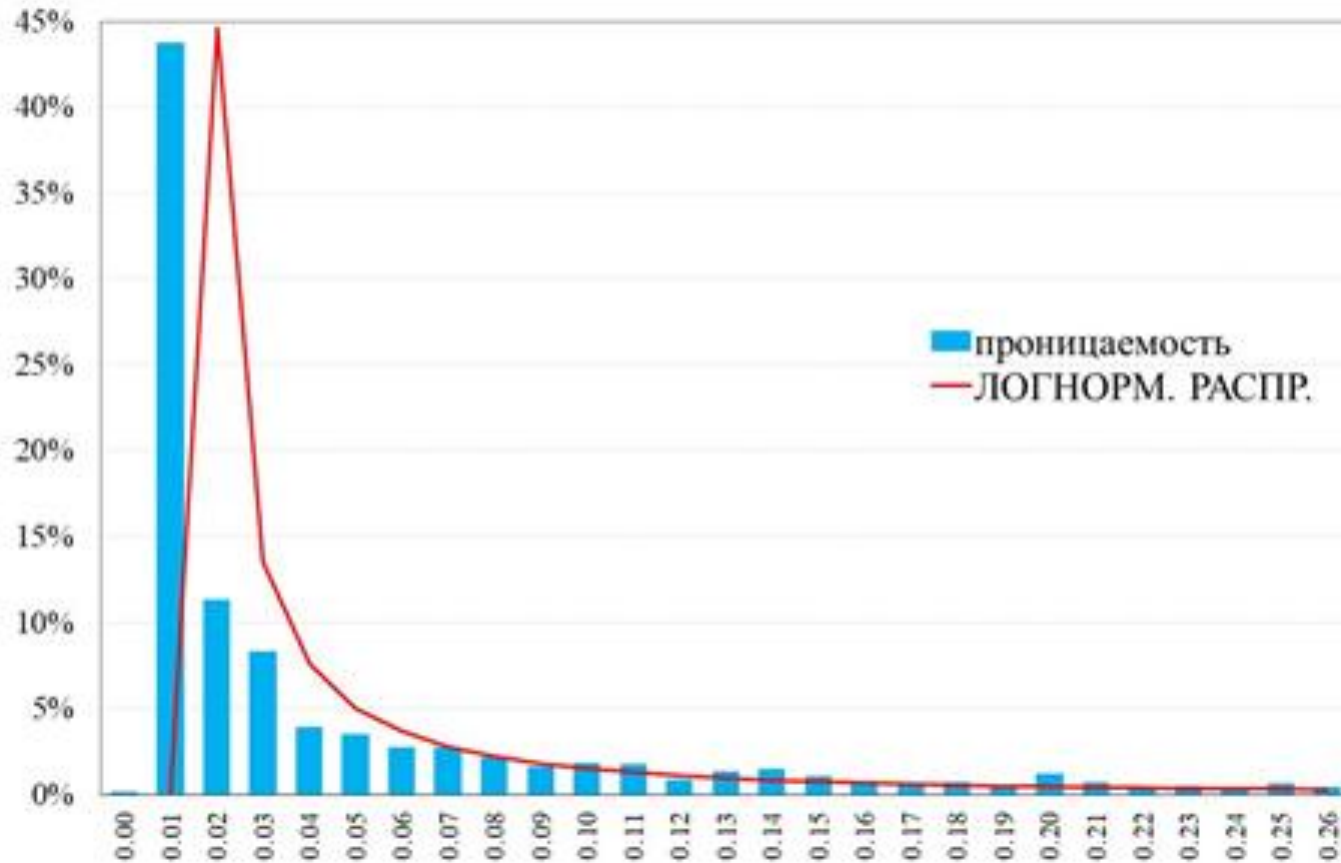


Статистический анализ характеристик месторождений (залежей) нефти Ханты-Мансийского АО

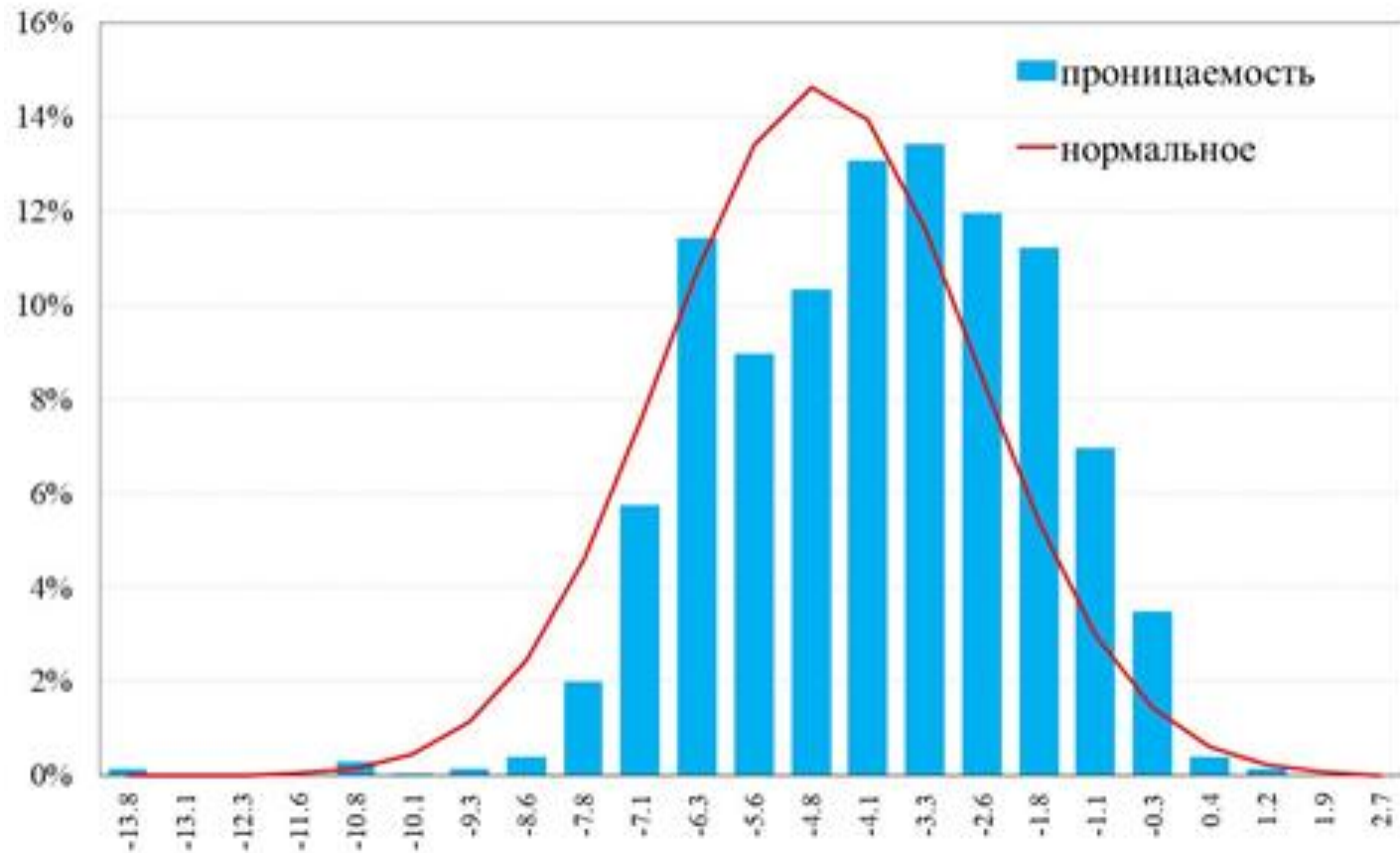
Лукьянов А.С., к.т.н.

Институт энергетических исследований РАН, Москва, Россия

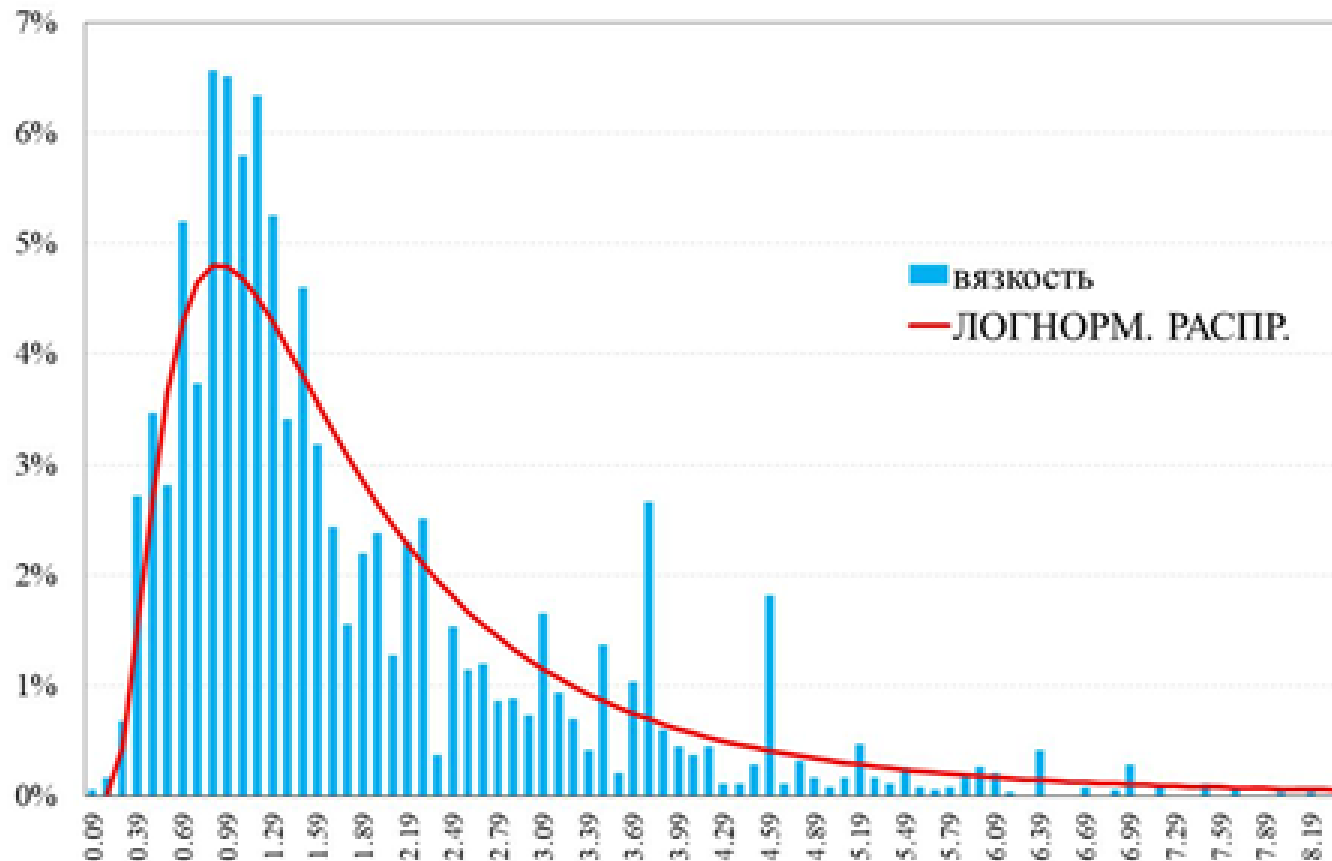
Гистограмма проницаемости пласта и логнормальный закон распределения



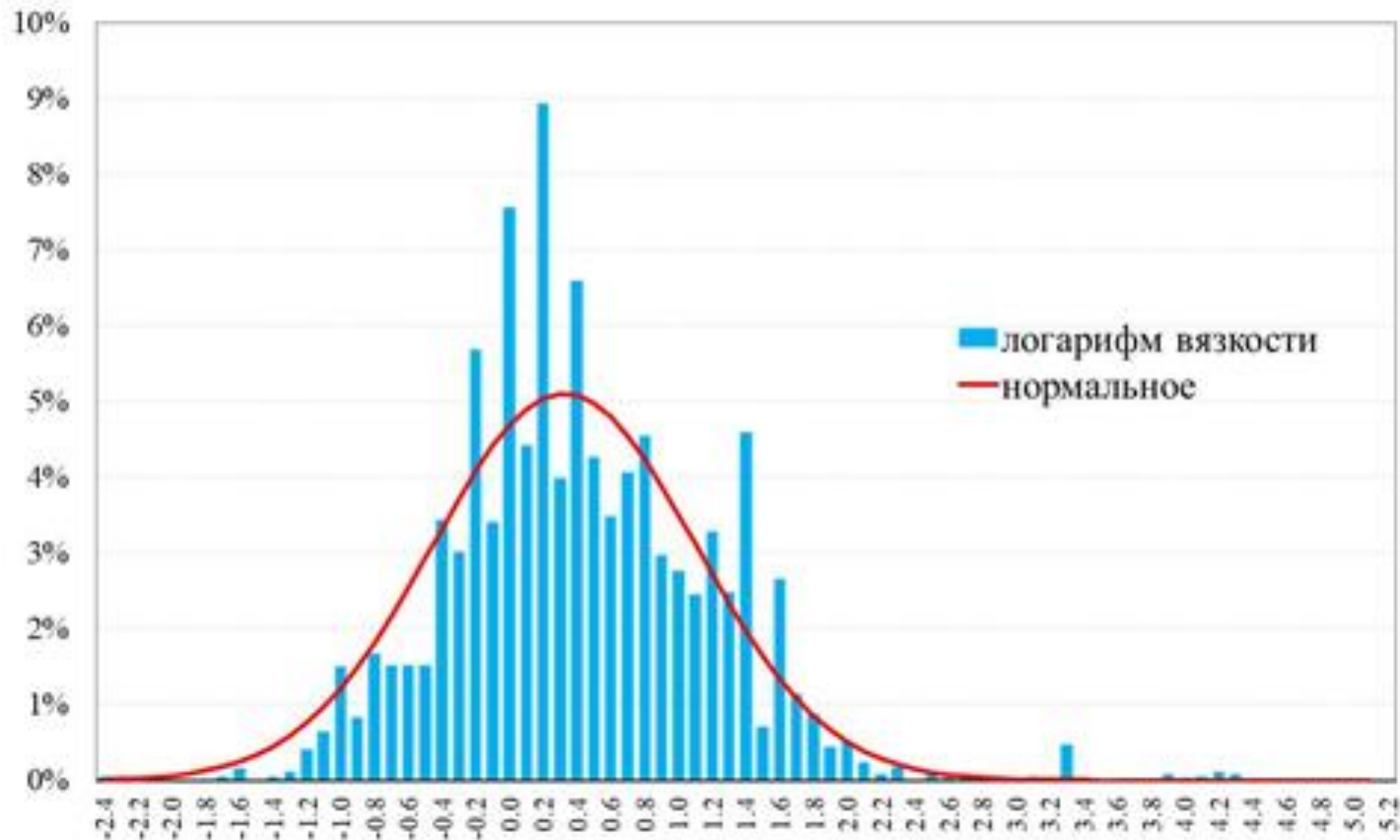
Гистограмма логарифма проницаемости пласта и нормальный закон распределения



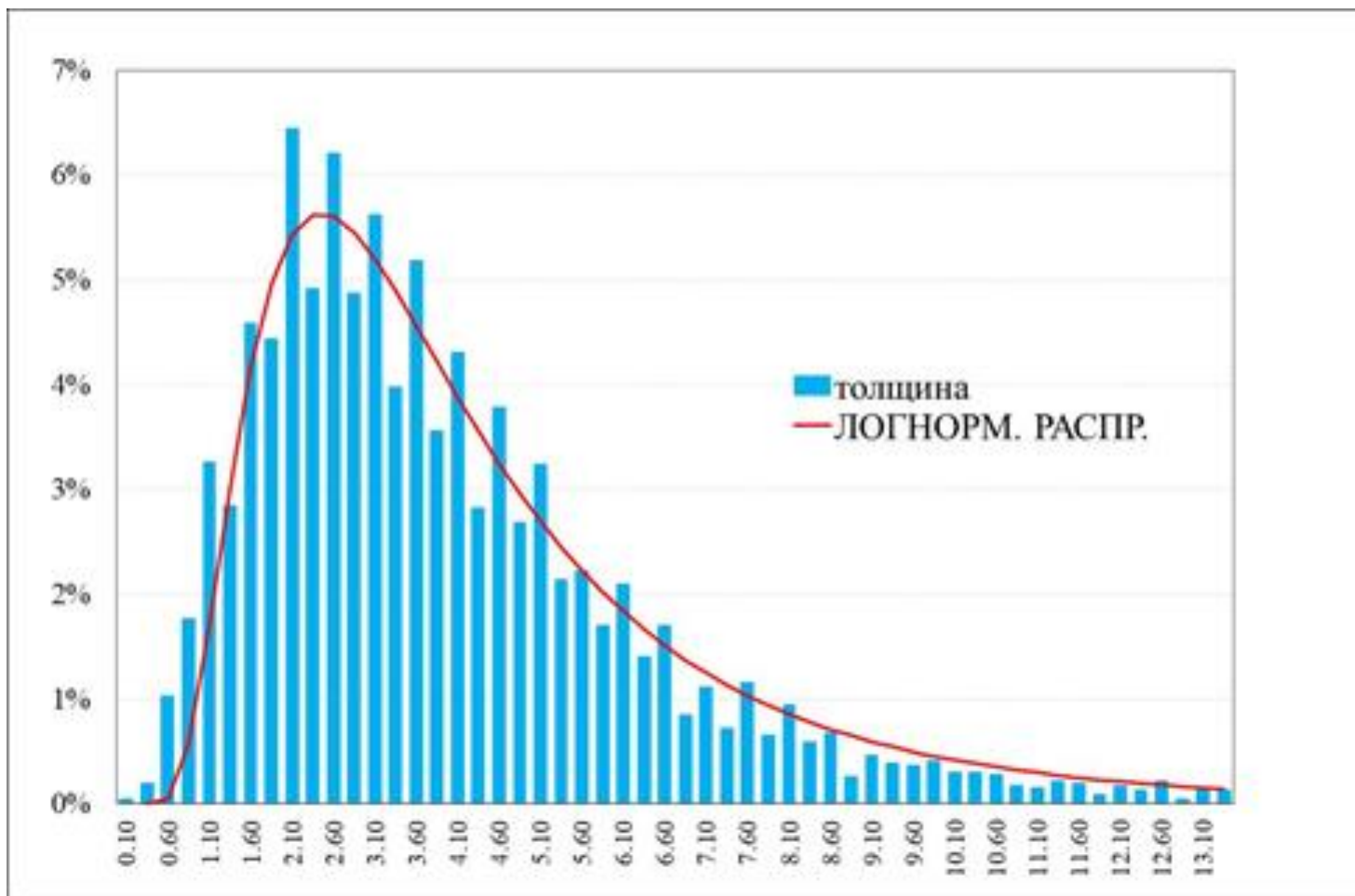
Гистограмма вязкости нефтей и логнормальный закон распределения



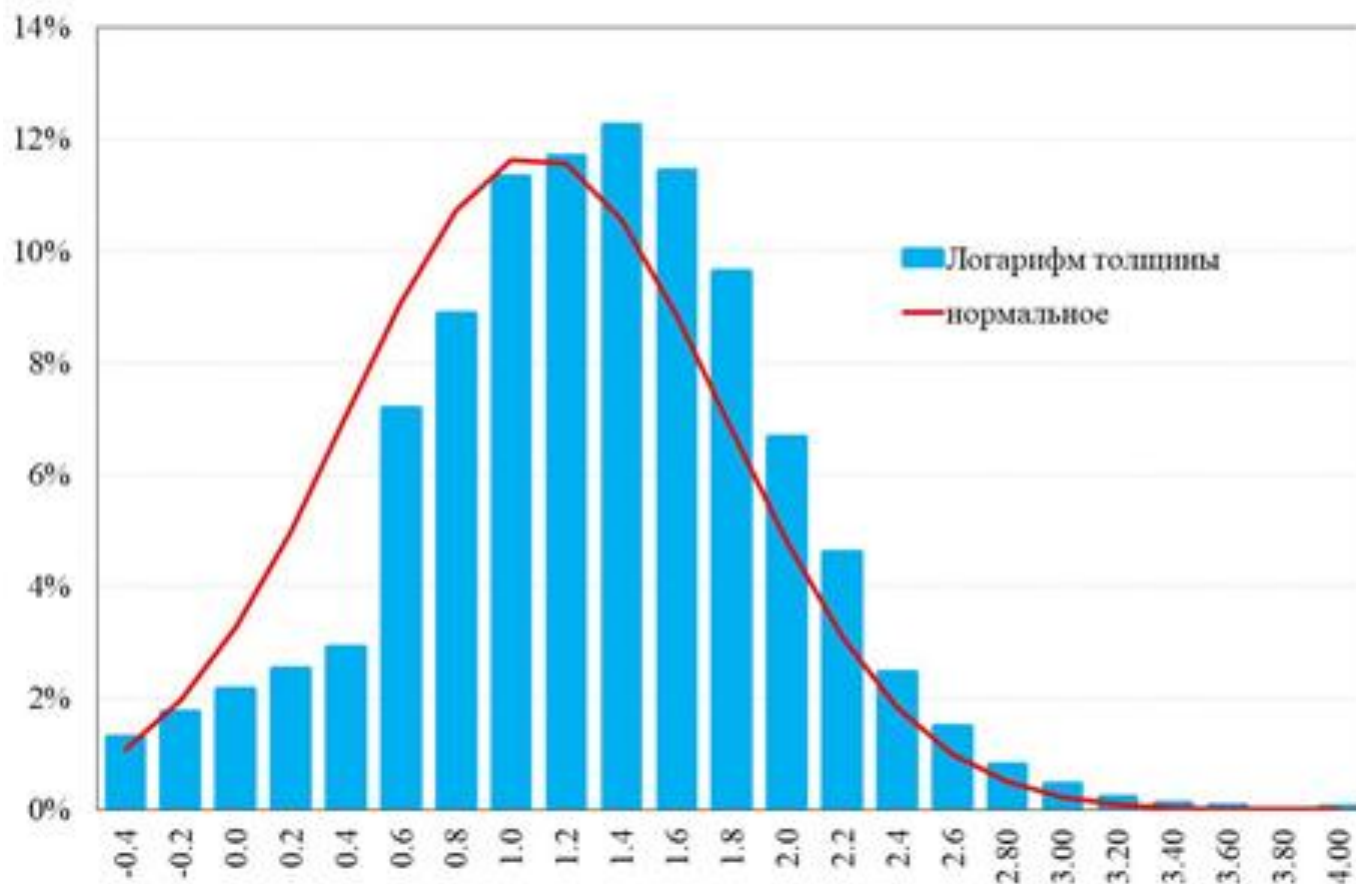
Гистограмма логарифма вязкости (в пластовых условиях) нефтей и нормальный закон распределения



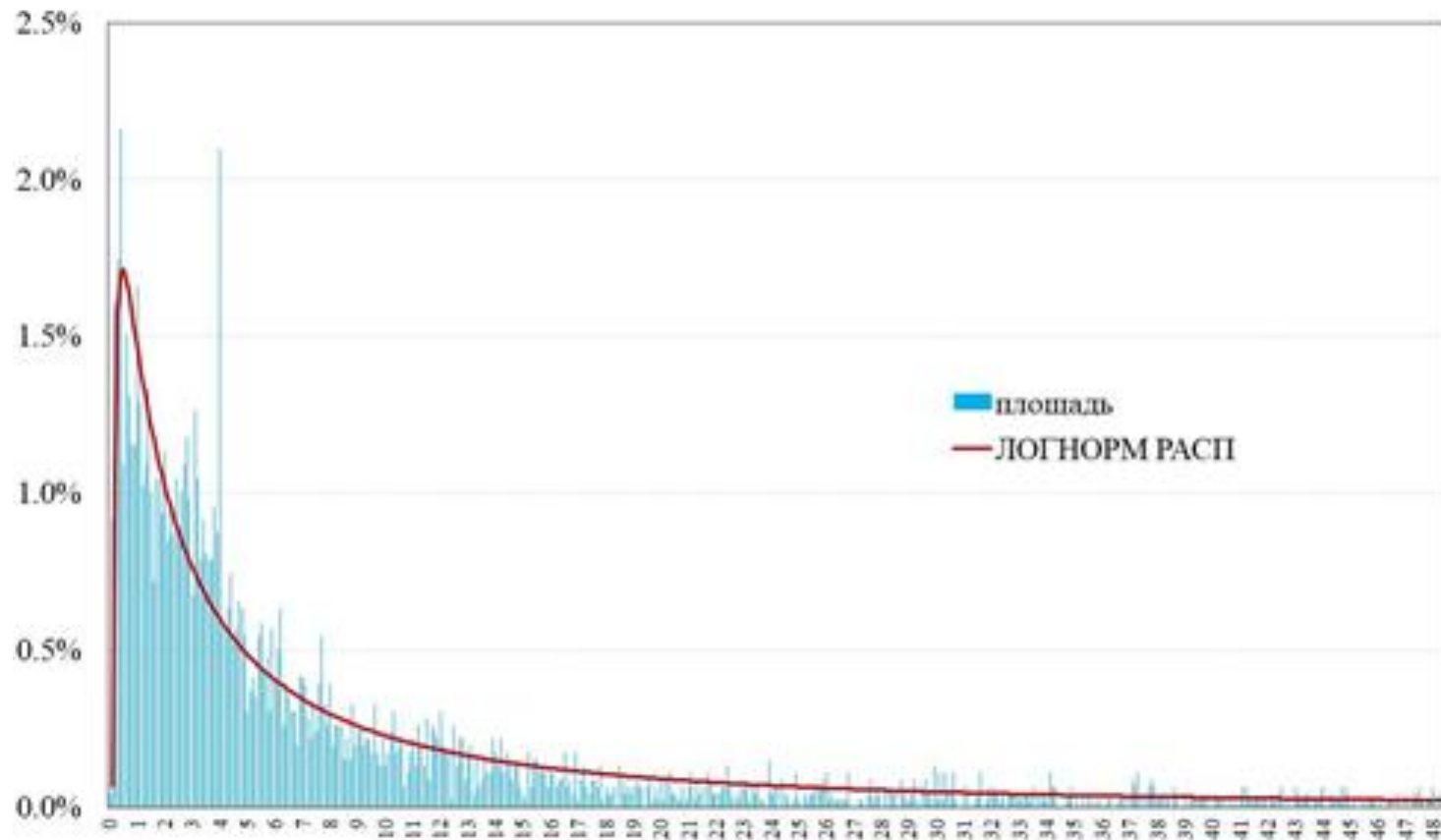
Гистограмма эффективной нефтенасыщенной толщины пластов и логнормальный закон распределения



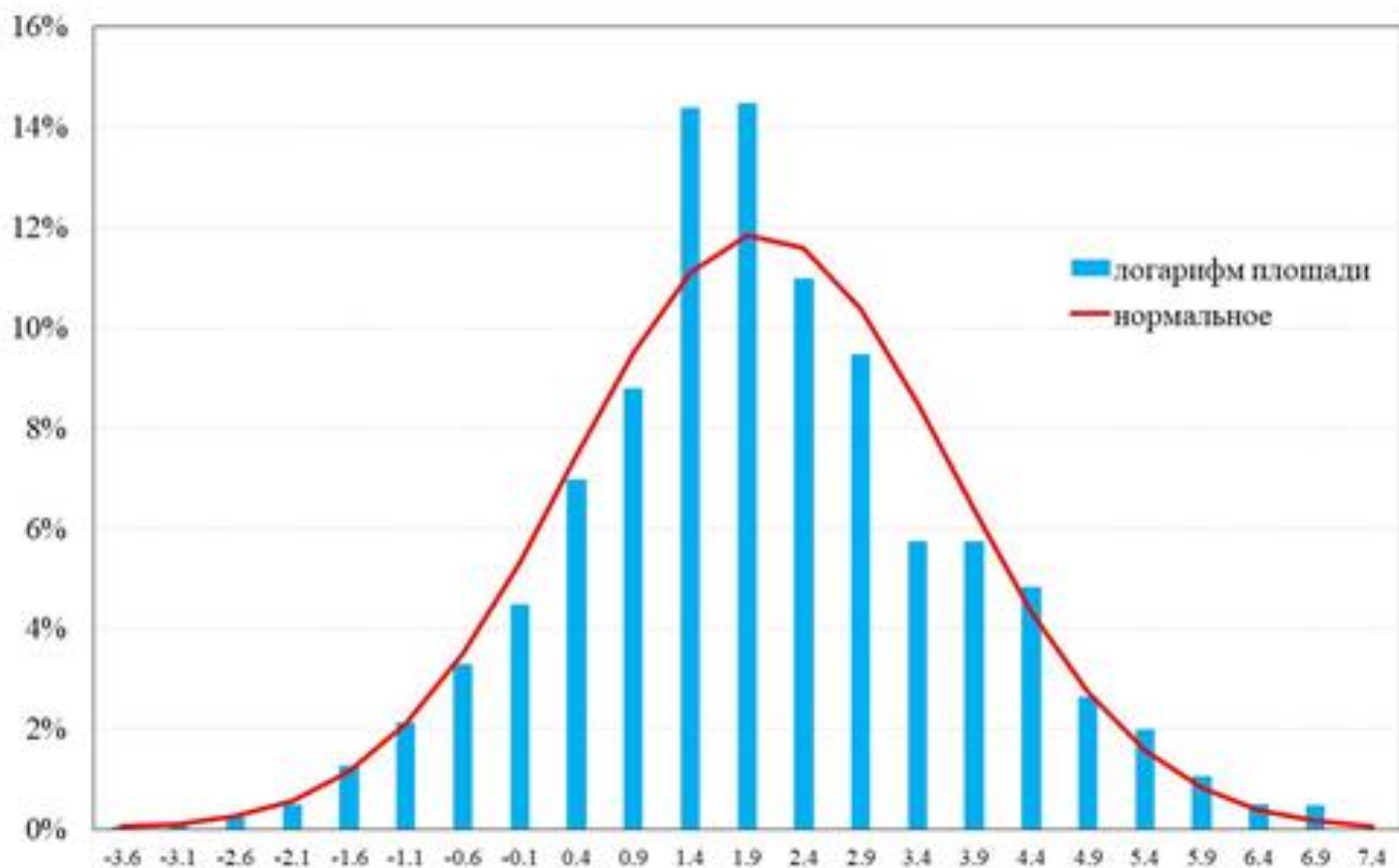
Гистограмма логарифма эффективной нефтенасыщенной толщины пластов и нормальный закон распределения



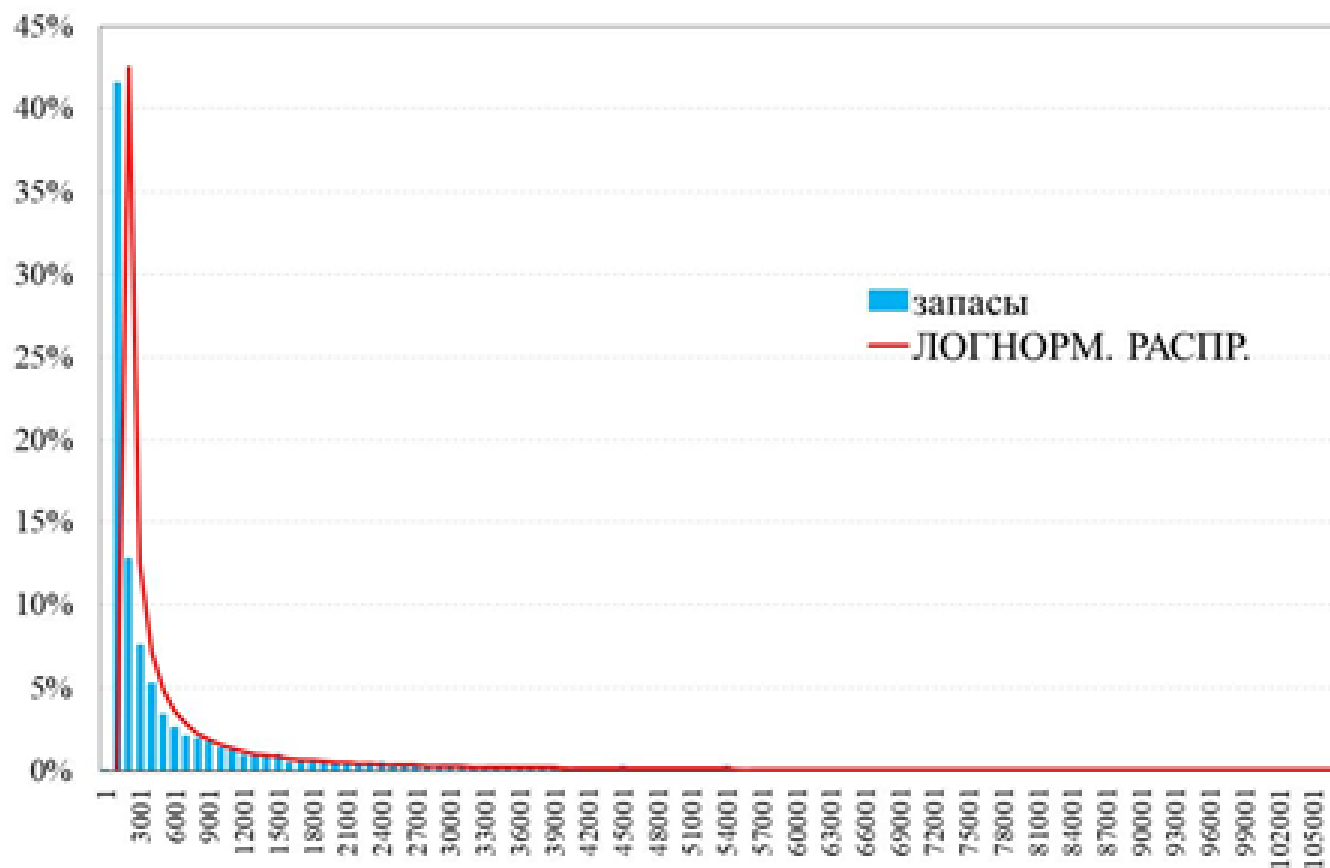
Гистограмма площади нефтеносности залежей нефти и логнормальный закон распределения



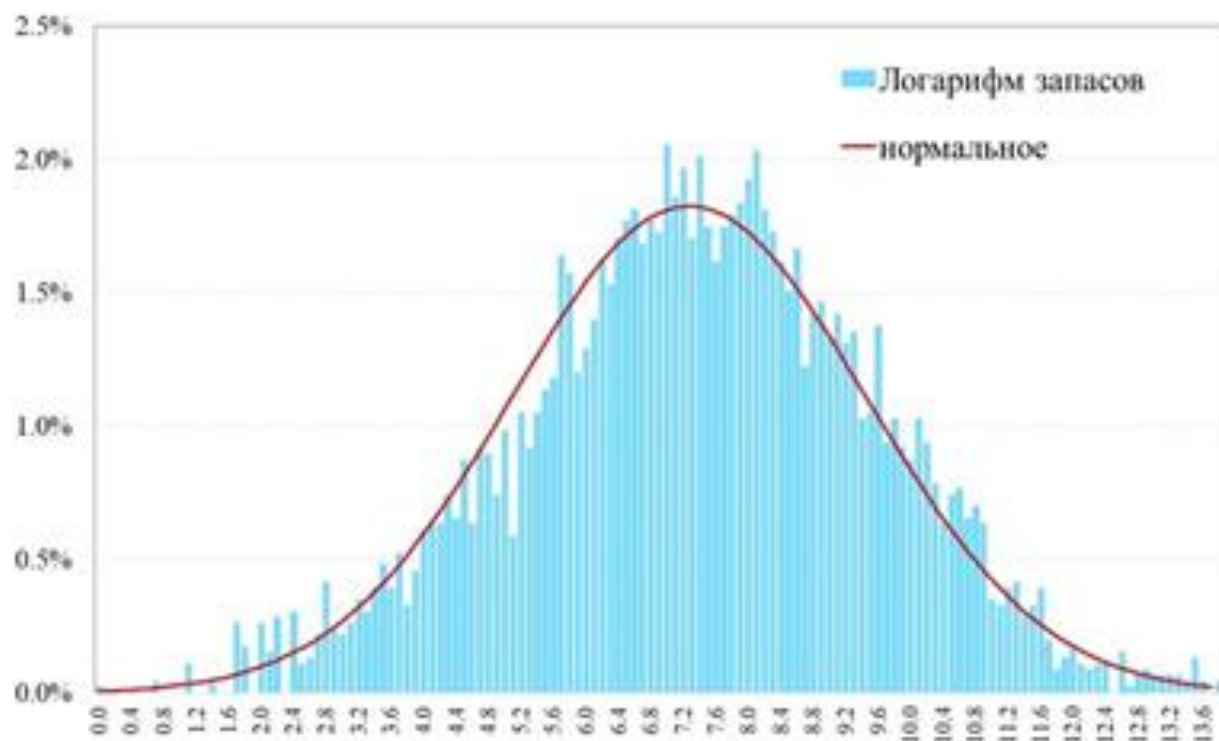
Гистограмма логарифма площади нефтеносности залежей нефти и нормальный закон распределения



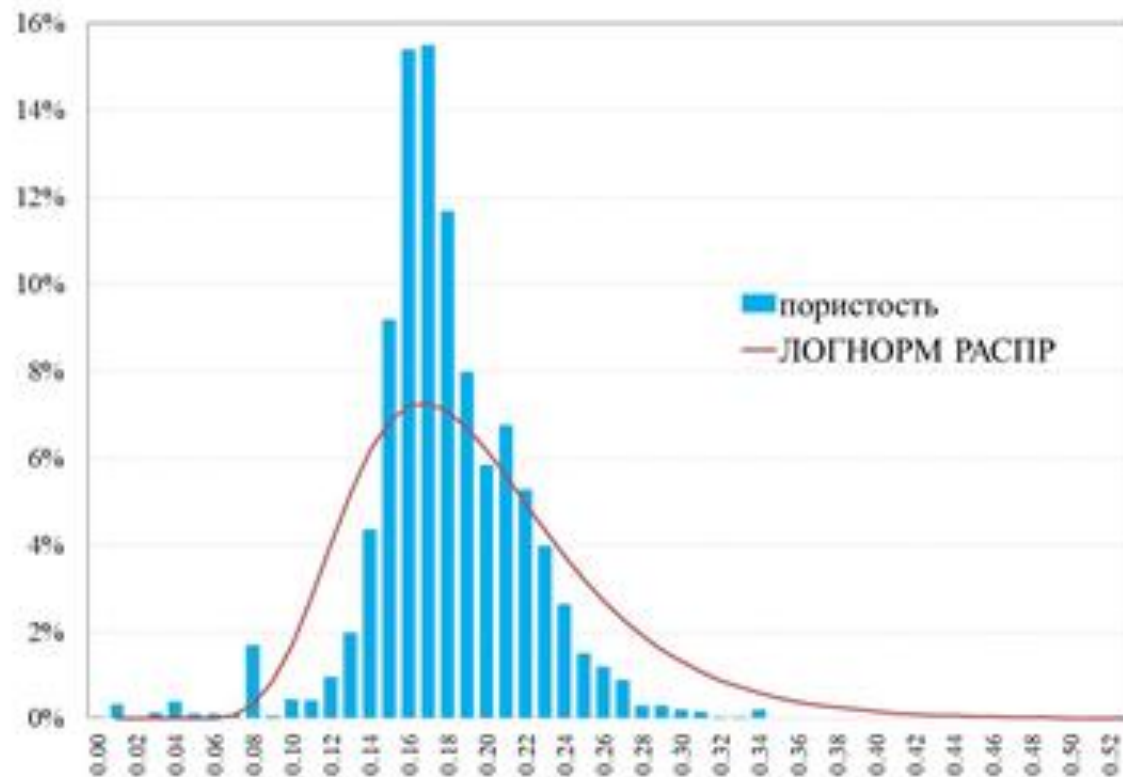
Гистограмма начальных геологических запасов нефти ABC_1C_2 залежей и логнормальный закон распределения



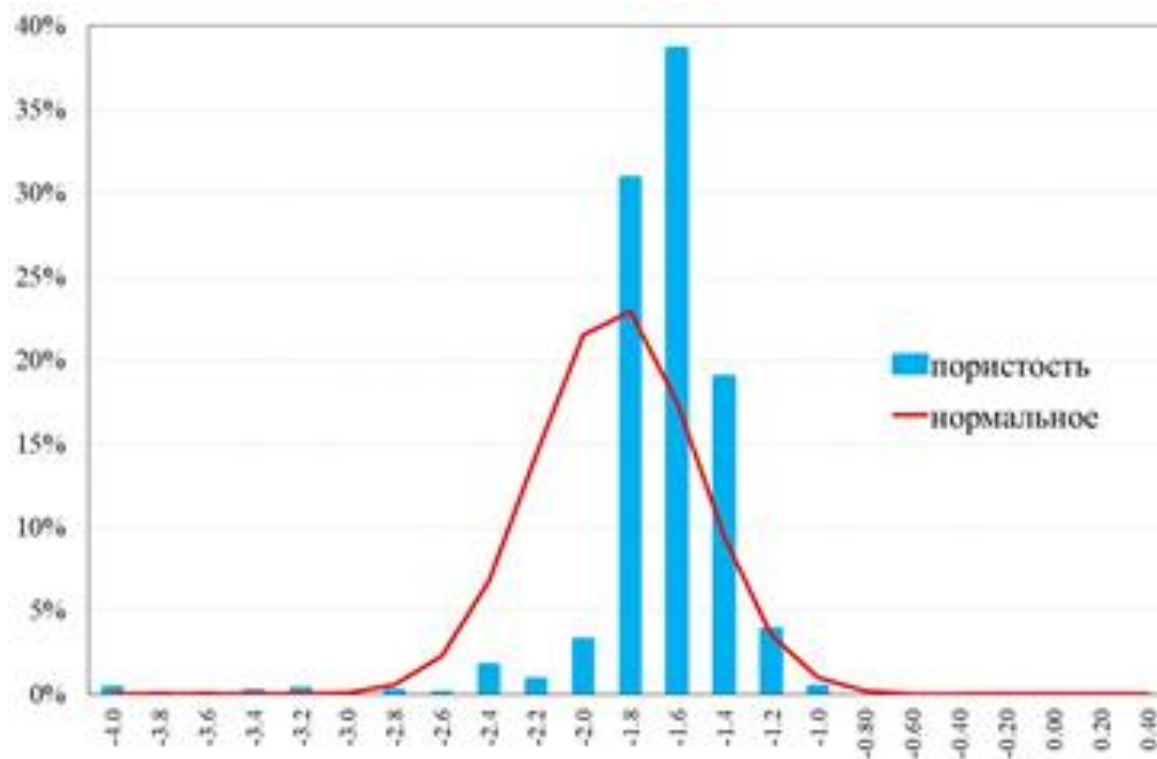
Гистограмма логарифма начальных геологических запасов нефти ABC_1C_2 залежей и нормальный закон распределения



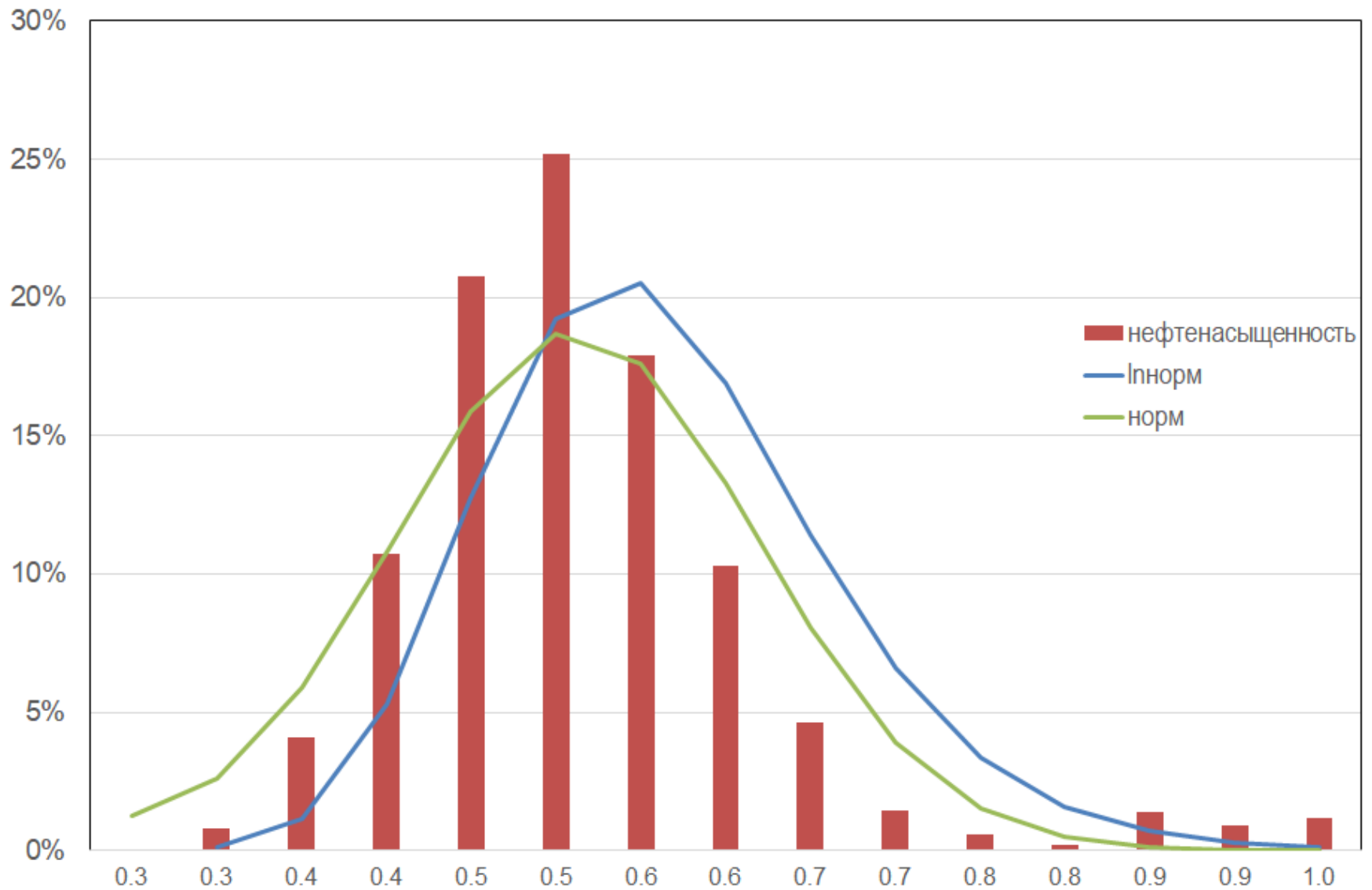
Гистограмма открытой пористости пластов не соответствует логнормальному закону распределения



Гистограмма логарифма открытой пористости пластов не соответствует нормальному закону распределения



Гистограмма нефтенасыщенности залежей



Статистические показатели величин

Характеристики залежей	Величина							Количество данных
	Мин	Среднее	Макс	σ	Скос	Эксцесс	Медиана	
Вязкость в пластовых условиях	0,09	2,3	377	9,4	34	1 308	1,3	3 871
Эффективная нефтенасыщенная толщина, м	0,5	4,1	116	3,8	10	226	3,4	4 578
Общая нефтенасыщенная толщина, м	0,9	11,7	113	10	2,5	10	8,5	1 871
Площадь нефтеносности, м ²	0,03	25	1 434	78	9	111	5	4 578
Начальные запасы геологические ABC ₁ C ₂ , млн т	0,002	16	1 739	72	13	221	1,67	4 578
Проницаемость	0,000001	0,066	5	0,2	17	405	0,014	3 728
Открытая пористость ^{*)}	0,001	0,18	0,35	0,04	-0,17	2,8	0,17	4 578
Нефтенасыщенность ^{*)}	0,3	0,54	1	0,1	1,4	3,4	0,52	4 578

^{*)} Не логнормальное распределение

Статистические показатели логарифмов величин

Характеристики залежей	Ln величины						
	Мин	Среднее	Макс	σ	Скос	Эксцесс**)	Медиана
Вязкость в пластовых условиях	-2,4	0,365	5,9	0,78	0,78	2,9	0,27
Эффективная нефте-насыщенная толщина	-2,3	1,2	4,8	0,68	-0,16	1	1,2
Общая нефтенасыщенная толщина	-0,1	2,1	4,7	0,8	-0,1	-0,16	2,14
Площадь нефтеносности, км ²	-3,65	1,7	7,3	1,7	0,16	0,14	1,6
Начальные запасы геологические ABC ₁ C ₂ , млн т	-6	0,5	7	2,2	-0,075	0,13	0,5
Проницаемость	-13,8	-4,3	1,6	2	-0,3	0,02	-4,2
Открытая пористость*)	-6,9	-1,76	-1	0,34	-6	64	-1,8
Нефтенасыщенность*)	-1,2	-0,64	0	0,18	0,55	1,27	-0,65

*) Не логнормальное распределение

**) Эксцесс нормального распределения по определению = 0

Характеристики логнормального распределения X

$x > 0$,

m – медиана,

m/w – мода,

$m\sqrt{w}$ – матожидание,

$\ln w = \sigma^2$ для $\ln x$, $w > 1$,

$\ln m$ = матожидание $\ln x$, $m > 0$,

мода < медиана < матожидание

$m^2 w(w-1)$ – дисперсия,

$\sqrt{w-1}$ – коэффициент вариации,

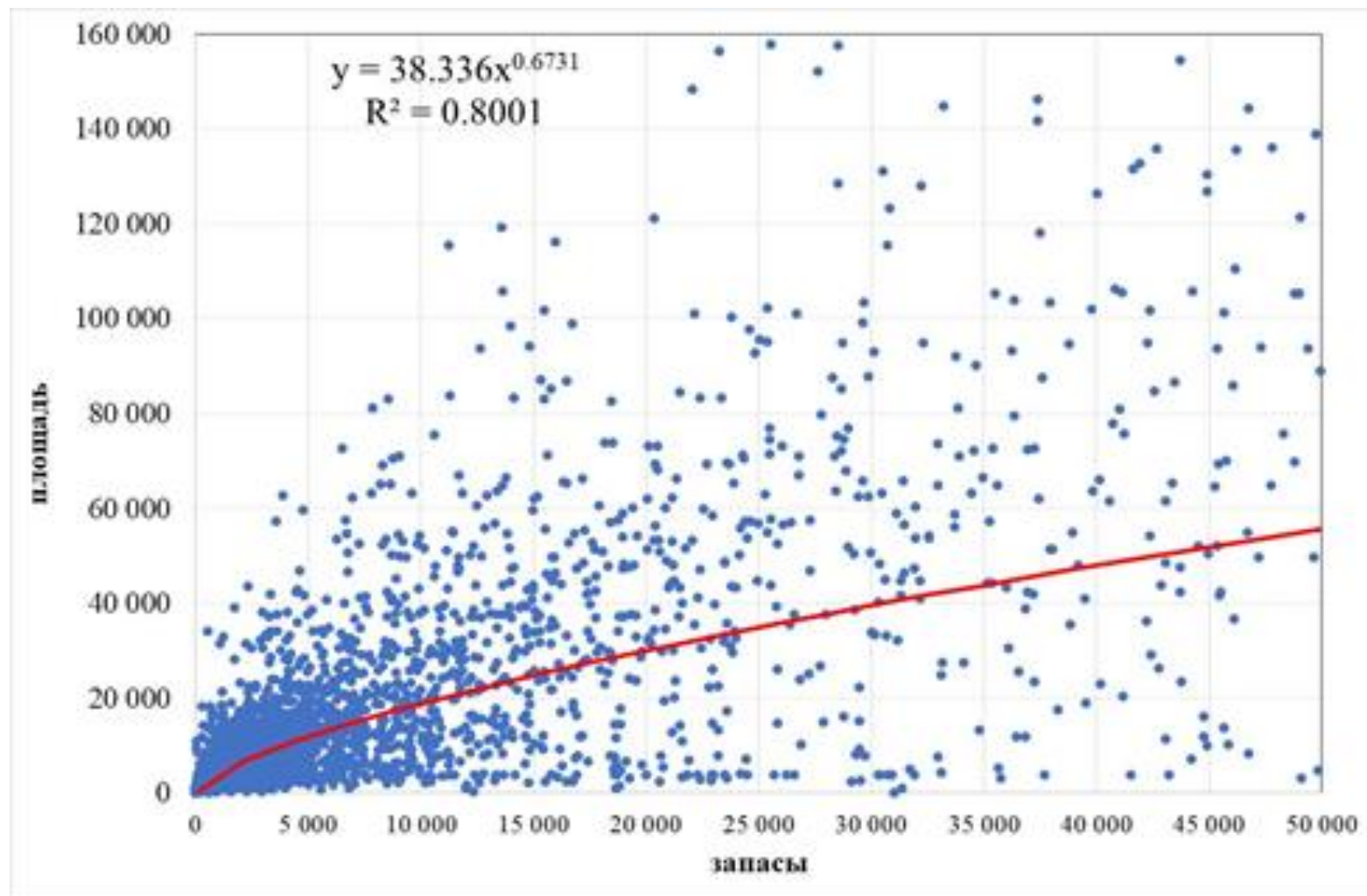
$(w+2)\sqrt{w-1}$ – коэффициент асимметрии,

$w^3(w+2)+3(w-1)(w+1)$ – коэффициент эксцесса > 3 .

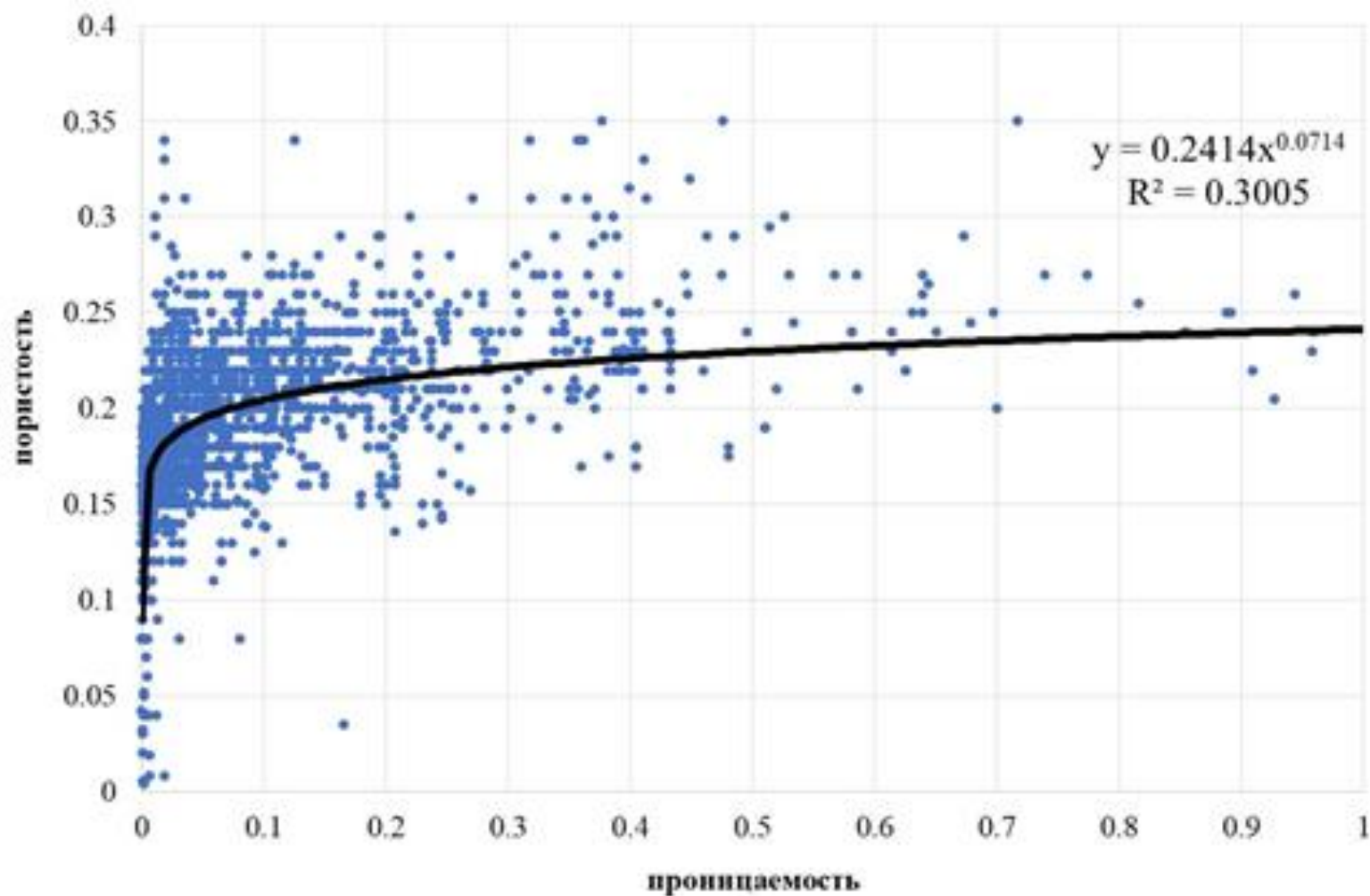
Информация о данных «Госбаланса запасов нефти»

Характеристика залежей	Число данных	Мин.	Ср.	Макс.
Глубина залегания, м	4 578	769	2 457	3 634
Утверждённые запасы в Новой классификации, млн т	1 334	0,001	16,6	1 046
Во Временной классификации, млн т	2 326	0,002	12,2	753
Плотность, г/см ³	4 578	0,73	0,85	0,96
Пересчётный коэффициент	4 578	0,4	0,84	0,98
Содержание серы, %	3 841	0,0001	0,9	3
Содержание парафина, %	3 602	0,1	3	38
Содержание смол и асфальтенов, %	2 983	0,03	8	50
Температура пластовая, °С	3 669	29	83	136
Температура застывания нефти, °С	1 969	-97	-4	23
Коэффициент извлечения нефти	4 572	0,015	0,28	0,76
Обводнённость, %	1 880	1	76	99
Степень выработанности, %	2 441	0,025	39	99,9

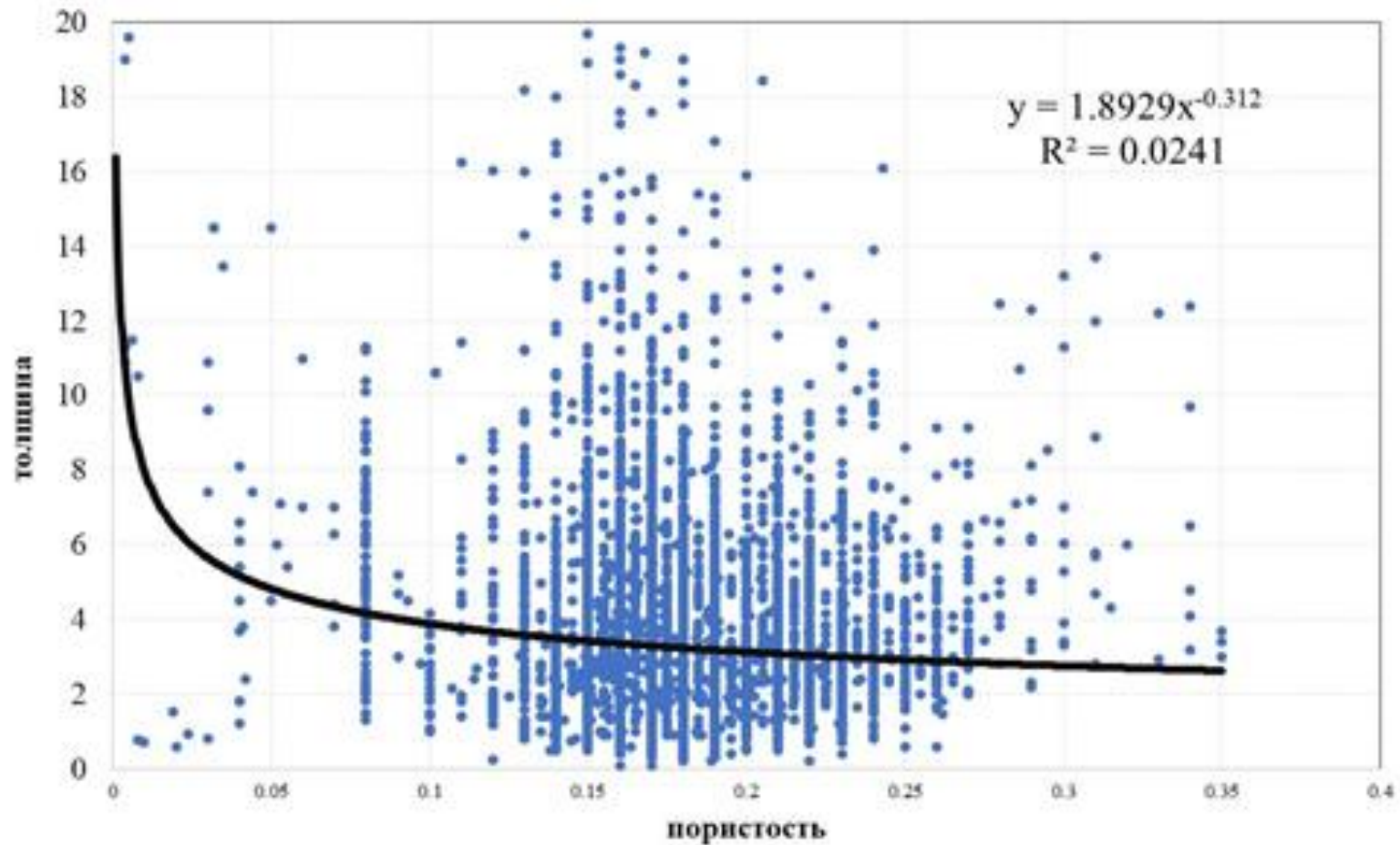
Наличие степенной зависимости между начальными геологическими запасами нефти ABC_1C_2 и площадью нефтеносности



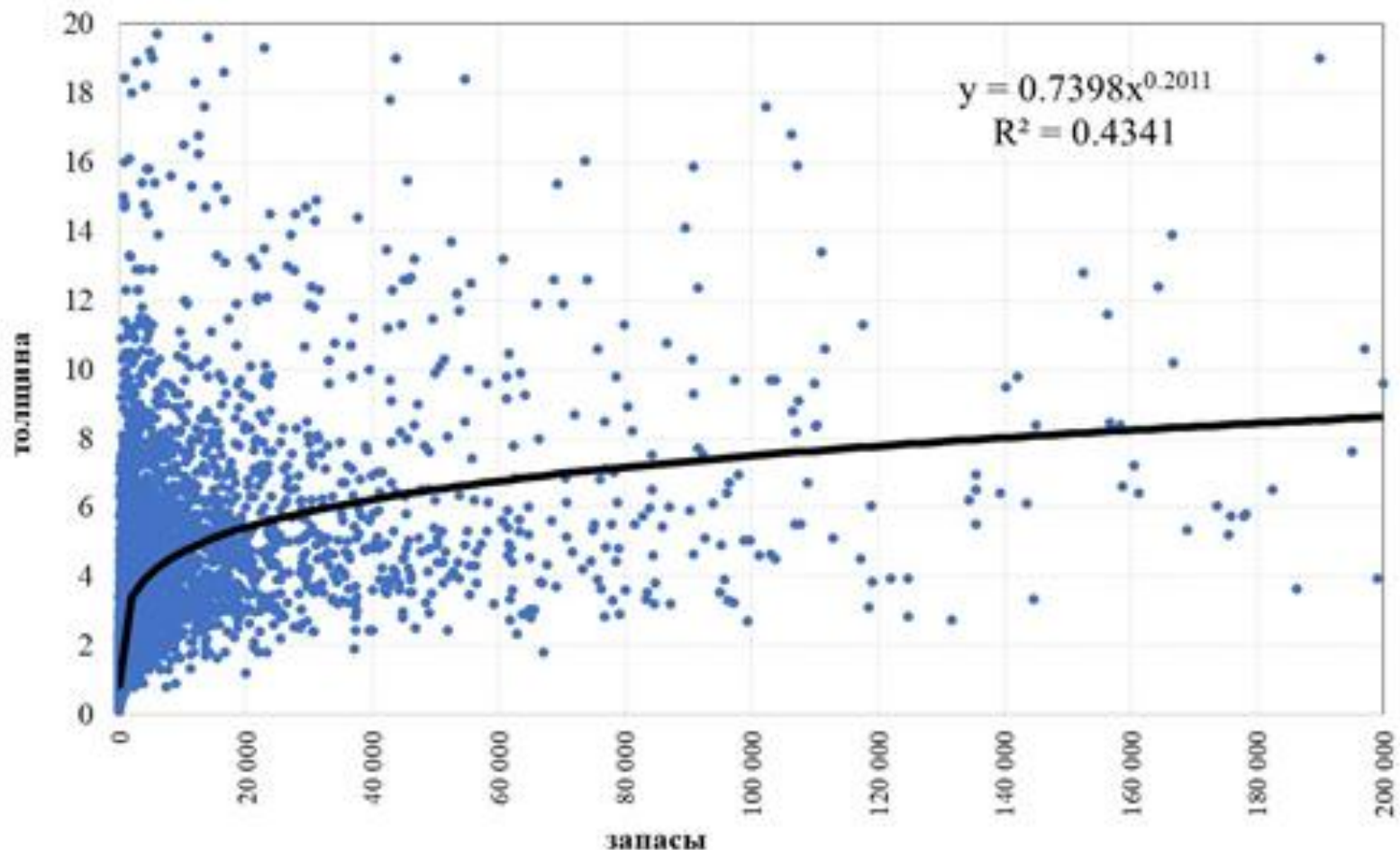
Наличие степенной корреляции между проницаемостью пласта и открытой пористостью



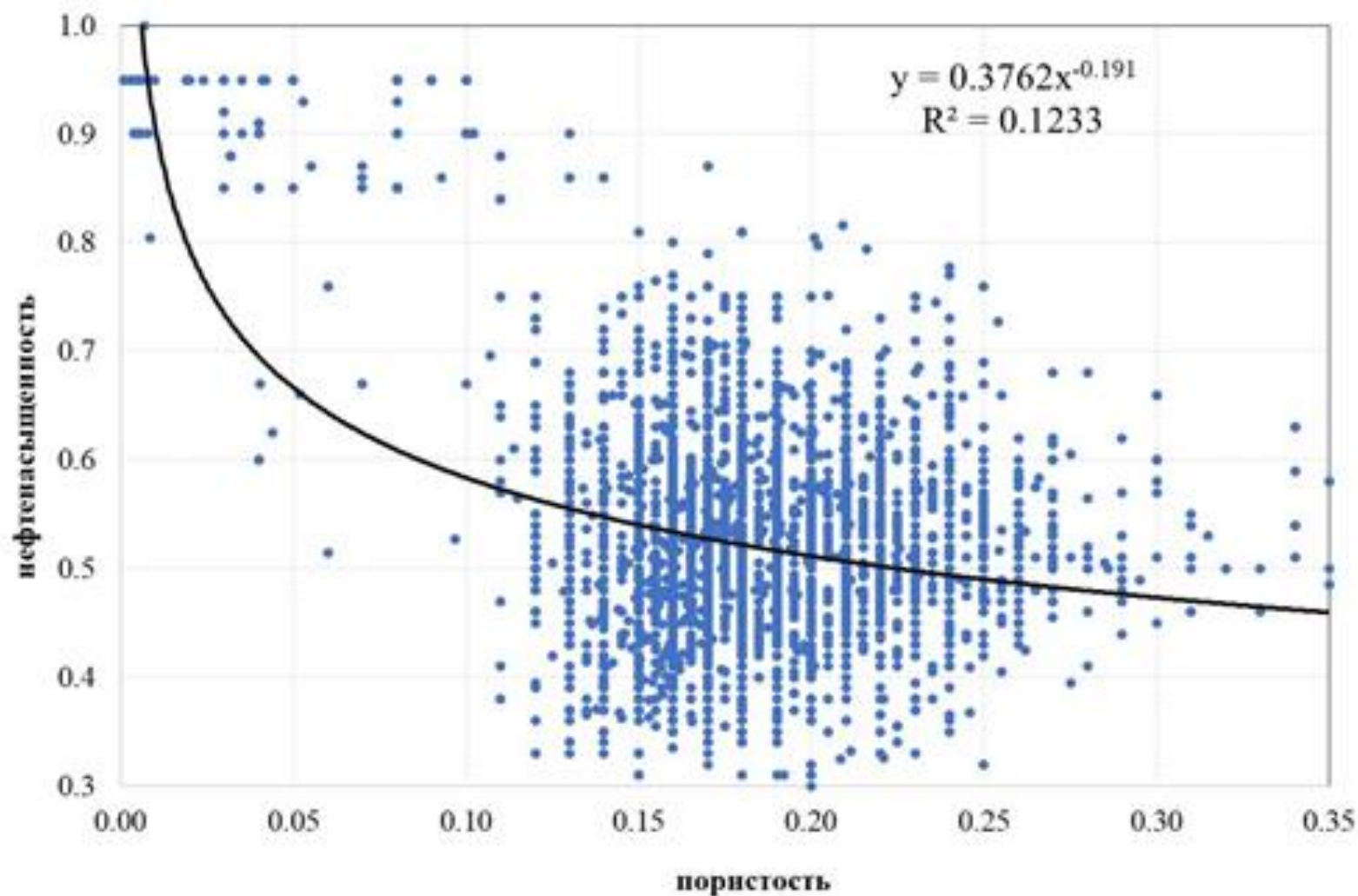
Наличие степенной корреляции между пористостью и эффективной нефтенасыщенной толщиной пласта



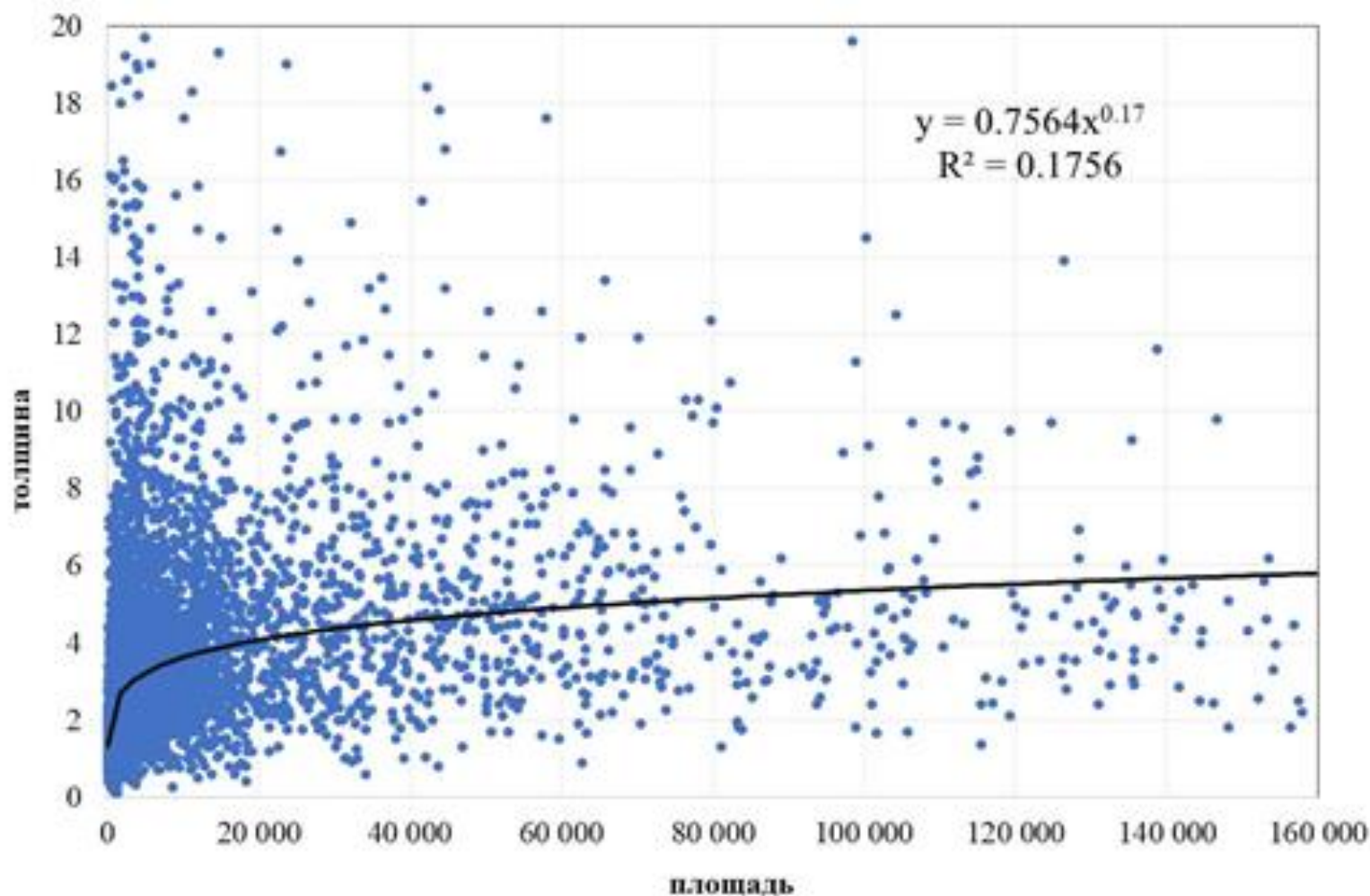
Наличие степенной корреляции между начальными геологическими запасами нефти и эффективной нефтенасыщенной толщиной пластов



Наличие степенной корреляции между пористостью пласта и его нефтенасыщенностью



Наличие степенной корреляции между площадью нефтеносности и эффективной нефтенасыщенной толщиной пласта



Показатели степенной регрессии между характеристиками залежей ХМАО

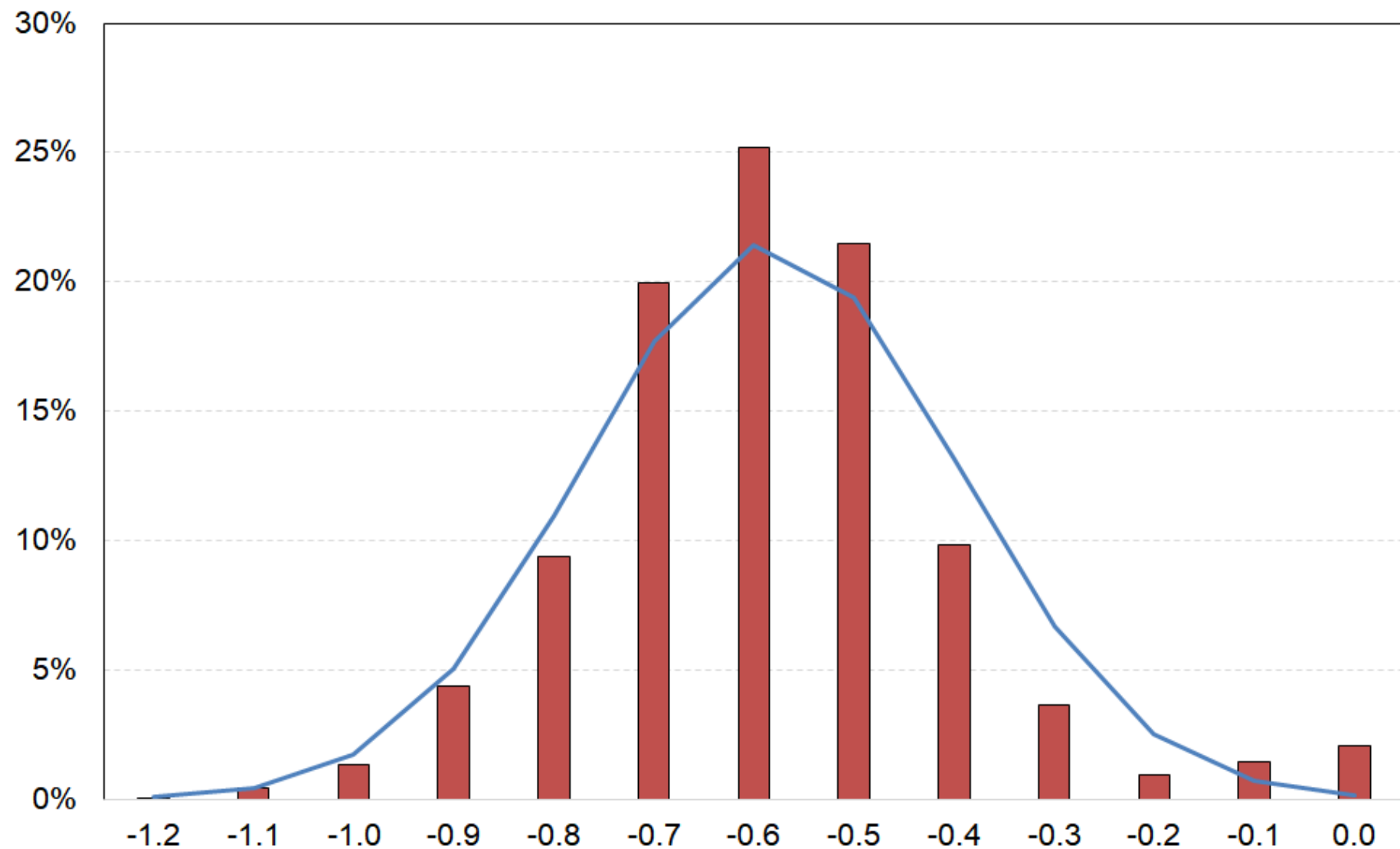
x	y	R^2_{xy}	m_{xy}	F	n	R^2_{yx}	m_{yx}
Запасы	Площадь	0,73	0,67	18 320	4 578	0,68	1,2
Пористость ^{*)}	Нефтенасыщенность ^{*)}	0,17	-0,19	644 ^{**)}	4 578	0,046	-0,65
Запасы	Толщина	0,18	0,2	3 509	4 578	0,0008	2,16
Пористость ^{*)}	Толщина	0,21	-0,3	113	4 578	0,005	-0,08
Площадь	Толщина	0,07	0,17	974	4 578	0,02	1,03
Нефтенасыщенность ^{*)}	Запасы	0,006	3,3	367	4 578	0,06	0,02
Нефтенасыщенность ^{*)}	Толщина	0,06	0,91	295	4 578	0,06	0,07
Нефтенасыщенность ^{*)}	Площадь	0,01	1,85	197	4 578	0,03	0,02
Проницаемость	Пористость ^{*)}	0,45	0,07	1 600	3 728	0,09	4,2
Проницаемость	Вязкость	0,012	0,11	331	3 468	0,005	0,78

^{*)} не логнормальная случайная величина

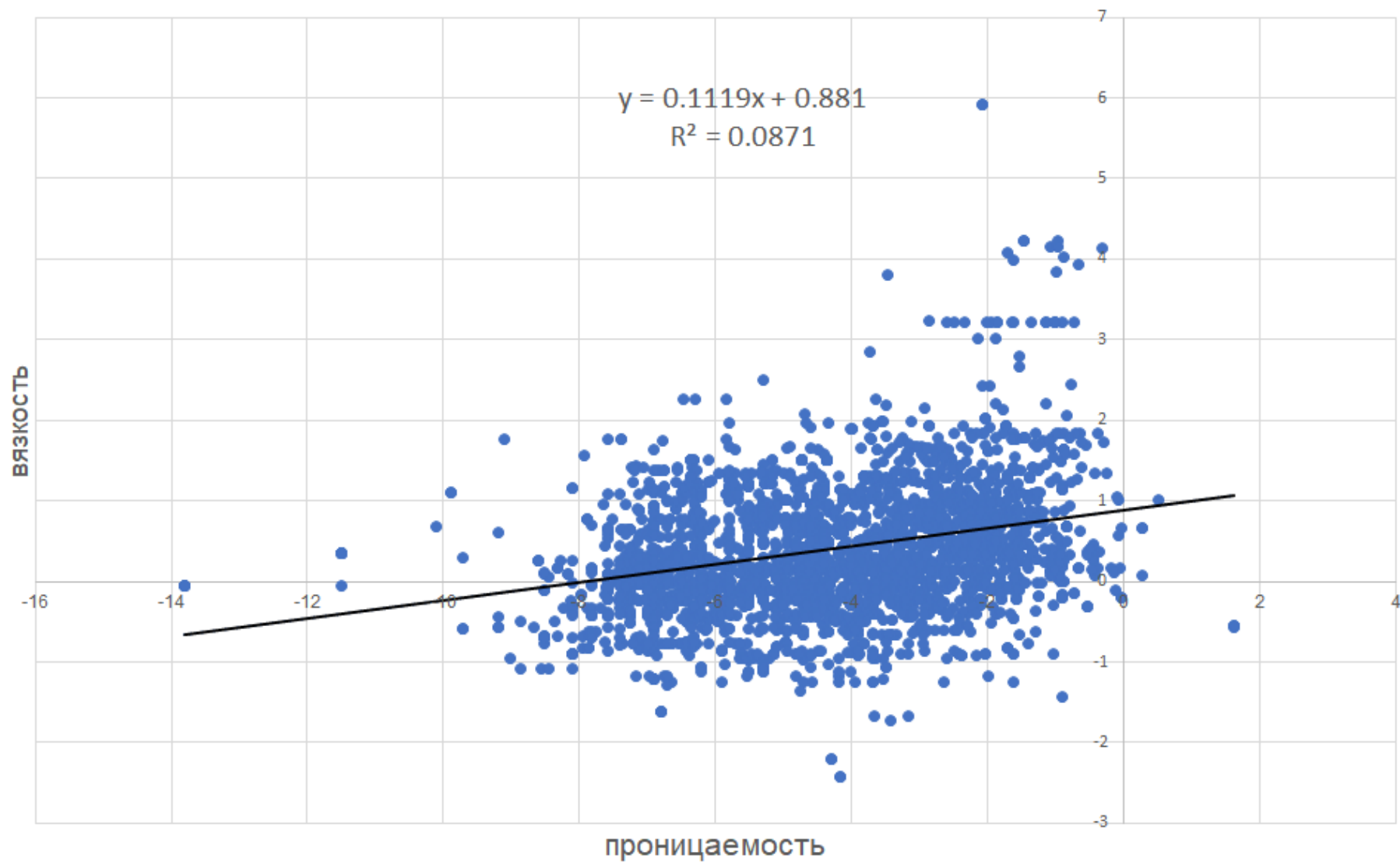
^{**) F-распределение применимо асимптотически, при больших n}

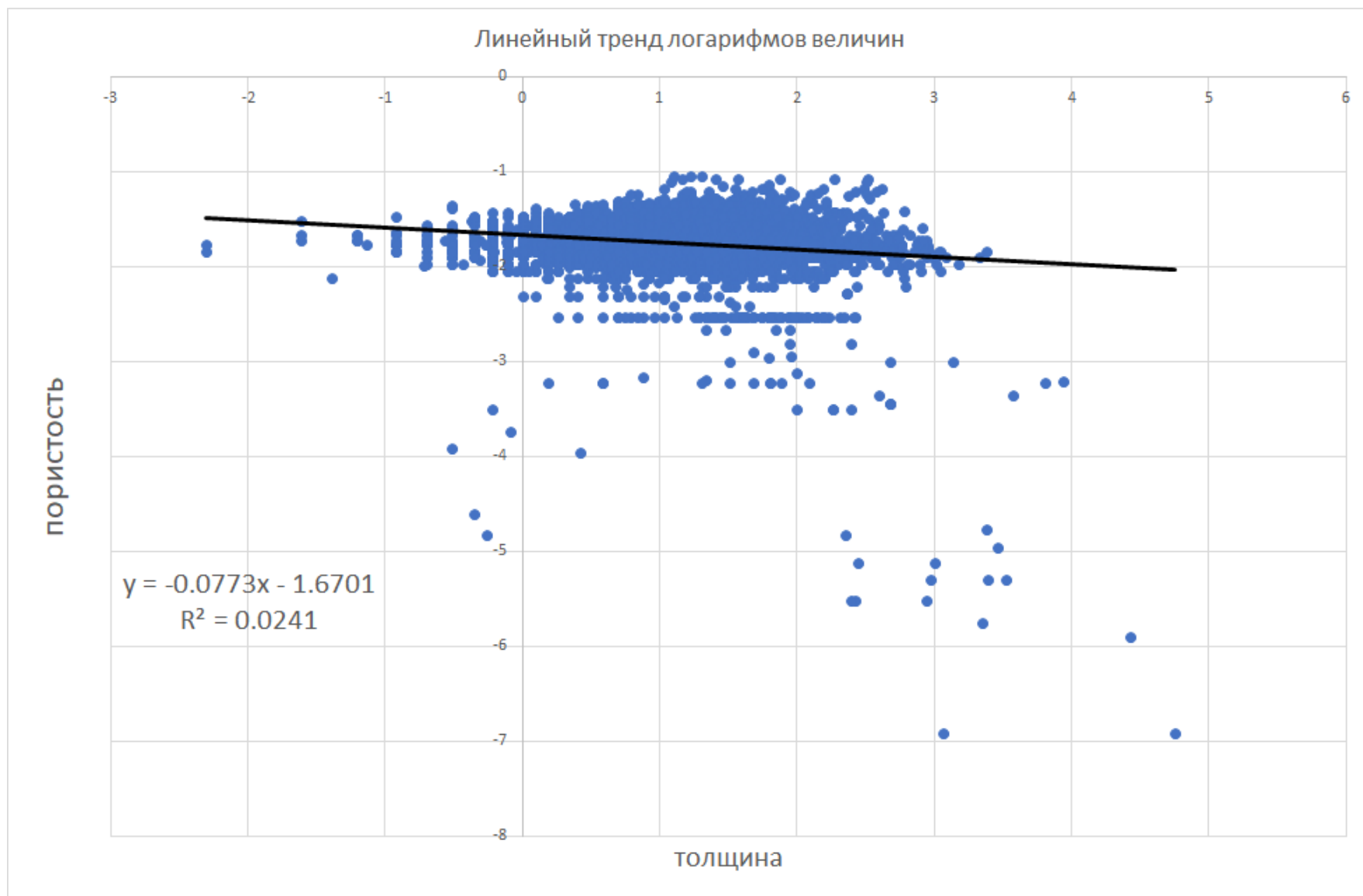
Благодарю за внимание!

Гистограмма логарифма нефтенасыщенности залежей

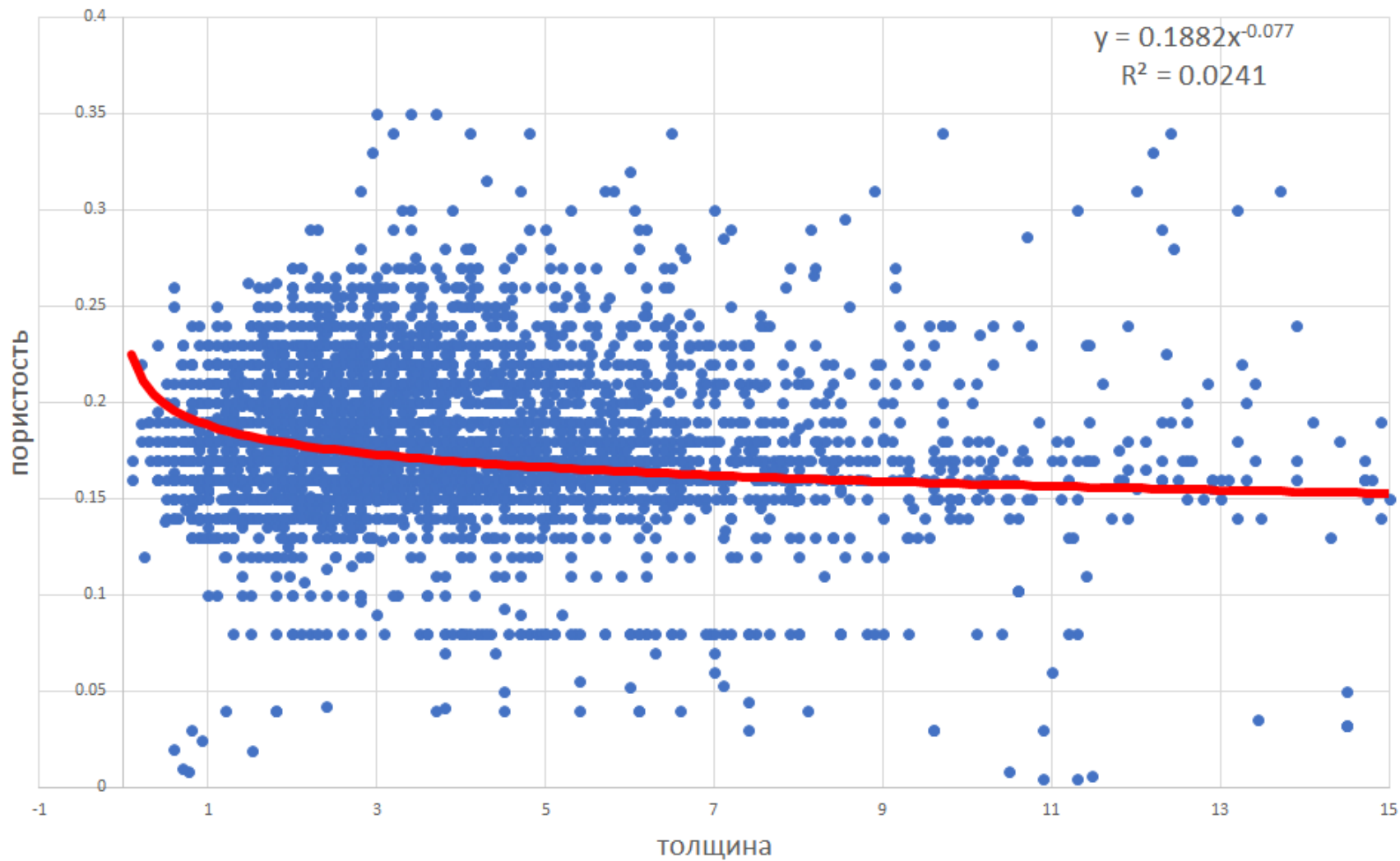


Линейный тренд логарифмов величин





Степенной тренд величин



Линейный тренд логарифмов величин

