

1 ВАРИАНТ

- 1) Какая формула соответствует определению «дисперсности»? (выберите один верный ответ) **(2 балла)**
- а) $D = a$ [м]
 - б) $D = 1/a$ [м⁻¹]
 - в) $D = r$ [м]
 - г) $D = a \cdot r$ [м²]
- 2) Существуют смеси углеводородов с близкими температурами кипения, которые невозможно разделить методами простой или четкой ректификации. В таком случае применяют процесс, называемый и осуществляемый в присутствии специально вводимого агента с высокой температурой кипения, селективно меняющего летучесть разделяемых веществ и называемого разделяющим агентом или экстрагентом (вставьте пропущенное словосочетание, выбрав один верный ответ) **(2 балла)**
- а) экстрактивной кристаллизацией;
 - б) экстрактивной ректификацией;
 - в) азеотропной перегонкой;
 - г) простой перегонкой.
- 3) Групповые компоненты, нерастворимые в низкокипящих предельных углеводородах, но растворимые в бензоле, толуоле и четыреххлористом углероде (по сольвентному способу Ричардсона) – это... (выберите один верный ответ) **(2 балла)**:
- а) асфальтены;
 - б) масла и смолы;
 - в) карбоиды;
 - г) карбены.
- 4) Объемный коэффициент нефти $v_n = 1,5$ этот параметр показывает, что объем нефти в пласте ... относительно объема нефти в поверхностных условиях **(2 балла)**
- 1) увеличивается в 1,5 раза
 - 2) увеличивается в 3 раза
 - 3) уменьшиться в 1,5 раза
 - 4) уменьшиться в 3 раза
- 5) Что показывает коэффициент нефтенасыщенности? **(2 балла)**
- А) Отношение объема нефти к объему породы
 - Б) Отношение объема нефти к поровому объему
 - В) Отношение порового объема к объему нефти
 - Г) Отношение объема породы к объему нефти
- 6) Что определяет гамма-каротаж? **(2 балла)**
- А) Естественную радиоактивность горных пород, а как следствие, коэффициент глинистости
 - Б) Водородосодержание в порах породы, а как следствие, коэффициент глинистости
 - В) Естественную радиоактивность горных пород, а как следствие, коэффициент пористости
 - Г) Водородосодержание в порах породы, а как следствие, коэффициент пористости
- 7) Коэффициент продуктивности? **(2 балла)**
- а) $\eta = Q/(P_{пл}-P_{заб})$
 - б) $\eta = Q/P_{заб}$
 - в) $\eta = (P_{пл}-P_{заб})/Q$
 - г) $\eta = P_{заб}/Q$

8) Каково соотношение нагнетательных и добывающих скважин для пятиточечной площадной системы? (2 балла)

- а) $w = 1:1$;
- б) $w = 1:5$;
- в) $w = 5:1$;
- г) $w = 1:4$;

9) Какой параметр НЕ нужен при подсчёте запасов углеводородов в нефтяной залежи? (2 балла)

- а) Пористость
- б) Проницаемость
- в) Нефтенасыщенность
- г) Объём нефтяной залежи

10) Определить коэффициент продуктивности для следующих условий: $R_{пл} = 16$ МПа, $R_{зab} = 6$ МПа, $Q_n = 100$ м³/сут. (2 балла)

- а) 25 м³/сут МПа
- б) 16 м³/сут МПа
- в) 10 м³/сут МПа
- г) 6,6 м³/сут МПа

Задача №1 (15 баллов)

Определить скорость оседания капель воды (w_0) в нефти в отстойнике.

Дано:

Наименование	Значение
Диаметр капель воды d , мкм	1,5
Плотность нефти ρ_n , г/см ³	0,85
Плотность воды ρ_v , г/см ³	1,09
Кинематическая вязкость нефти при температуре процесса ν , сСт	2,8
Ускорение свободного падения g , м/с ²	9,81

Указание: Ответ дать в величинах системы СИ.

Найти: w_0

Проверить правомерность применения формулы Стоккса (соответствие критериям выбора формулы).

Вспомогательные формулы: формула Стоккса $w_0 = \frac{d^2 \cdot (\rho_v - \rho_n) \cdot g}{18 \cdot \mu}$,

где μ - динамическая вязкость дисперсной (нефтяной) среды, Па·с;

число Рейнольдса: $Re = \frac{w_0 \cdot d}{\nu}$

Задача №2 (10 баллов)

Геологическая модель залежи представляет собой ячеечный куб. Выше водо-нефтяного контакта (ВНК) находится 2000 ячеек. 1000 их них соответствуют непроницаемой глине, 500 – пористому песчанику, 500 – пористо-кавернозному известняку. Средний коэффициент пористости песчаника составляет 15%, известняка – 5%. Нефтенасыщенность изменяется в зависимости от высоты над ВНК таким образом, что $\frac{3}{4}$ ячеек коллектора, расположенных ближе к ВНК имеют нефтенасыщенность 60%, а $\frac{1}{4}$, что расположены выше – 80%. Рассчитайте объём нефти в поверхностных условиях, если объём одной ячейки составляет 100 м³, а коэффициент расширения нефти равен 1.25.

Найти: Объём нефти в поверхностных условиях

Указание. Ответ дать в величинах системы СИ

Вспомогательные формулы: формула для расчёта запасов нефти:

$$СТОИП = \frac{V \cdot \varphi \cdot S_o}{B_o}$$

Задача №3 (15 баллов)

Рассчитайте дебит нефтяной скважины по уравнению Дюпюи с учетом объемного коэффициента. Ответ в т/сут.

$K_{пр} = 500$ мД,

$\Gamma_{ф} = 50$ м³/м³,

$h = 5$ м,

$\mu_{н} = 1$ сПз

$P_{пл} = 120$ атм

$P_{заб} = 80$ атм

$R_{к} = 900$

$r_{с} = 0,1$

$\rho_{н} = 0.85$ т/м³

$$Q = 2\pi kh(P_{пл} - P_z) / (\mu \ln(R_k / R_c))$$

а) $q_{ж} = 440.5$ т/сут.

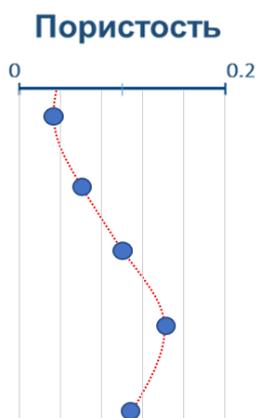
б) $q_{ж} = 518.4$ т/сут.

в) $q_{ж} = 700.4$ т/сут.

г) $q_{ж} = 218.4$ т/сут.

Задача №4 (15 баллов)

Укажите, какое значение пористости будет занесено в ячейку при осреднении кривой пористости при использовании следующих методов: среднее арифметическое, медиана, максимум.



1) Среднее

Пористость (U)

2) Медиана

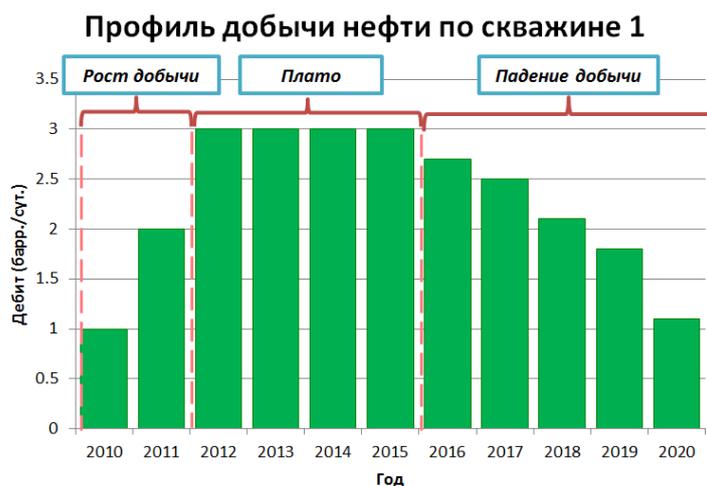
3) Максимум

Задача №5 (25 баллов)

В скважине, добывающей нефть с начала 2010 года, за 2 года эксплуатации на начало 2012 года было линейно достигнуто плато дебита нефти в 95 барр./сут. После пяти лет эксплуатации скважины в данном режиме начался спад добычи. За месяц спада дебит скважины упал со 95 барр./сут. до 90 барр./сут. Зная, что падение темпа добычи шло по экспоненциальному закону, выполните следующие задачи:

1. Спрогнозируйте дебит скважины в конце каждого года после начала падения добычи и постройте профиль добычи нефти по скважине с 2010 по 2021 год (см. рис. 1).
2. Спрогнозируйте годовую добычу нефти за каждый год после начала падения добычи.

Рис. 1. Схематический профиль добычи нефти



Для решения данных задач вам потребуются следующие формулы и таблицы для вычисления значений натурального логарифма и экспоненты (см. приложения):

- *Темп падения добычи:*

$$a = \frac{1}{(t_2 - t_1)} \ln \left(\frac{q_1}{q_2} \right)$$

Где q_1 – это дебит на время t_1 ;

q_2 – это дебит на время t_2 .

- *Дебит в определённое время:*

$$q = q_i e^{-at}$$

Где q_i – это дебит на время $t=0$.

- *Накопленная добыча за период падения добычи:*

$$N_p = \frac{q_i - q}{a}$$

Таблица значений натуральных логарифмов

n	$\ln n$										
1,01	0,0100	1,61	0,4762	2,21	0,7930	2,81	1,0332	3,41	1,2267	4,01	1,3888
1,02	0,0198	1,62	0,4824	2,22	0,7975	2,82	1,0367	3,42	1,2296	4,02	1,3913
1,03	0,0296	1,63	0,4886	2,23	0,8020	2,83	1,0403	3,43	1,2326	4,03	1,3938
1,04	0,0392	1,64	0,4947	2,24	0,8065	2,84	1,0438	3,44	1,2355	4,04	1,3962
1,05	0,0488	1,65	0,5008	2,25	0,8109	2,85	1,0473	3,45	1,2384	4,05	1,3987
1,06	0,0583	1,66	0,5068	2,26	0,8154	2,86	1,0508	3,46	1,2413	4,06	1,4012
1,07	0,0677	1,67	0,5128	2,27	0,8198	2,87	1,0543	3,47	1,2442	4,07	1,4036
1,08	0,0770	1,68	0,5188	2,28	0,8242	2,88	1,0578	3,48	1,2470	4,08	1,4061
1,09	0,0862	1,69	0,5247	2,29	0,8286	2,89	1,0613	3,49	1,2499	4,09	1,4085
1,10	0,0953	1,70	0,5306	2,30	0,8329	2,90	1,0647	3,50	1,2528	4,10	1,4110
1,11	0,1044	1,71	0,5365	2,31	0,8372	2,91	1,0682	3,51	1,2556	4,11	1,4134
1,12	0,1133	1,72	0,5423	2,32	0,8416	2,92	1,0716	3,52	1,2585	4,12	1,4159
1,13	0,1222	1,73	0,5481	2,33	0,8459	2,93	1,0750	3,53	1,2613	4,13	1,4183
1,14	0,1310	1,74	0,5539	2,34	0,8502	2,94	1,0784	3,54	1,2641	4,14	1,4207
1,15	0,1398	1,75	0,5596	2,35	0,8544	2,95	1,0818	3,55	1,2669	4,15	1,4231
1,16	0,1484	1,76	0,5653	2,36	0,8587	2,96	1,0852	3,56	1,2698	4,16	1,4255
1,17	0,1570	1,77	0,5710	2,37	0,8629	2,97	1,0886	3,57	1,2726	4,17	1,4279
1,18	0,1655	1,78	0,5766	2,38	0,8671	2,98	1,0919	3,58	1,2754	4,18	1,4303
1,19	0,1740	1,79	0,5822	2,39	0,8713	2,99	1,0953	3,59	1,2782	4,19	1,4327
1,20	0,1823	1,80	0,5878	2,40	0,8755	3,00	1,0986	3,60	1,2809	4,20	1,4351
1,21	0,1906	1,81	0,5933	2,41	0,8796	3,01	1,1019	3,61	1,2837	4,21	1,4375
1,22	0,1989	1,82	0,5988	2,42	0,8838	3,02	1,1053	3,62	1,2865	4,22	1,4398
1,23	0,2070	1,83	0,6043	2,43	0,8879	3,03	1,1086	3,63	1,2892	4,23	1,4422
1,24	0,2151	1,84	0,6098	2,44	0,8920	3,04	1,1119	3,64	1,2920	4,24	1,4446
1,25	0,2231	1,85	0,6152	2,45	0,8961	3,05	1,1151	3,65	1,2947	4,25	1,4469
1,26	0,2311	1,86	0,6206	2,46	0,9002	3,06	1,1184	3,66	1,2975	4,26	1,4493
1,27	0,2390	1,87	0,6259	2,47	0,9042	3,07	1,1217	3,67	1,3002	4,27	1,4516
1,28	0,2469	1,88	0,6313	2,48	0,9083	3,08	1,1249	3,68	1,3029	4,28	1,4540
1,29	0,2546	1,89	0,6366	2,49	0,9123	3,09	1,1282	3,69	1,3056	4,29	1,4563
1,30	0,2624	1,90	0,6419	2,50	0,9163	3,10	1,1314	3,70	1,3083	4,30	1,4586
1,31	0,2700	1,91	0,6471	2,51	0,9203	3,11	1,1346	3,71	1,3110	4,31	1,4609
1,32	0,2776	1,92	0,6523	2,52	0,9243	3,12	1,1378	3,72	1,3137	4,32	1,4633
1,33	0,2852	1,93	0,6575	2,53	0,9282	3,13	1,1410	3,73	1,3164	4,33	1,4656
1,34	0,2927	1,94	0,6627	2,54	0,9322	3,14	1,1442	3,74	1,3191	4,34	1,4679
1,35	0,3001	1,95	0,6678	2,55	0,9361	3,15	1,1474	3,75	1,3218	4,35	1,4702
1,36	0,3075	1,96	0,6729	2,56	0,9400	3,16	1,1506	3,76	1,3244	4,36	1,4725
1,37	0,3148	1,97	0,6780	2,57	0,9439	3,17	1,1537	3,77	1,3271	4,37	1,4748
1,38	0,3221	1,98	0,6831	2,58	0,9478	3,18	1,1569	3,78	1,3297	4,38	1,4770
1,39	0,3293	1,99	0,6881	2,59	0,9517	3,19	1,1600	3,79	1,3324	4,39	1,4793
1,40	0,3365	2,00	0,6931	2,60	0,9555	3,20	1,1632	3,80	1,3350	4,40	1,4816
1,41	0,3436	2,01	0,6981	2,61	0,9594	3,21	1,1663	3,81	1,3376	4,41	1,4839
1,42	0,3507	2,02	0,7031	2,62	0,9632	3,22	1,1694	3,82	1,3403	4,42	1,4861
1,43	0,3577	2,03	0,7080	2,63	0,9670	3,23	1,1725	3,83	1,3429	4,43	1,4884
1,44	0,3646	2,04	0,7129	2,64	0,9708	3,24	1,1756	3,84	1,3455	4,44	1,4907
1,45	0,3716	2,05	0,7178	2,65	0,9746	3,25	1,1787	3,85	1,3481	4,45	1,4929
1,46	0,3784	2,06	0,7227	2,66	0,9783	3,26	1,1817	3,86	1,3507	4,46	1,4951
1,47	0,3853	2,07	0,7275	2,67	0,9821	3,27	1,1848	3,87	1,3533	4,47	1,4974
1,48	0,3920	2,08	0,7324	2,68	0,9858	3,28	1,1878	3,88	1,3558	4,48	1,4996
1,49	0,3988	2,09	0,7372	2,69	0,9895	3,29	1,1909	3,89	1,3584	4,49	1,5019
1,50	0,4055	2,10	0,7419	2,70	0,9933	3,30	1,1939	3,90	1,3610	4,50	1,5041
1,51	0,4121	2,11	0,7467	2,71	0,9969	3,31	1,1969	3,91	1,3635	4,51	1,5063
1,52	0,4187	2,12	0,7514	2,72	1,0006	3,32	1,2000	3,92	1,3651	4,52	1,5085
1,53	0,4253	2,13	0,7561	2,73	1,0043	3,33	1,2030	3,93	1,3586	4,53	1,5107
1,54	0,4318	2,14	0,7608	2,74	1,0080	3,34	1,2060	3,94	1,3712	4,54	1,5129
1,55	0,4383	2,15	0,7655	2,75	1,0116	3,35	1,2090	3,95	1,3737	4,55	1,5151
1,56	0,4447	2,16	0,7701	2,76	1,0152	3,36	1,2119	3,96	1,3762	4,56	1,5173
1,57	0,4511	2,17	0,7747	2,77	1,0188	3,37	1,2149	3,97	1,3788	4,57	1,5195
1,58	0,4574	2,18	0,7793	2,78	1,0225	3,38	1,2179	3,98	1,3813	4,58	1,5217
1,59	0,4637	2,19	0,7839	2,79	1,0260	3,39	1,2208	3,99	1,3838	4,59	1,5239
1,60	0,4700	2,20	0,7885	2,80	1,0296	3,40	1,2238	4,00	1,3863	4,60	1,5261

Таблица значений экспонент

x	e^x	x	e^x	x	e^x	x	e^x
-5	0.006737947	-2.5	0.082085	0	1	2.5	12.18249
-4.9	0.007446583	-2.4	0.090718	0.1	1.105171	2.6	13.46374
-4.8	0.008229747	-2.3	0.100259	0.2	1.221403	2.7	14.87973
-4.7	0.009095277	-2.2	0.110803	0.3	1.349859	2.8	16.44465
-4.6	0.010051836	-2.1	0.122456	0.4	1.491825	2.9	18.17415
-4.5	0.011108997	-2	0.135335	0.5	1.648721	3	20.08554
-4.4	0.01227734	-1.9	0.149569	0.6	1.822119	3.1	22.19795
-4.3	0.013568559	-1.8	0.165299	0.7	2.013753	3.2	24.53253
-4.2	0.014995577	-1.7	0.182684	0.8	2.225541	3.3	27.11264
-4.1	0.016572675	-1.6	0.201897	0.9	2.459603	3.4	29.9641
-4	0.018315639	-1.5	0.22313	1	2.718282	3.5	33.11545
-3.9	0.020241911	-1.4	0.246597	1.1	3.004166	3.6	36.59823
-3.8	0.022370772	-1.3	0.272532	1.2	3.320117	3.7	40.4473
-3.7	0.024723526	-1.2	0.301194	1.3	3.669297	3.8	44.70118
-3.6	0.027323722	-1.1	0.332871	1.4	4.0552	3.9	49.40245
-3.5	0.030197383	-1	0.367879	1.5	4.481689	4	54.59815
-3.4	0.03337327	-0.9	0.40657	1.6	4.953032	4.1	60.34029
-3.3	0.036883167	-0.8	0.449329	1.7	5.473947	4.2	66.68633
-3.2	0.040762204	-0.7	0.496585	1.8	6.049647	4.3	73.69979
-3.1	0.045049202	-0.6	0.548812	1.9	6.685894	4.4	81.45087
-3	0.049787068	-0.5	0.606531	2	7.389056	4.5	90.01713
-2.9	0.05502322	-0.4	0.67032	2.1	8.16617	4.6	99.48432
-2.8	0.060810063	-0.3	0.740818	2.2	9.025013	4.7	109.9472
-2.7	0.067205513	-0.2	0.818731	2.3	9.974182	4.8	121.5104
-2.6	0.074273578	-0.1	0.904837	2.4	11.02318	4.9	134.2898
						5	148.4132

2 ВАРИАНТ

1) Энергия, при перемешивании, затраченная на образование единицы межфазной поверхности (выберите один верный ответ)(2 балла):

- а) Потенциальная энергия;
- б) Кинетическая энергия;
- в) Поверхностное натяжение;
- г) Энергия броуновского движения.

2) Значение кривой истинных температур кипения (ИТК) используют для определения (выберите один верный ответ) (2 балла):

- а) углеводородный состав светлых фракций;
- б) структурно-групповой состав дистиллята;
- в) потенциального выхода фракций из нефти;
- г) элементный состав нефти.

3) Групповые компоненты, не растворимые в бензоле, толуоле и четыреххлористом углероде, но растворимые в сероуглероде и хинолине (по сольвентному способу Ричардсона) (выберите один верный ответ) (2 балла):

- а) масла;
- б) смолы;
- в) асфальтены;
- г) карбены;
- д) карбоиды.

4) Объемный коэффициент нефти $v_n = 1,5$ этот параметр показывает, что объем нефти в пласте ... относительно объема нефти в поверхностных условиях (2 балла)

- 1) увеличивается в 1,5 раза
- 2) увеличивается в 3 раза
- 3) уменьшится в 1,5 раза
- 4) уменьшится в 3 раза

5) Что определяет нейтронный каротаж? (2 балла)

- А) Естественную радиоактивность горных пород, а как следствие, коэффициент глинистости
- Б) Водородосодержание в порах породы, а как следствие, коэффициент глинистости
- В) Естественную радиоактивность горных пород, а как следствие, коэффициент пористости
- Г) Водородосодержание в порах породы, а как следствие, коэффициент пористости

6) Выберите наиболее применяемый размер ячейки геологической сетки среди предложенных (ширина, длина, высота) (2 балла):

- А) 50 x 50 x 50 м
- Б) 50 x 50 x 1 м
- В) 1 x 1 x 1 м
- Г) 1 x 1 x 1 км

7) Коэффициент продуктивности? (2 балла)

- а) $\eta = Q/(P_{пл}-P_{заб})$
- б) $\eta = Q/P_{заб}$
- в) $\eta = (P_{пл}-P_{заб})/Q$
- г) $\eta = P_{заб}/Q$

8) Каково соотношение нагнетательных и добывающих скважин для пятиточечной площадной системы? (2 балла)

- а) $w = 1:1$;
- б) $w = 1:5$;
- в) $w = 5:1$;
- г) $w = 1:4$;

9) Геологическое моделирование может быть использовано для...? (2 балла)

- а) подсчета запасов углеводородов
- б) планирования новых скважин
- в) систематизации геолого-геофизических данных
- г) все вышеперечисленное

10) Определить коэффициент продуктивности для следующих условий: $R_{пл} = 16$ МПа, $R_{заб} = 6$ МПа, $Q_H = 100$ м³/сут. (2 балла)

- а) 25 м³/сут МПа
- б) 16 м³/сут МПа
- в) 10 м³/сут МПа
- г) 6,6 м³/сут МПа

Задача №1 (15 баллов)

Определить скорость оседания капель воды (w_0) в нефти в отстойнике.

Дано:

Наименование	Значение
Диаметр капель воды d , мкм	1,8
Плотность нефти ρ_H , г/см ³	0,75
Плотность воды ρ_B , г/см ³	1,08
Кинематическая вязкость нефти при температуре процесса ν , сСт	2,6
Ускорение свободного падения g , м/с ²	9,81

Указание: Ответ дать в величинах системы СИ.

Найти: w_0

Проверить правомерность применения формулы Стоккса (соответствие критериям выбора формулы).

Вспомогательные формулы: формула Стоккса $w_0 = \frac{d^2 \cdot (\rho_B - \rho_H) \cdot g}{18 \cdot \mu}$,

где μ - динамическая вязкость дисперсной (нефтяной) среды, Па·с;

число Рейнольдса: $Re = \frac{w_0 \cdot d}{\nu}$

Задача №2 (10 баллов)

Геологическая модель залежи представляет собой ячеечный куб. Выше водо-нефтяного контакта (ВНК) находится 1000 ячеек. 500 их них соответствуют непроницаемой глине, 250 – пористому песчанику, 250 – пористо-кавернозному известняку. Средний коэффициент пористости песчаника составляет 15%, известняка – 5%. Нефтенасыщенность изменяется в зависимости от высоты над ВНК таким образом, что $\frac{3}{4}$ ячеек коллектора, расположенных ближе к ВНК имеют нефтенасыщенность 60%, а $\frac{1}{4}$, расположенных выше – 80%. Рассчитайте объем нефти в поверхностных условиях, если объем одной ячейки составляет 100 м³, а коэффициент расширения нефти равен 1.25.

Найти: Объем нефти в поверхностных условиях

Указание. Ответ дать в величинах системы СИ

Вспомогательные формулы: формула для расчёта запасов нефти:

$$СТОИП = \frac{V \cdot \varphi \cdot S_o}{B_o}$$

Задача №3 (15 баллов)

Рассчитайте дебит нефтяной скважины по уравнению Дюпюи с учетом объемного коэффициента. Ответ в т/сут.

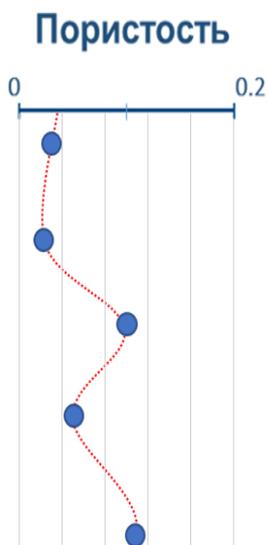
$K_{пр} = 500 \text{ мД}$,
 $\Gamma_{ф} = 50 \text{ м}^3/\text{м}^3$,
 $h = 5 \text{ м}$,
 $\mu_{н} = 1 \text{ сПз}$
 $P_{пл} = 120 \text{ атм}$
 $P_{заб} = 80 \text{ атм}$
 $R_k = 900$
 $r_c = 0,1$
 $\rho_{н} = 0.85 \text{ т/м}^3$

$$Q = 2\pi kh (P_{пл} - P_z) / (\mu \ln (R_k / R_c))$$

- а) $q_{ж} = 440.5 \text{ т/сут.}$
- б) $q_{ж} = 518.4 \text{ т/сут.}$
- в) $q_{ж} = 700.4 \text{ т/сут.}$
- г) $q_{ж} = 218.4 \text{ т/сут.}$

Задача №4 (15 баллов)

Укажите какое значение пористости будет занесено в ячейку при осреднении кривой пористости при использовании следующих методов: среднее арифметическое, медиана, максимум.



Пористость (U)

1) Среднее

2) Медиана

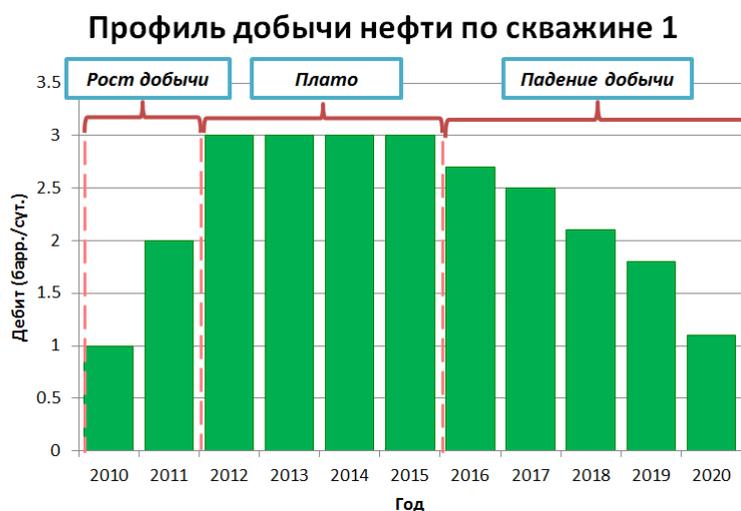
3) Максимум

Задача №5 (25 баллов)

В скважине, добывающей нефть с начала 2010 года, за 2 года эксплуатации на начало 2012 года было линейно достигнуто плато дебита нефти в 95 барр./сут. После пяти лет эксплуатации скважины в данном режиме начался спад добычи. За месяц спада дебит скважины упал со 95 барр./сут. до 92 барр./сут. Зная, что падение темпа добычи шло по экспоненциальному закону, выполните следующие задачи:

1. Спрогнозируйте дебит скважины в конце каждого года после начала падения добычи и постройте профиль добычи нефти по скважине с 2010 по 2021 год (см. рис. 1).
2. Спрогнозируйте годовую добычу нефти за каждый год после начала падения добычи.

Рис. 1. Схематический профиль добычи нефти



Для решения данных задач вам потребуются следующие формулы и таблицы для вычисления значений натурального логарифма и экспоненты (см. приложения):

- *Темп падения добычи:*

$$a = \frac{1}{(t_2 - t_1)} \ln \left(\frac{q_1}{q_2} \right)$$

Где q_1 – это дебит на время t_1 ;

q_2 – это дебит на время t_2 .

- *Дебит в определённое время:*

$$q = q_i e^{-at}$$

Где q_i – это дебит на время $t=0$.

- *Накопленная добыча за период падения добычи:*

$$N_p = \frac{q_i - q}{a}$$

Таблица значений натуральных логарифмов

n	$\ln n$										
1,01	0,0100	1,61	0,4762	2,21	0,7930	2,81	1,0332	3,41	1,2267	4,01	1,3888
1,02	0,0198	1,62	0,4824	2,22	0,7975	2,82	1,0367	3,42	1,2296	4,02	1,3913
1,03	0,0296	1,63	0,4886	2,23	0,8020	2,83	1,0403	3,43	1,2326	4,03	1,3938
1,04	0,0392	1,64	0,4947	2,24	0,8065	2,84	1,0438	3,44	1,2355	4,04	1,3962
1,05	0,0488	1,65	0,5008	2,25	0,8109	2,85	1,0473	3,45	1,2384	4,05	1,3987
1,06	0,0583	1,66	0,5068	2,26	0,8154	2,86	1,0508	3,46	1,2413	4,06	1,4012
1,07	0,0677	1,67	0,5128	2,27	0,8198	2,87	1,0543	3,47	1,2442	4,07	1,4036
1,08	0,0770	1,68	0,5188	2,28	0,8242	2,88	1,0578	3,48	1,2470	4,08	1,4061
1,09	0,0862	1,69	0,5247	2,29	0,8286	2,89	1,0613	3,49	1,2499	4,09	1,4085
1,10	0,0953	1,70	0,5306	2,30	0,8329	2,90	1,0647	3,50	1,2528	4,10	1,4110
1,11	0,1044	1,71	0,5365	2,31	0,8372	2,91	1,0682	3,51	1,2556	4,11	1,4134
1,12	0,1133	1,72	0,5423	2,32	0,8416	2,92	1,0716	3,52	1,2585	4,12	1,4159
1,13	0,1222	1,73	0,5481	2,33	0,8459	2,93	1,0750	3,53	1,2613	4,13	1,4183
1,14	0,1310	1,74	0,5539	2,34	0,8502	2,94	1,0784	3,54	1,2641	4,14	1,4207
1,15	0,1398	1,75	0,5596	2,35	0,8544	2,95	1,0818	3,55	1,2669	4,15	1,4231
1,16	0,1484	1,76	0,5653	2,36	0,8587	2,96	1,0852	3,56	1,2698	4,16	1,4255
1,17	0,1570	1,77	0,5710	2,37	0,8629	2,97	1,0886	3,57	1,2726	4,17	1,4279
1,18	0,1655	1,78	0,5766	2,38	0,8671	2,98	1,0919	3,58	1,2754	4,18	1,4303
1,19	0,1740	1,79	0,5822	2,39	0,8713	2,99	1,0953	3,59	1,2782	4,19	1,4327
1,20	0,1823	1,80	0,5878	2,40	0,8755	3,00	1,0986	3,60	1,2809	4,20	1,4351
1,21	0,1906	1,81	0,5933	2,41	0,8796	3,01	1,1019	3,61	1,2837	4,21	1,4375
1,22	0,1989	1,82	0,5988	2,42	0,8838	3,02	1,1053	3,62	1,2865	4,22	1,4398
1,23	0,2070	1,83	0,6043	2,43	0,8879	3,03	1,1086	3,63	1,2892	4,23	1,4422
1,24	0,2151	1,84	0,6098	2,44	0,8920	3,04	1,1119	3,64	1,2920	4,24	1,4446
1,25	0,2231	1,85	0,6152	2,45	0,8961	3,05	1,1151	3,65	1,2947	4,25	1,4469
1,26	0,2311	1,86	0,6206	2,46	0,9002	3,06	1,1184	3,66	1,2975	4,26	1,4493
1,27	0,2390	1,87	0,6259	2,47	0,9042	3,07	1,1217	3,67	1,3002	4,27	1,4516
1,28	0,2469	1,88	0,6313	2,48	0,9083	3,08	1,1249	3,68	1,3029	4,28	1,4540
1,29	0,2546	1,89	0,6366	2,49	0,9123	3,09	1,1282	3,69	1,3056	4,29	1,4563
1,30	0,2624	1,90	0,6419	2,50	0,9163	3,10	1,1314	3,70	1,3083	4,30	1,4586
1,31	0,2700	1,91	0,6471	2,51	0,9203	3,11	1,1346	3,71	1,3110	4,31	1,4609
1,32	0,2776	1,92	0,6523	2,52	0,9243	3,12	1,1378	3,72	1,3137	4,32	1,4633
1,33	0,2852	1,93	0,6575	2,53	0,9282	3,13	1,1410	3,73	1,3164	4,33	1,4656
1,34	0,2927	1,94	0,6627	2,54	0,9322	3,14	1,1442	3,74	1,3191	4,34	1,4679
1,35	0,3001	1,95	0,6678	2,55	0,9361	3,15	1,1474	3,75	1,3218	4,35	1,4702
1,36	0,3075	1,96	0,6729	2,56	0,9400	3,16	1,1506	3,76	1,3244	4,36	1,4725
1,37	0,3148	1,97	0,6780	2,57	0,9439	3,17	1,1537	3,77	1,3271	4,37	1,4748
1,38	0,3221	1,98	0,6831	2,58	0,9478	3,18	1,1569	3,78	1,3297	4,38	1,4770
1,39	0,3293	1,99	0,6881	2,59	0,9517	3,19	1,1600	3,79	1,3324	4,39	1,4793
1,40	0,3365	2,00	0,6931	2,60	0,9555	3,20	1,1632	3,80	1,3350	4,40	1,4816
1,41	0,3436	2,01	0,6981	2,61	0,9594	3,21	1,1663	3,81	1,3376	4,41	1,4839
1,42	0,3507	2,02	0,7031	2,62	0,9632	3,22	1,1694	3,82	1,3403	4,42	1,4861
1,43	0,3577	2,03	0,7080	2,63	0,9670	3,23	1,1725	3,83	1,3429	4,43	1,4884
1,44	0,3646	2,04	0,7129	2,64	0,9708	3,24	1,1756	3,84	1,3455	4,44	1,4907
1,45	0,3716	2,05	0,7178	2,65	0,9746	3,25	1,1787	3,85	1,3481	4,45	1,4929
1,46	0,3784	2,06	0,7227	2,66	0,9783	3,26	1,1817	3,86	1,3507	4,46	1,4951
1,47	0,3853	2,07	0,7275	2,67	0,9821	3,27	1,1848	3,87	1,3533	4,47	1,4974
1,48	0,3920	2,08	0,7324	2,68	0,9858	3,28	1,1878	3,88	1,3558	4,48	1,4996
1,49	0,3988	2,09	0,7372	2,69	0,9895	3,29	1,1909	3,89	1,3584	4,49	1,5019
1,50	0,4055	2,10	0,7419	2,70	0,9933	3,30	1,1939	3,90	1,3610	4,50	1,5041
1,51	0,4121	2,11	0,7467	2,71	0,9969	3,31	1,1969	3,91	1,3635	4,51	1,5063
1,52	0,4187	2,12	0,7514	2,72	1,0006	3,32	1,2000	3,92	1,3661	4,52	1,5085
1,53	0,4253	2,13	0,7561	2,73	1,0043	3,33	1,2030	3,93	1,3686	4,53	1,5107
1,54	0,4318	2,14	0,7608	2,74	1,0080	3,34	1,2060	3,94	1,3712	4,54	1,5129
1,55	0,4383	2,15	0,7655	2,75	1,0116	3,35	1,2090	3,95	1,3737	4,55	1,5151
1,56	0,4447	2,16	0,7701	2,76	1,0152	3,36	1,2119	3,96	1,3762	4,56	1,5173
1,57	0,4511	2,17	0,7747	2,77	1,0188	3,37	1,2149	3,97	1,3788	4,57	1,5195
1,58	0,4574	2,18	0,7793	2,78	1,0225	3,38	1,2179	3,98	1,3813	4,58	1,5217
1,59	0,4637	2,19	0,7839	2,79	1,0260	3,39	1,2208	3,99	1,3838	4,59	1,5239
1,60	0,4700	2,20	0,7885	2,80	1,0296	3,40	1,2238	4,00	1,3863	4,60	1,5261

Таблица значений экспонент

x	e^x	x	e^x	x	e^x	x	e^x
-5	0.006737947	-2.5	0.082085	0	1	2.5	12.18249
-4.9	0.007446583	-2.4	0.090718	0.1	1.105171	2.6	13.46374
-4.8	0.008229747	-2.3	0.100259	0.2	1.221403	2.7	14.87973
-4.7	0.009095277	-2.2	0.110803	0.3	1.349859	2.8	16.44465
-4.6	0.010051836	-2.1	0.122456	0.4	1.491825	2.9	18.17415
-4.5	0.011108997	-2	0.135335	0.5	1.648721	3	20.08554
-4.4	0.01227734	-1.9	0.149569	0.6	1.822119	3.1	22.19795
-4.3	0.013568559	-1.8	0.165299	0.7	2.013753	3.2	24.53253
-4.2	0.014995577	-1.7	0.182684	0.8	2.225541	3.3	27.11264
-4.1	0.016572675	-1.6	0.201897	0.9	2.459603	3.4	29.9641
-4	0.018315639	-1.5	0.22313	1	2.718282	3.5	33.11545
-3.9	0.020241911	-1.4	0.246597	1.1	3.004166	3.6	36.59823
-3.8	0.022370772	-1.3	0.272532	1.2	3.320117	3.7	40.4473
-3.7	0.024723526	-1.2	0.301194	1.3	3.669297	3.8	44.70118
-3.6	0.027323722	-1.1	0.332871	1.4	4.0552	3.9	49.40245
-3.5	0.030197383	-1	0.367879	1.5	4.481689	4	54.59815
-3.4	0.03337327	-0.9	0.40657	1.6	4.953032	4.1	60.34029
-3.3	0.036883167	-0.8	0.449329	1.7	5.473947	4.2	66.68633
-3.2	0.040762204	-0.7	0.496585	1.8	6.049647	4.3	73.69979
-3.1	0.045049202	-0.6	0.548812	1.9	6.685894	4.4	81.45087
-3	0.049787068	-0.5	0.606531	2	7.389056	4.5	90.01713
-2.9	0.05502322	-0.4	0.67032	2.1	8.16617	4.6	99.48432
-2.8	0.060810063	-0.3	0.740818	2.2	9.025013	4.7	109.9472
-2.7	0.067205513	-0.2	0.818731	2.3	9.974182	4.8	121.5104
-2.6	0.074273578	-0.1	0.904837	2.4	11.02318	4.9	134.2898
						5	148.4132