

Индивидуальные задания по дисциплине «Компьютерные методы моделирования строительства скважин» для студентов заочной и дистанционной форм обучения.

Задание 1.

1. По данному графику построить таблицу для экспериментальных значений физических величин.
2. Методами регрессионного и корреляционного анализа, с использованием специализированной программы «МНК» отыскать уравнение парной регрессии оптимальной формы для данных эксперимента, сравнить полученную кривую регрессии, с имеющейся на графике аппроксимацией. По уравнению регрессии найти значения в промежуточных точках. (В нескольких точках быстрого роста/убывания функции, медленного роста/убывания и в одной последующей точке, выходящей за пределы графика)
2. Проанализировать полученный результат, в соответствии с планом отчёта.

Задание 2.

1. По данным таблицы экспериментальных исследований отыскать уравнение парной регрессии оптимальной формы, используя методы регрессионного и корреляционного анализа и специализированной программы «МНК». Проанализировать влияние «выпадающих точек» (при их наличии) на определение оптимального уравнения регрессии.
2. Проанализировать полученный результат, в соответствии с планом отчёта.
3. Выполнить задание, соответствующее варианту.

Задание 3.

Задание может быть выполнено вручную/ при помощи программы «МНК»/ при помощи электронных таблиц. (На усмотрение студента и/или преподавателя)

Построить линейное уравнение регрессии. Дополнить исходную таблицу значениями найденной функции $y_i = f(x_i)$ в исходных точках. Для каждой из точек вычислить границы корреляционного поля: y_{\min}, y_{\max} . Произвести отсев «выпадающих точек» (т.е. точек выходящих за пределы доверительного интервала). Вновь найти линейное уравнение регрессии, рассчитать границы корреляционного поля. Проанализировать результат.

Описание алгоритма выполнения задания для ручного расчета или для расчета при помощи электронных таблиц:

1. Методом наименьших квадратов определить коэффициент уравнения линейной регрессии $y = bx$. Определить выборочный коэффициент корреляции r_{xy} . Вычислить дисперсию адекватности S_{ad}^2 и, используя её, дисперсию коэффициента S_b^2 . Вычислить квадратичное отклонение S_b .

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sum_{i=1}^n x_i^2}, \quad S_{ad}^2 = \frac{1}{\nu_{ad}} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad \nu_{ad} = n - 1, \quad S_b^2 = S_{on}^2 \frac{1}{\sum_{i=1}^n x_i^2}$$

В условиях нулевой гипотезы об однородности дисперсий, принять:

$$S_{on}^2 = S_{ad}^2$$

2. Вычислить стандартные границы корреляционного поля $y_{i,\min} = (b - S_b)x_i$, $y_{i,\max} = (b + S_b)x_i$ нанести на график исходные экспериментальные точки, $y_{i,\min}$, $y_{i,\max}$, расчетные значения из полученного уравнения регрессии \hat{y}_i .
3. Произвести отсев "выпадающих точек" (т.е. точек выходящих за пределы стандартных границ корреляционного поля) и вновь выполнить расчёты по определению коэффициента уравнения линейной регрессии $y = bx$ согласно
4. п. 1, но без "выпавших точек".
5. Приняв уровень значимости $\alpha = 0.05$ оценить качество аппроксимации полученным уравнением с помощью двустороннего критерия Стьюдента:

А) Проверить нулевую гипотезу $H_0 : r_{xy} = 0$.

Б) Проверить нулевую гипотезу $H_0 : b = 0$.

6. Сделать выводы по результатам обработки данных.

Для отчёта по индивидуальному заданию, необходимо при себе иметь:

USB-Flash-носитель с сохранённым проектом расчетов.

Оформленный в MS Word отчёт по индивидуальному заданию, включающий необходимые графики, таблицы, формулы и обоснования результатов.

Вариант задания.

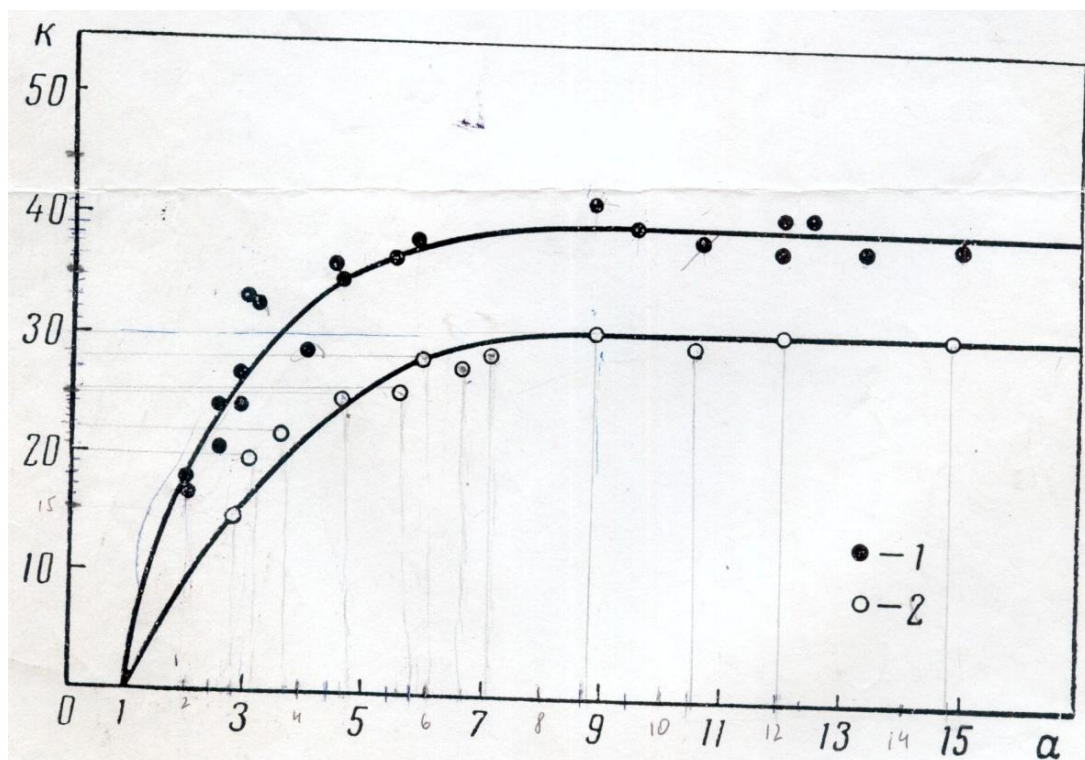
График корреляционного поля, соответствующего табличным данным, с отмеченными на нём выпадающими точками.

График линии регрессии (возможно нескольких, при соответствии экспериментальным данным), включающий экспериментальные точки и границы корреляционного поля.

Оптимальное уравнение регрессии. И наилучшие из альтернативных его вариантов, при их существовании. Анализ и сравнение. Обоснование сделанного выбора, ориентируясь на коэффициент корреляции, дисперсию параметров уравнений, вид зависимостей в различных системах координат.

Суметь ответить на вопросы в рамках теоретической части курса.

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии для зависимости 1, вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

Дана зависимость динамического коэффициента вязкости ацетона от температуры

$t, ^\circ C$	20	40	60	80	100	120
μ	0.34	0.28	0.20	0.17	0.17	0.148

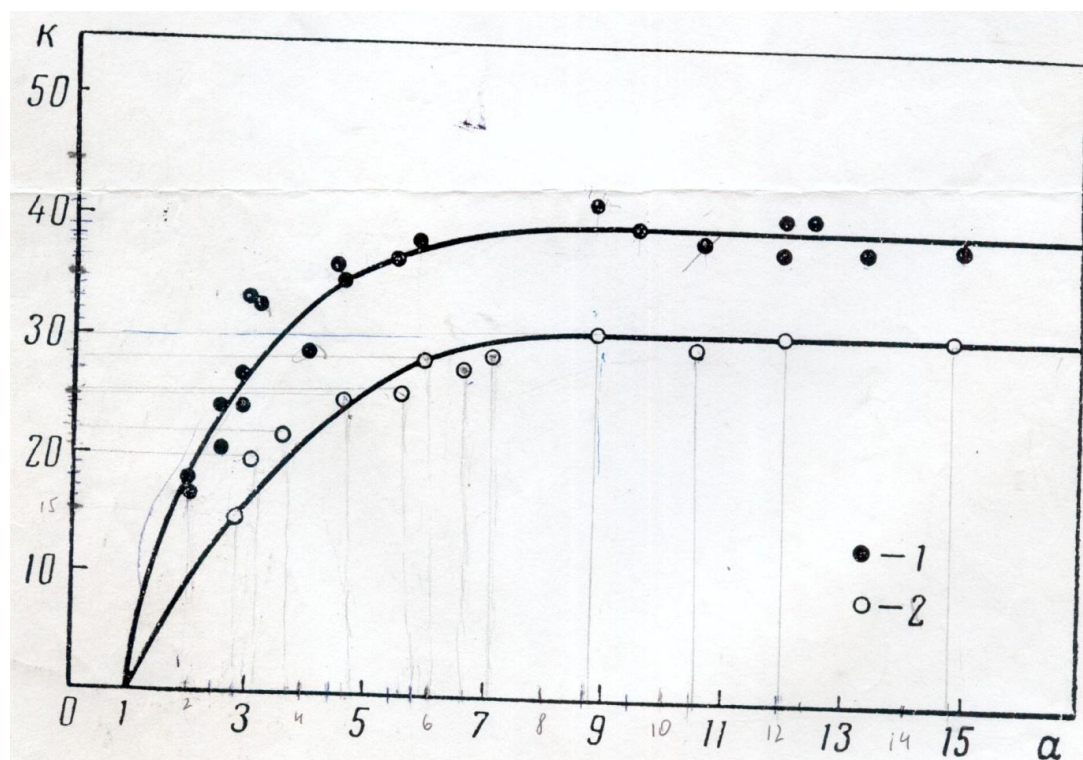
С помощью уравнения регрессии определить вязкость для промежуточных значений температуры, не указанных в таблице,

30,50,90 °C и продолжить таблицу для значений 130,150, 165 °C .

Задание 3.

X	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Y	-4.25	-5	-3	-7.24	-10	-7.75	-11.25	-9.75	-11.75

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии для зависимости 2, вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

Дана зависимость динамического коэффициента вязкости бензола от температуры

$t, ^\circ\text{C}$	20	40	50	70	80	100	120	140
μ	0.69	0.52	0.41	0.4	0.32	0.252	0.212	0.172

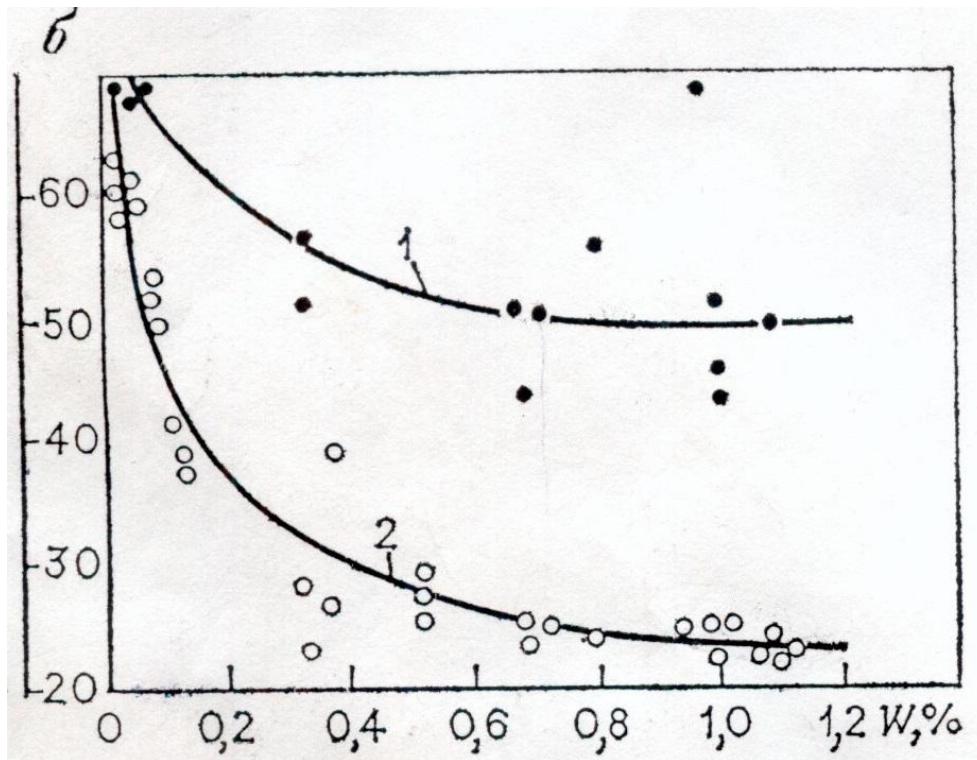
С помощью уравнения регрессии определить вязкость для промежуточных значений температуры, не указанных в таблице,

30, 90, 150 $^\circ\text{C}$ и продолжить таблицу для значений 130, 150, 165 $^\circ\text{C}$.

Задание 3.

X	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Y	4.25	5	5.26	7.24	10	7.75	11.25	9.75	11.75

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии для зависимости 1, вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории были получены образцы цементного камня различного времени выдержки. Образцы испытаны на прочность. Результаты испытаний представлены в виде парной зависимости $\sigma = f(t)$, сутки

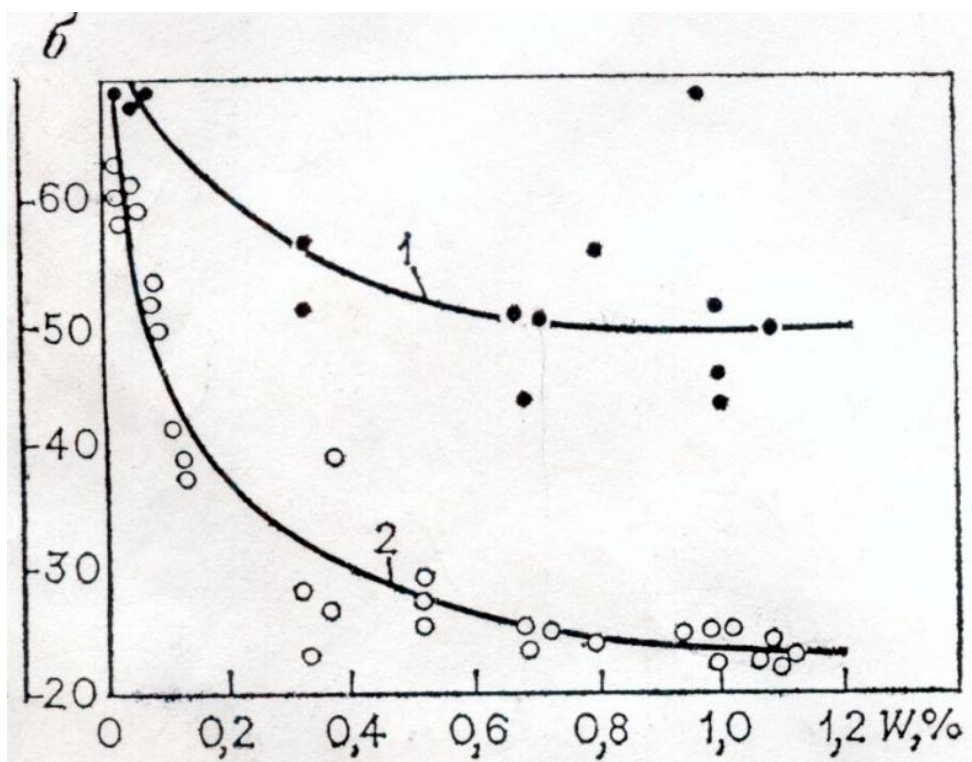
t , сутки	0.01	2.0	7	14	28	40	60
σ Мпа	0.01	5.4	6.4	7.6	7.7	8.3	8.4

С помощью полученного уравнения вычислить прочность цементного камня на 1, 35, 90 суток.

Задание 3.

X	3.5	4.33	8.89	10.53	12	14.5	16	16.25	18.5	21	23
Y	-4.5	-4	-4.1	-7.5	-9	-7.75	-10.8	-13	-10.3	-11	-11.75

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии для зависимости 2, вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории была исследована зависимость растворимости безводного КС1 в воде от температуры в г./100 г. раствора. Результаты исследований представлены в таблице в виде парной зависимости $c = f(t)$.

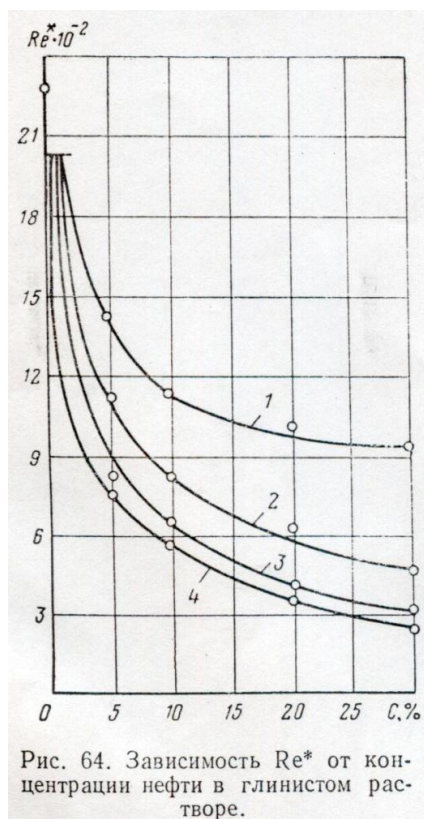
$t, ^\circ\text{C}$	0.001	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$c, \text{г./100г.}$	21.9	23.8	25.5	27.1	28.6	30	31.4	33.4	33.9	37.2	36

С помощью полученного уравнения вычислить растворимость безводного КС1 при температуре $24 ^\circ\text{C}$, $77 ^\circ\text{C}$ $83 ^\circ\text{C}$.

Задание 3.

X	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	3	3.25	4
Y	3.33	3.4	3.7	4.1	3.7	3.5	4	4.7	3	4.5

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии для зависимости 1, вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории была исследована скорость осаждения, ω , см/с, частиц шлама при различном времени выдержки бурового раствора. Таким образом исследовалась скорость осаждения в зависимости от статического напряжения сдвига. Результаты испытаний представлены в виде парной зависимости $\omega = f(t)$

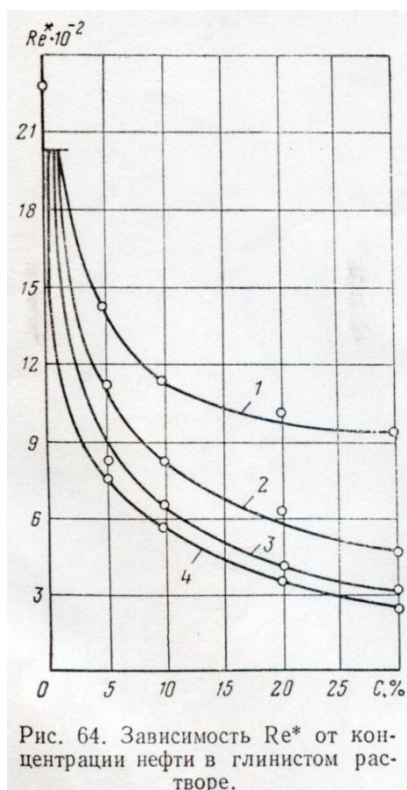
$t, ч$	0.2	0.7	1	1.5	2	3	4	7
$\omega, см/с$	19.8	13	10.2	9.8	7	4.9	3	0.3

С помощью полученного уравнения вычислить скорость осаждения частиц шлама через 0.5, 3.5, 5, 6 часов

Задание 3

X	1	1.25	1.5	1.75	2	2.25	2.5	3	3.25	3.7
Y	3.33	3.4	3.7	3.9	3.7	3.5	4	4.8	3.9	4.3

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии для зависимости 2, вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории была исследована зависимость удельной плотности буферной жидкости от количество утяжелителя (барита) G , добавляемого в глинистый раствор. Результаты исследований представлены в виде парной зависимости $\rho = (G)$:

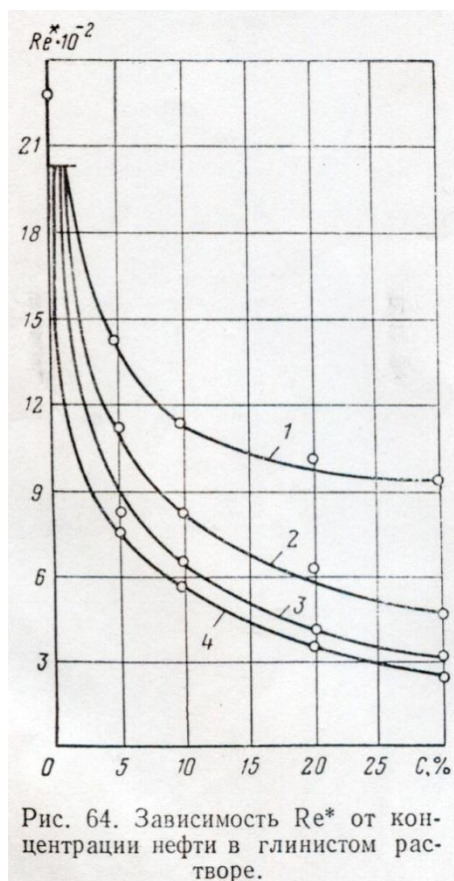
$G, \text{кг/т}$	0.01	50	200	300	400	560	720	800	1300	1400	1590
$\rho, \text{кг/м}^3$	1050	1100	1190	1300	1390	1500	1600	1750	1900	1910	2000

С помощью полученного уравнения вычислить удельную плотность буферной жидкости, при добавлении барита в количестве 50, 350, 770, 1800 кг/т .

Задание 3.

X	-5.5	-5.25	-5	-4.5	-4	-3.25	-2.8	-2.5	-2
Y	13	12.3	12.4	5	8	7	6	3.3	2.7

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии для зависимости 3, вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории была исследована зависимость температуры замерзания, K , раствора хлорида кальция от концентрации $c, \%$. Результаты испытаний представлены в виде парной зависимости $T = f(c)$ сутки

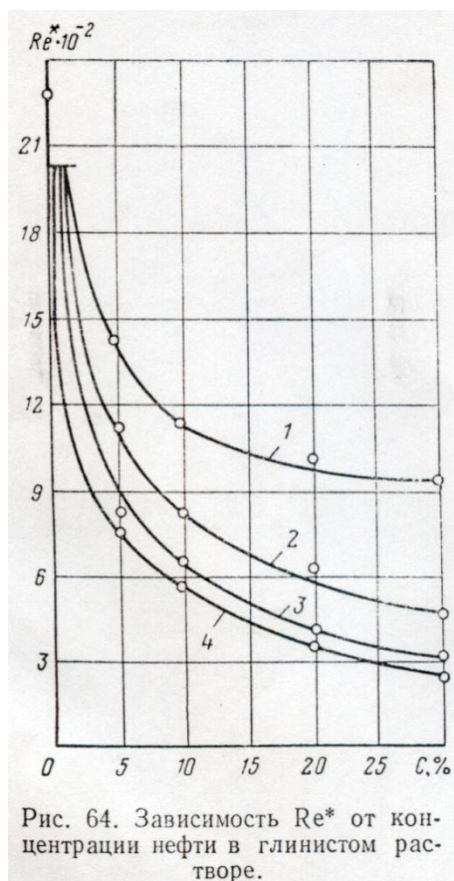
$c, \%$	0.001	3	6	9	10	15	20	23	30	35
T, K	273.16	273.16	270.16	268.26	267.46	263.16	255.55	249.26	229.96	228.16

С помощью полученного уравнения вычислить температуру замерзания при 12, 21, 40 $c, \%$.

Задание 3.

X	-5.25	-5	-4	-3.25	-3	-2.5	-1.5	-1
Y	12.3	12.4	8.9	7.9	7.5	7.2	3.3	2.7

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии для зависимости 4, вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории были получены образцы цементного камня различного времени выдержки. Образцы испытаны на прочность. Результаты испытаний представлены в виде парной зависимости $\sigma = f(t)$, сутки

t , сутки	60	90	180	220	270	365	450	500	540
σ Мпа	8.36	8.1	6.2	6.1	5.0	3.2	3.3	2.0	2.1

С помощью полученного уравнения вычислить прочность цементного камня на 150, 300, 600 сутки.

Задание 3

X	3.5	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
Y	-4.2	-4.25	-7	-8	-4	-7.5	-10	-7.75	-11.25	-10.3	-11.75

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии, вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории была исследована зависимость статического напряжения сдвига бурового раствора от времени. Результаты испытаний представлены в виде парной зависимости $\tau_0 = f(t)$:

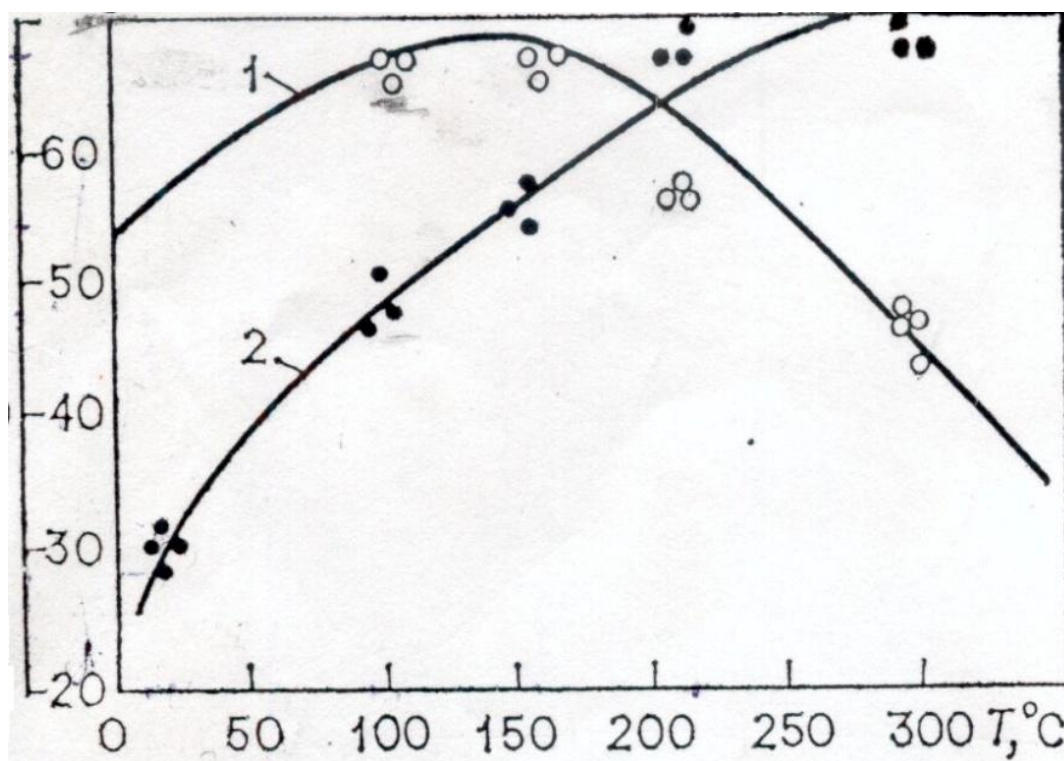
$t, \text{ч.}$	0.2	0.6	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	10	12
$\tau_0, \text{мг/см}^2$	26.6	36.5	40.0	51.0	50	56.0	60.0	67.0	73.0	79.0	83

С помощью полученного уравнения вычислить статическое напряжение сдвига через 5,9,15 часов.

Задание 3.

X	1	1.5	2.5	3	3.25	4	5	5.25
Y	2.8	3.2	7.2	7.5	7.7.	8.7	12.4	12.3

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии для зависимости 1. Вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории была исследована зависимость растворимости водного карбоната натрия в воде от температуры в г./100 г. раствора. Результаты исследований представлены в виде парной зависимости $c = f(t)$:

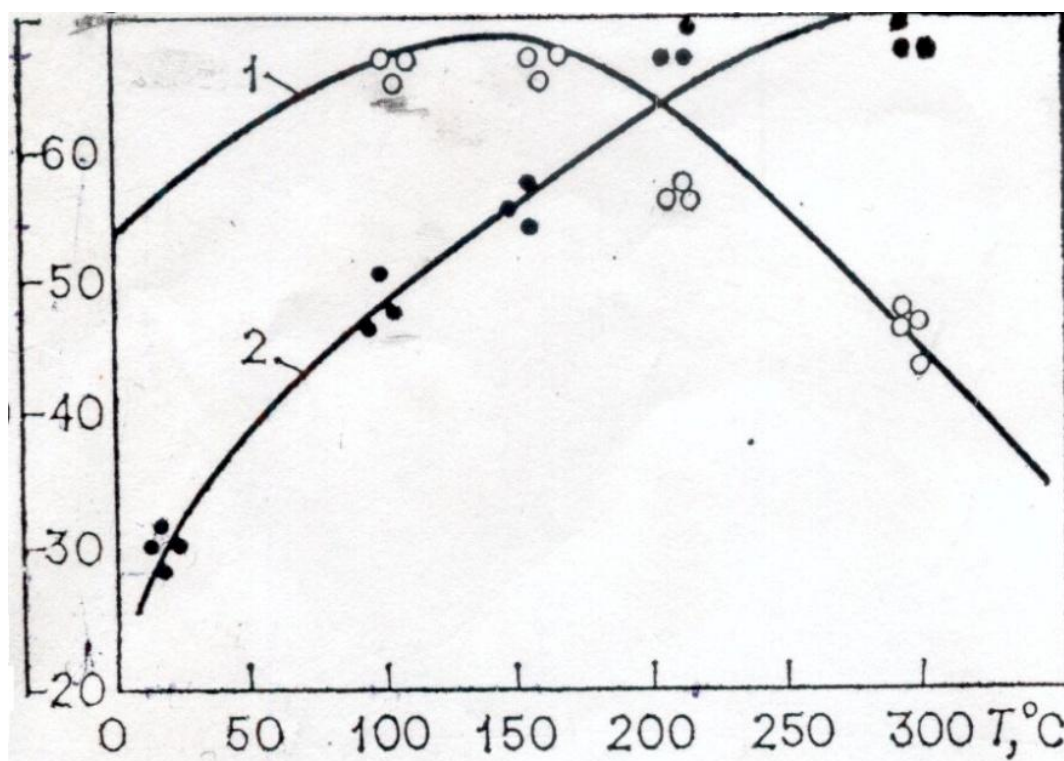
$t, ^\circ\text{C}$	1.0	10	30	1.5	40	50	60	70	80	90	100
$c, \text{г./100 г.}$	4.4	11.5	17.7	28.4	36.3	32.3	31.7	34.1	31.4	31.3	31.2

С помощью полученного уравнения вычислить растворимость при температуре 25°C , 65°C и 110°C .

Задание 3.

X	2	4	6	8	10	12	14
Y	5	4	11	11.7	15.2	18	21

Задание 1.



Построить по экспериментальным данным кривую регрессии для зависимости 2. Вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории были получены образцы цементного камня различного времени выдержки. Образцы испытаны на прочность. Результаты испытаний представлены в виде парной зависимости $\sigma = f(t)$, сутки

t , сутки	0.01	2	7	28	44	90	135
σ Мпа	0.01	1.7	4.1	7.7	7.8	9.6	10.8

С помощью полученного уравнения вычислить прочность цементного камня на 3, 36, 98 суток.

Задание 3.

X	1	4	5	7	10	14	16
Y	1.5	11	5	11	15	20	25

Задание 1.

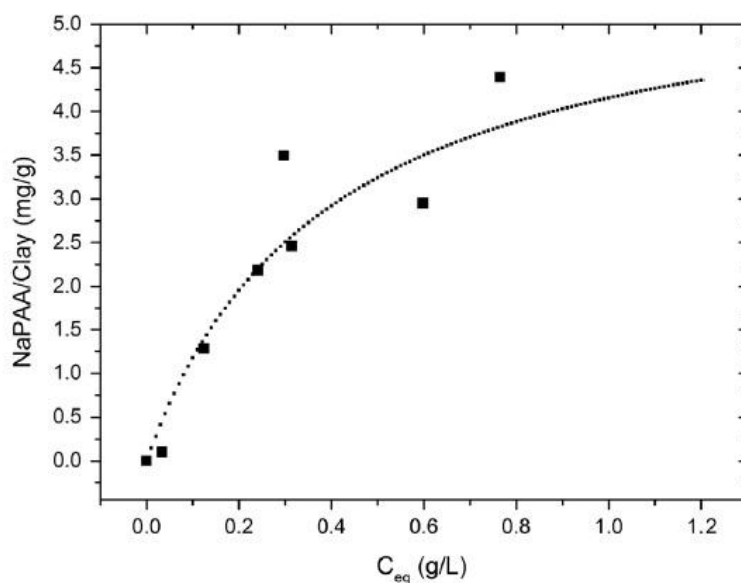


Fig. 4. Adsorbed amount of polymer (relative to clay mass) as a function of equilibrium concentration in solution. The dotted line represents a Langmuir adsorption fit.

Построить по экспериментальным данным кривую регрессии. Вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории были получены образцы цементного камня различного времени выдержки. Образцы испытаны на прочность. Результаты испытаний представлены в виде парной зависимости $\sigma = f(t)$, сутки

<i>t</i> , сутки	0.01	2	7	28	55	90	180	220
σ Мпа	0.01	1.8	4.7	9.1	9.5	11.7	12.2	13.1

С помощью полученного уравнения вычислить прочность цементного камня на 15, 75, 150 суток.

Задание 3.

X	2	3	4	5	7	9	10
Y	3	5	4	11	11	14	16

Задание 1.

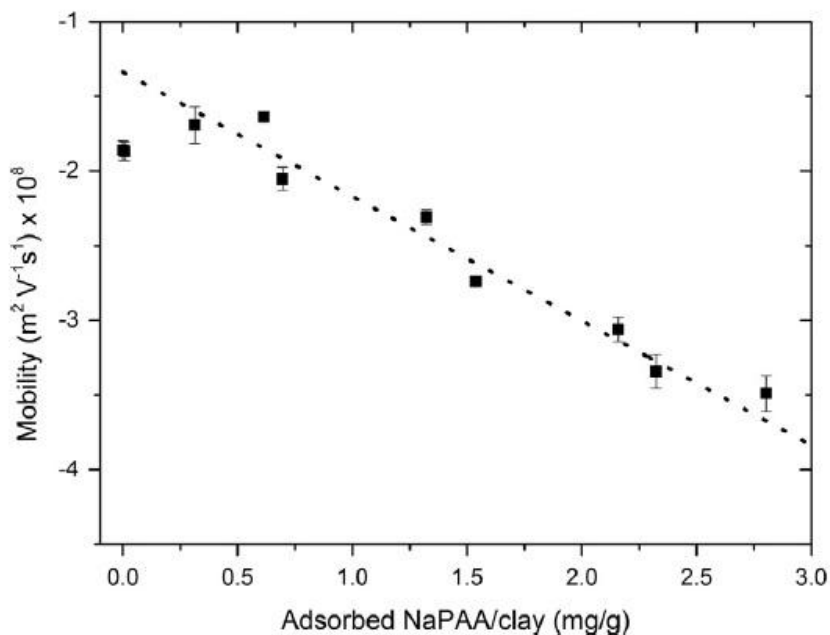


Fig. 3. Electrophoretic mobility of clay particles (1 wt%) as a function of adsorbed amount of NaPAA. The dotted line is a linear fit.

Построить по экспериментальным данным кривую регрессии. Вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

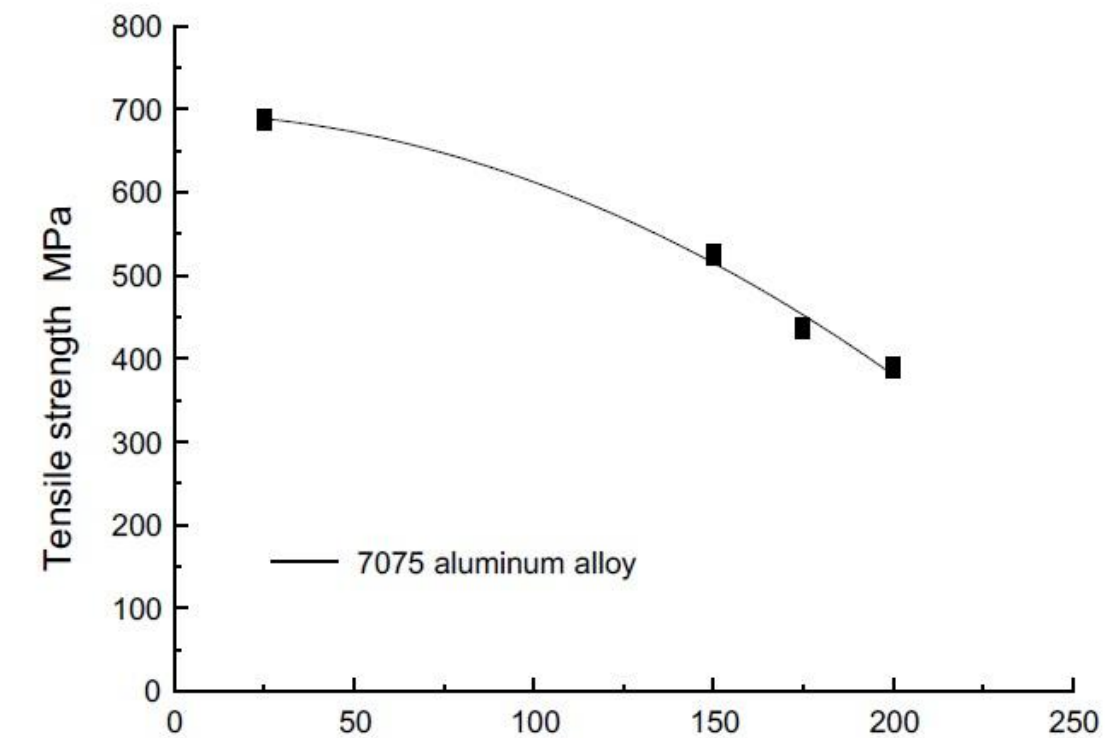
В научной лаборатории была исследована скорость осаждения, ω , см/с, частиц шлама при различном времени выдержки бурового раствора. Таким образом исследовалась скорость осаждения в зависимости от статического напряжения сдвига. Результаты испытаний представлены в виде парной зависимости $\omega = f(t)$

$t, ч$	0.2	0.7	1	1.5	2	3	4	5	6	8	10
$\omega, см/с$	13.6	10.2	7.8	6.3	5.2	5.1	2.5	1.2	10	0.6	0.08

С помощью полученного уравнения вычислить скорость осаждения частиц шлама через 7, 9, 12 часов

Задание 3.

X	4	5	7	9	11	12	13
Y	3	7	10	13	16	14	19

Задание 1.

Построить по экспериментальным данным кривую регрессии. Вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории были получены образцы цементного камня различного времени выдержки. Образцы испытаны на прочность. Результаты испытаний представлены в виде парной зависимости $\sigma = f(t)$, сутки

t , сутки	50	90	180	270	300	365	450	540	630
σ Мпа	10.5	10.1	8.8	7.2	6.5	6.4	5.2	3.0	4.1

С помощью полученного уравнения вычислить прочность цементного камня на 130, 330, 495 суток.

Задание 3.

X	2	5	8	11	14	17	20
Y	2	12	14	20	25	30	35

Задание 1.

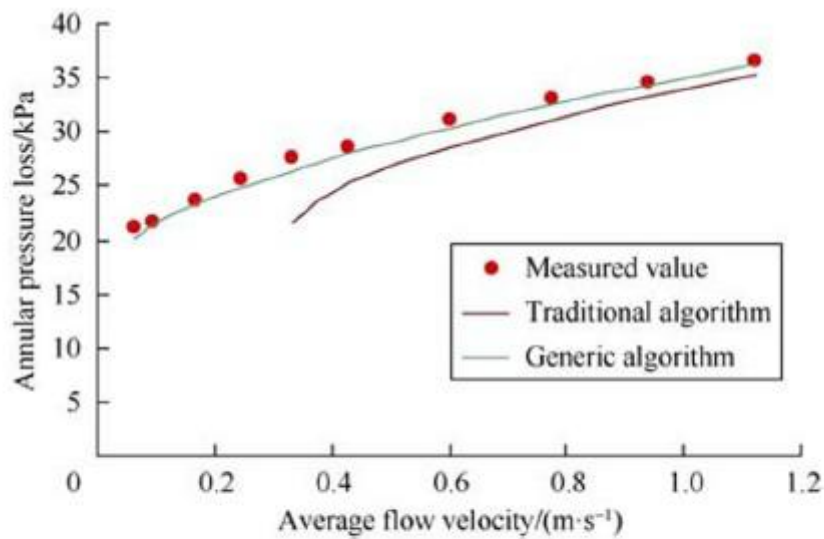


Fig. 4 Annular pressure loss analysis of the Casson model from different calculation algorithms

Построить по экспериментальным данным кривую регрессии. Вычислить значения в промежуточных точках.

Задание 2.

В научной лаборатории была исследована зависимость статического напряжения сдвига бурового раствора от времени.

Результаты испытаний представлены в виде парной зависимости $\tau_0 = f(t)$, сутки

$t, ч$	0.2	0.6	1	1.5	2	3	4	6	8	10	12
$\tau_0, мг/см^2$	26.6	36.2	42	43	52	64	67	73	80.5	91	95

С помощью полученного уравнения вычислить прочность цементного камня на 130, 330, 495 суток.

Задание 3.

X	1	3	5	7	9	11	13
Y	1	19	20	29	35	44	51

Список вопросов для подготовки к зачёту

Основные понятия дисциплины «Компьютерные методы моделирования»

1. Необходимость и случайность.
2. Детерминизм, детерминированный процесс, Детерминистичность математической модели, Детерминированно-стохастический процесс.
3. Наблюдение и эксперимент, совокупность, выборочная совокупность, её объемом.
4. Случайное событие, Случайные величины дискретные и непрерывные.
5. Определение вероятности, её свойства.
6. Функция распределения дискретной, непрерывной случайной величины.
7. Непрерывные системы случайных величин в НГД.
8. Плотность вероятностей, её график, геометрическое истолкование, примеры.
9. Математическое ожидание непрерывной, дискретной случайной величины, его оценки (мода, медиана, среднее)
10. Дисперсия непрерывной, дискретной случайной величины, квадратичное отклонение.
11. Воспроизводимость, дисперсия воспроизводимости.
12. Постановка задачи регрессионного анализа как моделирования физических процессов.
13. Понятие регрессии, регрессор, уравнение регрессии.
14. Функция отклика, факторное пространство, поверхность отклика.
15. Адекватность, дисперсия адекватности, критерий адекватности.
16. Корреляция, корреляционный анализ. Коэффициент корреляции, его смысл. Корреляционное поле, его границы.
17. Доверительная вероятность, доверительный интервал, уровень значимости. Правило двух(трёх) сигм.
18. Понятие статистической гипотезы. Гипотеза о наличии линейной связи. Гипотеза о физической сущности физического (моделируемого) процесса.
19. Парная корреляция, метод наименьших квадратов.
20. Формы линейной парной регрессии. Примеры.
21. Нелинейная парная регрессия. Линеаризация.
22. Выбор оптимальной формы парной регрессии.
23. Построение стандартных границ корреляционного поля.

Литература:

1. Цивинский Д.Н. Разнообразие форм уравнений парной регрессии: Учебное пособ.- : Самар.гос.техн.ун-т, 2002.- 80 с.
2. Цивинский Д.Н. Применение статистического метода анализа в нефтегазовом деле:Учеб. Пособ. – Самара: Самар.гос.техн.ун-т, 2013. – 377 с.
3. Цивинский Д.Н. Явления переноса в нефтегазовом деле.:Учеб. Пособ. – Самара: Самар.гос.техн.ун-т, 2008. – 405 с.