



**«Исследование характеристик облаков различных форм применительно к проблеме дистанционного экологического мониторинга земной поверхности»**

*Авторы: кгн Козлова Н.А.,*

*дтн профессор Доронин А.П., ктн доцент Петроченко В.М.*

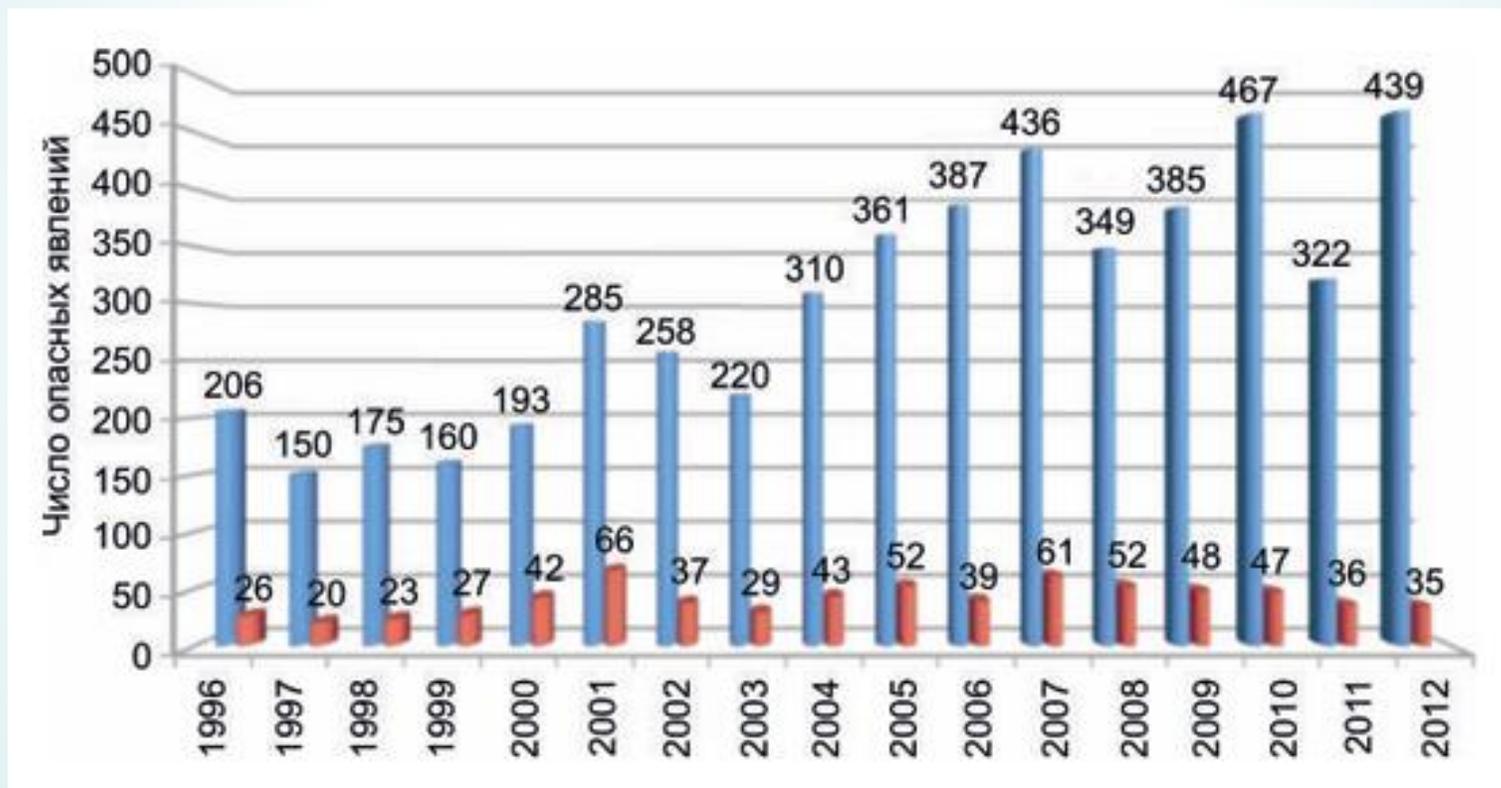
*Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского*

**14-18 ноября 2022 г.**





В России и в последние годы отмечается рост на 6-7% опасных явлений погоды (ОЯП) нередко приводящие к гибели людей и наносящих ущерб экономике страны в среднем около 1% валового внутреннего продукта.



Изменение числа опасных явлений, причинивших ущерб, на территории Российской Федерации 1996-2012 гг.





## Классификация облаков по температурному признаку

### ОБЛАКА ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

#### ТЕПЛЫЕ ОБЛАКА

наблюдаются при положительных значениях температуры воздуха и состоят из капель воды

{слоистые (*St*), слоисто-кучевые (*Sc*), слоисто-дождевые-слоисто-кучевые (*Ns-Sc*), высоко-кучевые (*Ac*), высоко-слоистые (*As*), кучевые (кучевые плоские (*Ci hum*), кучевые средние (*Ci med*))}

#### ПЕРЕОХЛАЖДЕННЫЕ ОБЛАКА

наблюдаются при отрицательных значениях температуры воздуха и состоят либо из переохлажденных капель, либо из переохлажденных капель и частиц льда

{слоистые (*St*), слоисто-кучевые (*Sc*), слоисто-дождевые (*Ns*), слоисто-дождевые-слоисто-кучевые (*Ns-Sc*), высоко-кучевые (*Ac*), высоко-слоистые (*As*), мощно-кучевые (*Ci cong*), кучево-дождевые (*Cb*)}

#### КРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ОБЛАКА

наблюдаются при низких значениях температуры воздуха (ниже минус 30-минус 40<sup>0</sup>С) и состоят из частиц твердой фазы (льда)

{перистые (*Ci*), перисто-слоистые (*Cs*), перисто-кучевые (*Cc*), высоко-слоистые (*As*), слоисто-дождевые (*Ns*)}

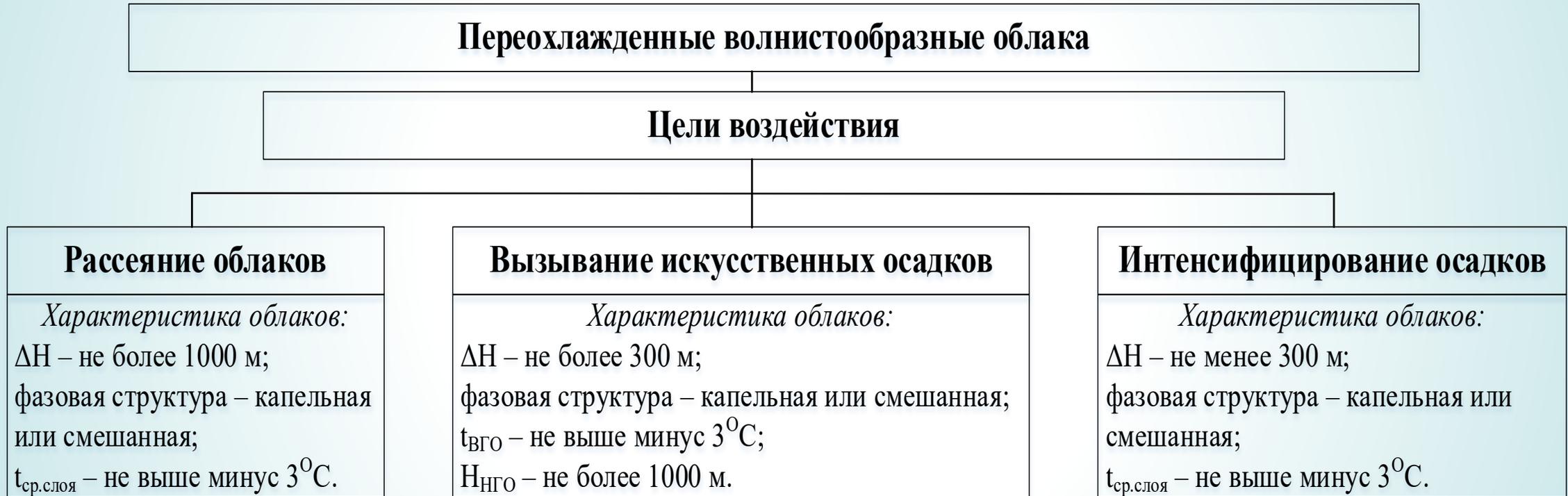


## Относительная повторяемость (%) облачности различных форм в холодное (числитель) и теплое (знаменатель) полугодия

Пункт	Наблюдаются облака							Число подъемов самолетов - зондировщиков
	только St-Sc (одно- и многослойные)	St-Sc в сочетании с Ac	Ns	As	только Ac	только Cu, Cb	Cu, Cb в сочетании с St-Sc, Ac	
Санкт-Петербург	<u>49,6</u>	<u>5,1</u>	<u>22,5</u>	<u>15,4</u>	<u>5,1</u>	<u>1,9</u>	<u>0,4</u>	<u>2182</u>
	26,6	9,6	13,0	11,7	22,2	14,4	2,5	1671



# Критерии пригодности переохлажденных волнистообразных облаков







## Повторяемость (%) одно- и многослойных волнистообразных облаков над Санкт-Петербургом

Сезон	Число облачных слоев				Число подъемов самолетов-зондировщиков
	один	два	три	четыре	
Зима	88,6	11,2	0,2	-	437
Весна	88,2	11,8	-	-	203
Лето	88,1	11,9	-	-	101
Осень	89,0	10,4	0,3	0,3	373





## Повторяемость (%) одно- и многослойных волнистообразных облаков над Санкт-Петербургом

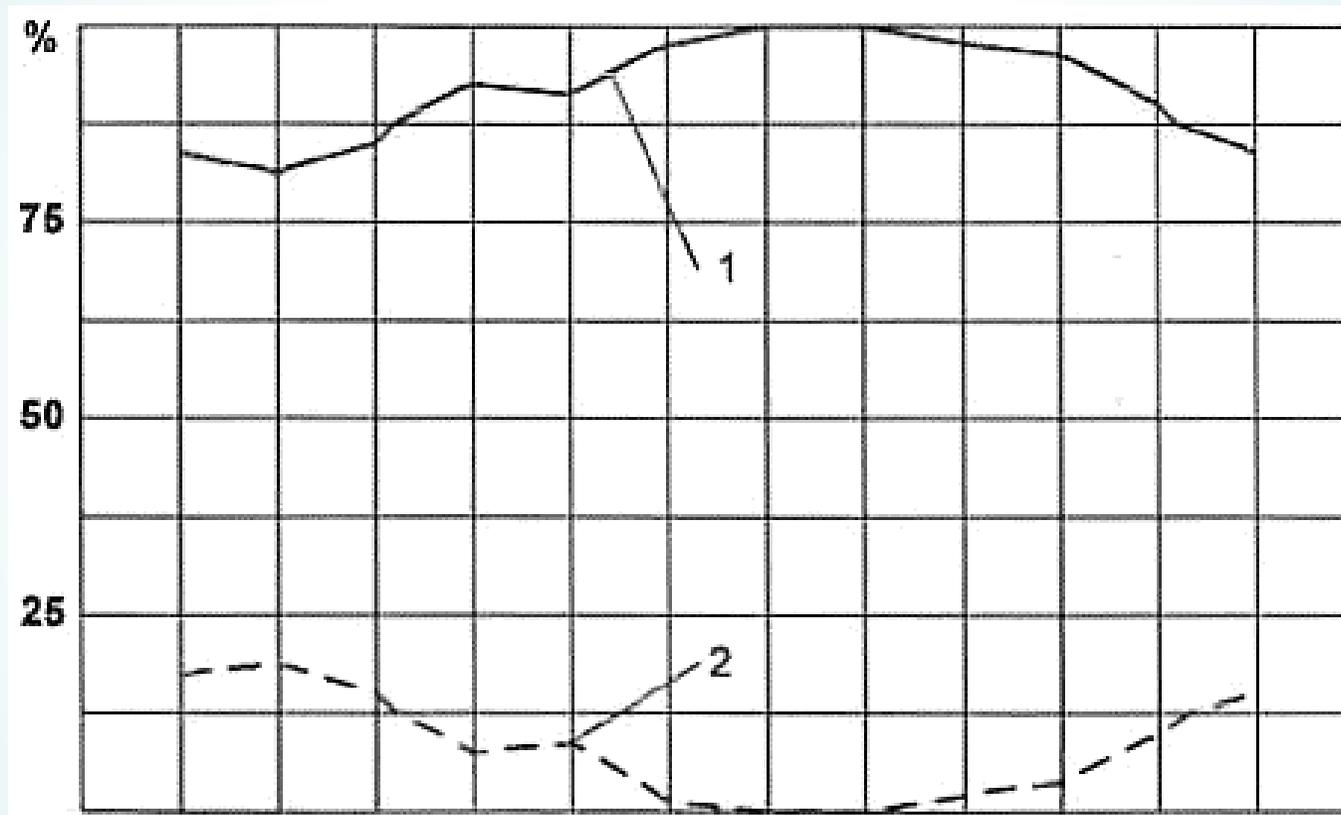


А – холодное полугодие, Б – теплое полугодие





## Повторяемость (%) фазового состояния волнистообразных облаков (г. Санкт-Петербург)

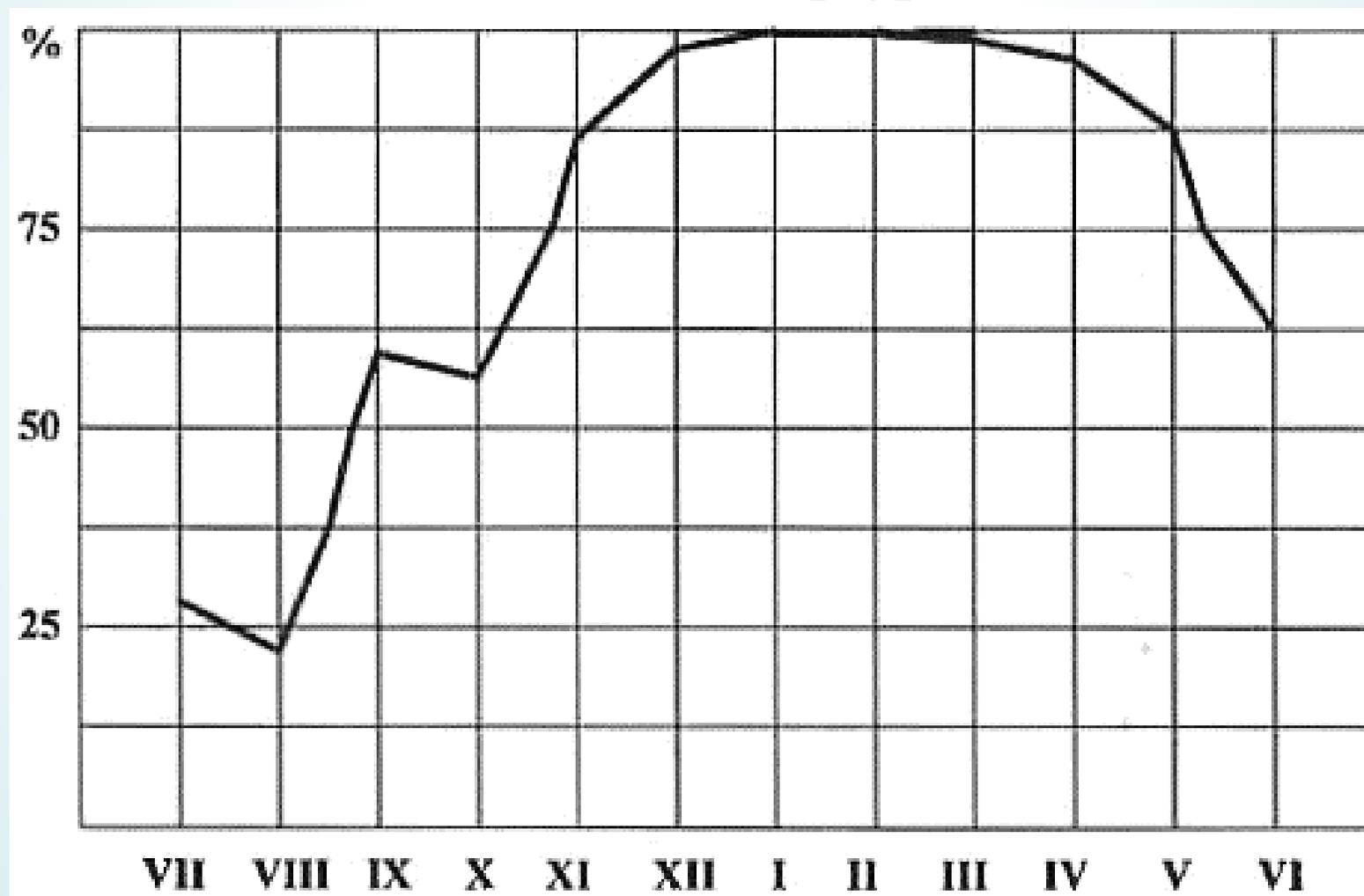


**1 – жидко-капельная фаза; 2 – смешанная фаза**





## Повторяемость (%) переохлажденных однослойных волнистообразных облаков (г. Санкт-Петербург)





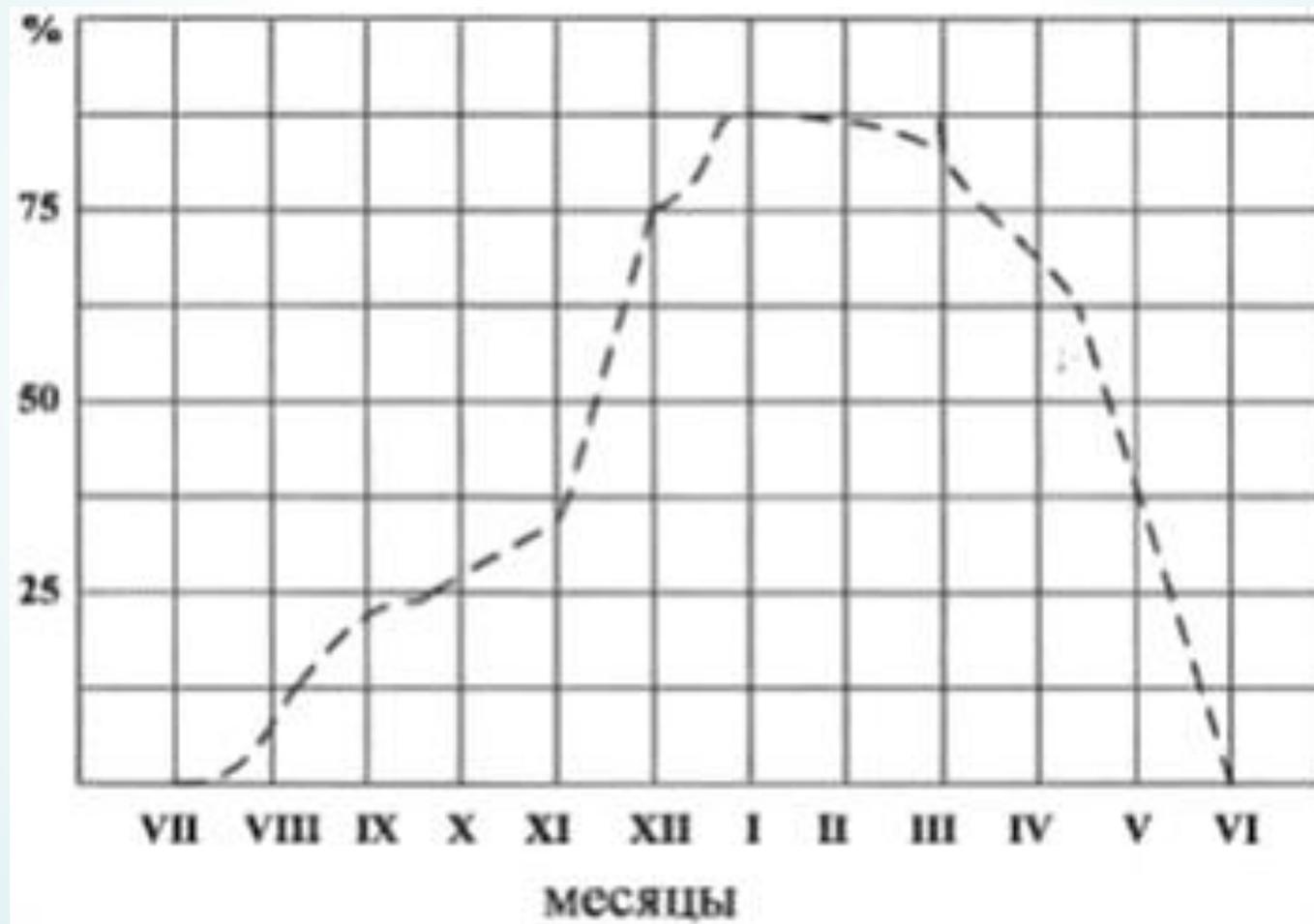
**Средние значения вертикальной протяженности (км) волнистообразных облаков (без осадков) над Санкт-Петербургом**

Виды облаков	Сезон			
	зима	весна	лето	осень
Волнистообразные	0,45	0,43	0,44	0,46





## Оценки (%) пригодности к рассеянию переохлажденных волнистообразных облаков над Санкт-Петербургом





На основании обработки материалов СЗА над г.Санкт-Петербургом установлено, что:

- ✓ волнистообразные облака (ВОБЛ) являются наиболее распространенными. Так, на повторяемость слоистых, слоисто-кучевых облаков, наблюдающихся самостоятельно (без сочетания с другими формами облаков), в холодное полугодие приходится почти 50% (49,6%).;
- ✓ ВОБЛ в большинстве случаев в течение года являются однослойными. На повторяемость таких облаков в холодное полугодие и зимой над СЗР ЕТР приходится более 80%.;
- ✓ ВОБЛ над СЗР ЕТР чаще всего являются жидко-капельными (в холодное полугодие – 64,5%, зимой – 60,3%). Смешанная фаза в таких облаках встречается значительно реже, а кристаллическая – крайне редко (менее 1%).;
- ✓ ВОБЛ над СЗР ЕТР в холодное полугодие также чаще бывают переохлажденными. Так, на повторяемость переохлажденных ВОБЛ в холодное полугодие приходится 88,4%, а зимой – 98,7%.





В результате исследования характеристик ВОБЛ над СЗР ЕТР в работе получены количественные оценки пригодности переохлажденных слоистых, слоисто-кучевых облаков к рассеянию с учетом указанного выше критерия. Оказалось, что значения повторяемости пригодных к рассеянию ВОБЛ над СЗР ЕТР составляют в холодное полугодие 79,3%, а зимой – 92,7%.

На основании приведенных в работе данных можно сделать вывод о том, что применение средств рассеяния облаков, установленных на самолетах различных типов (например, АН-12, АН-30, ЯК-42Д и др.), может способствовать повышению качества ДЭМ на больших площадях в условиях наличия облаков различных форм, в частности, волнистообразных (слоисто-кучевых и слоистых) облаков.





В случае проведения аналогичных исследований над другими физико-географическими районами России представится возможным построить карту пригодности волнистообразных облаков к рассеянию и оценить целесообразность применения средств воздействия на облака в том или ином районе применительно к решению задачи не только дистанционного экологического мониторинга, но и других задач (например, улучшение экологической обстановки над крупными городами, проведение поисково-спасательных работ и др.).





**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

