

A geological map of the Northwest of Russia, showing the distribution of Quaternary deposits. The map covers the area from the Norwegian coast in the west to the Ural Mountains in the east, and from the Barents Sea in the north to the Gulf of Finland in the south. Major geographical features include the Barents Sea, White Sea, and the Gulf of Finland. The map is color-coded to represent different geological units, with various colors like yellow, orange, green, purple, and blue. Numerous labels in Russian identify specific locations, rivers, and administrative regions. The text 'Инженерно-геологическая характеристика четвертичных отложений на территории Северо-Запада России' is overlaid on the map in a large, dark blue font.

**Инженерно-геологическая характеристика
четвертичных отложений на территории
Северо-Запада России**

Осташковская (лужская) морена glllos

Гранулометрический состав

Суглинки и супеси, реже глины, содержащие пылеватую фракцию от 10 до 80 % и более, с включениями гравия, гальки и валунов.

Гранулометрический состав морены близок к составу *оптимальных смесей** =>

высокая естественная плотность

Минеральный состав

Тонкодисперсная часть глинистых морен представлена гидрослюдой.

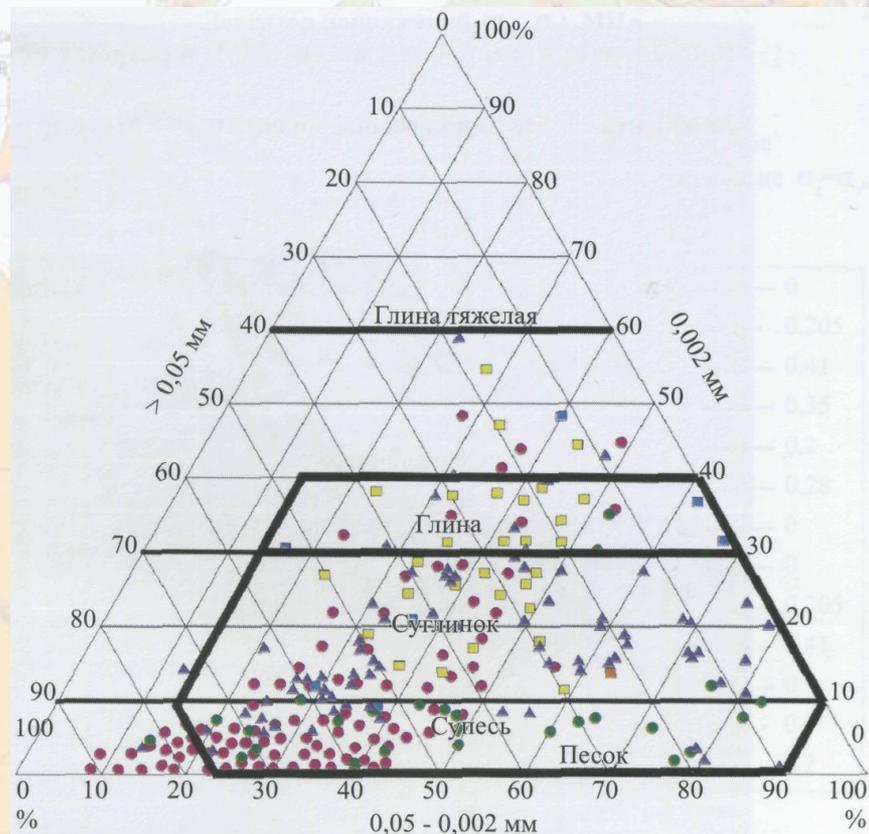
* - Гранулометрический состав оптимальных смесей:

5-15 % глинистых частиц;

25-50 % пылеватых частиц;

40-70 % песчано-гравийных частиц.

Треугольная диаграмма гранулометрического состава осташковской морены



- - морены Кольского по-ва, Карелии, северной и центральной части Карельского перешейка (Е.В.Рухина), Северной Финляндии (Окко, Кивекас), Швеции (Йоверс)
- - морены Приневской впадины, Силурийского плато, района Неболчи, Пашозера, Крестцов, Боровичей, Судомской возвышенности и др. в пределах валдайского оледенения (Е.В.Рухина, В.Шеппс)
- - морена окрестностей Ленинграда на кембрийских глинах
- - моренные образования вологодского горизонта в разрезе Санкт-Петербурга
- - морена московского горизонта в Санкт-Петербурге
- ▲ - моренные отложения осташковского горизонта Санкт-Петербурга

4 типа разреза осташковской морены

I тип

- приповерхностное залегание;
- достаточная аэрируемость

Встречается на локальных участках в северной части Санкт-Петербурга в районе Гражданского проспекта и р. Каменки, а в южной части – в районе Витебского вокзала.

II тип

- залегают под озерно-ледниковыми отложениями;
- микроаэрофильные или анаэробные условия (в зависимости от мощности покрывающих грунтов)

Распространен на высоких Литориновых террасах с абс. отметками более 9-10 м

III тип

- залегают под озерно-ледниковыми и литориновыми отложениями, содержащими орг. остатки и прослой торфа;
- анаэробные условия, микробная пораженность

Распространен в историческом центре города, на низких Литориновых террасах с абсолютными отметками менее 8 м

IV тип

- залегают под болотами глубиной более 2 м;
- анаэробные условия, высокая микробная пораженность

I тип

Окислительные условия -> цементация за счет соединений Fe^{3+}

Повышение прочности

Снижение гидрофильности и естественной влажности, переход грунтов в твердую и полутвердую консистенцию ($W=8-14\%$; $I_L < 0,25$).

Трещиноватость

Показатели некоторых физических и механических свойств моренных супесей и суглинков в разрезах I типа

Влажность $W, \%$	Показатель консистенции I_L	Параметры прочности		Модуль общей прочности $E_o, \text{МПа}$
		$C, \text{МПа}$	$\varphi, \text{град.}$	
8-14	<0,25	>0,15-0,32	>15-25	$\geq 40-50$

II тип

При малой мощности озерно-ледниковых грунтов (менее 2-3 м)

Микроаэрофильные условия

Цементация морены соединениями Fe^{3+} (см. I тип разреза)

При большой мощности озерно-ледниковых грунтов

Анаэробные условия

Цементация только верхней части морены

Хрупко-пластический и пластический характер деформаций, снижение параметров ϕ и C , макро- и микротрещиноватость несвойственна

Показатели некоторых физических и механических свойств моренных супесей и суглинков в разрезах II типа (район площади Мужества)

Влажность $W, \%$	Показатель консистенции I_L	Параметры прочности		Модуль общей прочности $E_o, \text{МПа}$
		$C, \text{МПа}$	$\phi, \text{град.}$	
13-16	0,25-0,45	0,03-0,05	6-10	2,4-4,3

III и IV тип

Анаэробные условия, формирование биопленок на поверхности частиц

Снижение прочности и деформационной способности

Квазипластичная среда, $\varphi = 5-7^{\circ}$ и менее
(пластический характер деформирования,
“бочкование” образцов)

Показатели некоторых физических и механических свойств
моренных супесей и суглинков в разрезах III и IV типа

Влажность $W, \%$	Показатель консистенции I_L	Параметры прочности		Модуль общей прочности $E_0, \text{МПа}$
		$C, \text{МПа}$	$\varphi, \text{град.}$	
16-19	Тугопластичная	0,04-0,05	0-7	2,1-3,6

Основные показатели физических свойств морен различного возраста Санкт-Петербурга

Породы	Число пластичности, %	Плотность породы, г/см ³		Кoeffи- циент пористости	Естественная влажность, %
		естественного сложения	скелета		
Днепровская морена					
Суглинки и глины	9	2,26	2,05	0,33	10,0
Московская морена					
Суглинки	10	2,14	1,87	0,43	13,5
Супеси	5	2,27	2,08	0,29	9,7
Валдайская морена					
Глины пылеватые	20	2,02	1,69	0,67	25,3
Суглинки пылеватые	10-11	2,12	1,76	0,65	19,2
Супеси	3	2,21	1,96	0,36	13,0

Озерно-ледниковые отложения

Полный разрез озерно-ледниковых отложений включает три слоя (при мощности толщи более 7 м):

1) нижний (переходный от морены)

- суглинки пылеватые неяснослоистые (0-3,5 м)

2) средний

- тонкослоистые ленточные глины и суглинки пылеватые (0-8 м)

3) верхний

- грубослоистые ленточные глины и суглинки пылеватые (0,5-6 м)

Особенности гранулометрического состава

Глинистая фракция – 7-30 %

Пылеватая фракция – более 60 %

Тонкий песок – 0,5-12,0 %

Высокое содержание пылеватой фракции и текстурные особенности ленточных отложений обуславливают их низкую водоустойчивость (быструю размокаемость) и склонность к морозному пучению.

В ленточных глинах и суглинках преобладает молекулярный тип структурных связей, что определяет их высокую чувствительность к динамическим воздействиям.

Таблица 24

Физико-механические свойства ленточных глин Приневской низменности

Ленточные глины	Плотность, г/см ³		Влажность, %	Коэффициент пористости
	частиц грунта	грунта		
Грубослоистые	2,65—2,68	1,8—1,9	26—40	0,90—0,98
Тонкослоистые	2,50—2,60	1,7—1,8	40—48	1,0—1,5
Надморенные неяснослоистые	2,70	1,9	30—38	0,8—0,9

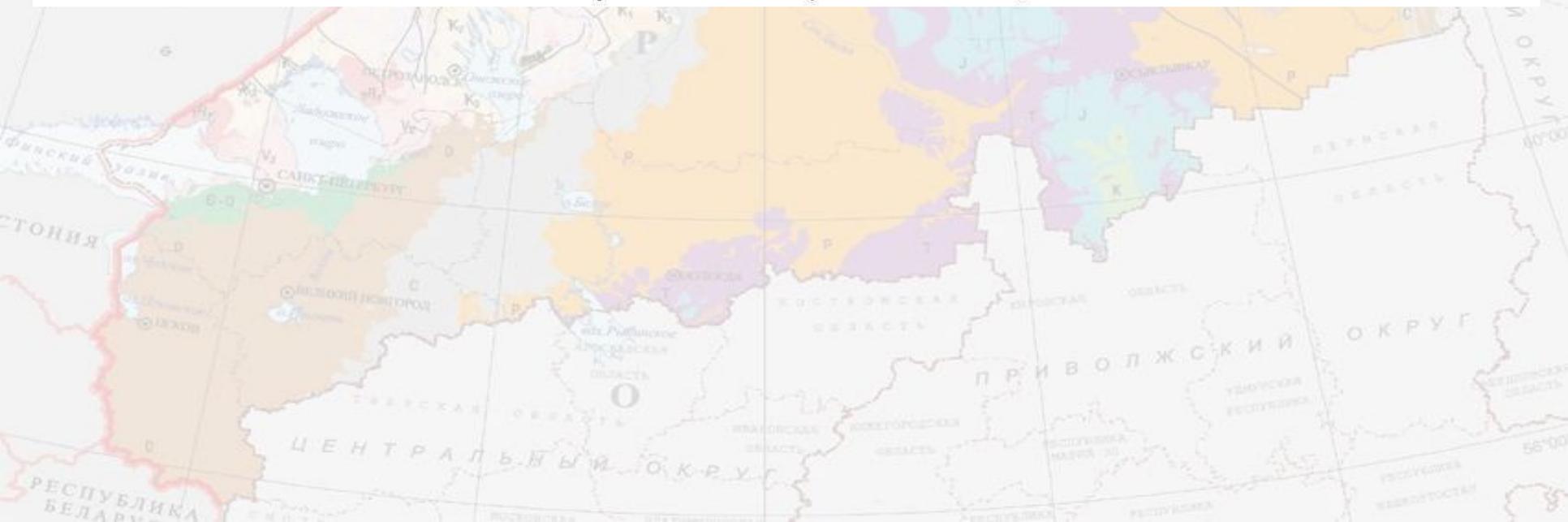
Продолжение табл. 24

Ленточные глины	Пределы пластичности, %		Число пластичности, %	Коэффициент сжимаемости (в МПа ⁻¹) при давлениях 0—0,2 МПа	Угол внутреннего трения, градус	Сцепление, МПа
	Верхний	Нижний				
Грубослоистые	23—30	12—25	12—20	0,003—0,002	13—22	0,006
Тонкослоистые	30—40	15—26	15—28	0,004—0,005	18—16	0,005
Надморенные неяснослоистые	25—35	13—2	7—15	0,002	26—28	0,01

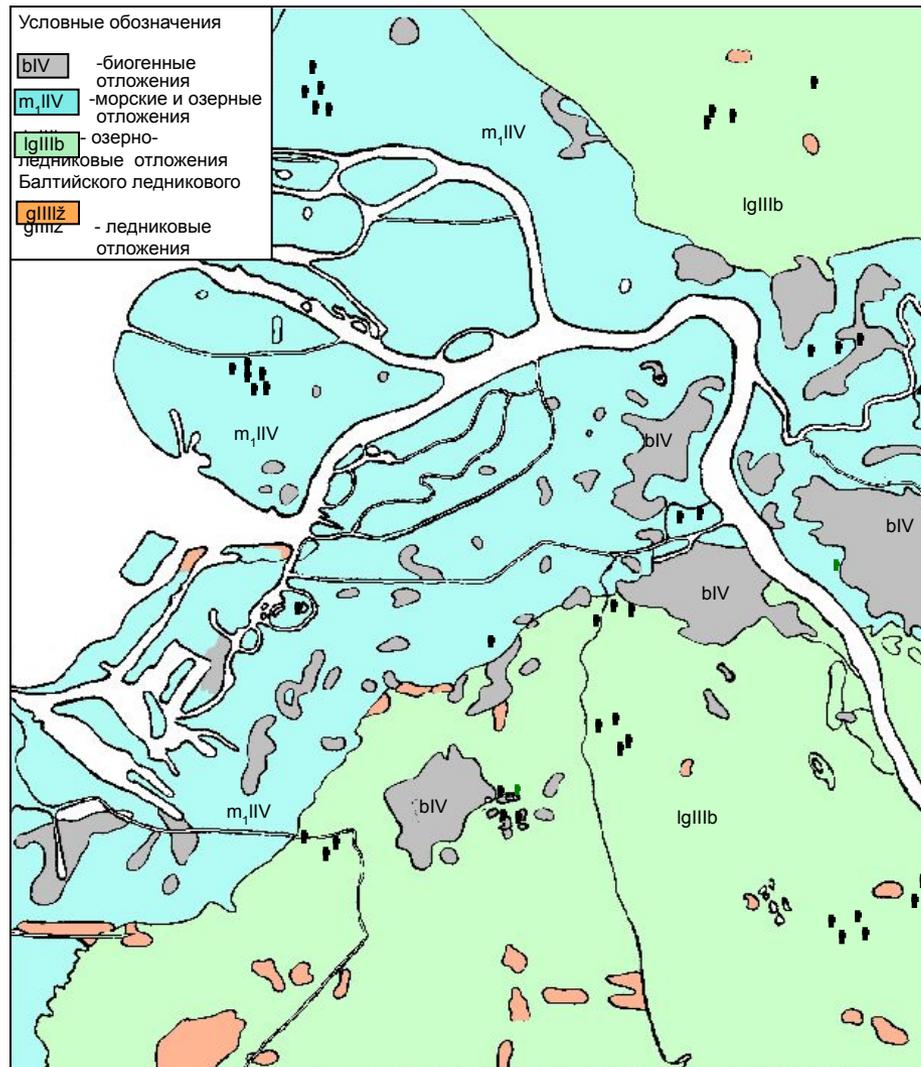
Таблица 25

Классификация ленточных глин как оснований сооружений

Модуль общей деформации, МПа	Коэффициент сжимаемости, МПа ⁻¹	Коэффициент пористости	Осадка, мм/м	Общая оценка основания
> 7,0	0,003—0,0005	< 0,750	5—15	Устойчивое
6,0—3,0	0,005—0,003	0,900—0,750	15—25	Средней устойчивости
3,0—1,5	0,010—0,005	1,200—0,900	60—25	Слабое, требующее специальных мер защиты и приспособления конструкций сооружения



Схематическая карта четвертичных отложений Санкт-Петербурга



Литориновые отложения mH^{lt}

Пестрый литологический состав и невыдержанность отдельных слоев (по мощности и простирацию), обусловленные различными условиями осадконакопления в литориновое время. Мощность до 10-15 м и более. Максимальные мощности отмечены на Васильевском острове.

В центральной части района развиты тонкозернистые пылеватые пески, обладающие пльвунным свойствами.

Типы литориновых отложений в зависимости от содержания органики

Без органики

-влажность **19-30 %**

-плотность **2,1-1,9 г/см³**

-коэффициент пористости
до 0,8-0,9

-коэффициент сжимаемости
до 0,03 см²/кг

До 10 % органики

-влажность до **70 %**

-плотность **2,0-1,56 г/см³**

-коэффициент пористости до
1,8

-коэффициент сжимаемости
0,03-0,1 см²/кг

Более 10 % органики

-влажность до **200 %**

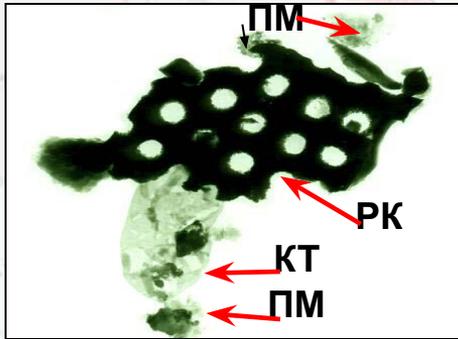
-плотность **1,56-1,2 г/см³**

-коэффициент пористости до
4

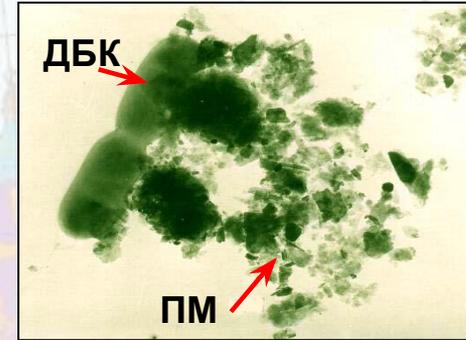
-коэффициент сжимаемости
до 1,25-1,36 см²/кг

Разнообразие форм микробиоты в подземном пространстве Санкт-Петербурга (исторический центр)

Глубина опробования 6,0 -40,0 м



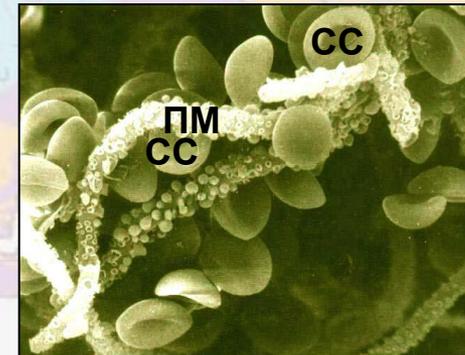
РК - остатки микроводорослей
КТ - бактериальная клеточная стенка - «клеточная тень»
ПМ - продукты метаболизма
 увеличение x17 000



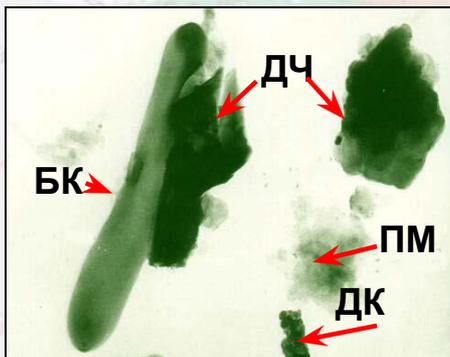
ДБК - делящаяся бактериальная клетка,
ПМ - продукты метаболизма
 увеличение x17 000



Бкол - бактериальная колония из нитевидных культур
 увеличение x13 000



Колонии мицелиальных грибов (отдел Eumycota)
ПМ - плодоносящий мицелий
СС - спорангий со спорами
 увеличение x1800

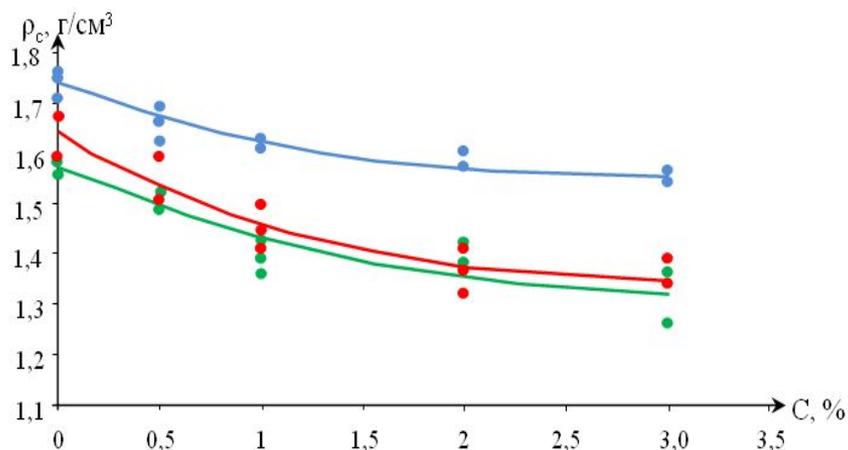


БК – бактериальные клетки;
ДЧ – дисперсная частица грунта;
ПМ – продукты метаболизма
ДК - деструктурированная клетка
 увеличение x38 000

Оценка физико-механических свойств различных грунтов в разрезе Санкт-Петербурга

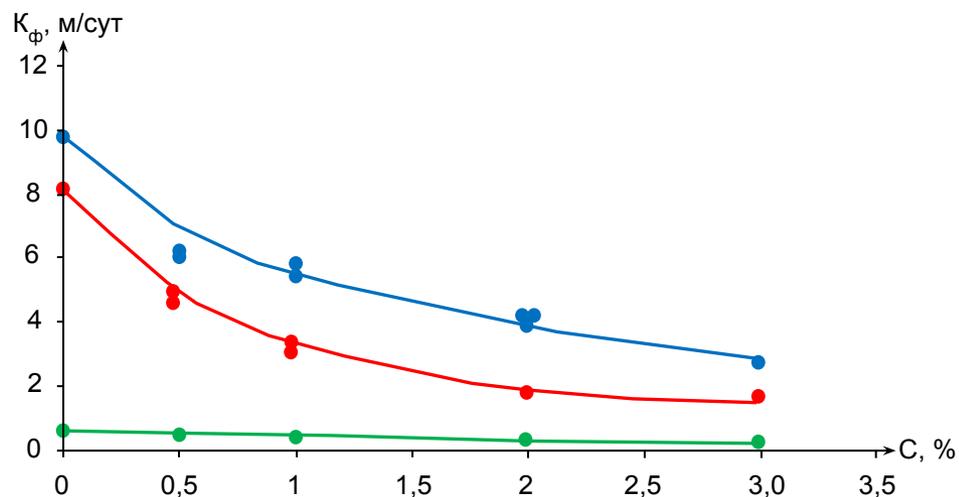
Влияние органических (растительных) остатков на изменение свойств песков

Характер изменения плотности скелета ($\rho_{ск}$) в зависимости от содержания органического вещества (С) для песков различного гранулометрического состава



—●— среднезернистый (0,5-0,25 мм) —●— мелкозернистый (0,25-0,1 мм) —●— тонкозернистый (0,1-0,05 мм)

Характер изменения коэффициента фильтрации (K_f) песков от содержания органики (С)

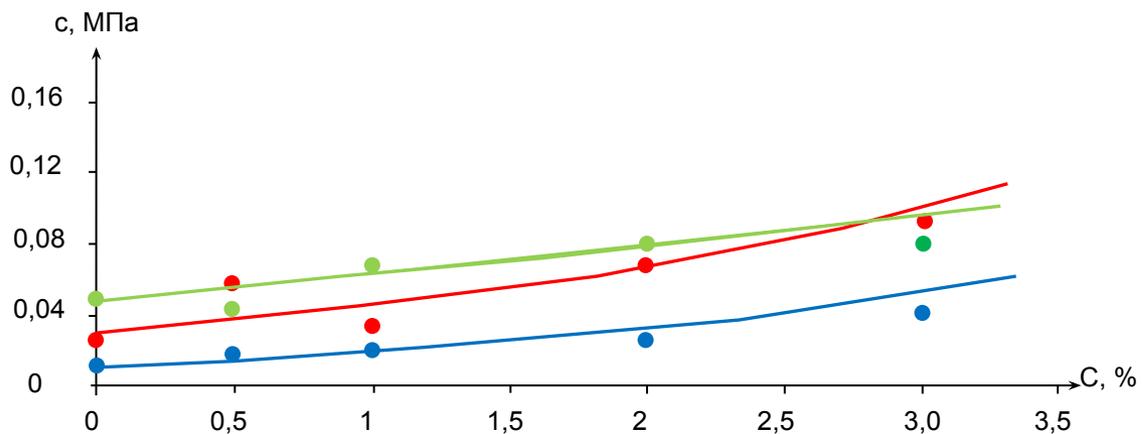
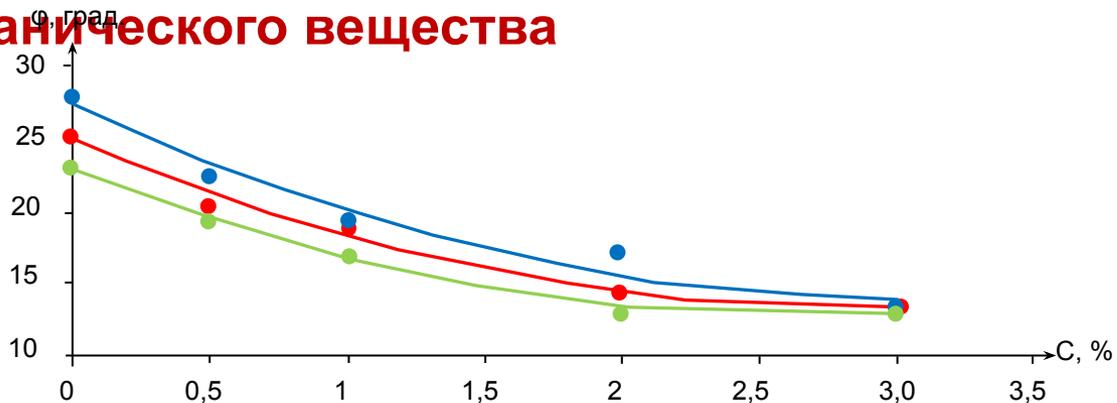


—●— среднезернистый (0,5-0,25 мм) —●— мелкозернистый (0,25-0,1 мм) —●— тонкозернистый (0,1-0,05 мм)

$$K_c = K_0 \exp[(-M \cdot c)],$$

где K_c – коэффициент фильтрации песка, отвечающий содержанию органического вещества, м/сут; K_0 – коэффициент фильтрации песка при отсутствии органического вещества, м/сут; c – концентрация органического вещества, д.е.; M – эмпирический коэффициент, зависящий от гранулометрического состава песка, и составляющий 60, 85 и 31 соответственно для средне-, мелко- и тонкозернистых песков.

Характер изменения сцепления и угла внутреннего трения песков различного гранулометрического состава в зависимости от содержания органического вещества



—●— среднезернистый
(0,5-0,25 мм)

—●— мелкозернистый
(0,25-0,1 мм)

—●— тонкозернистый
(0,1-0,05 мм)

ИЗМЕНЕНИЕ ПРОНИЦАЕМОСТИ МЕЛКО- И СРЕДНЕЗЕРНИСТЫХ ПЕСКОВ С РОСТОМ БАКТЕРИАЛЬНОЙ МАССЫ (БМ)

