		Скв. 10		4,7848	3,6670039	3,11267	3,03431	3,43204	0	0	0	0	
85		Скв. 11		4,77526	7,2877057	3,71562	3,39845	3,73889	0	0	0	0	
86		Скв. 12		4,11812	3,9316271	6,85988	3,94735	4,12767	0	0	0	0	
87		Скв. 13		3,73252	3,3905878	3,70082	7,28771	4,79435	0	0	0	0	
88		Скв. 14		3,4586	3,0731112	3,19155	3,93163	8,85146	0	0	0	0	
89		Скв. 15		3,45741	3,0718063	3,18971	3,92774	8,61965	0	0	0	0	
90		Скв. 16		3,73094	3,3886345	3,69717	7,09685	4,79919	0	0	0	0	
91		Скв. 17		4,11575	3,9277449	6,68023	3,95133	4,13007	0	0	0	0	
92		Скв. 18		4,77054	7,0968464	3,71937	3,40043	3,74049	0	0	0	0	
93		Скв. 19		8,61965	3,951331	3,20081	3,07967	3,46458	0	0	0	0	
94		Скв. 20		8,41397	3,9553318	3,20267	3,08099	3,46577	0	0	0	0	
95													
96													

Шаблон SURFПонижения SURFНапоры Уровни Перетоки SURFТочки Лист5

Правка NUM

Пуск KKI Результ... Micros... Skv KursRab Micro... 12:42

Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Расчет расстояний между эксплуатационными скважинами и расчетными точками полигона

Microsoft Excel - SVSBVU1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

Сумм $\text{=КОРЕНЬ}((\text{E}\$51-\text{\$A104})^2+(\text{E}\$51-\text{\$A104})+(\text{E}\$52-\text{\$B104})^2+(\text{E}\$52-\text{\$B104}))$

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	
50	координаты соединены с условными радиусами возмущающих скважин												
51			X	400,1	400,1	400,1	400,1	400,1	500,1	500,1	500,1	500,1	5
52			Y	100,1	200,1	300,1	400,1	500,1	500,1	400,1	300,1	200,1	1
98													
99	X	Y											
100	-250	-99,25	PT 11	680,0	715,7	763,0	819,7	884,2	960,1	901,1	849,8	807,6	7
101	-250	0,75	PT 12	657,6	680,0	715,7	763,0	819,7	901,1	849,8	807,6	776,1	7
102	-250	100,75	PT 13	650,1	657,6	680,0	715,7	763,0	849,8	807,6	776,1	756,7	7
103	-250	200,75	PT 14	657,8	650,1	657,6	680,0	715,7	807,6	776,1	756,7	750,1	7
104	-250				$\text{=КОРЕНЬ}((\text{E}\$51-\text{\$A104})^2+(\text{E}\$51-\text{\$A104})+(\text{E}\$52-\text{\$B104})^2+(\text{E}\$52-\text{\$B104}))$				776,1	756,7	750,1	756,8	7
105	-250	400,75	PT 16	716,3	680,4	657,8	650,1	657,6	756,7	750,1	756,8	776,5	8
106	-250	500,75	PT 17	763,6	716,3	680,4	657,8	650,1	750,1	756,8	776,5	808,1	8
107	-250	600,75	PT 18	820,5	763,6	716,3	680,4	657,8	756,8	776,5	808,1	850,4	9
108	-150	-99,25	PT 21	585,1	626,3	679,8	742,9	813,5	884,2	819,7	763,0	715,7	6
109	-150	0,75	PT 22	559,0	585,1	626,3	679,8	742,9	819,7	763,0	715,7	680,0	6
110	-150	100,75	PT 23	550,1	559,0	585,1	626,3	679,8	763,0	715,7	680,0	657,6	6
111	-150	200,75	PT 24	559,2	550,1	559,0	585,1	626,3	715,7	680,0	657,6	650,1	6
112	-150	300,75	PT 25	585,6	559,2	550,1	559,0	585,1	680,0	657,6	650,1	657,8	6
113	-150	400,75	PT 26	626,9	585,6	559,2	550,1	559,0	657,6	650,1	657,8	680,4	7
114	-150	500,75	PT 27	680,5	626,9	585,6	559,2	550,1	650,1	657,8	680,4	716,3	7
115	-150	600,75	PT 28	743,8	680,5	626,9	585,6	559,2	657,8	680,4	716,3	763,6	8
116	-50	-99,25	PT 31	492,3	540,6	601,7	672,3	749,5	813,5	742,9	679,8	626,3	5
117	-50	0,75	PT 32	460,9	492,3	540,6	601,7	672,3	742,9	679,8	626,3	585,1	5
118	-50	100,75	PT 33	450,1	460,9	492,3	540,6	601,7	679,8	626,3	585,1	559,0	5
119	-50	200,75	PT 34	461,2	450,1	460,9	492,3	540,6	626,3	585,1	559,0	550,1	5
120	-50	300,75	PT 35	492,8	461,2	450,1	460,9	492,3	585,1	559,0	550,1	559,2	5
121	-50	400,75	PT 36	541,3	492,8	461,2	450,1	460,9	559,0	550,1	559,2	585,6	6
122	-50	500,75	PT 37	602,6	541,3	492,8	461,2	450,1	550,1	559,2	585,6	626,9	6
123	-50	600,75	PT 38	673,2	602,6	541,3	492,8	461,2	559,2	585,6	626,9	680,5	7
124	50	-99,25	PT 41	402,9	460,6	531,1	609,9	694,1	749,5	672,3	601,7	540,6	4

Шаблон / SURFполюжения / SURFнапоры / Уровни / Перетоки / SURFточки / Лист5

Правка NUM

Поиск KKI Результ... Micro... Skv KursRab Micro... 12:45

Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Расчет срезов уровней в расчетных точках полигона

Microsoft Excel - SV5BVU1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

СВММ $\text{=ЕСЛИ}((G\$18/(4*\text{ПИ}()*K^*m))*\text{LN}((2,25*a*(G\$20+Tr))/(G100*G100))>0;(G\$18/(4*\text{ПИ}()*K^*m))*\text{LN}((2,25*a*(G\$20+Tr))/(G100*G100));0)$

	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
15		Скв. 1	Скв. 2	Скв. 3	Скв. 4	Скв. 5	Скв. 6	Скв. 7	Скв. 8	Скв. 9	Скв. 10	Скв. 11
16	X	100	100	100	100	100	200	200	200	200	200	101
17	Y	100	200	300	400	500	500	400	300	200	100	201
18	2653	600	494	465	494	600	0	0	0	0	0	0
19		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
20		1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
21	тептность работы				0							
164	Срезы уровней в расчетных точках от каждой эксп.											
165		Скв. 1	Скв. 2	Скв. 3	Скв. 4	Скв. 5	Скв. 6	Скв. 7	Скв. 8	Скв. 9	Скв. 10	Скв. 11
166												
167												
168	PT 11	2,95431	2,392115	2,20437	$\text{=ЕСЛИ}((G\$18/(4*\text{ПИ}()*K^*m))*\text{LN}((2,25*a*(G\$20+Tr))/(G100*G100))>0;(G\$18/(4*\text{ПИ}()*K^*m))*\text{LN}((2,25*a*(G\$20+Tr))/(G100*G100));0)$							
169	PT 12	2,9862	2,4323807	2,25169	$\text{=ЕСЛИ}((G\$18/(4*\text{ПИ}()*K^*m))*\text{LN}((2,25*a*(G\$20+Tr))/(G100*G100))>0;(G\$18/(4*\text{ПИ}()*K^*m))*\text{LN}((2,25*a*(G\$20+Tr))/(G100*G100));0)$	2,28959	2,39212	2,84435	0	0	0	0
170	PT 13	2,99722	2,458634	2,28959	2,39212	2,84435	0	0	0	0	0	0
171	PT 14	2,98591	2,467709	2,3143	2,43238	2,9054	0	0	0	0	0	0
172	PT 15	2,95377	2,4583977	2,32284	2,45863	2,95431	0	0	0	0	0	0
173	PT 16	2,90468	2,4319388	2,31408	2,46771	2,9862	0	0	0	0	0	0
174	PT 17	2,8435	2,3915169	2,28917	2,4584	2,99722	0	0	0	0	0	0
175	PT 18	2,77488	2,3411476	2,25112	2,43194	2,98591	0	0	0	0	0	0
176	PT 21	3,0978	2,4970644	2,28981	2,36276	2,78307	0	0	0	0	0	0
177	PT 22	3,14139	2,5505234	2,35048	2,43262	2,86974	0	0	0	0	0	0
178	PT 23	3,15672	2,5864119	2,4008	2,49706	2,9546	0	0	0	0	0	0
179	PT 24	3,14099	2,5990291	2,43458	2,55052	3,03287	0	0	0	0	0	0
180	PT 25	3,09708	2,5860849	2,44645	2,58641	3,0978	0	0	0	0	0	0
181	PT 26	3,03192	2,5499268	2,43427	2,59903	3,14139	0	0	0	0	0	0
182	PT 27	2,95352	2,4962834	2,40023	2,58608	3,15672	0	0	0	0	0	0
183	PT 28	2,86862	2,4317351	2,34974	2,54993	3,14099	0	0	0	0	0	0
184	PT 31	3,26278	2,6127905	2,38007	2,44135	2,8613	0	0	0	0	0	0
185	PT 32	3,32559	2,6863567	2,45941	2,52851	2,9652	0	0	0	0	0	0

Правка

ПУСК

12:50

Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Рабочий лист «SURF понижения»

Microsoft Excel - SVSBVU1

Файл Правка Вид Вставка Формат Сервис Данные Окно Справка

035

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1		-250	-99,25	12,5397											
2		-250	0,75	12,78791											
3		-250	100,75	12,98191											
4		-250	200,75	13,1057											
5		-250	300,75	13,14796											
6		-250	400,75	13,1046											
7		-250	500,75	12,9798											
8		-250	600,75	12,785											
9		-150	-99,25	13,0305											
10		-150	0,75	13,34475											
11		-150	100,75	13,59559											
12		-150	200,75	13,758											
13		-150	300,75	13,81383											
14		-150	400,75	13,75654											
15		-150	500,75	13,59284											
16		-150	600,75	13,34102											
17		-50	-99,25	13,55829											
18		-50	0,75	13,96506											
19		-50	100,75	14,29888											
20		-50	200,75	14,51889											
21		-50	300,75	14,59513											
22		-50	400,75	14,51691											
23		-50	500,75	14,29519											
24		-50	600,75	13,96015											
25		50	-99,25	14,11784											
26		50	0,75	14,65792											
27		50	100,75	15,11795											
28		50	200,75	15,42698											
29		50	300,75	15,5346											
30		50	400,75	15,42418											
31		50	500,75	15,1128											
32		50	600,75	14,65125											
33		150	-99,25	14,69025											
34		150	0,75	15,42877											
35		150	100,75	16,09225											

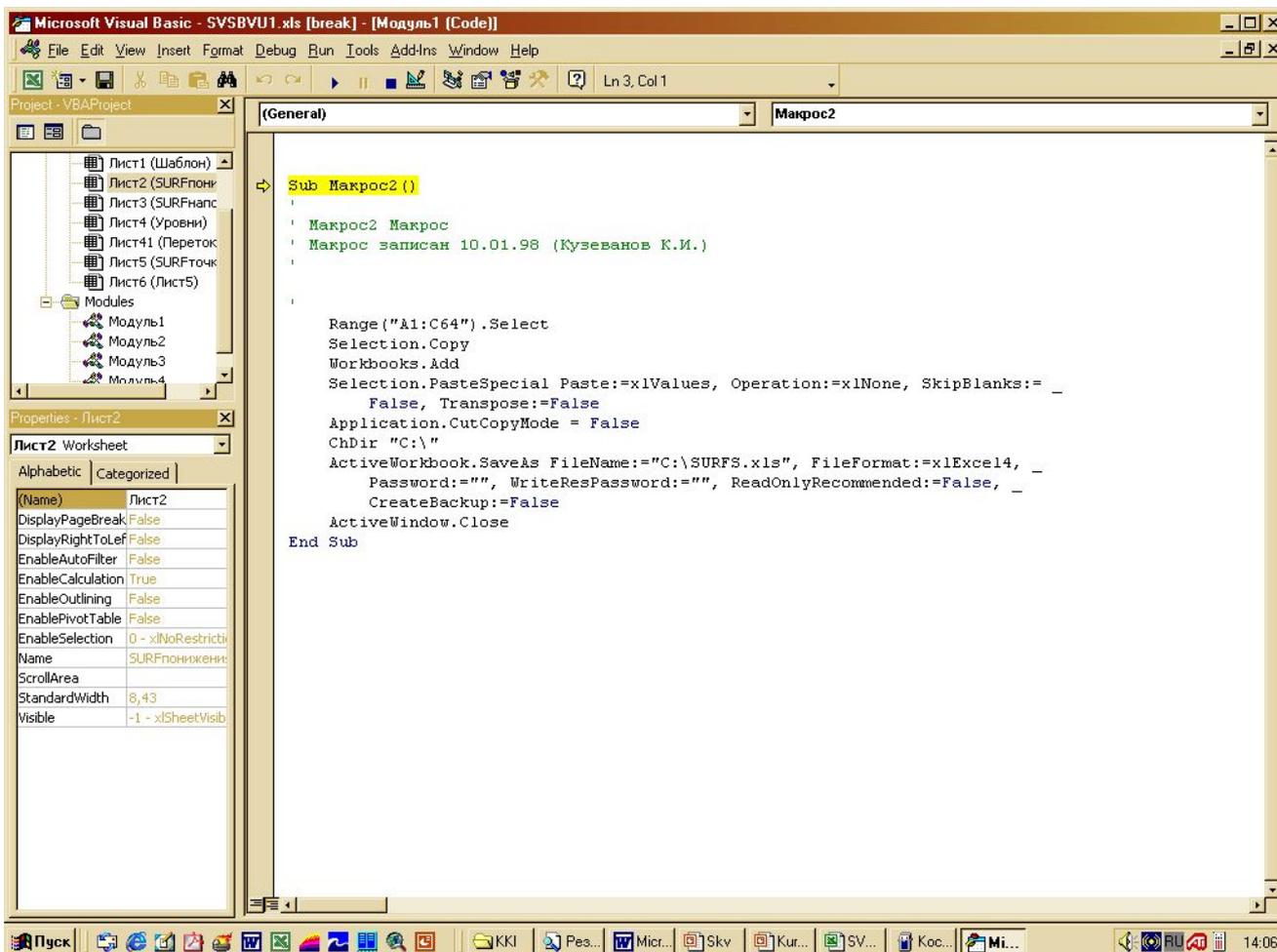
Создание файла SURFS понижений в формате EXCEL 4.0 для ПК SURFER в автоматическом режиме в корневом каталоге диска C:

Готово

Пуск ККИ Результ... Micros... Skv KursRab SVSB... 13:00

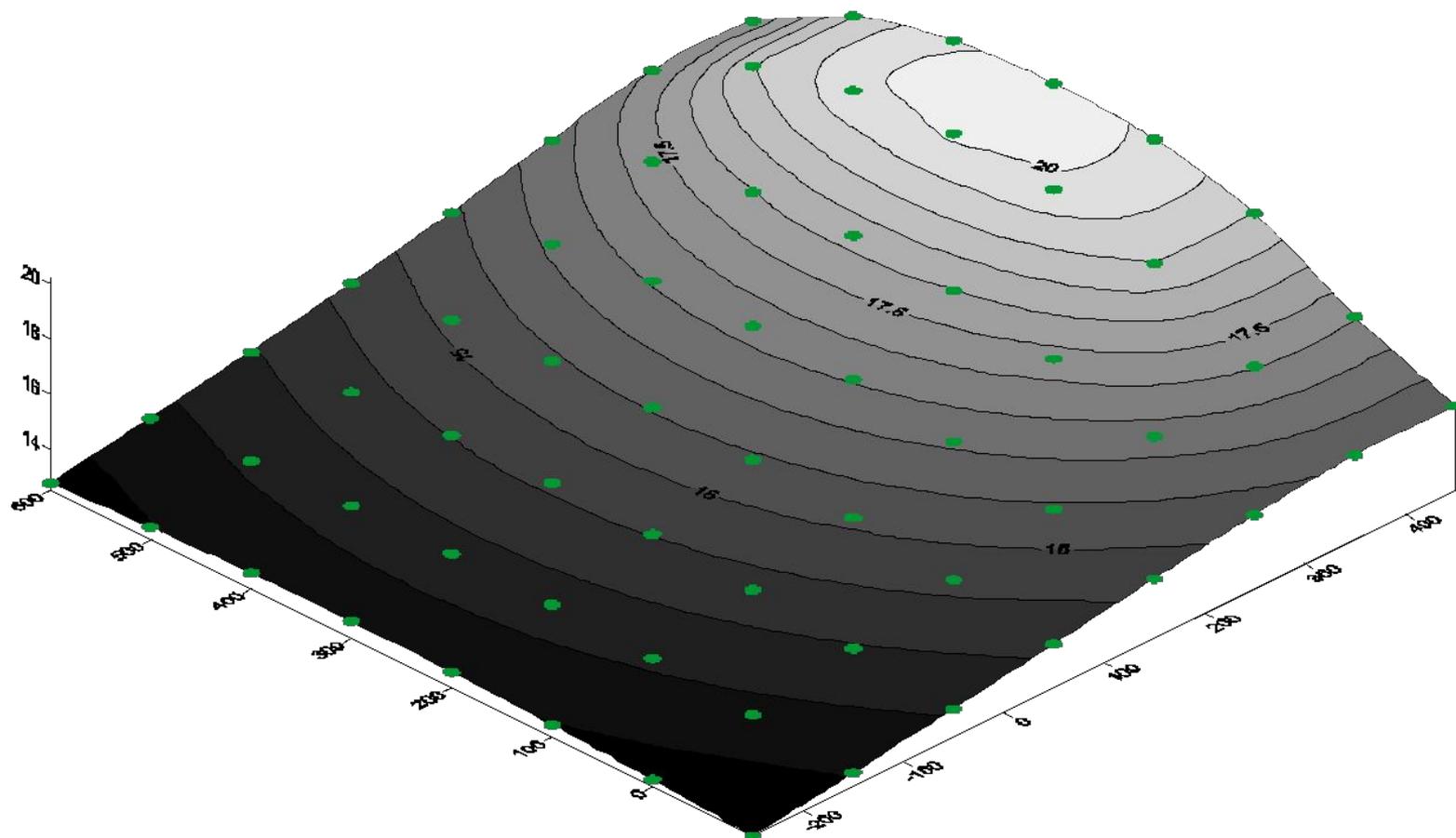
Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Текст макроса,
сохраняющего файл понижений, для ПК SURFER в корне C:\



Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Демонстрация распределения понижений уровня пьезометрической поверхности средствами ПК SURFER



Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Рабочий лист «SURFнапоры»

The screenshot displays a Microsoft Excel spreadsheet with a data table and several workflow annotations. The data table has columns A through O and rows 1 through 35. The annotations include:

- A yellow box labeled "SURFH" pointing to a green text box: "Создание файла SURFH напоров в формате EXCEL 4.0 для ПК SURFER в автоматическом режиме в корневом каталоге диска C:".
- A blue oval labeled "SURFER" pointing to the text "Запуск приложения".
- A yellow box labeled "МАКРОС SURF" pointing to row 15.
- A blue oval labeled "МАКРОС SURFER" pointing to the text "Запуск Скриптера".

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	-250	-99,25	87,4603	12,5397											
2	-250	0,75	87,21209	12,78791											
3	-250	100,75	87,01809	12,98191											
4	-250	200,75	86,8943	13,1057											
5	-250	300,75	86,85204	13,14796											
6	-250	400,75	86,8954	13,1046											
7	-250	500,75	87,0202	12,9798											
8	-250	600,75	87,215	12,785											
9	-150	-99,25	86,9695	13,0305											
10	-150	0,75	86,65525	13,34475											
11	-150	100,75	86,40441	13,59559											
12	-150	200,75	86,242	13,758											
13	-150	300,75	86,18617	13,81383											
14	-150	400,75	86,24346	13,75654											
15	-150	500,75	86,40716	13,59284											
16	-150	600,75	86,65898	13,34102											
17	-50	-99,25	86,44171	13,55829											
18	-50	0,75	86,03494	13,96506											
19	-50	100,75	85,70112	14,29888											
20	-50	200,75	85,48111	14,51889											
21	-50	300,75	85,40487	14,59513											
22	-50	400,75	85,48309	14,51691											
23	-50	500,75	85,70481	14,29519											
24	-50	600,75	86,03985	13,96015											
25	50	-99,25	85,88216	14,11784											
26	50	0,75	85,34208	14,65792											
27	50	100,75	84,88205	15,11795											
28	50	200,75	84,57302	15,42698											
29	50	300,75	84,4654	15,5346											
30	50	400,75	84,57582	15,42418											
31	50	500,75	84,8872	15,1128											
32	50	600,75	85,34875	14,65125											
33	150	-99,25	85,30975	14,69025											
34	150	0,75	84,57123	15,42877											
35	150	100,75	83,90775	16,09225											

Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Макрос сохраняет файл напоров, для ПК SURFER в корне C:\

The screenshot shows the Microsoft Visual Basic editor window for 'SVSBVU1.xls [break] - [Модуль2 [Code]]'. The code in the 'Макрос1' module is as follows:

```
Sub Макрос1()  
    Макрос1 Макрос  
    Макрос записан 14.01.98 (Кузеванов К.И.)  
  
    Range("A1:C64").Select  
    ChDir "C:\"  
    Range("A1:C64").Select  
    Selection.Copy  
    Workbooks.Add  
    Selection.PasteSpecial Paste:=xlValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:= _  
        False, Transpose:=False  
    Application.CutCopyMode = False  
    ChDir "C:\"  
    ActiveWorkbook.SaveAs FileName:="C:\SURFH.xls", FileFormat:=xlExcel4, _  
        Password:="", WriteResPassword:="", ReadOnlyRecommended:=False, _  
        CreateBackup:=False  
    ActiveWindow.Close  
End Sub
```

Annotations with blue arrows point to specific lines of code:

- Red text: "Выделение диапазона" (Range selection) points to `Range("A1:C64").Select`.
- Red text: "Копирование диапазона в буфер обмена" (Copying range to clipboard) points to `Selection.Copy`.
- Red text: "Создание новой книги EXCEL" (Creating new Excel workbook) points to `Workbooks.Add`.
- Red text: "Изменение текущего каталога" (Changing current directory) points to `ChDir "C:\"`.
- Red text: "Сохранение новой книги EXCEL под именем C:\SURFH.xls" (Saving new Excel workbook under name C:\SURFH.xls) points to `ActiveWorkbook.SaveAs`.

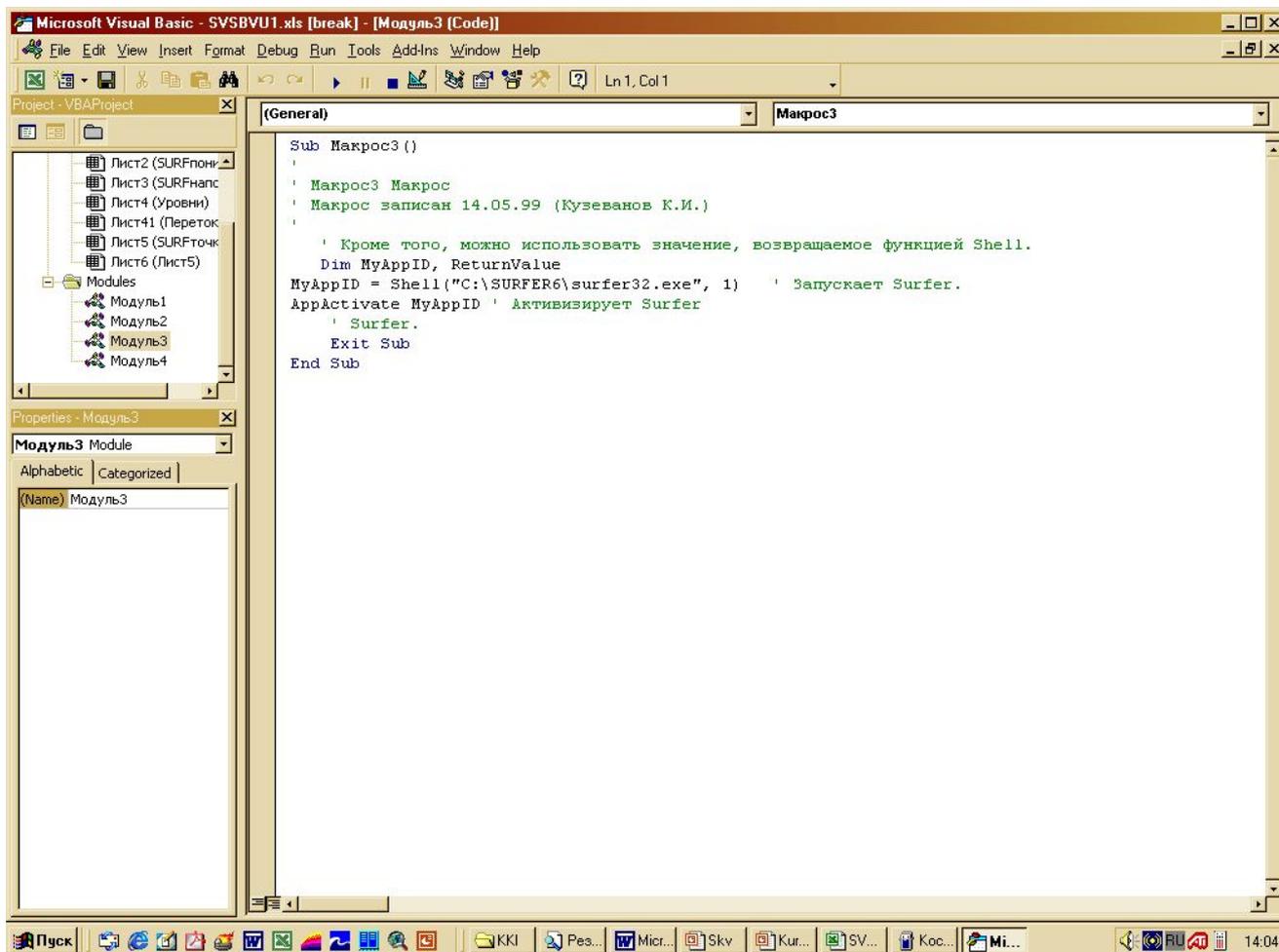
The left sidebar shows the 'VBAProject (SVSBVU1)' tree with 'Лист2 (Worksheet)' selected. The 'Properties - Лист2' window shows the following properties:

(Name)	Лист2
DisplayPageBreak	False
DisplayRightToLeft	False
EnableAutoFilter	False
EnableCalculation	True
EnableOutlining	False
EnablePivotTable	False
EnableSelection	0 - xlNoRestricti
Name	SURFпониженг
ScrollArea	
StandardWidth	8,43
Visible	-1 - xlSheetVisib

The Windows taskbar at the bottom shows the system tray with the time 13:44.

Автоматизированный расчёт систем взаимодействующих скважин

Текст макроса, запускающего ПК SURFER

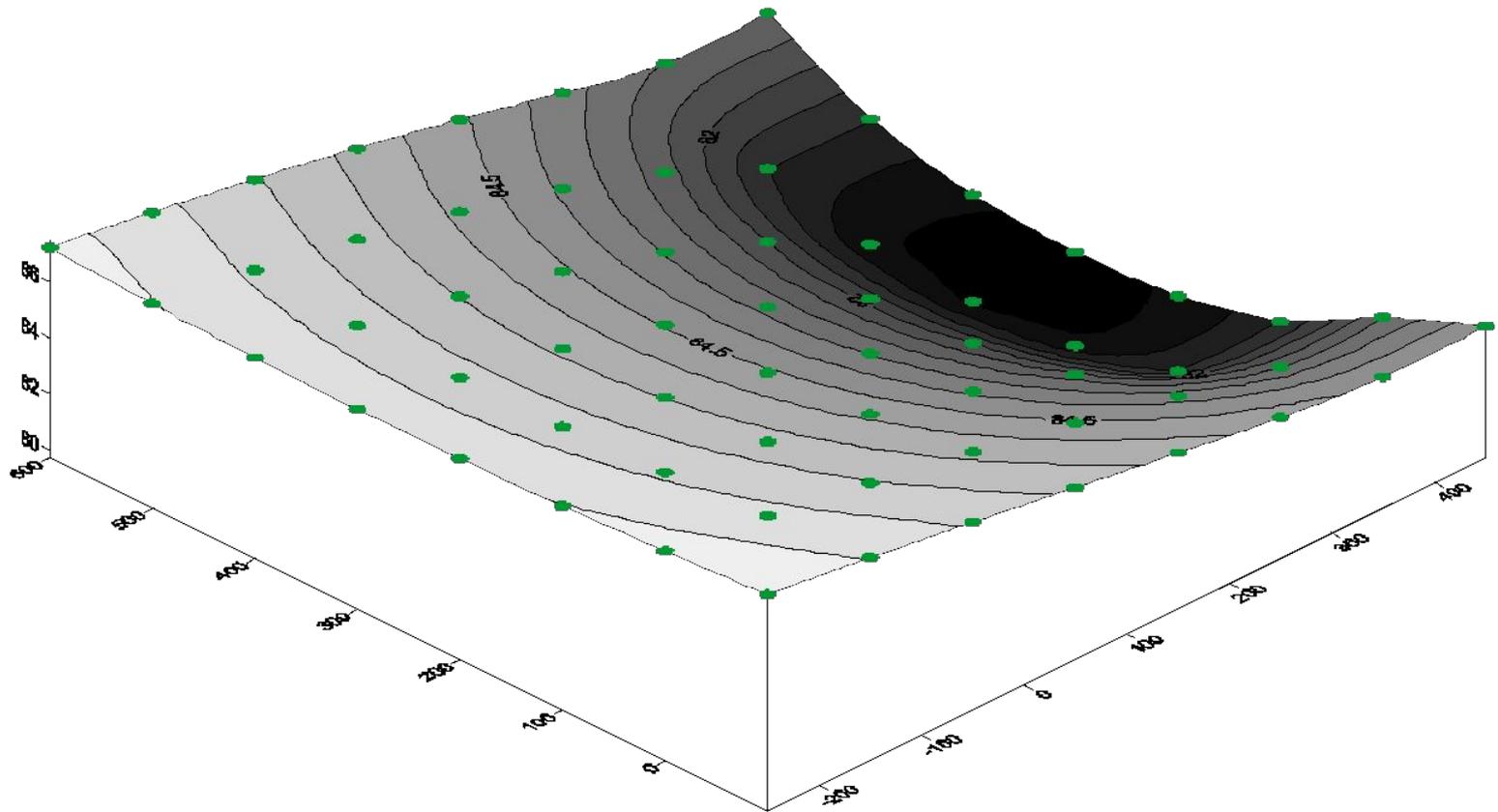


The screenshot shows the Microsoft Visual Basic editor window for a project named 'SV5BVU1.xls [break] - [Модуль3 [Code]]'. The main window displays the code for a macro named 'Макрос3'. The code is as follows:

```
Sub Макрос3 ()  
'  
' Макрос3 Макрос  
' Макрос записан 14.05.99 (Кузеванов К.И.)  
'  
' Кроме того, можно использовать значение, возвращаемое функцией Shell.  
  Dim MyAppID, ReturnValue  
MyAppID = Shell("C:\SURFER6\surfer32.exe", 1) ' Запускает Surfer.  
AppActivate MyAppID ' Активизирует Surfer  
  ' Surfer.  
  Exit Sub  
End Sub
```

The interface also shows a Project Explorer on the left with a tree view containing 'Лист2 (SURFпони...', 'Лист3 (SURFнапс...', 'Лист4 (Уровни)', 'Лист41 (Переток', 'Лист5 (SURFточк...', and 'Лист6 (Лист5)'. Below it is the Properties window for 'Модуль3 Module'.

Демонстрация распределения напоров средствами ПК SURFER



Расчёты понижения уровня в условиях безнапорных водоносных горизонтов могут выполняться с учетом изменения мощности и пот формулам для напорного водоносного горизонта, если понижение уровня не превышает 25% первоначальной мощности водоносного горизонта.

Расчеты одиночных и групповых водозаборов могут использоваться для подсчёта эксплуатационных запасов подземных вод и обоснования вертикального дренажа в условиях неограниченных водоносных горизонтов по упрощенной формуле «большого колодца».

Расчёт систем взаимодействующих скважин в режиме численно-аналитических моделей позволяет решать задачи оптимизации схем и режимов эксплуатации водозаборов с использованием компьютера.

Результаты прогнозных расчётов доступны для визуализации сторонними программными средствами.