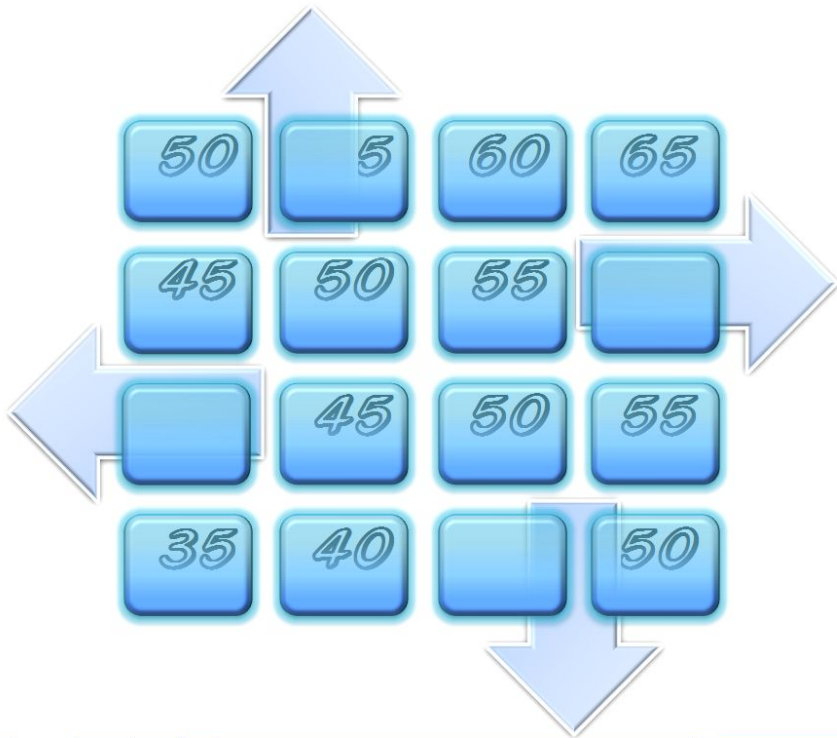


Гидродинамика флюидных систем и моделирование гидродинамических процессов



Лекция № 11
Определение фильтрационных параметров водоносных горизонтов по данным опытно-фильтрационных работ

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

Типовые расчётные схемы

Неограниченный пласт

Полуограниченный пласт с границей первого рода

Полуограниченный пласт с границей второго рода

Пласт квадрант с однородными границами второго рода

Пласт квадрант с однородными границами первого рода

Пласт квадрант с разнородными границами

Пласт-полоса с однородными границами второго рода

Не рассматривались на лекции:

Пласт-полоса с однородными границами первого рода

Пласт-полоса с разнородными границами

Для оценки фильтрационных параметров используют две группы методов:

- лабораторные
- полевые

Лабораторные методы построены на исследовании образцов горной в
условии искусственных фильтрационных потоков

Достоинства:

возможность многократного повторения опыта при разных
гидравлических уклонах;

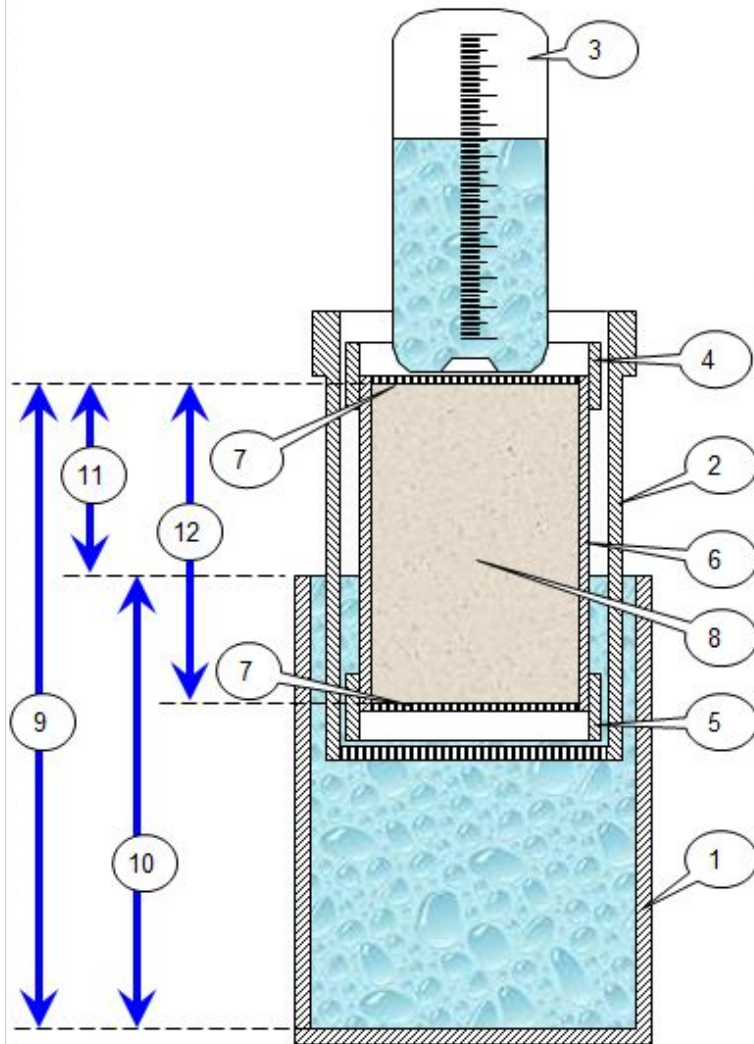
статистическая обработка опытных данных с отбраковкой
случайных отклонений;

возможность исследования анизотропии фильтрационных свойств.

Недостатки:

фильтрационные параметры характеризуют свойства
водовмещающих пород в точке (не характеризуют массив)

Конструкция прибора КФЗ



- 1 Внешний стакан с внутренней резьбой (корпус)
- 2 Внутренний подвижный стакан с внешней резьбой и перфорированным дном
- 3 Сосуд Мариотта со шкалой объемов в см^3
- 4 Верхняя крышка режущего кольца с зажимами для крепления сосуда Мариотта
- 5 Нижняя крышка режущего кольца
- 6 Режущее кольцо
- 7 Сетки на торцах режущего кольца против размывания образца
- 8 Испытуемый образец грунта
- 9 Максимальный напор на верхнем торце образца
- 10 Минимальный напор на нижнем торце образца
- 11 Величина действующего напора
- 12 Длина пути фильтрации

Полевые методы построены на исследовании возмущения напорного поля в водоносном горизонте под влиянием работы горных выработок (скважин)

Достоинства:

возможность охарактеризовать фильтрационные параметры на большой площади водоносного горизонта в пределах депрессионной воронки;

возможность количественной оценки граничных условий водоносного горизонта.

Недостатки:

высокая стоимость;

значительные трудозатраты;

длительность проведения опытных работ;

чувствительность к условиям проведения опытных работ.

Полевые методы определения фильтрационных параметров:

Откачки

Нагнетания

Наливы

Выпуски

Для скважин, колодцев и шурфов

Опытно-фильтрационные работы

Виды работ	Преимущества	Недостатки
Опытные откачки из скважин	Основной и наиболее точный метод определения коэффициента фильтрации	При больших глубинах и значительной водопроницаемости горных пород возникают значительные технические трудности
Опытные наливов в скважины (при малых давлениях)	Можно получить оценку водопроницаемости «сухих» горных пород; при глубоких залеганиях уровня заменяют откачки	Требуют повышенной точности замеров уровней; в отдельных случаях возможна кольматация трещин и пор породы
Опытные нагнетания в скважины (при больших давлениях)	Можно получить оценку водопроницаемости скальных пород по зонам, когда проведение откачек по техническим причинам затруднено	Возможность кольматации трещин и пор породы. Не исключается возможность появления турбулентного режима фильтрации.

Виды работ	Преимущества	Недостатки
Откачки из шурфов	Позволяют определить коэффициент фильтрации пород при движении воды в породе в направлении близком к вертикальному (при поступлении воды через дно)	Малое заглубление шурфов в водоносный горизонт ограничивает область, характеризующую откачкой зоной непосредственно примыкающей к шурфу
Наливы воды в шурфы	Можно ориентировочно определить коэффициент фильтрации пород (преимущественно глинисто-супесчаных), залегающих выше уровня грунтовых вод	Условность суждения о коэффициенте фильтрации породы на основе явления насыщения породы водой

Наибольшей популярностью пользуются откачки из скважин:

по длительности опыта

Прокачки (подготовка скважины к откачке)

Пробные (предварительная оценка фильтрационных свойств и качества подземных вод для сравнительной оценки разных участков)

Опытные (основной вид гидрогеологических работ)

Опытно-эксплуатационные (на стадии эксплуатационной разведки в сложных гидрогеологических условиях)

по наличию наблюдательных скважин

Одиночные (устанавливают зависимость дебита от понижения)

Кустовые (основной вид опытных работ для определения гидрогеологических параметров)

К фильтрационным параметрам относятся:

Коэффициент фильтрации

Коэффициент водопроницаемости

Коэффициент пьезопроводности

Коэффициент уровнепроводности

Упругая водоотдача

Гравитационная водоотдача

В основе определения фильтрационных параметров лежит решение уравнений водопритока к скважинам относительно переменных, характеризующих свойства водовмещающих пород (обратная задача).

Уравнения водопритока к скважинам

Нестационарный (неустановившийся)

уравнение Тейса:

$$S = \frac{Q}{4\pi km} [-E_i(-\alpha)]; \quad \text{где} \quad \alpha = \frac{r^2}{4at};$$

Квазистационарный (квазиустановившийся)

уравнение Тейса-Джейкоба:

$$S = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2,25at}{r^2};$$

Стационарный (установившийся)

уравнение Дюпюи:

$$S = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{R^2}{r^2};$$

$$S = \frac{Q}{2\pi km} \ln \frac{R}{r};$$

Метод временного прослеживания уровня

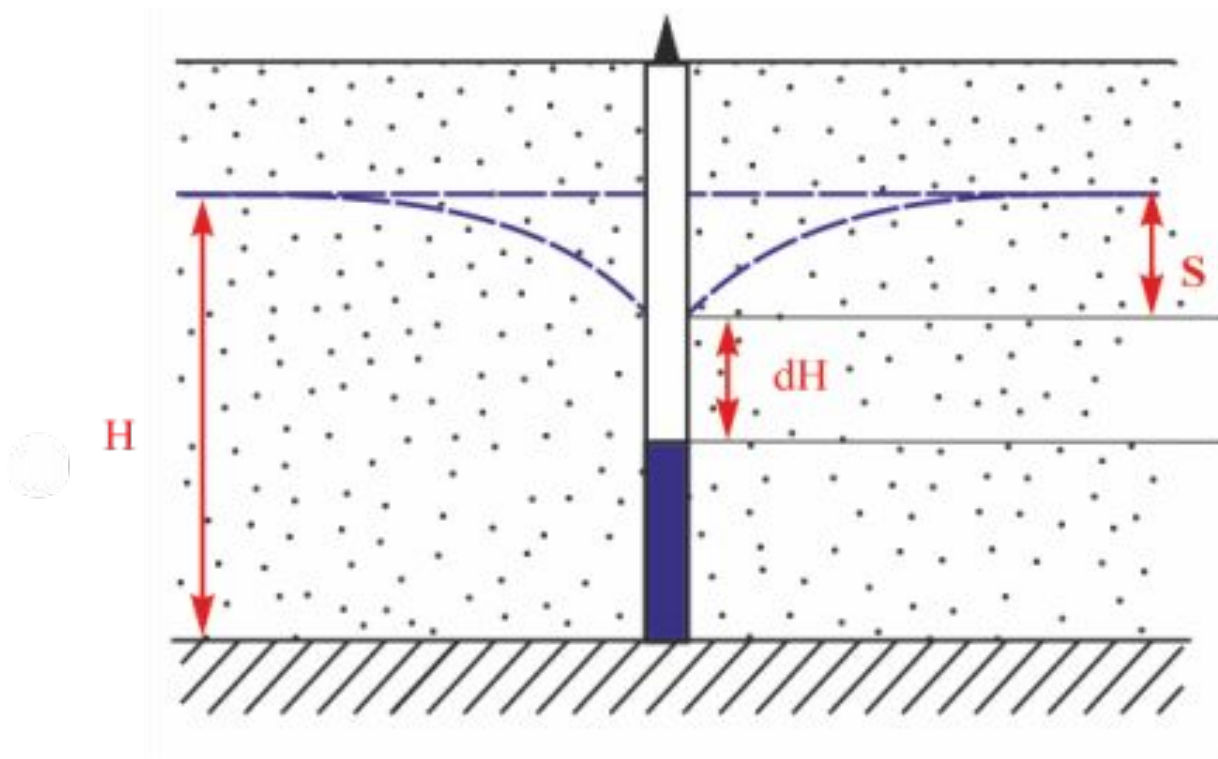
Наиболее точно можно определить фильтрационные параметры по данным длительных кустовых откачек, описываемых уравнением Тейса-Джейкоба:

$$S = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2,25at}{r^2};$$

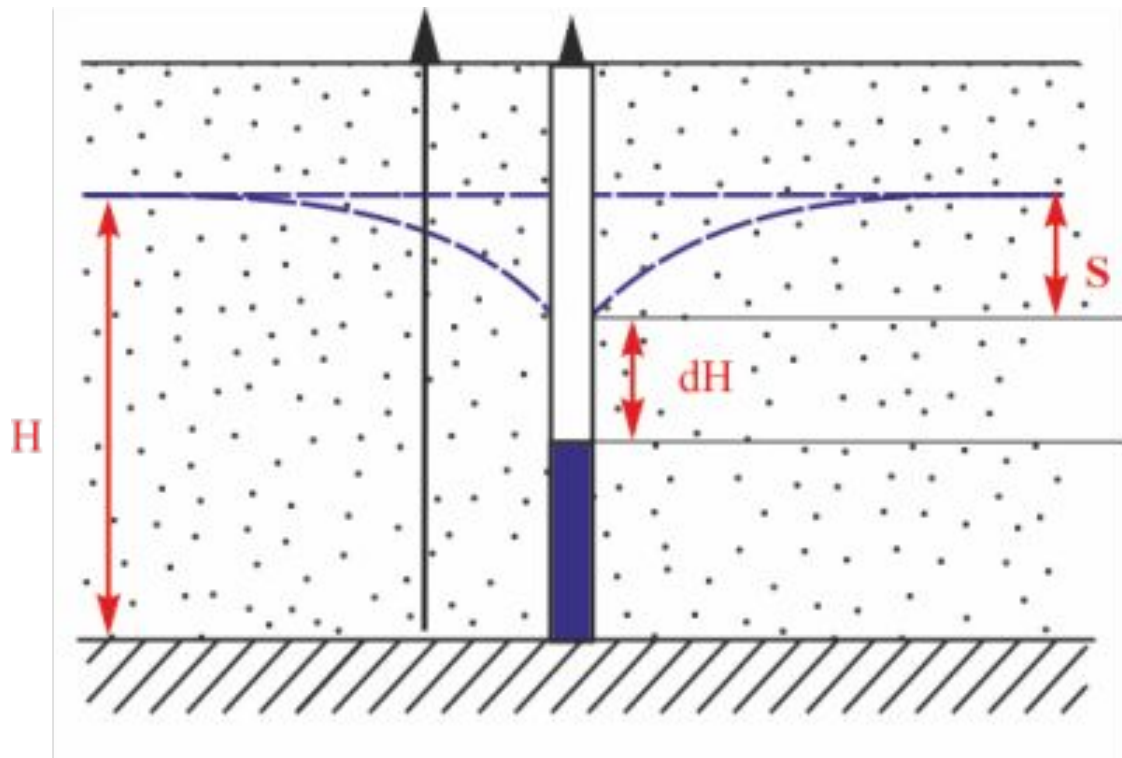
Необходимость использования кустовых откачек (с наблюдательными скважинами) связана с тем, что в центральной скважине куста при откачке возникает гидравлический скачок уровня, вызывающий несовпадение уровня в скважине и в водоносном горизонте, и не позволяющий замерить истинную величину понижения.

В наблюдательных скважинах (скважине) отсутствует водоотбор и гидравлический скачок уровня не возникает.

Гидравлический скачок уровня



Куст гидрогеологических скважин



Решение одного уравнения с двумя неизвестными невозможно, поэтому для получения решения используют дополнительные приёмы обработки.

Графоаналитические методы прямолинейной анаморфозы построены на преобразовании исходных зависимостей к прямолинейному виду и графоаналитическому определению параметров прямолинейных частей графиков, построенных на основе опытных данных:

$$S = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2,25at}{r^2};$$

Уравнение Тейса-Джейкоба является уравнением прямой линии вида:

$$Y=A+Bx$$

Метод временного прослеживания уровня

Уравнение Тейса-Джейкоба:

$$S = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2,25at}{r^2};$$

km – const;

a – const;

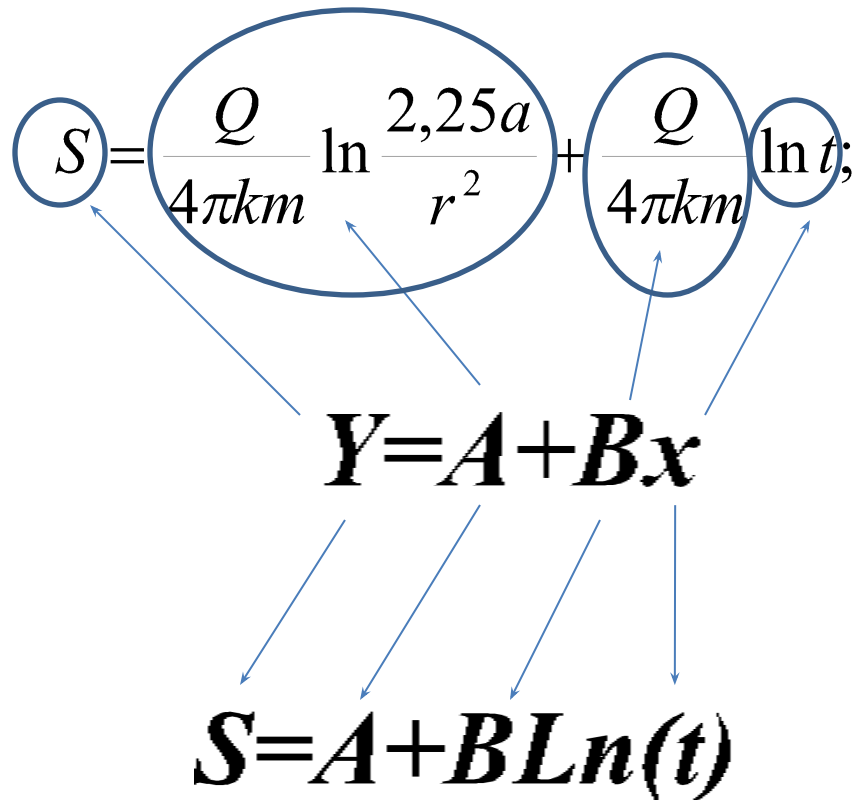
r – const;

t – независимая переменная;

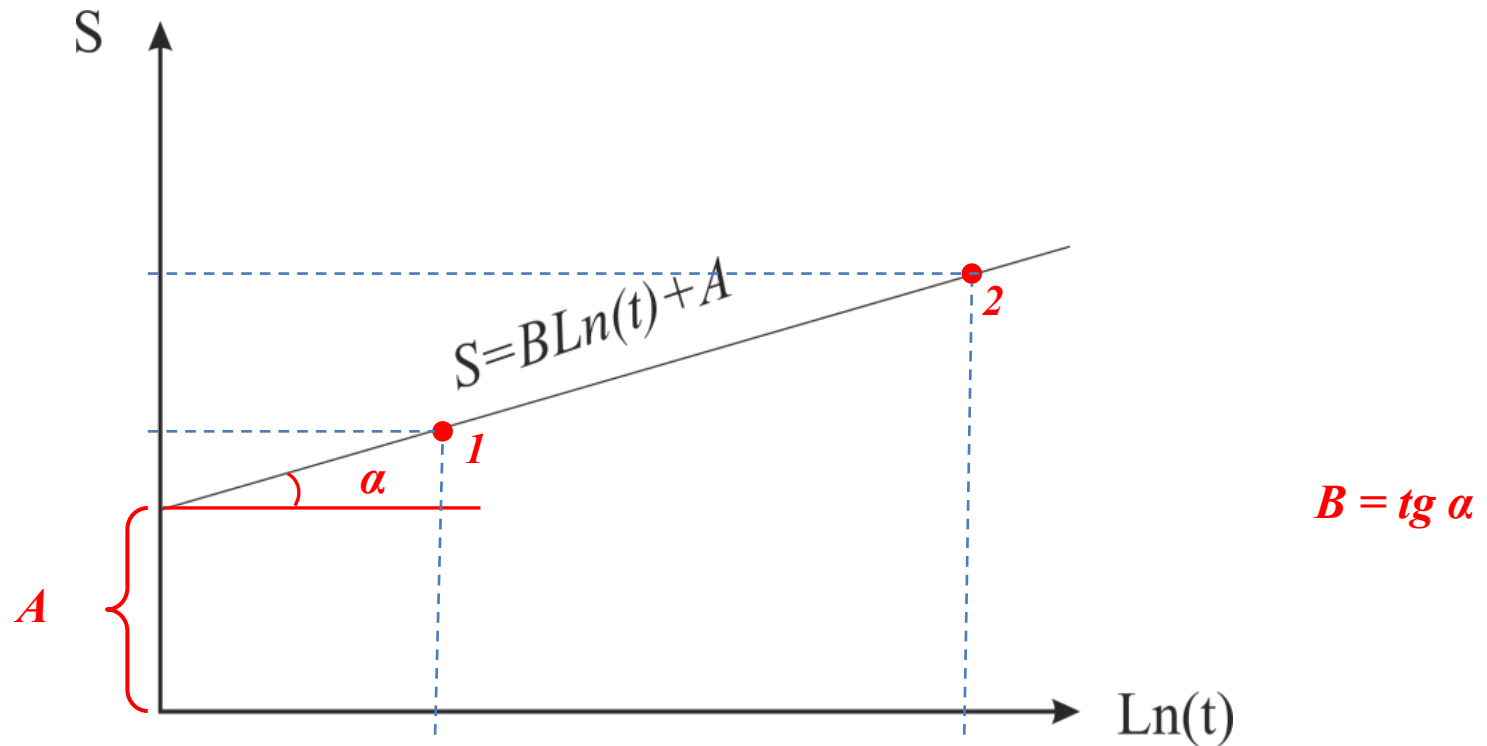
Q – const (техническое требование к проведению откачки);

Уравнение Тейса-Джейкоба
(уравнение прямой линии)

$$S = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2,25a}{r^2} + \frac{Q}{4\pi km} \ln t;$$



Уравнение Тейса-Джейкоба
(квазистационарный режим водопритока к скважине)



$$B = \operatorname{tg} \alpha = \frac{S_2 - S_1}{\ln(t_2) - \ln(t_1)}$$

Уравнение Тейса-Джейкоба
(квазистационарный режим водопритока к скважине)

$$B = \frac{Q}{4 \times \pi \times Km}; \quad A = \frac{Q}{4 \times \pi \times Km} \times \text{Ln} \left(\frac{2.25 \times a}{r^2} \right);$$

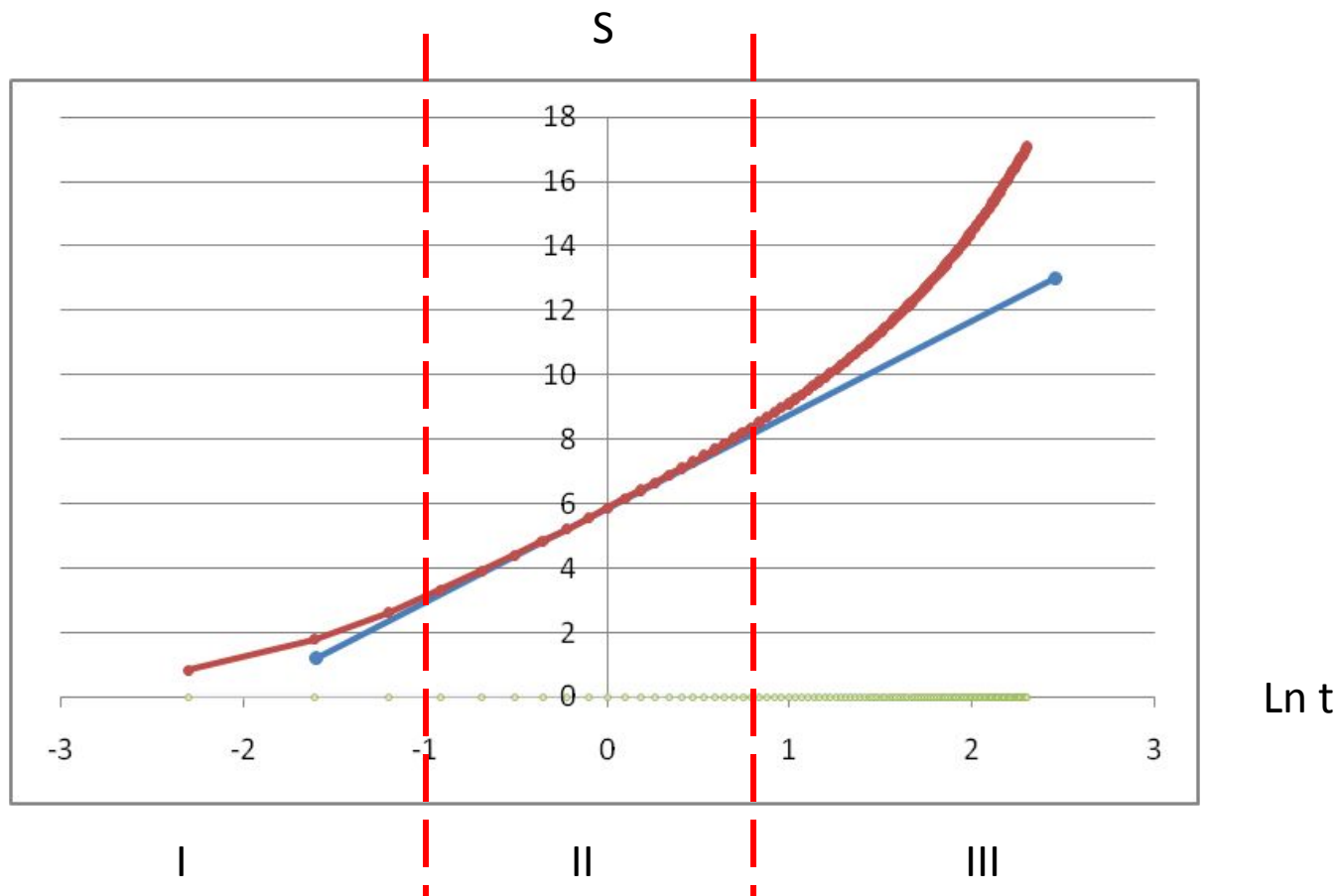
$$Km = \frac{Q}{4 \times \pi \times B}$$

$$A = B \times \text{Ln} \left(\frac{2.25 \times a}{r^2} \right);$$

$$\text{Ln}(a) = \frac{A}{B} - \text{Ln}(2.25) + 2 \times \text{Ln}(r^2);$$

$$a = e^{\text{Ln}(a)}$$

Индикаторный график временного прослеживания уровня
(обработка проводится в зоне II)



Режимы притока: I нестационарный; II квазистационарный; III взаимодействие с границей второго рода

Порядок полуавтоматической обработки данных длительных кустовых откачек по методу временного прослеживания уровня

1. Создать электронную базу данных наблюдений за снижением уровня во время откачки.
2. Создать интерактивный индикаторный график откачки, который может показывать по запросу ход опыта для каждой наблюдательной скважины, замеры уровней по которой имеются в базе данных.
3. Создать в поле интерактивного графика откачки управляемую прямую, положением которой можно управлять на экране ПЭВМ.
4. Связать параметры управляемой прямой с фильтрационными параметрами водоносного горизонта.

Автоматизация обработки откачек

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet with several key components highlighted by red boxes and blue callout bubbles:

- Parameters of the well:** A callout bubble points to a table in the upper right quadrant of the spreadsheet.
- Interactive indicator graph:** A callout bubble points to a line graph in the center of the spreadsheet.
- Filtering parameters:** A callout bubble points to a table of parameters in the lower left quadrant.
- Current graph data table:** A callout bubble points to a large table of data in the lower right quadrant.
- Well test data base:** A callout bubble points to a large table of data in the rightmost part of the spreadsheet.

The spreadsheet contains the following data tables:

N	X	Y
1	-1.67	3.4
2	2.92	15.8
1	19	83
2	76	21

T	Ln T	S
0.1	-2.303	2.0429
0.2	-1.609	3.6842
0.3	-1.204	4.8555
0.4	-0.916	5.7253
0.5	-0.693	6.4129
0.6	-0.511	6.9775
0.7	-0.357	7.4562
0.8	-0.223	7.8718
0.9	-0.105	8.2394
1	0.000	8.5692
1.1	0.095	8.8689
1.2	0.182	9.1441
1.3	0.262	9.3999
1.4	0.336	9.637
1.5	0.405	9.8607
1.6	0.470	10.072
1.7	0.531	10.273
1.8	0.588	10.465
1.9	0.642	10.649
2	0.693	10.826
2.1	0.742	10.997
2.2	0.788	11.162
2.3	0.833	11.323
2.4	0.875	11.479
2.5	0.916	11.631
2.6	0.956	11.779
2.7	0.993	11.924
2.8	1.030	12.066
2.9	1.065	12.206
3	1.099	12.343
3.1	1.131	12.477
3.2	1.163	12.61
3.3	1.194	12.74
3.4	1.224	12.869
3.5	1.253	12.996
3.6	1.281	13.121
3.7	1.308	13.245
3.8	1.335	13.367
3.9	1.361	13.488
4	1.386	13.608
4.1	1.411	13.726
4.2	1.435	13.844
4.3	1.459	13.961
4.4	1.482	14.076
4.5	1.504	14.191
4.6	1.526	14.305
4.7	1.548	14.418
4.8	1.569	14.53
4.9	1.589	14.642
5	1.609	14.753
5.1	1.629	14.863
5.2	1.649	14.973
5.3	1.668	15.082
5.4	1.687	15.191

B	3.1078
A	8.59
Km	25.606
a	70905

H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	
-2.3026	3.4803	2.9272	2.4484	2.0429	1.7033	1.4206	1.1858	0.9908	0.829	0.007
-1.6094	5.6089	4.895	4.2518	3.6842	3.1889	2.7591	2.3872	2.0659	1.7882	0.073
-1.204	6.95	6.1846	5.4855	4.8555	4.2829	3.7663	3.3573	2.9695	2.6269	0.199
-0.9163	7.8985	7.1111	6.3843	5.7253	5.1331	4.6029	4.1286	3.7044	3.3247	0.298
-0.6931	8.6279	7.8287	7.0879	6.4129	5.8028	5.253	4.7578	4.3115	3.9089	0.445
-0.5108	9.2185	8.4121	7.6625	6.9775	6.356	5.7938	5.2851	4.8245	4.4066	0.605
-0.3567	9.715	8.9037	8.1462	7.4562	6.827	6.2561	5.7381	5.2673	4.8387	0.773
-0.2231	10.144	9.3286	8.5688	7.8718	7.237	6.6598	6.1348	5.6566	5.2101	0.948
-0.1054	10.521	9.7053	8.9401	8.2394	7.6001	7.0182	6.4868	6.0041	5.5614	1.133
0	10.859	10.039	9.273	8.5692	7.9266	7.3408	6.8065	6.3181	5.8707	1.326
0.0953	11.165	10.343	9.5751	8.8689	8.2235	7.6347	7.097	6.6051	6.1538	1.455
0.1823	11.445	10.622	9.8523	9.1441	8.4964	7.9051	7.3647	6.8698	6.4153	1.611
0.2624	11.705	10.88	10.109	9.3999	8.7495	8.156	7.6133	7.1159	6.6588	1.786
0.3365	11.947	11.121	10.348	9.637	8.9858	8.3905	7.8459	7.3464	6.887	1.947
0.4055	12.174	11.347	10.573	9.8607	9.2081	8.6113	8.0649	7.5636	7.1024	2.106
0.47	12.388	11.561	10.786	10.072	9.4183	8.8201	8.2723	7.7695	7.3066	2.262
0.5306	12.592	11.764	10.989	10.273	9.6181	9.0188	8.4697	7.9655	7.5012	2.416
0.5878	12.787	11.957	11.181	10.465	9.8091	9.2087	8.6585	8.1531	7.6875	2.567
0.6419	12.973	12.143	11.366	10.649	9.9921	9.3908	8.8396	8.3332	7.8665	2.715
0.6931	13.152	12.321	11.543	10.826	10.168	9.5661	9.0141	8.5067	8.039	2.861
0.7419	13.325	12.493	11.715	10.997	10.338	9.7354	9.1826	8.6743	8.2058	3.004
0.7885	13.492	12.66	11.881	11.162	10.503	9.8994	9.3458	8.8368	8.3675	3.146
0.8329	13.654	12.821	12.042	11.323	10.663	10.059	9.5043	8.9946	8.5246	3.285
0.8755	13.811	12.979	12.198	11.479	10.818	10.214	9.6586	9.1489	8.6776	3.422
0.9163	13.965	13.132	12.351	11.631	10.97	10.364	9.809	9.2982	8.8269	3.557
0.9555	14.114	13.281	12.5	11.779	11.118	10.512	9.956	9.4446	8.9728	3.690
0.9933	14.261	13.427	12.645	11.924	11.263	10.656	10.1	9.5879	9.1157	3.821
1.0296	14.404	13.57	12.788	12.066	11.404	10.798	10.241	9.7284	9.2557	3.952
1.0647	14.545	13.71	12.928	12.206	11.543	10.936	10.379	9.8662	9.3951	4.080
1.0986	14.683	13.848	13.065	12.343	11.68	11.072	10.515	10.002	9.5282	4.206
1.1314	14.818	13.983	13.2	12.477	11.814	11.206	10.648	10.135	9.6611	4.332
1.1632	14.952	14.116	13.333	12.61	11.946	11.338	10.78	10.266	9.7919	4.455
1.1939	15.083	14.247	13.463	12.74	12.076	11.468	10.909	10.399	9.9209	4.578
1.2238	15.212	14.376	13.591	12.869	12.206	11.596	11.037	10.521	10.048	4.699
1.2528	15.34	14.503	13.719	12.996	12.331	11.723	11.163	10.649	10.174	4.819
1.2809	15.466	14.629	13.845	13.121	12.456	11.847	11.288	10.773	10.298	4.938
1.3083	15.59	14.753	13.969	13.245	12.58	11.97	11.411	10.896	10.42	5.056
1.335	15.713	14.876	14.091	13.367	12.702	12.092	11.532	11.017	10.541	5.173
1.361	15.835	14.997	14.213	13.488	12.823	12.213	11.653	11.137	10.661	5.288
1.3865	15.955	15.118	14.333	13.608	12.942	12.332	11.772	11.256	10.78	5.403
1.411	16.074	15.237	14.451	13.726	13.061	12.451	11.89	11.374	10.898	5.518
1.4351	16.192	15.355	14.569	13.844	13.178	12.568	12.007	11.491	11.015	5.631
1.4586	16.31	15.472	14.686	13.961	13.295	12.684	12.123	11.607	11.131	5.744
1.4816	16.426	15.587	14.802	14.076	13.41	12.799	12.239	11.722	11.245	5.855
1.5041	16.541	15.702	14.917	14.191	13.525	12.914	12.353	11.836	11.359	5.967
1.5261	16.655	15.817	15.031	14.305	13.638	13.027	12.466	11.95	11.473	6.077
1.5476	16.769	15.93	15.144	14.418	13.751	13.14	12.579	12.062	11.585	6.187
1.5686	16.881	16.043	15.256	14.53	13.864	13.252	12.691	12.174	11.697	6.296
1.5892	16.993	16.154	15.368	14.642	13.975	13.364	12.802	12.285	11.808	6.405
1.6094	17.104	16.266	15.479	14.753	14.086	13.474	12.913	12.396	11.918	6.513
1.6292	17.215	16.376	15.589	14.863	14.196	13.584	13.023	12.505	12.028	6.621
1.6487	17.325	16.486	15.699	14.973	14.306	13.694	13.132	12.614	12.137	6.729
1.6677	17.435	16.595	15.808	15.082	14.415	13.805	13.241	12.724	12.246	6.837
1.6864	17.544	16.704	15.917	15.191	14.523	13.911	13.349	12.832	12.354	6.942
1.7047	17.652	16.812	16.025	15.3	14.63	14.018	13.457	12.941	12.462	7.048

Автоматизация обработки откачек

Microsoft Excel - Заготовка_Управление_Графиком_1.xlsb

Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Разработчик Надстройки

Буфер обмена Вставить Шрифт Выравнивание Число

Общий \$ % 000 0,00 0,00

Условное форматирование Форматировать как таблицу Стили Ячейки

Вставить Удалить Формат Сортировка Найти и выделить

POLE_1 -2.30258509299405

Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI	AJ	
		IM	-1	гидродинамический характер границы																
		Откачка на график по скважине			<input checked="" type="radio"/> Расчёт включен															
	9				<input type="radio"/> Расчёт выключен															Скважины наблюдательные
		9		1															1	
		T	Ln T	S	S расч	Ln T	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10			2	
		0.1	-2.303	0.829	7.591	-2.30259	3.4803	2.9272	2.4484	2.0429	1.7033	1.4206	1.1858	0.9908	0.829	0.205			3	
		0.2	-1.609	1.7882	7.591	-1.60944	5.6089	4.895	4.2518	3.6842	3.1889	2.7591	2.3872	2.0659	1.7882	0.0776			4	
		0.3	-1.204	2.6269	7.591	-1.20397	6.95	6.1846	5.4835	4.8535	4.2929	3.7963	3.3573	2.9695	2.6269	0.173			5	
		0.4	-0.916	3.3247	7.591	-0.91629	7.8985	7.1111	6.3843	5.7253	5.1331	4.6029	4.1286	3.7044	3.3247	0.2988			6	
		0.5	-0.693	3.9089	7.591	-0.69315	8.6279	7.8287	7.0879	6.4129	5.8028	5.253	4.7578	4.3115	3.9089	0.4459			7	
		0.6	-0.511	4.4066	7.591	-0.51083	9.2185	8.4121	7.6625	6.9775	6.356	5.7938	5.2851	4.8245	4.4066	0.6059			8	
		0.7	-0.357	4.8387	7.591	-0.35667	9.715	8.9037	8.1482	7.4562	6.827	6.2561	5.7381	5.2673	4.8387	0.7732			9	
		0.8	-0.223	5.2201	7.591	-0.22314	10.1436	9.3286	8.5688	7.8718	7.237	6.6598	6.1348	5.6566	5.2201	0.9439			10	
		0.9	-0.105	5.5614	7.591	-0.10536	10.521	9.7033	8.9401	8.2394	7.6001	7.0182	6.488	6.0041	5.5614	1.1153				
		1	0.000	5.8707	7.591	0	10.8586	10.0387	9.273	8.5692	7.9266	7.3408	6.8065	6.3181	5.8707	1.286				
		1.1	0.095	6.1538	7.591	0.09531	11.1646	10.343	9.5751	8.8689	8.2235	7.6347	7.097	6.6051	6.1538	1.455				
		1.2	0.182	6.4153	7.591	0.182322	11.4452	10.622	9.8523	9.1441	8.4964	7.9051	7.3647	6.8698	6.4153	1.6218				
94	8.2	2.104	15.2617	7.591	2.104134	20.4627	19.6219	18.8335	18.1054	17.4368	16.8235	16.26	15.7411	15.2617	9.8244					
95	8.3	2.116	15.3631	7.591	2.116256	20.5643	19.7235	18.9351	18.207	17.5383	16.925	16.3615	15.8425	15.3631	9.9253					
96	8.4	2.128	15.4645	7.591	2.128232	20.6658	19.825	19.0366	18.3084	17.6398	17.0264	16.4629	15.9439	15.4645	10.0263					
97	8.5	2.140	15.5657	7.591	2.140066	20.7673	19.9264	19.138	18.4098	17.7411	17.1277	16.5642	16.0452	15.5657	10.1271					
98	8.6	2.152	15.6669	7.591	2.151762	20.8686	20.0277	19.2393	18.5111	17.8424	17.229	16.6654	16.1464	15.6669	10.2279					
99	8.7	2.163	15.768	7.591	2.163323	20.9699	20.129	19.3405	18.6123	17.9436	17.3301	16.7666	16.2475	15.768	10.3287					
100	8.8	2.175	15.8691	7.591	2.174752	21.0711	20.2302	19.4417	18.7134	18.0447	17.4312	16.8677	16.3486	15.8691	10.4294					
101	8.9	2.186	15.9701	7.591	2.186051	21.1722	20.3313	19.5428	18.8145	18.1458	17.5323	16.9687	16.4496	15.9701	10.53					
102	9	2.197	16.071	7.591	2.197225	21.2733	20.4324	19.6438	18.9155	18.2468	17.6333	17.0696	16.5505	16.071	10.6306					
103	9.1	2.208	16.1719	7.591	2.208274	21.3743	20.5333	19.7448	19.0165	18.3477	17.7342	17.1705	16.6514	16.1719	10.7312					
104	9.2	2.219	16.2727	7.591	2.219203	21.4753	20.6343	19.8457	19.1174	18.4486	17.835	17.2714	16.7523	16.2727	10.8317					
105	9.3	2.230	16.3734	7.591	2.230014	21.5761	20.7351	19.9466	19.2182	18.5494	17.9359	17.3722	16.853	16.3734	10.9322					
106	9.4	2.241	16.4742	7.591	2.24071	21.677	20.836	20.0474	19.319	18.6502	18.0366	17.4729	16.9538	16.4742	11.0327					
107	9.5	2.251	16.5748	7.591	2.251292	21.7778	20.9368	20.1481	19.4198	18.7509	18.1373	17.5736	17.0545	16.5748	11.1331					
108	9.6	2.262	16.6755	7.591	2.261763	21.8785	21.0375	20.2489	19.5205	18.8516	18.238	17.6743	17.1551	16.6755	11.2335					
109	9.7	2.272	16.7761	7.591	2.272126	21.9792	21.1382	20.3495	19.6211	18.9523	18.3387	17.7749	17.2557	16.7761	11.3338					
110	9.8	2.282	16.8766	7.591	2.282382	22.0799	21.2388	20.4502	19.7218	19.0529	18.4393	17.8755	17.3563	16.8766	11.4342					
111	9.9	2.293	16.9772	7.591	2.292535	22.1805	21.3394	20.5508	19.8224	19.1535	18.5398	17.9761	17.4568	16.9772	11.5345					
112	10	2.303	17.0777	7.591	2.302585	22.2811	21.44	20.6513	19.9229	19.254	18.6404	18.0766	17.5573	17.0777	11.6348					

Готово Лист1 Лист2 Лист3 Среднее: 11.94214433 Количество: 1100 Минимум: -2.302585093 Максимум: 22.2811 Сумма: 13136.35877 98%

База данных по наблюдательным скважинам
«POLE 1»

Автоматизация обработки откачек

Настройка раскрывающегося списка наблюдательных скважин

Раскрывающийся список наблюдательных скважин

Скважины наблюдательные

Ln T	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
-2.303	0.829	7.59	2.20359	2.4893	2.8273	2.4484	2.0	1.7022	1.4326	1.1858	0.9008	0.6205	
-1.609	1.7882	7.59											
-1.204	2.6269	7.59											
-0.916	3.3247	7.59											
-0.693	3.9089	7.59											
-0.511	4.4066	7.59											
-0.357	4.8387	7.59											
-0.223	5.2201	7.59											
-0.105	5.5614	7.59											
0.000	5.8707	7.59											
0.095	6.1538	7.59											
0.182	6.4153	7.59											
0.262	6.6588	7.59											
0.336	6.887	7.59											
0.405	7.1024	7.59											
0.470	7.3066	7.59											
0.531	7.5012	7.59											
0.588	7.6875	7.59											
0.642	7.8665	7.59											
0.693	8.039	7.59											
0.742	8.2058	7.59											
0.788	8.3675	7.59											
0.833	8.5246	7.59											
0.875	8.6776	7.59											
0.916	8.8269	7.59											
0.956	8.9728	7.59											
0.993	9.1157	7.59											
1.030	9.2557	7.59											
1.065	9.3931	7.59											
1.099	9.5282	7.59											
1.131	9.6611	7.59											
1.163	9.7919	7.59											
1.194	9.9209	7.591	1.193922	15.0828	14.2468	13.4633	12.7401	12.0764	11.468	10.9094	10.3954	9.9209	4.5782
1.224	10.0481	7.591	1.223775	15.2122	14.376	13.5922	12.8687	12.2047	11.596	11.0372	10.5229	10.0481	4.6994

Формат элемента управления

Размер | Защита | Свойства | Веб | Элемент управления

Формировать список по диапазону: \$AH\$10:\$AH\$19

Связь с ячейкой: \$\$S\$10

Количество строк списка: 8

Объемное затенение

OK Отмена

Инструмент управления базой данных по наблюдательным скважинам

Автоматизация обработки откачек

Заготовка_Управление_Графиком_1.xlsx - Microsoft Excel

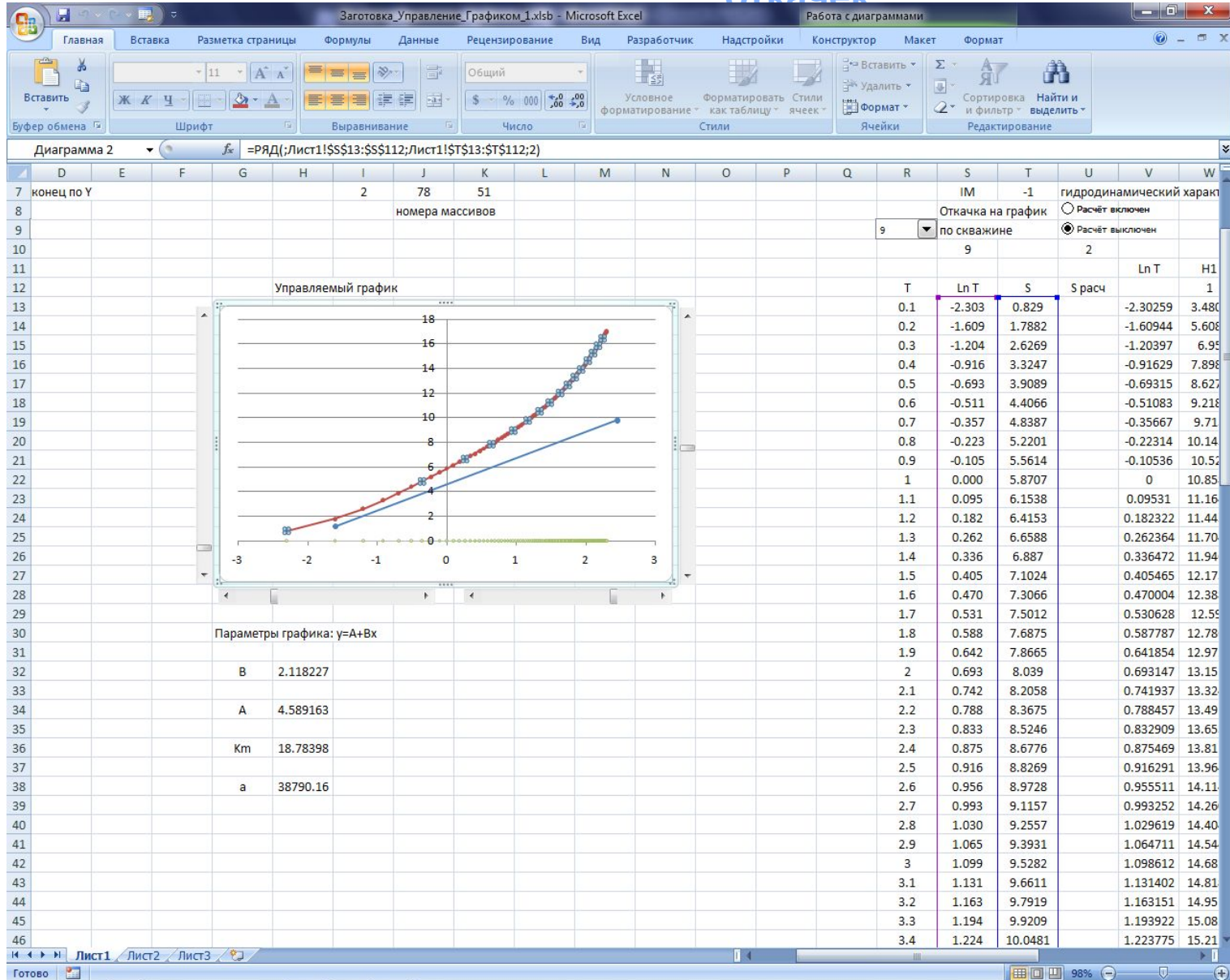
ОСТАТ $=ВПР(S15;POLE_1;SS10+1;ЛОЖЬ)$

	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	
7					IM	-1	гидродинамический характер границы														
8					Откачка на график		<input checked="" type="radio"/> Расчёт включен														
9				9	по скважине		<input type="radio"/> Расчёт выключен														
10					9	1															
11							Ln T	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10				Скваж
12				T	Ln T	S	S расч	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
13				0.1	-2.303	0.829	7.591	-2.30259	3.4803	2.9272	2.4484	2.0429	1.7033	1.4206	1.1858	0.9908	0.829	0.0205			
14				0.2	-1.609	1.7882	7.591	-1.60944	5.6089	4.895	4.2518	3.6842	3.1889	2.7591	2.3872	2.0659	1.7882	0.0776			
15				$=ВПР(S15;POLE_1;SS10+1;ЛОЖЬ)$				6.95	6.1846	5.4835	4.8535	4.2929	3.7963	3.3573	2.9695	2.6269	0.173				
16				0.4	-0.916	3.3247	7.591	-0.91629	7.8985	7.1111	6.3843	5.7253	5.1331	4.6029	4.1286	3.7044	3.3247	0.2988			
17				0.5	-0.693	3.9089	7.591	-0.69315	8.6279	7.8287	7.0879	6.4129	5.8028	5.253	4.7578	4.3115	3.9089	0.4459			
18				0.6	-0.511	4.4066	7.591	-0.51083	9.2185	8.4121	7.6625	6.9775	6.356	5.7938	5.2851	4.8245	4.4066	0.6059			
19				0.7	-0.357	4.8387	7.591	-0.35667	9.715	8.9037	8.1482	7.4562	6.827	6.2561	5.7381	5.2673	4.8387	0.7732			10
20				0.8	-0.223	5.2201	7.591	-0.22314	10.1436	9.3286	8.5688	7.8718	7.237	6.6598	6.1348	5.6566	5.2201	0.9439			
21				0.9	-0.105	5.5614	7.591	-0.10536	10.521	9.7033	8.9401	8.2394	7.6001	7.0182	6.488	6.0041	5.5614	1.1153			
22				1	0.000	5.8707	7.591	0	10.8586	10.0387	9.273	8.5692	7.9266	7.3408	6.8065	6.3181	5.8707	1.286			
23				1.1	0.095	6.1538	7.591	0.09531	11.1646	10.343	9.5751	8.8689	8.2235	7.6347	7.097	6.6051	6.1538	1.455			
24				1.2	0.182	6.4153	7.591	0.182322	11.4452	10.622	9.8523	9.1441	8.4964	7.9051	7.3647	6.8698	6.4153	1.6218			
25				1.3	0.262	6.6588	7.591	0.262364	11.7046	10.8801	10.109	9.399	8.7495	8.156	7.6133	7.1159	6.6588	1.7861			
26				1.4	0.336	6.887	7.591	0.336472	11.9466	11.1209	10.3484	9.637	8.9858	8.3905	7.8459	7.3464	6.887	1.9477			
27				1.5	0.405	7.1024	7.591	0.405465	12.1737	11.347	10.5734	9.8607	9.2081	8.6113	8.0649	7.5636	7.1024	2.1066			
28				1.6	0.470	7.3066	7.591	0.470004	12.3883	11.5607	10.786	10.0721	9.4183	8.8201	8.2723	7.7695	7.3066	2.2627			
29				1.7	0.531	7.5012	7.591	0.530628	12.592	11.7636	10.988	10.2731	9.6181	9.0188	8.4697	7.9655	7.5012	2.4162			
30				1.8	0.588	7.6875	7.591	0.587787	12.7865	11.9573	11.1808	10.465	9.8091	9.2087	8.6585	8.1531	7.6875	2.5671			
31				1.9	0.642	7.8665	7.591	0.641854	12.9727	12.1428	11.3656	10.649	9.9921	9.3908	8.8396	8.3332	7.8665	2.7154			
32				2	0.693	8.039	7.591	0.693147	13.1517	12.3212	11.5433	10.826	10.1683	9.5661	9.0141	8.5067	8.039	2.8613			
33				2.1	0.742	8.2058	7.591	0.741937	13.3245	12.4933	11.7148	10.9967	10.3384	9.7354	9.1826	8.6743	8.2058	3.0048			
34				2.2	0.788	8.3675	7.591	0.788457	13.4916	12.6599	11.8808	11.1621	10.503	9.8994	9.3458	8.8368	8.3675	3.1461			
35				2.3	0.833	8.5246	7.591	0.832909	13.6536	12.8214	12.0417	11.3225	10.6628	10.0586	9.5043	8.9946	8.5246	3.2853			
36				2.4	0.875	8.6776	7.591	0.875469	13.8112	12.9785	12.1983	11.4785	10.8183	10.2135	9.6586	9.1483	8.6776	3.4224			
37				2.5	0.916	8.8269	7.591	0.916291	13.9646	13.1315	12.3508	11.6305	10.9698	10.3644	9.809	9.2982	8.8269	3.5575			
38				2.6	0.956	8.9728	7.591	0.955511	14.1144	13.2808	12.4997	11.7789	11.1178	10.5119	9.956	9.4446	8.9728	3.6907			
39				2.7	0.993	9.1157	7.591	0.993252	14.2608	13.4268	12.6453	11.9241	11.2625	10.6562	10.0998	9.5879	9.1157	3.8222			
40				2.8	1.030	9.2557	7.591	1.029619	14.4041	13.5697	12.7878	12.0662	11.4042	10.7975	10.2407	9.7284	9.2557	3.952			
41				2.9	1.065	9.3931	7.591	1.064711	14.5446	13.7099	12.9276	12.2057	11.5432	10.9361	10.3789	9.8662	9.3931	4.0801			
42				3	1.099	9.5282	7.591	1.098612	14.6826	13.8475	13.0649	12.3426	11.6799	11.0724	10.5148	10.0017	9.5282	4.2068			
43				3.1	1.131	9.6611	7.591	1.131402	14.8182	13.9828	13.1999	12.4773	11.8142	11.2063	10.6484	10.135	9.6611	4.332			
44				3.2	1.163	9.7919	7.591	1.163151	14.9515	14.1158	13.3326	12.6096	11.9462	11.3381	10.7798	10.2661	9.7919	4.4557			
45				3.3	1.194	9.9209	7.591	1.193922	15.0828	14.2468	13.4633	12.7401	12.0764	11.468	10.9094	10.3954	9.9209	4.5782			
46				3.4	1.224	10.0481	7.591	1.223775	15.2122	14.376	13.5922	12.8687	12.2047	11.596	11.0372	10.5229	10.0481	4.6994			

Лист1 Лист2 Лист3

Настройка текущего графика откачки. Поиск S по значению Ln (T) для выбранной наблюдательной скважины.

Автоматизация обработки откачек



Индикаторный график откачки для выбранной наблюдательной скважины.

Автоматизация обработки откачек

Заготовка_Управление_Графиком_1.xlsb - Microsoft Excel

Работа с диаграммами

Диаграмма 2 $f_x = \text{=РЯД(Лист1!\$J\$3:\$J\$4;Лист1!\$K\$3:\$K\$4;1)}$

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W		
1	ия графиком прямой для обработки ОФР					Таблица для вывода графика																
2	начало по X					N	X	Y														
3	начало по Y					1	-1.6	1.2														
4	K_STEP_X	100	шагов по X		2	2.46	9.8								Q	500	м³/сут					
5	K_STEP_Y	100	шагов по Y			NN_X	NN_Y								Rv	100	м					
6	конец по X					1	20	94							L	500	м, расстояние до предполага					
7	конец по Y					2	78	51							IM	-1	гидродинамический характ					
8						номера массивов																
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
21																						
22																						
23																						
24																						
25																						
26																						
27																						
28																						
29																						
30																						
31																						
32																						
33																						
34																						
35																						
36																						
37																						
38																						
39																						
40																						

Управляемый график

Ряд1 Точка "2.46"
(2.46, 9.8)

Параметры графика: $y=A+Bx$

B	2.118227
A	4.589163
Km	18.78398
a	38790.16

	T	Ln T	S	S расч	Ln T	H1
9	0.1	-2.303	0.829		-2.30259	3.480
2	0.2	-1.609	1.7882		-1.60944	5.606
	0.3	-1.204	2.6269		-1.20397	6.95
	0.4	-0.916	3.3247		-0.91629	7.896
	0.5	-0.693	3.9089		-0.69315	8.627
	0.6	-0.511	4.4066		-0.51083	9.218
	0.7	-0.357	4.8387		-0.35667	9.71
	0.8	-0.223	5.2201		-0.22314	10.14
	0.9	-0.105	5.5614		-0.10536	10.52
	1	0.000	5.8707		0	10.85
	1.1	0.095	6.1538		0.09531	11.16
	1.2	0.182	6.4153		0.182322	11.44
	1.3	0.262	6.6588		0.262364	11.70
	1.4	0.336	6.887		0.336472	11.94
	1.5	0.405	7.1024		0.405465	12.17
	1.6	0.470	7.3066		0.470004	12.38
	1.7	0.531	7.5012		0.530628	12.59
	1.8	0.588	7.6875		0.587787	12.78
	1.9	0.642	7.8665		0.641854	12.97
	2	0.693	8.039		0.693147	13.15
	2.1	0.742	8.2058		0.741937	13.32
	2.2	0.788	8.3675		0.788457	13.49
	2.3	0.833	8.5246		0.832909	13.65
	2.4	0.875	8.6776		0.875469	13.81
	2.5	0.916	8.8269		0.916291	13.96
	2.6	0.956	8.9728		0.955511	14.11
	2.7	0.993	9.1157		0.993252	14.26
	2.8	1.030	9.2557		1.029619	14.40

График управляемой
прямой

Автоматизация обработки откачек

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following elements:

- Spreadsheet Data:**

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1						Таблица для вывода графика														
2						N	X	Y												
3						1	-1.6	3.2												
4						2	2.46	9.8								Q	500		м³/сут	
5																Rv	100		м	
6						1	20	84								L	500		м, расстояние до предпола	
7						2	78	51								IM	-1		гидродинамический характ	
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32																				
33																				
34																				
35																				
36																				
37																				
38																				
39																				
40																				
- Chart:** A chart titled "Управляемый график" (Control Chart) showing a red curve and a blue line. The x-axis ranges from -3 to 3, and the y-axis ranges from 0 to 18.
- Dialog Box:** "Формат элемента управления" (Control Element Format) dialog box is open, showing the "Элемент управления" (Control Element) tab. The "Связь с ячейкой:" (Link to cell) field is set to "\$K\$6". The "Текущее значение:" (Current value) is 84. The "Максимальное значение:" (Maximum value) is 100. The "Шаг изменения:" (Step change) is 1. The "Шаг изменения по страницам:" (Step change by pages) is 10. The "Связь с ячейкой:" (Link to cell) is "\$K\$6". The "Объемное затенение" (3D shading) checkbox is checked.

Элемент управления (полоса прокрутки) координатой Y первой точки управляемой
прямой

Автоматизация обработки откачек

The screenshot displays the Microsoft Excel interface with the following components:

- Spreadsheet Data:**

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
1	Полоса прокр. 3					Таблица для вывода графика															
2	начало по X					N	X	Y													
3	начало по Y					1	-0.2	3.2													
4	K_STEP_X	100	шагов по X			2	2.46	9.8							Q	500	м³/сут				
5	K_STEP_Y	100	шагов по Y				NN_X	NN_Y							Rv	100	м				
6	конец по X					1	40	84							L	500	м, расстояние до предполагаемого				
7	конец по Y					2	78								IM	-1	гидродинамический характер				
8						номера массивов															
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
21																					
22																					
23																					
24																					
25																					
26																					
27																					
28																					
29																					
30																					
31																					
32																					
33																					
34																					
35																					
36																					
37																					
38																					
39																					
40																					
- Chart:** A chart titled "Управляемый график" (Controllable Chart) showing a red curve and a blue line. The x-axis ranges from -3 to 3, and the y-axis ranges from 0 to 18.
- Control Element Dialog Box:** A dialog box titled "Формат элемента управления" (Control Element Format) with the "Элемент управления" (Control Element) tab selected. It contains the following fields:
 - Текущее значение: 40
 - Минимальное значение: 0
 - Максимальное значение: 100
 - Шаг изменения: 1
 - Шаг изменения по строкам: 10
 - Связь с ячейкой: \$J\$6
 - Объемное затенение
- Parameters Table:** A table below the chart titled "Параметры графика: y=A+Bx" (Chart Parameters: y=A+Bx):

Parameter	Value
B	2.481203
A	3.696241
Km	16.03607
a	19714.45

Элемент управления (полоса прокрутки) координатой X первой точки управляемой прямой

Автоматизация обработки откачек

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following elements:

- Spreadsheet Data:**

1	Таблица для вывода графика		
2	N	X	Y
3	1	-0.2	3.2
4	2	2.46	7.8
5		NN_X	NN_Y
6	1	40	84
7	2	78	61
- Chart:** A chart titled "Управляемый график" showing a red curve and a blue line. The x-axis ranges from -3 to 3, and the y-axis ranges from 0 to 18.
- Control Element Dialog Box:** A dialog box titled "Формат элемента управления" with the "Элемент управления" tab selected. It contains the following fields:
 - Текущее значение: 61
 - Минимальное значение: 0
 - Максимальное значение: 100
 - Шаг изменения: 1
 - Шаг изменения по строкам: 10
 - Связь с ячейкой: \$K\$7
 - Объемное затенение
- Parameters:** A table below the chart showing parameters for the graph $y=A+Bx$:

Параметры графика: $y=A+Bx$	Value
B	1.729323
A	3.545865
Km	23.00827
a	34539.02

Элемент управления (полоса прокрутки) координатой Y второй точки управляемой
прямой

Автоматизация обработки откаток

Заготовка_Управление_Графиком_1.xlsm - Microsoft Excel

Полоса прокр. 4 fx = \$J\$7

	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1						Таблица для вывода графика														
2						N	X	Y												
3						1	-0.2	3.2												
4		K_STEP_X	100	шагов по X		2	1.76	7.8						Q	500	м³/сут				
5		K_STEP_Y	100	шагов по Y			NN_X	NN_Y						Rv	100	м				
6		конец по X				1	40	84						L	500	м, расстояние до предполагаемого				
7		конец по Y				2	68	61						IM	-1	гидродинамический характер				
8								номера массивов												
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				
32						B	2.346939							1.9	0.642	7.8665		0.641854	12.97	
33														2	0.693	8.039		0.693147	13.15	
34						A	3.669388							2.1	0.742	8.2058		0.741937	13.32	
35														2.2	0.788	8.3675		0.788457	13.49	
36						Km	16.95346							2.3	0.833	8.5246		0.832909	13.65	
37														2.4	0.875	8.6776		0.875469	13.81	
38						a	21224.01							2.5	0.916	8.8269		0.916291	13.96	
39														2.6	0.956	8.9728		0.955511	14.11	
40														2.7	0.993	9.1157		0.993252	14.26	
														2.8	1.030	9.2557		1.029619	14.40	

Управляемый график

Параметры графика: $y=A+Bx$

Параметр	Значение
B	2.346939
A	3.669388
Km	16.95346
a	21224.01

Формат элемента управления

Элемент управления

Текущее значение: 68

Минимальное значение: 0

Максимальное значение: 100

Шаг изменения: 1

Шаг изменения по строкам: 10

Связь с ячейкой: \$J\$7

Объемное затенение

OK Отмена

Элемент управления (полоса прокрутки) координатой X второй точки управляемой прямой

Автоматизация обработки откаток

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the name box containing 'T1_X' and the formula bar showing '= 40'. The spreadsheet contains a table with columns labeled G, H, I, J, K, L, M and rows 1 through 9. The table is titled 'Таблица для вывода графика'. The data is as follows:

	G	H	I	J	K	L	M
1	точки ОФР						
2			N	X	Y		
3			1	-0.2	3.2		
4			2	1.76	7.8		
5				NN_X	NN_Y		
6			1	40	84		
7			2	68	61		
8							
9							

The value '40' in cell J6 is highlighted with a black box. The name box 'T1_X' is circled in red.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the name box containing 'T1_Y' and the formula bar showing '= 84'. The spreadsheet contains a table with columns labeled G, H, I, J, K, L, M and rows 1 through 9. The table is titled 'Таблица для вывода графика'. The data is as follows:

	G	H	I	J	K	L	M
1	точки ОФР						
2			N	X	Y		
3			1	-0.2	3.2		
4			2	1.76	7.8		
5				NN_X	NN_Y		
6			1	40	84		
7			2	68	61		
8							
9							

The value '84' in cell K6 is highlighted with a black box. The name box 'T1_Y' is circled in red.

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the name box containing 'T2_X' and the formula bar showing '= 68'. The spreadsheet contains a table with columns labeled G, H, I, J, K, L, M and rows 1 through 9. The table is titled 'Таблица для вывода графика'. The data is as follows:

	G	H	I	J	K	L	M
1	точки ОФР						
2			N	X	Y		
3			1	-0.2	3.2		
4			2	1.76	7.8		
5				NN_X	NN_Y		
6			1	40	84		
7			2	68	61		
8							
9							

The value '68' in cell J7 is highlighted with a black box. The name box 'T2_X' is circled in red.

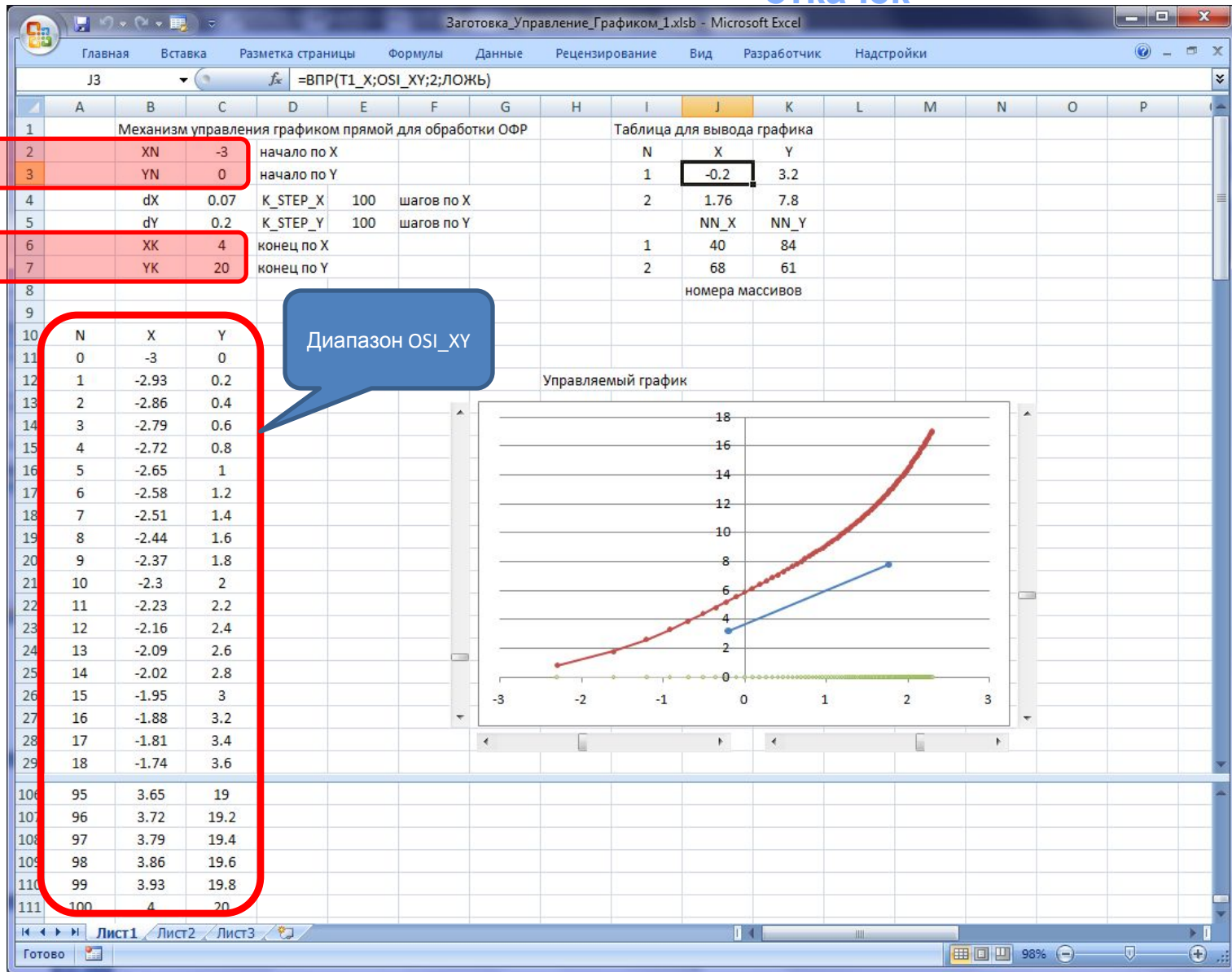
The screenshot shows an Excel spreadsheet with the name box containing 'T2_Y' and the formula bar showing '= 61'. The spreadsheet contains a table with columns labeled G, H, I, J, K, L, M and rows 1 through 9. The table is titled 'Таблица для вывода графика'. The data is as follows:

	G	H	I	J	K	L	M
1	точки ОФР						
2			N	X	Y		
3			1	-0.2	3.2		
4			2	1.76	7.8		
5				NN_X	NN_Y		
6			1	40	84		
7			2	68	61		
8							
9							

The value '61' in cell K7 is highlighted with a black box. The name box 'T2_Y' is circled in red.

Имена координат конечных точек (1 и 2) управляемой прямой и их значения, установленные полосами прокрутки

Автоматизация обработки откачек



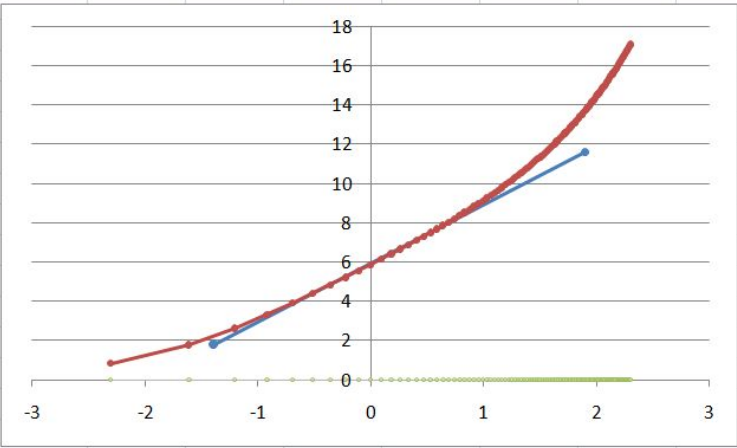
Пример поиска координаты X по её порядковому номеру для вывода в поле графика управляемой прямой

Автоматизация обработки откаток

Заготовка_Управление_Графиком_1.xlsb - Microsoft Excel

Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Разработчик Надстройки

В =ИНДЕКС(ЛИНЕЙН(\$K\$3:\$K\$4;\$J\$3:\$J\$4);1)

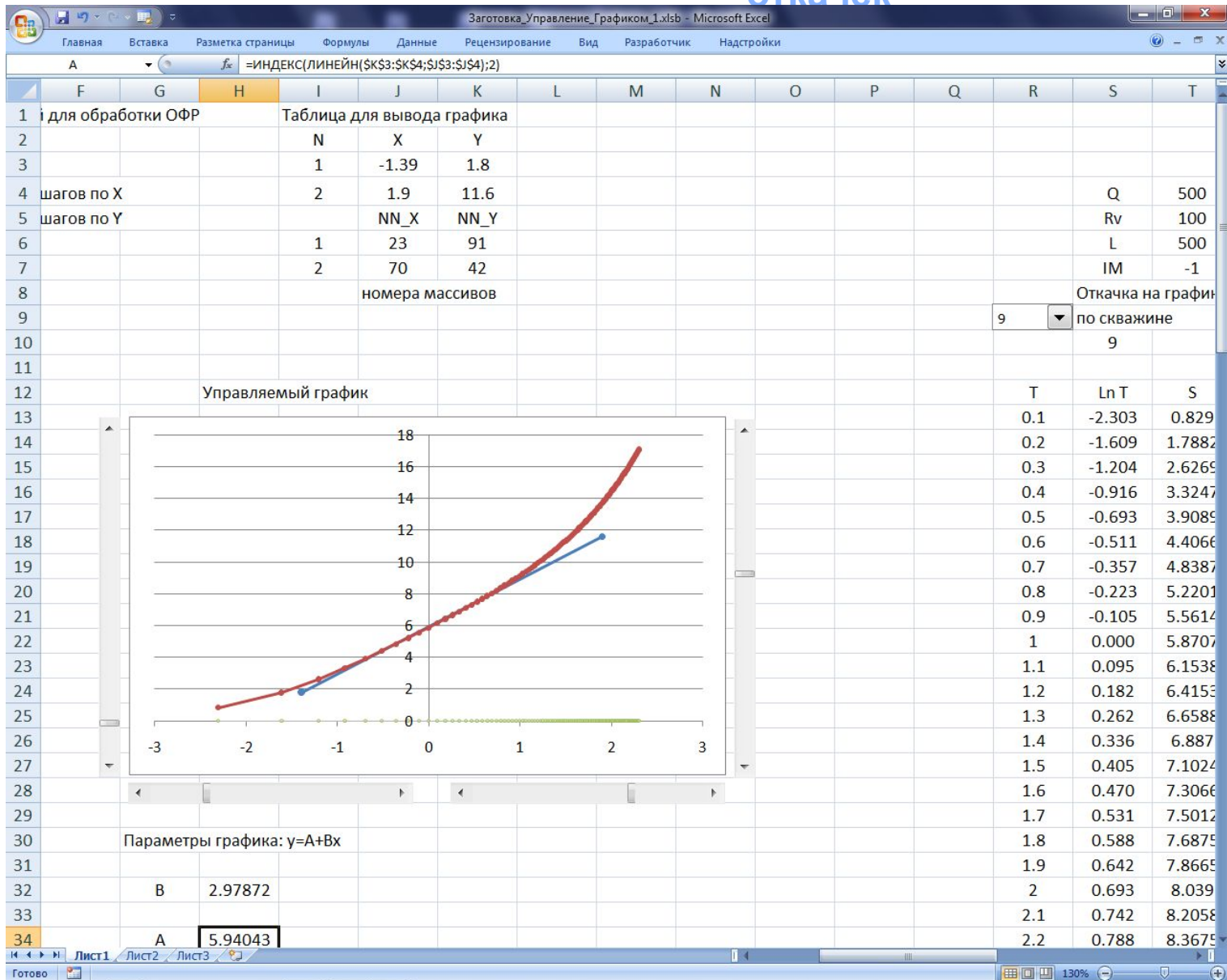
	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T
1	для обработки ОФР			Таблица для вывода графика											
2				N	X	Y									
3				1	-1.39	1.8									
4	шагов по X			2	1.9	11.6							Q	500	
5	шагов по Y				NN_X	NN_Y							Rv	100	
6				1	23	91							L	500	
7				2	70	42							IM	-1	
8				номера массивов											
9													Откатка на график		
10												9	по скважине		
11													9		
12				Управляемый график									T	Ln T	S
13													0.1	-2.303	0.829
14													0.2	-1.609	1.7882
15													0.3	-1.204	2.6269
16													0.4	-0.916	3.3247
17													0.5	-0.693	3.9089
18													0.6	-0.511	4.4066
19													0.7	-0.357	4.8387
20													0.8	-0.223	5.2201
21													0.9	-0.105	5.5614
22													1	0.000	5.8707
23													1.1	0.095	6.1538
24													1.2	0.182	6.4153
25													1.3	0.262	6.6588
26													1.4	0.336	6.887
27													1.5	0.405	7.1024
28													1.6	0.470	7.3066
29													1.7	0.531	7.5012
30				Параметры графика: $y=A+Bx$									1.8	0.588	7.6875
31													1.9	0.642	7.8665
32				B	2.97872								2	0.693	8.039
33													2.1	0.742	8.2058
34				A	5.94043								2.2	0.788	8.3675

Лист1 Лист2 Лист3

Готово

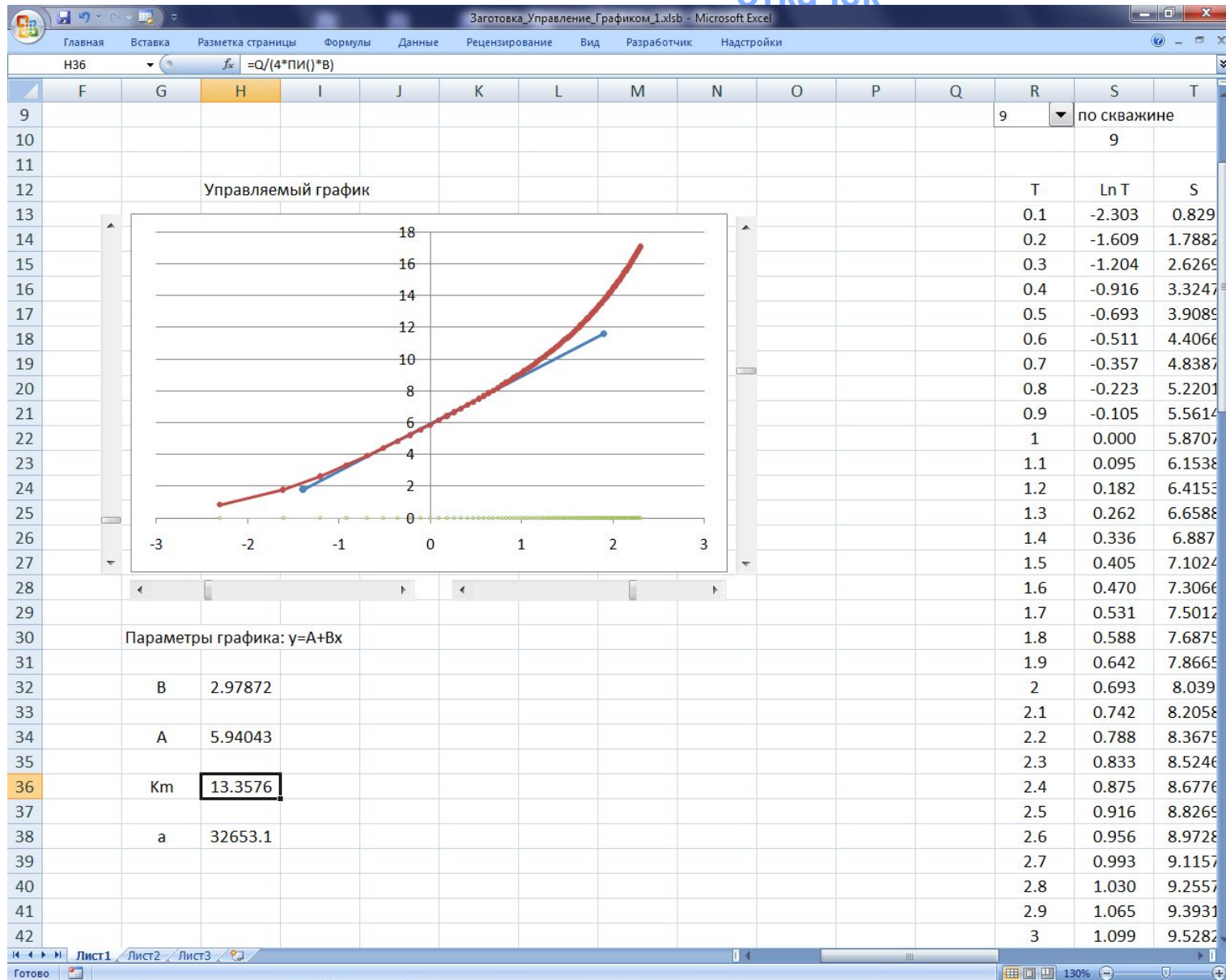
Определение углового коэффициента управляемой прямой

Автоматизация обработки откачек



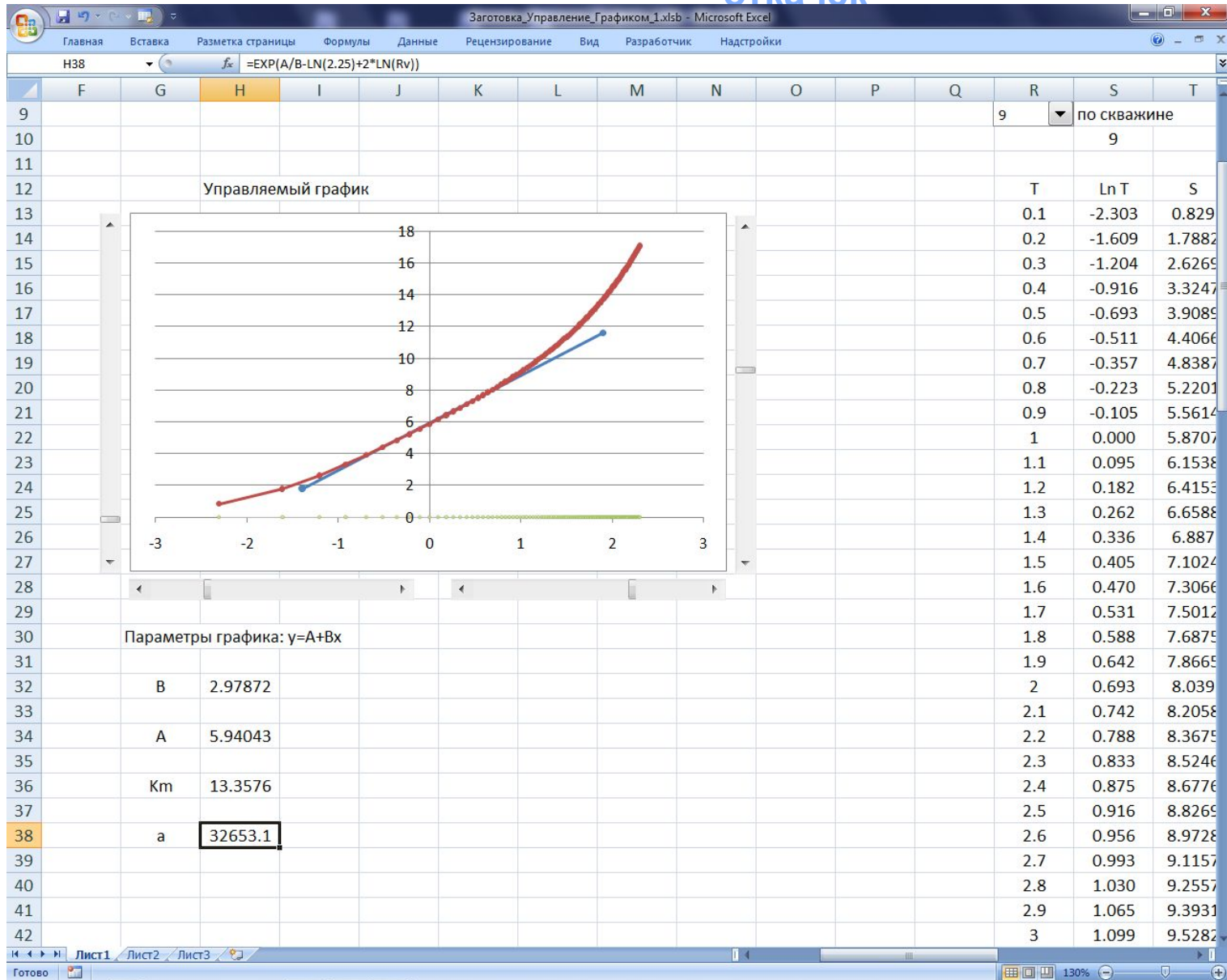
Определение отрезка на оси ординат в поле графика управляемой
прямой

Автоматизация обработки откачек



Расчет коэффициента водопроницаемости водовмещающих пород

Автоматизация обработки откачек



Расчет коэффициента пьезопроводности водовмещающих пород

Порядок использования полуавтоматической системы обработки опытно-фильтрационных работ

1. Управляя положением прямой в поле интерактивной диаграммы, совместить её с репрезентативным участком индикаторного графика откачки и прочесть значения фильтрационных параметров.
2. Перейти к другой наблюдательной скважине из электронной базы данных, выбрав из раскрывающегося списка её номер.
3. Повторить пункты 1-3 до исчерпания списка наблюдательных скважин.

Обработка результатов восстановления уровня в скважине после
откачки
(Метод Хорнера)

В гидродинамическом отношении процесс восстановления уровня в скважине после откачки эквивалентен сочетанию двух независимых процессов: нагнетанию на фоне продолжающейся откачки

Восстановление=Откачка+Нагнетание

С учетом обозначений продолжительности периодов откачки и нагнетания, можно получить количественную оценку этих процессов:

$$S^{\text{откачка}} = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2.25a(T + t)}{r^2};$$

$$S^{\text{нагнетание}} = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2.25at}{r^2};$$

Величина восстановления уровня после откачки

$$S^* = \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2.25a(T + t)}{r^2} - \frac{Q}{4\pi km} \ln \frac{2.25at}{r^2};$$

Величина восстановления уровня после откачки

$$S^* = \frac{Q}{4\pi km} \left(\ln \frac{2.25a(T+t)}{r^2} - \ln \frac{2.25at}{r^2} \right);$$

$$S^* = \frac{Q}{4\pi km} \left(\ln \frac{2.25a(T+t) \times r^2}{r^2 \times 2.25at} \right);$$

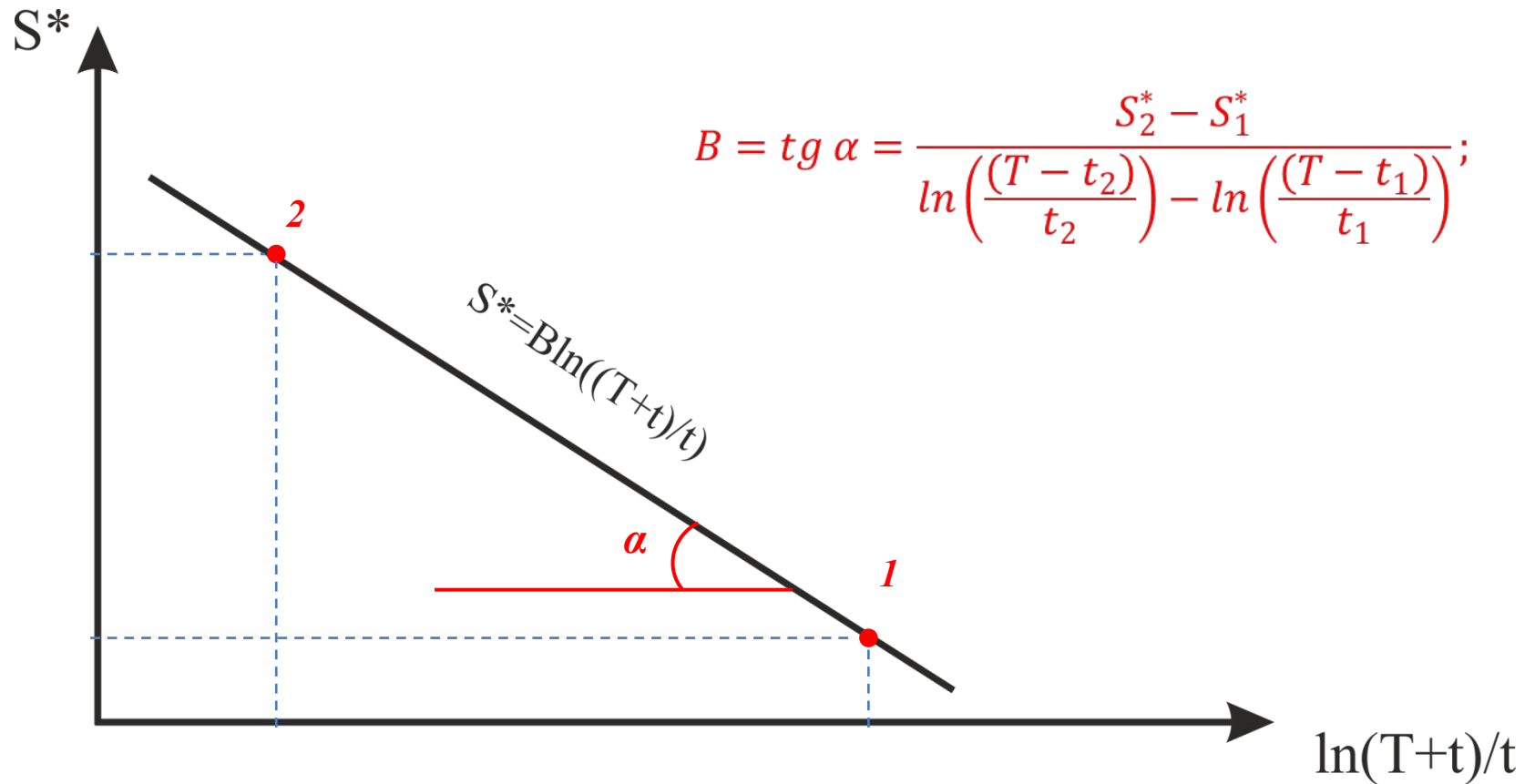
$$S^* = \frac{Q}{4\pi km} \left(\ln \frac{(T+t)}{t} \right);$$

Уравнение прямой

$$S^* = \frac{Q}{4\pi km} \left(\ln \frac{(T + t)}{t} \right);$$

$$Y = Bx;$$

Индикаторный график восстановления уровня



$B = \operatorname{tg} \alpha$

Расчётные формулы для определения коэффициента
водопроницаемости.

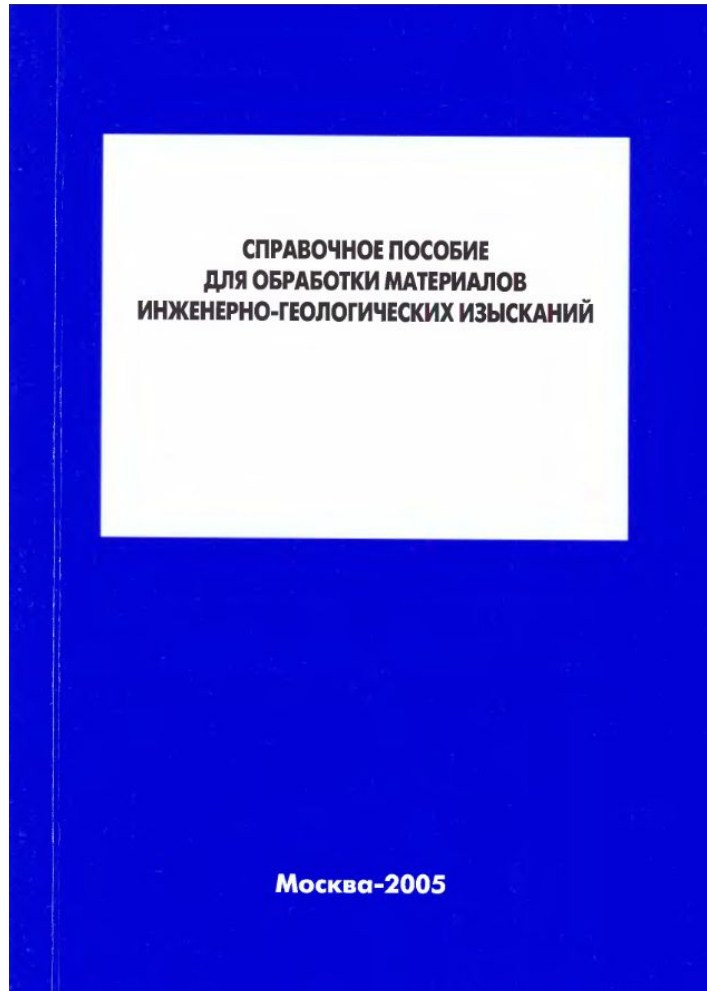
Коэффициент пьезопроводности по данным восстановления уровня в
одиночной скважине, как правило, не определяется

$$B = \frac{Q}{4 \times \pi \times Km};$$

$$Km = \frac{Q}{4 \times \pi \times B}$$

Известно, что при условии $t < 0,1T$ влиянием «наследства» откачки можно пренебречь и проводить обработку данных восстановления точно также, как и для понижения уровня

Обработка результатов экспресс-опробований скважин



УДК 624 131 37, 624.131.41

Справочное пособие для обработки материалов инженерно-геологических изысканий. – М.: ДАР\ВОДГЕО, 2005. – 94 с.

ISBN 5-98826-003-9

«Справочное пособие» является, по сути, третьим, переработанным, расширенным и дополненным изданием «Технологических карт для обработки материалов инженерно-геологических изысканий» и составлено как методическое справочное пособие, предназначенное для камеральной обработки материалов инженерно-геологических изысканий, предварительной оценки физико-механических свойств грунтов, обоснования программы работ и ориентировочной стоимости инженерно-геологических изысканий.

«Справочное пособие» разработано на основе современных нормативных документов (СНиПы, ГОСТы, инструкции и другие материалы) по проектированию оснований зданий и сооружений, инженерной геологии, грунтоведению и гидрогеологии.

Обобщены и систематизированы результаты лабораторных и полевых исследований различных видов грунтов по данным институтов Гипроречтранс, Гидропроект, ФГУП НИИ ВОДГЕО и других организаций.

Приведены таблицы, графики и номограммы по определению прочностных и деформационных характеристик грунтов и по обработке полевых испытаний грунтов методом динамического и статического зондирования

Даны рекомендации по определению коэффициента фильтрации, расчетного уровня грунтовых вод, агрессивности жидкой среды по отношению к бетону и металлам.

Для практикующих инженеров-геологов, молодых специалистов, работников проектно-изыскательских, научно-исследовательских и природоохранных организаций.

«Справочное пособие» составлено в ФГУП НИИ ВОДГЕО Симончиком С. Г. под научным руководством д.т.н., профессора Н П Куранова.

Научный редактор Хохлатов Э. М.

Определение коэффициента фильтрации по скорости восстановления уровня в скважине

Скважина оборудуется только обсадными трубами без фильтра. После понижения уровня путём откачки воды желонкой замеряется понижение S_1 – разница между статическим и динамическим уровнями и время замера t_1 , после чего по мере повышения уровня определяется второе (меньшее) понижение уровня S_2 и время второго замера t_2 .

Формула Замарина:

$$K_{\phi} = \frac{1.57r \cdot \Delta h}{t(S_1 + S_2)}$$

где:
 K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/сек или м/сут (в сутках 86400 сек.);
 r – радиус скважины, м; $\Delta h = S_1 - S_2$, м; $t = t_2 - t_1$, сек.

где:

K_{ϕ} – коэффициент фильтрации, м/сек или м/сут (в одних сутках 85400 сек);

r – радиус скважины, м;

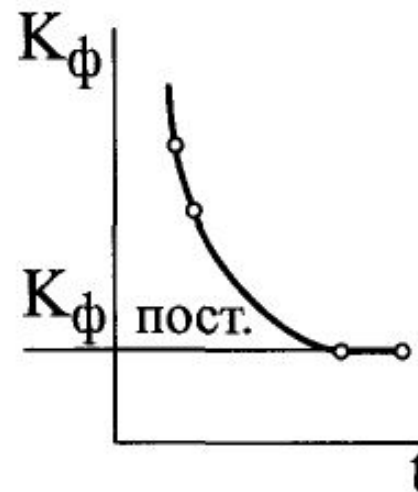
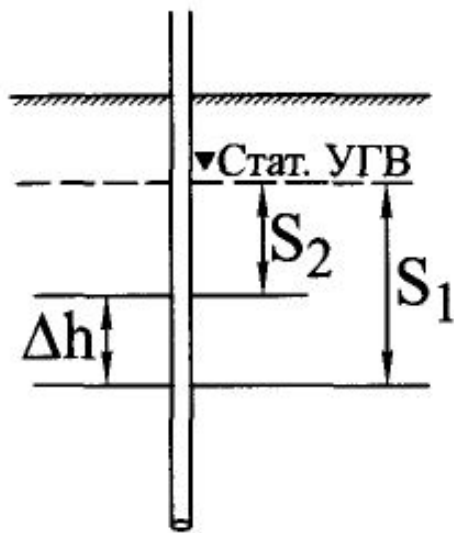
$\Delta h = S_1 - S_2$, м;

$t = t_2 - t_1$, сек.

Пример обработки экспресс-откачки:

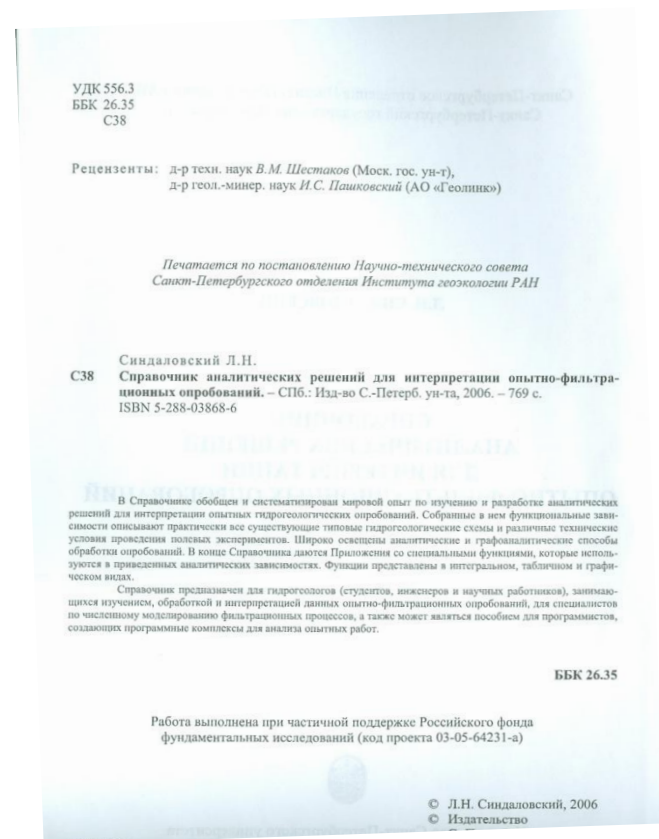
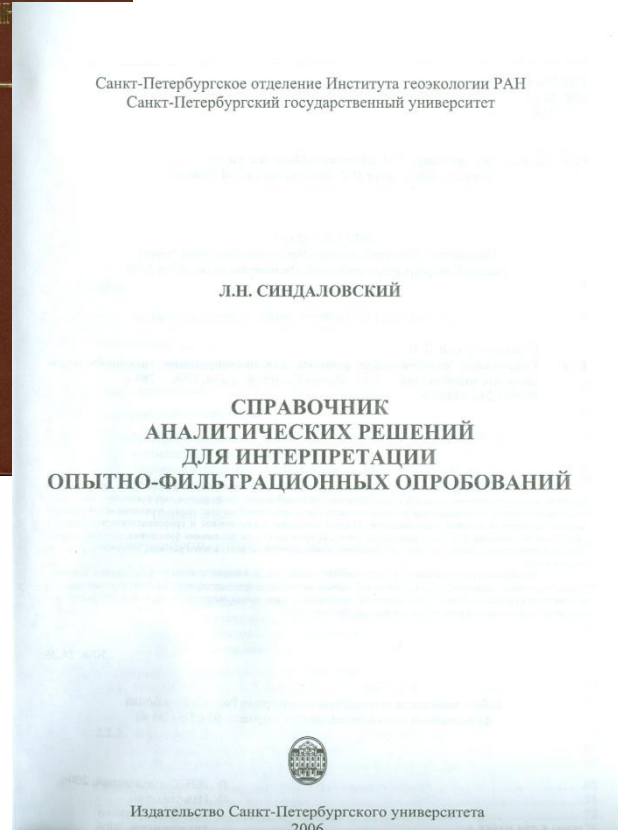
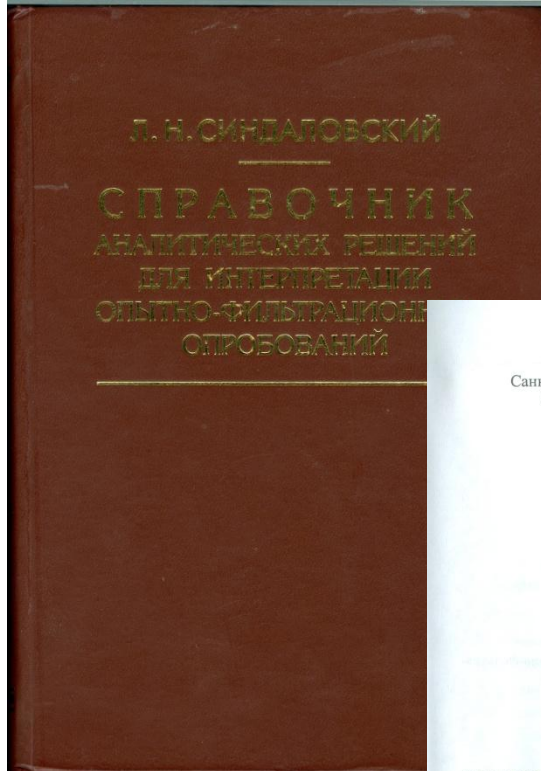
Трубы диаметром 168 мм (внутренний диаметр 160 мм) опущены в песчаный водоносный пласт. После откачки воды с понижением 5 м, наблюдения показали $S_1 = 5$ м, $t_1 = 12$ час. 0'00'', $S_2 = 4$ м; $t_2 = 12$ час. 2'00'';

$$K_{\phi} = \frac{1,57 \cdot 0,08 \cdot 1}{120 \cdot 9} = 0,00012 \text{ м/сек.} = 10 \text{ м/сутки}$$



Имея ряд значений K_{ϕ} в зависимости от t , строится график, по которому определяется значение K_{ϕ} , близкое к постоянному.

Обработка результатов откачек



Коэффициент фильтрации (м/сут.) и радиусы влияния (м) по литературным данным

Наименование грунтов	K_f	R
Песок пылеватый	0,1-3	20-50
Песок мелкозернистый	1-25	50-100
Песок среднезернистый	5-20	80-200
Песок крупнозернистый	10-75	80-400
Песок грубозернистый 1-2 мм	20-60	100-500
Песчано-гравийный	10-100	150-600
Скальные трещиноватые	20-60	150-200
Скальные сильно трещиноватые и чистые гравийно-галечниковые	60-70	300-500 и более
Супесь	0,1-2	1-20
Суглинок	0,1-0,001	–
Торф малоразложившийся	1-4,5	–

Для обработки результатов опытно-фильтрационных работ разработано большое количество разнообразных методов, но каждый из них предполагает качественную документацию опытных работ на скважине:

- выбор расположения и конструкции опытного куста;
- документация о конструкции скважины;
- выбор времени для проведения опытных работ с учетом режима подземных вод;
- определение положения статического уровня;
- соблюдение постоянства расхода во время откачки;
- определение необходимой длительности опыта и проч.