

**К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ФРАКЦИЙ  
ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ГРУНТОВ****TO DETERMINATION OF REGULARITY OF DISTRIBUTION OF FRACTIONS OF  
PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF SOIL**

*Макалада Кыргызстандын ар кайсы жерлеринен талаа иштеринде алынган маалыматтарды жалпылаштыруунун негизинде топурактардын гранулометрдик курамынын бөлүштүрүү мыйзам ченемдүүлүгүнүн жыйынтыктары берилген.*

*Ачык сөздөр: топурак, гранулометрдик курам, фракция, бөлүштүрүлүш.*

*В статье приводятся результаты исследований по выявлению закономерности распределения фракций гранулометрического состава грунтов на основе обработки полевых данных, полученных из различных местностей Кыргызской Республики.*

*Ключевые слова: грунт, гранулометрический состав, фракция, распределение.*

*The article presents the results of research to identify the patterns of distribution of soil particle size distribution of fractions on the basis of processing of the field data collected from different areas of the Kyrgyz Republic.*

*Keywords: soil, particle size distribution, fraction, distribution.*

В строительстве и при разработке месторождений полезных ископаемых выполняется большой объем земляных и горных работ с помощью строительных и горных землеройных машин, в т. ч. одноковшовыми экскаваторами. При этом рабочее оборудование землеройных машин разрабатывает различные по составу и прочности горные породы, которые в строительстве принято называть грунтами. По своей природе грунты в той или иной степени неоднородны: их состав, строение и свойства изменяются от одного места к другому. В связи с этим, исследование свойств объекта взаимодействия рабочего органа машин, в т. ч. гранулометрического состава грунтов, закономерности распределения их фракций является одной из актуальных задач.

Гранулометрическим составом называют количественное соотношение частиц разной крупности в дисперсных грунтах, которое определяется гранулометрическим анализом. Для набора статистики, достоверной и надежной характеристики грунтов десятки раз определяют их свойства и составы в лабораторных и полевых условиях. Наибольшее применение получил ситовой метод гранулометрического анализа грунтов. Для определения гранулометрического состава составляющие грунт частицы разделяют на отдельные группы (фракции).

В наших исследованиях, для установления закономерности распределения фракций и вероятностных физико-механических характеристик разрабатываемых грунтов, была использована статистическая обработка паспортных данных грунтов, полученных из различных местностей Кыргызской Республики, которые обладают свойством репрезентативности. Закономерность распределения фракций гранулометрического состава позволяет выявить вероятность встречи рабочего органа землеройной машины с той или иной фракцией грунта. Размеры фракций частиц грунта разделены на градации (табл. 1).

Таблица 1 – Размеры частиц фракций грунта КР

Размеры частиц грунта по фракциям, мм								
0	1	2	3	4	5	6	7	8
<0,005	0,005-0,05	0,05- 2	2-10	10-40	40-70	70-100	100-200	>200

Результаты исследований подтвердили преимущественное распространение по территории Кыргызской Республики суглинистых и супесчаных грунтов [1]. Распределение вероятностей суглинистого и супесчаного грунтов с содержанием в них менее 15% фракций крупнее 2 мм показано на рис.1,а. На рис.1,б приведено распределение грунта с содержанием 15...25% фракций крупнее 2 мм и, соответственно, на рис.1,в и 1,г отражены распределения вероятностей этих фракций с содержанием 25...50% и более 50% для I строительно-климатического района [2]. Аналогичные гистограммы распределения для II, III и IV строительно-климатических районов представлены на рис. 2 – 4.

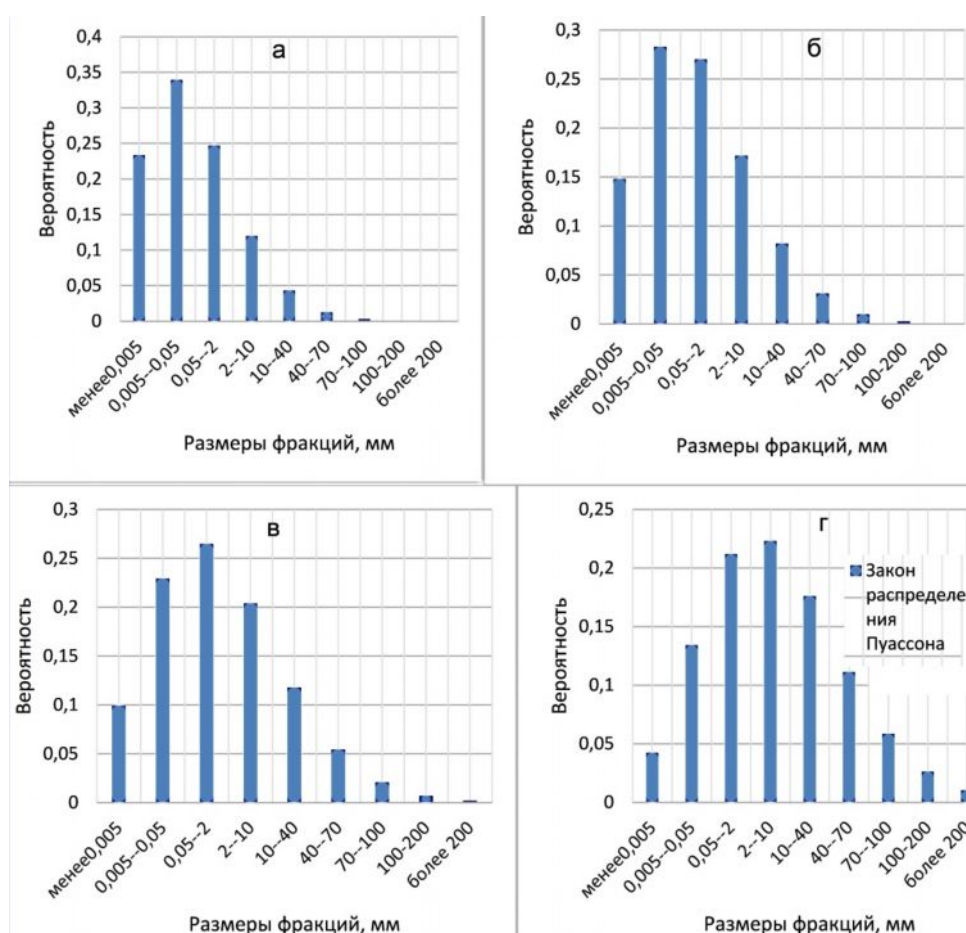


Рис.1. Распределения вероятностей гранулометрического состава суглинистого и супесчаного грунтов для I строительно-климатического района с содержанием фракций крупнее 2 мм: а) менее 15%; б) 15...25%; в) 25...50%; г) более 50%.

Проверка согласованности экспериментальной плотности распределения с теоретической моделью распределения производилась с помощью критерия Пирсона [3]:

$$\chi^2 = n \sum_{i=1}^n \frac{(y_{zi} - w_{ii})^2}{w_{ii}} \quad (1)$$

где  $n$  – количество наблюдений;  $y_{zi}$  – экспериментальная относительная частота появления фракций;  $w_{ii}$  – теоретическая вероятность.

Результаты проверки теоретической модели по формуле (1) при уровне значимости  $\alpha_B = 0,05$  для I-IV строительно-климатических районов (СКР) приведены в табл. 2.

Таблица 2 - Результаты проверки теоретической модели

	I СКР		II СКР		III СКР		IV СКР	
	$\chi^2$	$\chi_{кр}^2$	$\chi^2$	$\chi_{кр}^2$	$\chi^2$	$\chi_{кр}^2$	$\chi^2$	$\chi_{кр}^2$
менее 15 %	9,71	37,7	9,01	36,4	7,7	32,7	7,14	28,9
15...25 %	2,23	9,49	2,89	14,07	3,85	15,51	4,1	16,92
25...50 %	3,1	11,07	3,88	12,59	4,99	18,31	9,23	25,0
более 50 %	1,28	5,99	1,5	9,49	2,53	14,07	4,18	21,0

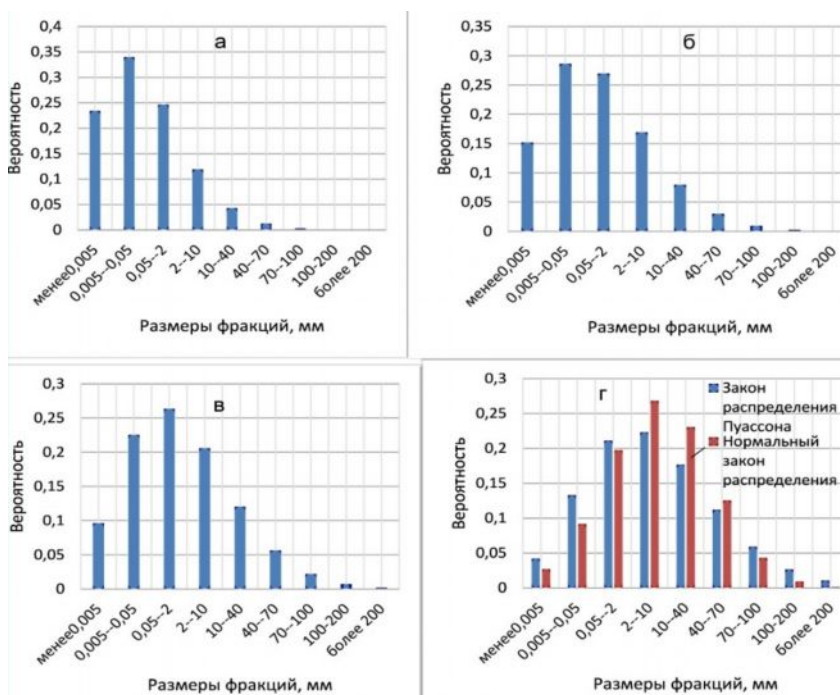


Рис. 2. Распределения вероятностей гранулометрического состава суглинистого и супесчаного грунтов для II строительно-климатического района с содержанием фракций крупнее 2 мм: а) менее 15%; б) 15...25%; в) 25...50%; г) более 50%.

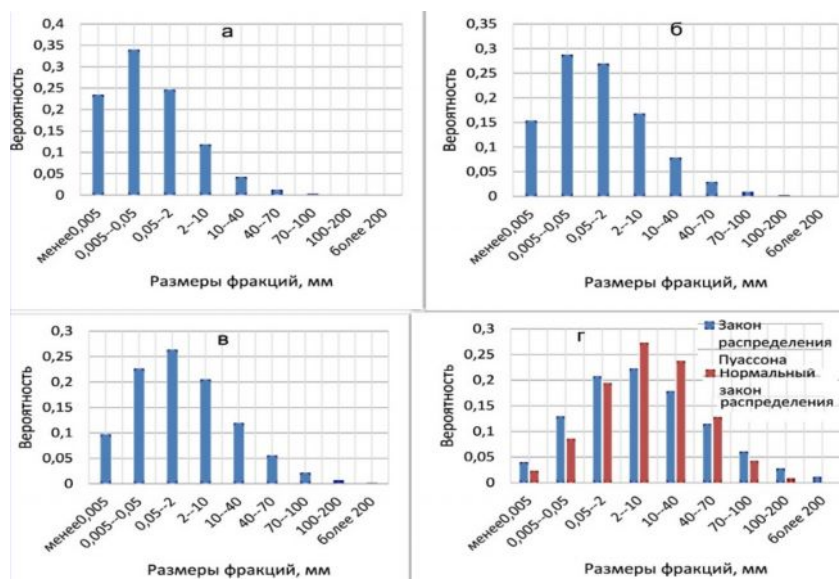


Рис. 3. Распределения вероятностей фракционного состава суглинистого и супесчаного грунтов для III строительного-климатического района с содержанием фракций крупнее 2 мм:

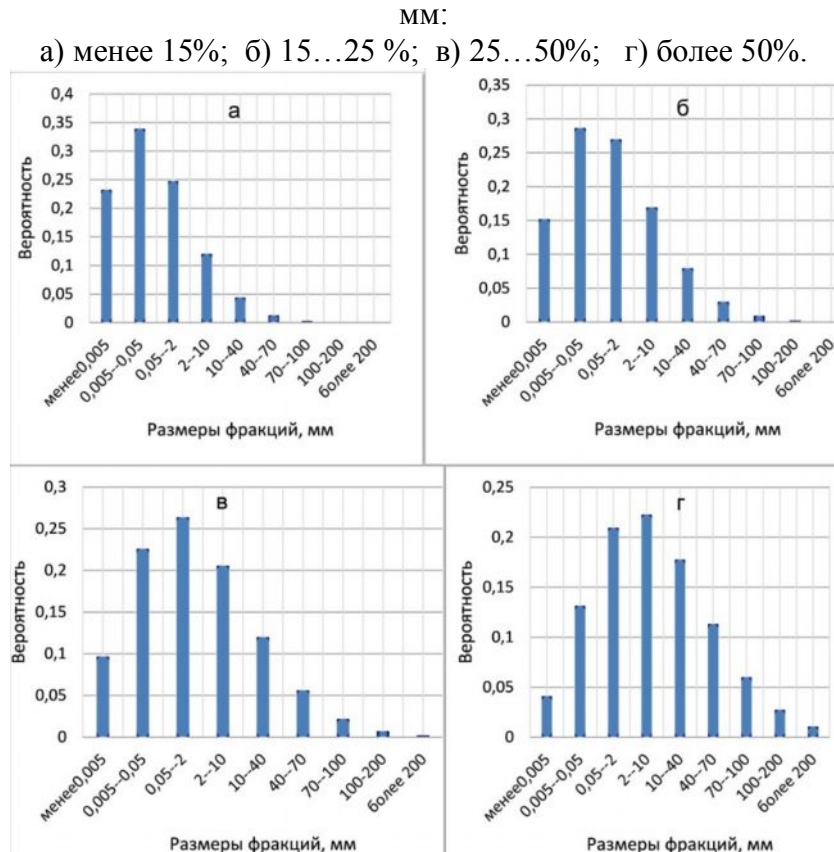


Рис.4. Распределения вероятностей фракционного состава суглинистого и супесчаного грунтов для IV строительного-климатического района с содержанием фракций крупнее 2 мм:

мм:

а) менее 15%; б) 15...25%; в) 25...50%; г) более 50% .

Гипотеза принимается, когда  $\chi^2 < \chi_{кр}^2$  при заданном уровне значимости  $\alpha_v$ . Анализ данных табл. 2 показывает, что распределение фракционного состава суглинистого и супесчаного грунтов с обломочными включениями подчиняется закону Пуассона.

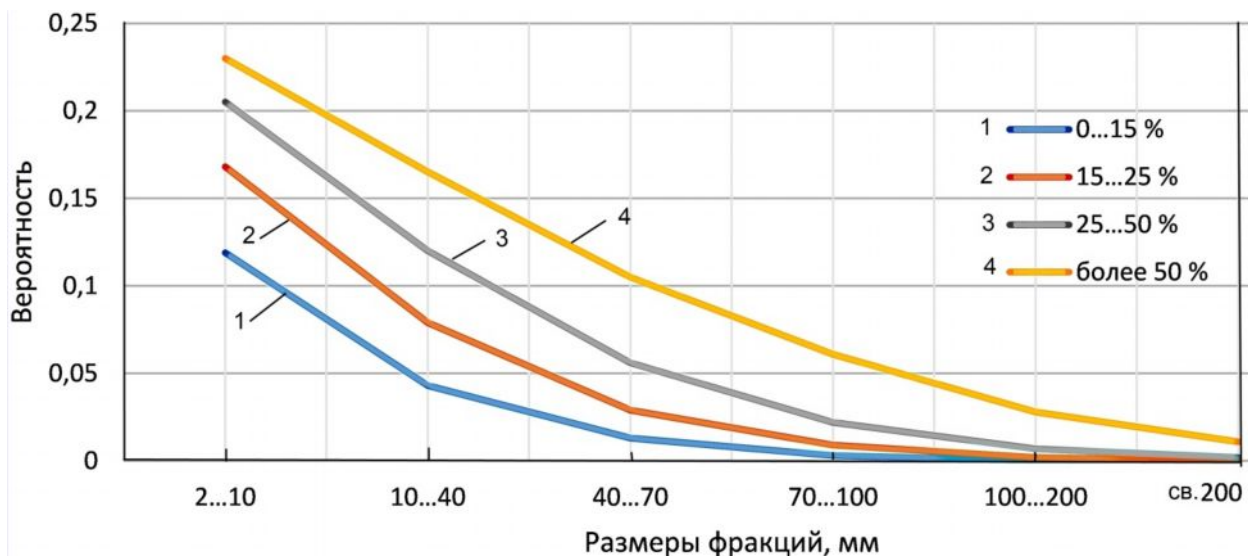


Рис. 5. Вероятности появления фракций в суглинистом и супесчаном грунтах в зависимости от содержания в них фракций крупнее 2 мм.

Из графиков на рис. 1-4 видно, что с увеличением содержания частиц крупнее 2 мм, соответственно возрастает количество фракций в составе суглинистых и супесчаных грунтов. Так, например, когда связной грунт содержит, частиц крупнее 2 мм менее 25%, гранулометрический состав такого грунта состоит из 6 фракций, а с увеличением на более 50% содержания частиц крупнее 2 мм количество фракций в грунте возрастает до 9.



Рис. 6. Суммарная вероятность встречи рабочего органа с фракциями грунта крупнее 40 мм

Наиболее вероятными фракциями для глинистых грунтов, содержащих каменистые включения, являются фракции размерами 2, 10, 40 мм. При этом значительный научно-практический интерес, с точки зрения трудности разрушения грунтов, представляют собой фракции размером свыше 10 - 40 мм. На рис. 5 приведены вероятности появления фракций в суглинистом и супесчаном грунтах в зависимости от содержания в них фракций крупнее 2 мм для III строительного-климатического района. Увеличение содержания частиц крупнее 2 мм в грунте влечет за собой возрастание вероятности встречи режущего элемента рабочего органа землеройной машины с вышеуказанными частицами. Так, например, вероятность встречи с частицами 70...100 мм возрастает в 6,7 раз, когда содержание фракций крупнее 2 мм возрастает от 15% до 50% и более.

На рис. 6. представлен график суммарной вероятности встречи режущего элемента с каменистыми включениями грунта крупнее 40 мм.

Увеличение вероятности встречи рабочего органа с каменистыми включениями крупнее 40 мм от 0,0406 (15...25%) до 0,205 (более 50%) создает наиболее неблагоприятный, неэкономичный режим работы для землеройных машин.

Таким образом, проведенные исследования позволяют, используя имеющиеся паспортные данные грунтов района строительства, предварительно определить вероятность попадания и воздействия на рабочий орган землеройной машины обломочных включений (каменистых частиц) того или иного фракционного состава при выполнении земляных работ. Приведенную методику можно использовать при анализе гранулометрического состава и выявлении закономерности распределения фракций грунтов других местностей, где предстоит выполнение работ землеройными машинами, если отсутствуют данные по ним.

## Список литературы

1. Тургунбаев М.С. Грунтовые условия эксплуатации землеройных машин на территории Кыргызской Республики [Текст] / М.С. Тургунбаев, Ж.Ж. Тургумбаев. – Бишкек: 2008. - 80 с.

2. Баканов Б.Т. Проблемы организации и механизации строительства в условиях высокогорья Киргизии [Текст] / Б.Т. Баканов. - Фрунзе: КиргизНИИНТИ, 1990. - 37 с.

3. Галушко В.Г. Вероятностно-статистические методы на автотранспорте [Текст] / В.Г. Галушко. – Киев: Вища школа, 1976. - 231 с.