

# **Оценка снегозапасов по данным спутниковой информации.**

Л.М. Китаев, Т.Б.Титкова  
*(Институт географии РАН)*

## *Мотивация*

Необходимость качественного и оперативного мониторинга состояния земной поверхности определяется ее изменениями в связи:

- с существенными изменениями климата в течение последних десятилетий
- с изменениями сезонных особенностей метеорологического режима

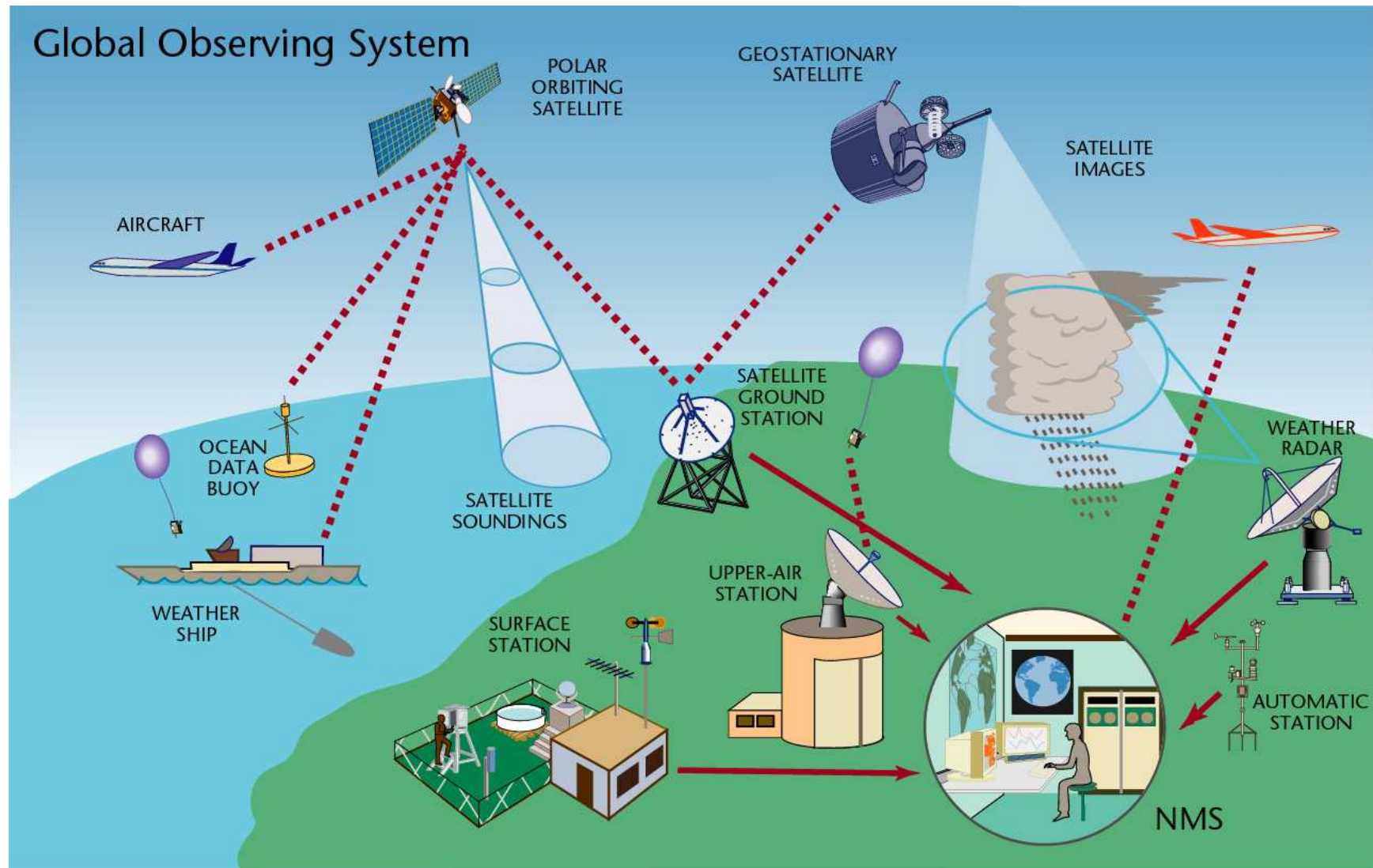
## *Мотивация*

Одно из направлений в развитии методов дистанционного зондирования – исследование изменений снежного покрова как индикатора изменчивости климата.

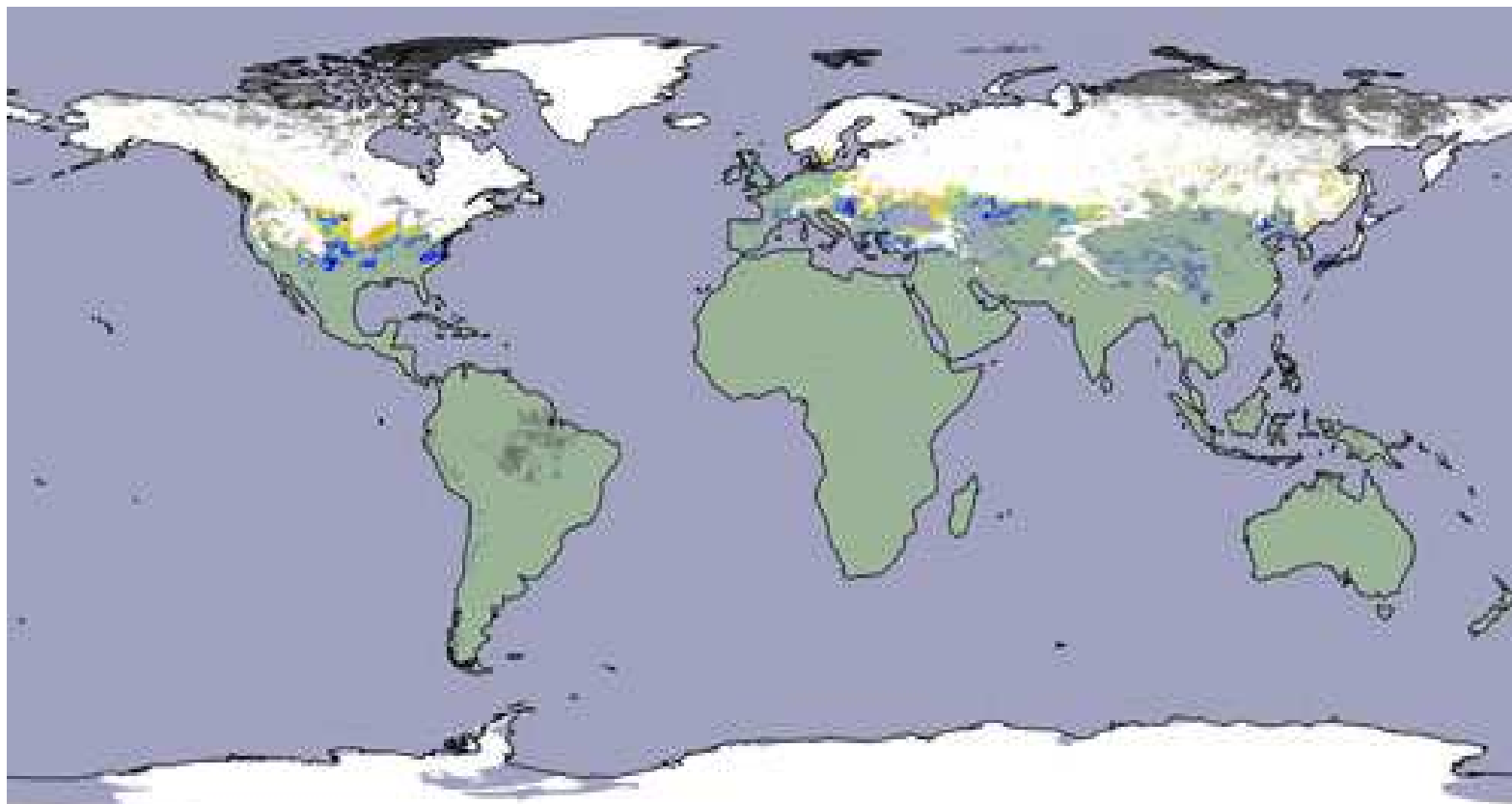
## *Задача исследований*

Оптимизация погрешностей при  
исследованиях снегонакопления с  
помощью микроволнового пассивного  
излучения.

# *Исходные данные (спутниковые)*



# *Исходные данные (спутниковые)*



MOD10CM – MODIS

Месячные данные распределения  
снежного покрова

## *Исходные данные (спутниковые)*

Данные наблюдений SMMR и SSM/I.

Ежедневные электронные карты  
запасов воды в снеге с шагом 25 км  
*AE\_DySno (AMSR-E/Aqua Daily L3 Global  
Snow Water Equivalent EASE-Grids)*

Chang A.T.C., J.L. Foster, D. Hall, A. Rango and B. Hartline.  
Snow water equivalence determination by microwave radiometry -  
Cold Regions Science and Technology, N 5, 1982, pp. 259-267.

## *Исходные данные (спутниковые)*

Водный эквивалент снега вычисляется по формуле

$$SWE = 4.8 (T18_h - T36_h) / (1 - 0.2f)$$

*(Chang et al., 1982)*



## *Исходные данные (спутниковые)*

$$SWE = 4.8 (T18_h - T36_h) / (1 - 0.2 f)$$

*Здесь:*

*T18<sub>h</sub> и T36<sub>h</sub> – радиояркостные  
температуры SSM/I (K)  
в каналах 18 и 36 ГГц  
при горизонтальной  
поляризации*

## *Исходные данные (спутниковые)*

$$SWE = 4.8 (T18_h - T36_h) / (1 - 0.2 f)$$

*Здесь:*

**4.8** – коэффициент, характеризующий снег с размером зерна 0.3 мм и плотностью 0.3 г/см<sup>3</sup>

## *Исходные данные (спутниковые)*

$$SWE = 4.8 (T18_h - T36_h) / (1 - 0.2 f)$$

*Здесь:*

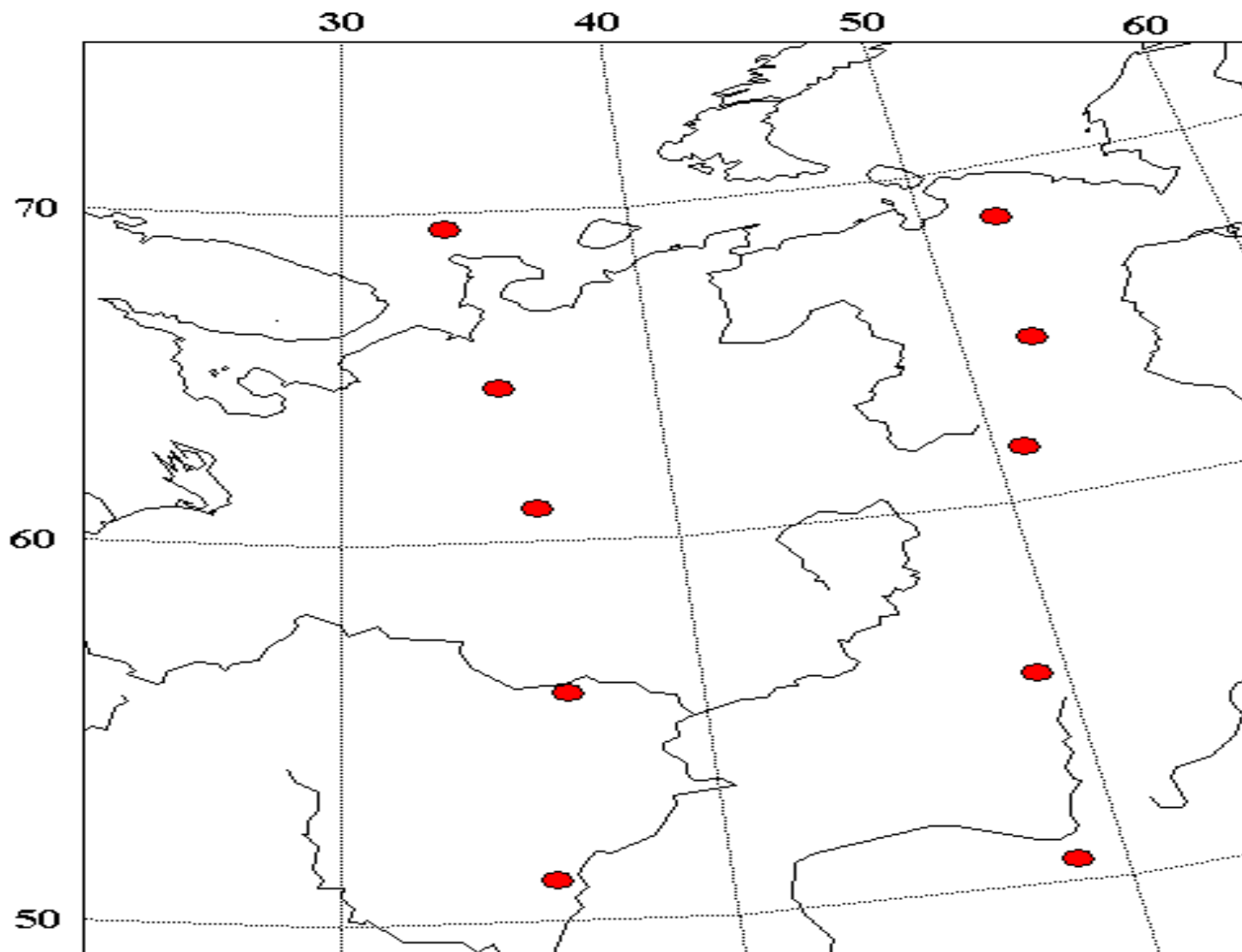
*f* – поправка для учета  
характера лесной  
растительности

## *Исходные данные (наземные)*

Суточные температура воздуха и осадки, запасы воды в снеге на последнюю дату месяца для ноября, декабря, января и февраля для периода 1978 -2006 гг.

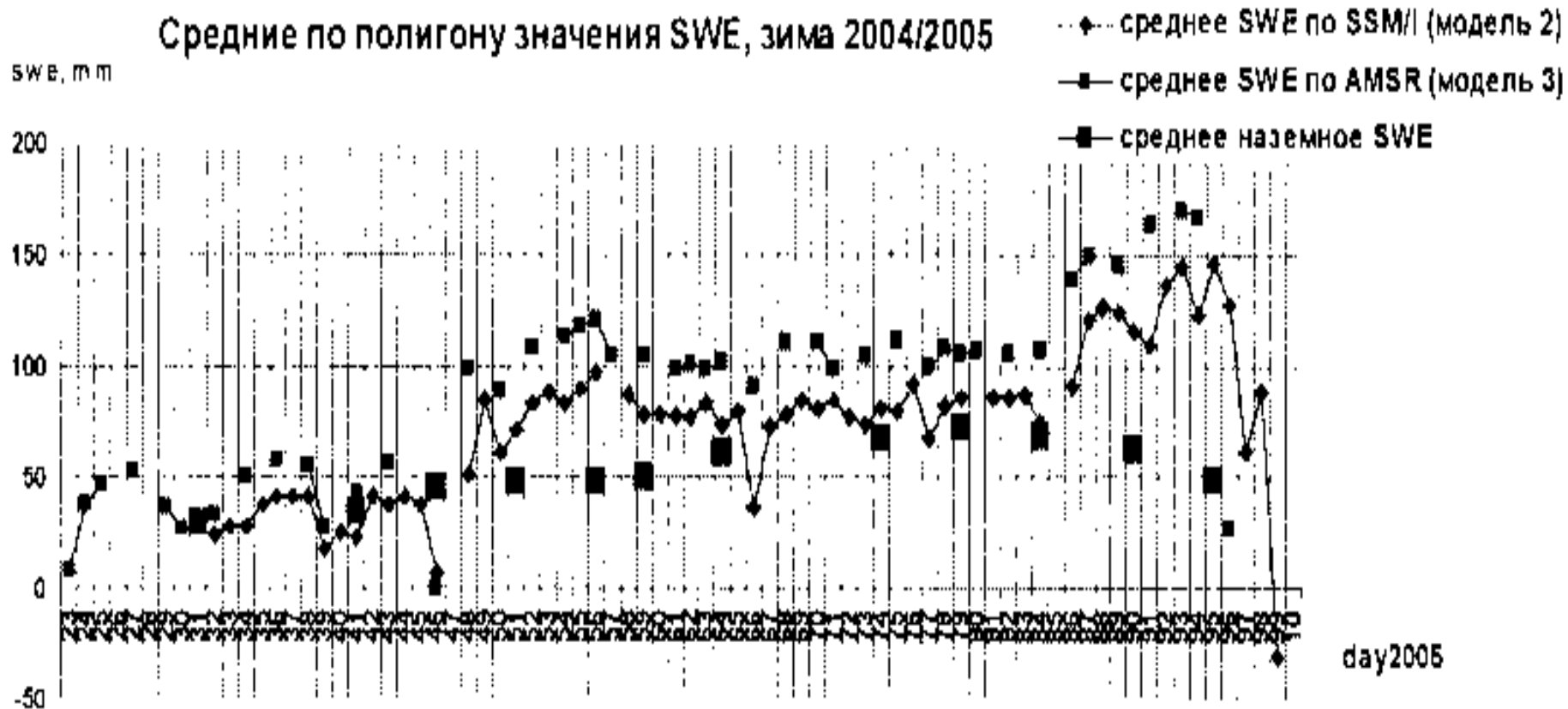
# *Исследуемая территория*

Север Восточно-Европейской равнины.



## Средние значения наблюдаемых и восстановленных снеготпасов (мм)

Период	Снеготпасы				
	Наблюдаемые		Восстановленные		Погрешность
	Средн.	Станд. отклон.	Средн.	Станд. отклон.	
Ноябрь	38	15.428	10	14.641	0.74
Декабрь	71	21.823	32	28.505	0.55
Январь	182	26.515	61	43.690	0.66
Февраль	163	31.321	74	51.843	0.55
Ноябрь - февраль	133	24.453	44	44.494	0.67



Изменения восстановленных и наблюдаемых  
снегозапасов, зима 2004-2005 гг.

*(Носенко и др. 2006)*

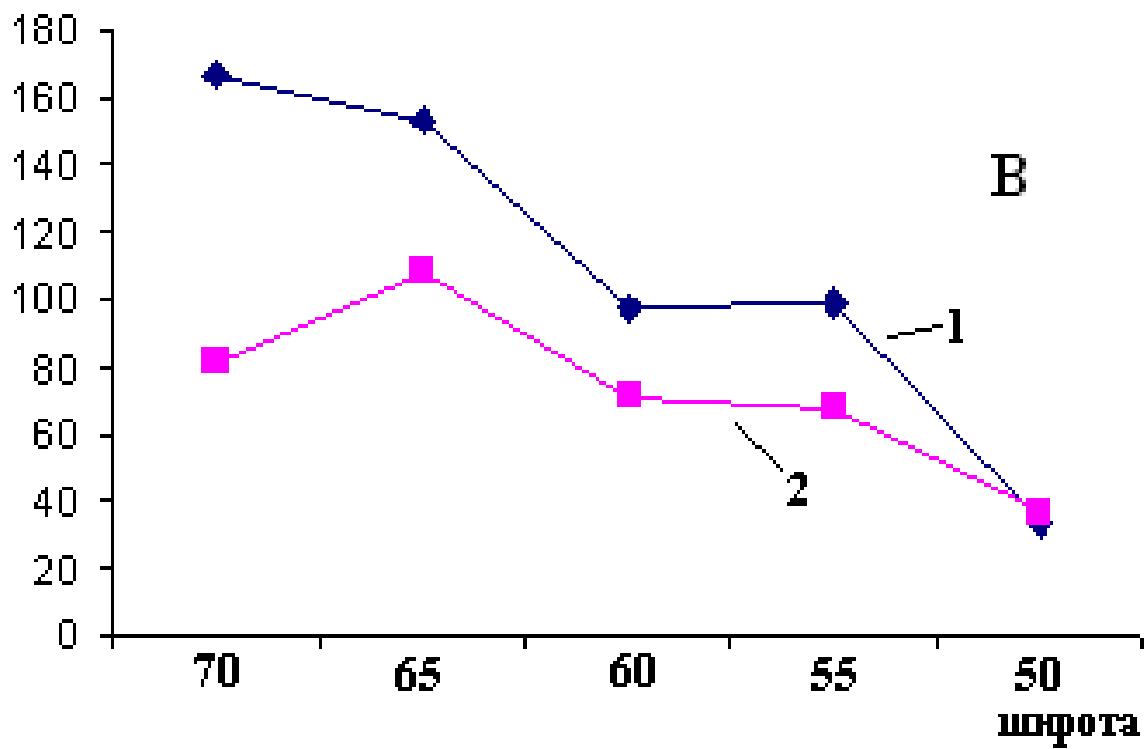
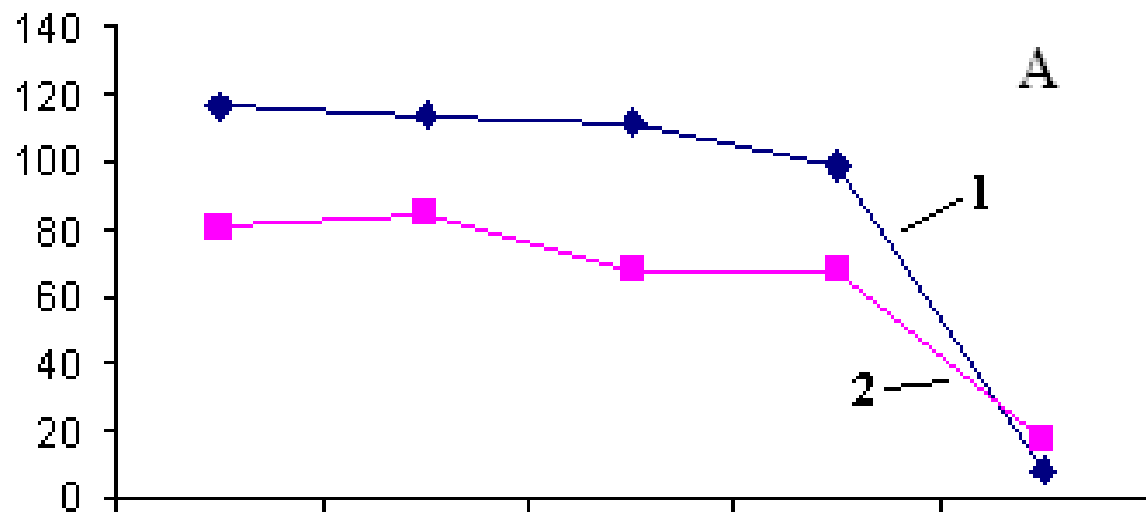
Параметры линейных трендов наблюдаемых и  
восстановленных снегозапасов.

Период	Наблюдаемые		Восстановленные	
	K	R <sup>2</sup>	K	R <sup>2</sup>
Ноябрь	-0.134	0.012	-0.337	0.218
Декабрь	0.125	0.005	-0.785	0.227
Январь	0.066	0.001	-1.482	0.331
Февраль	0.053	0.001	-1.598	0.226
Ноябрь- февраль	0.385	0.049	-1.319	0.384

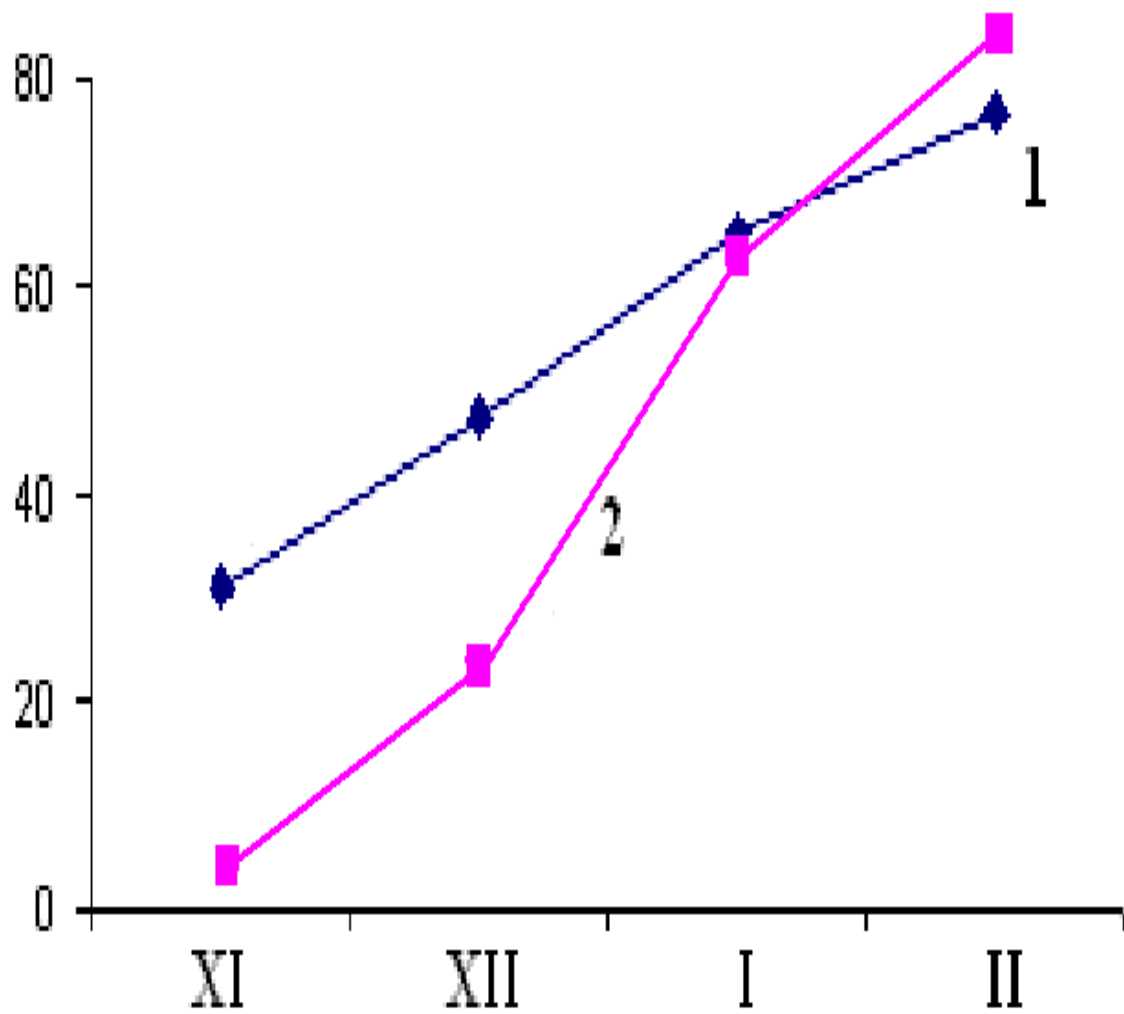


## *Задача исследований*

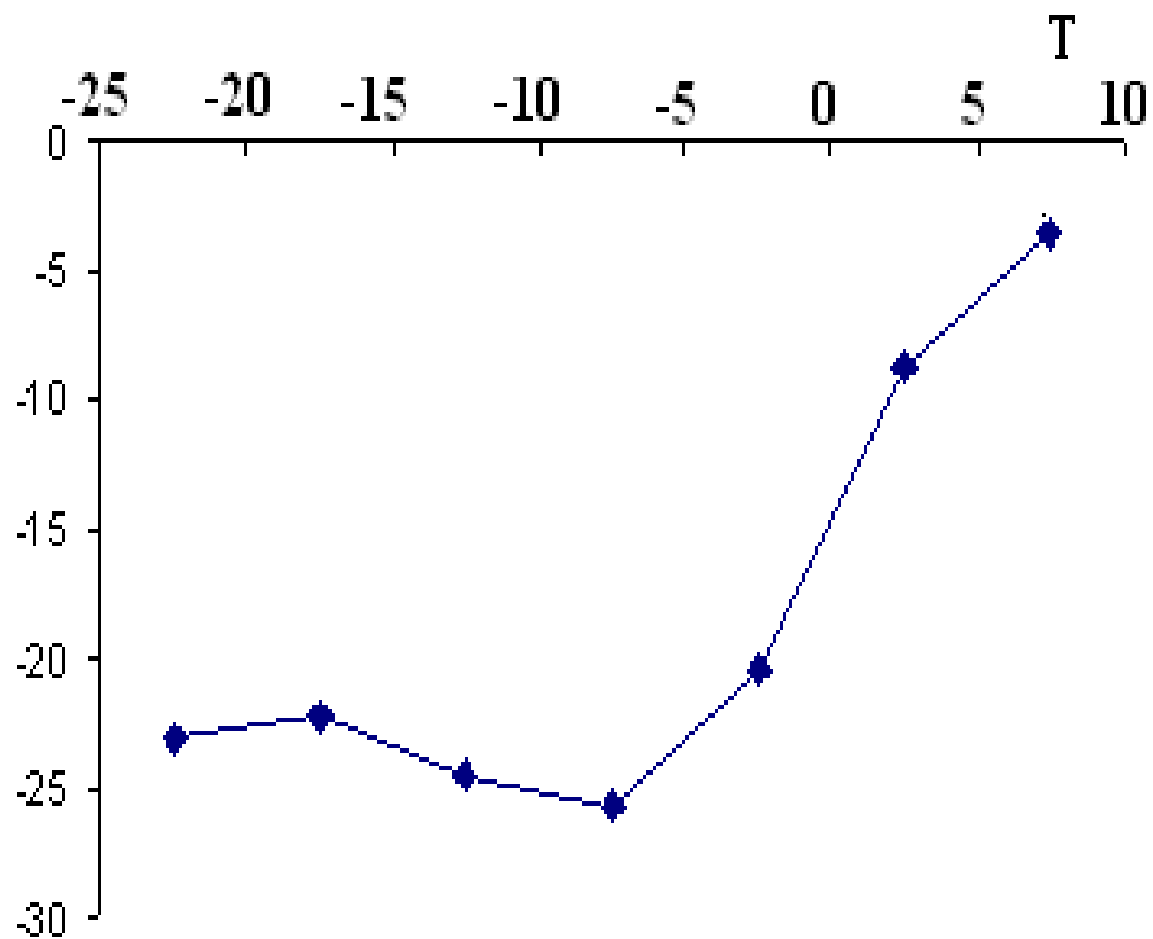
Оптимизация погрешностей при  
исследованиях снегонакопления с  
помощью микроволнового пассивного  
излучения.



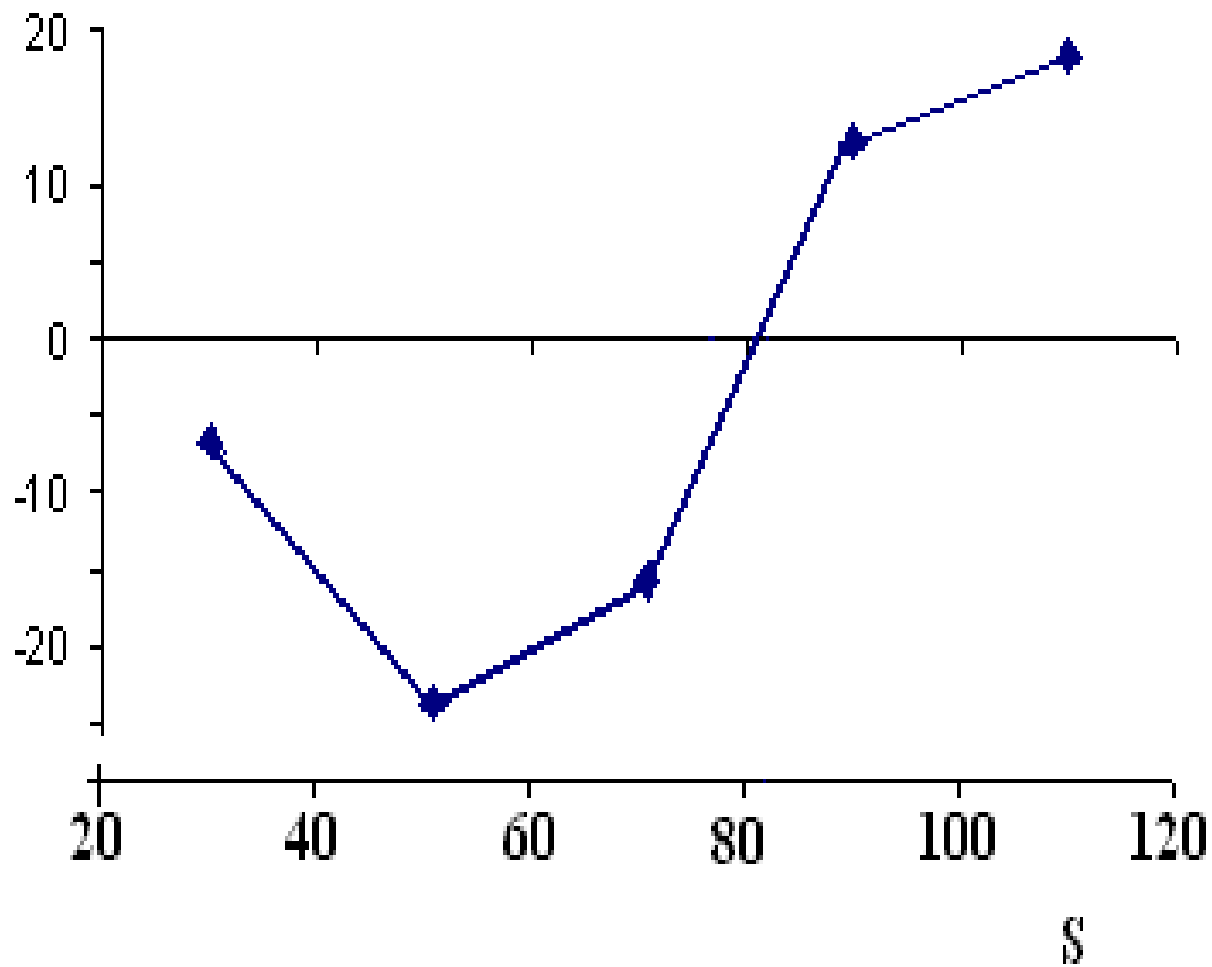
Изменение  
снегозапасов (мм)  
по широте:  
наблюдаемые (1)  
и восстановлен-  
ные (2) в декабре  
(А) и феврале (В).



Изменение  
снегозапасов по  
месяцам:  
наблюдаемые (1) и  
восстановленные  
(2).



Ошибки  
восстановленных  
снеготпасов (мм)  
взависимости от  
температуры  
воздуха



Ошибки  
восстановленных  
снегозапасов в  
зависимости от  
величины  
измеренных (мм)

## Погрешность восстановленных снегозапасов и характерные метеорологические условия.

Погрешность	Температура воздуха, °С	Осадки, мм	Снежный покров, см
Менее -0.30	-6.5	101	35
-0.30 – - 0.20	-6.3	103	35
-0.20 – -0.10	-7.2	114	34
<b>-0.10 – 0</b>	<b>-6.6</b>	<b>116</b>	<b>33</b>
<b>0 – 0.10</b>	<b>-6.5</b>	<b>129</b>	<b>33</b>
0.10 – 0.20	-6.3	104	36
0.20 – 0.30	-6.5	94	41
Более 0.30	-4.3	80	42

Зависимость восстановленных значений снегозапасов от изменений приземной температуры воздуха ( $s$  мм,  $t$  °C).

Погрешность восстановленных значений	Уравнение регрессии	R <sup>2</sup>
Менее -0.30	$t = -9.269s + 28.103$	0.449
-0.30 – -0.20	$t = -8.459s + 39.823$	0.352
-0.20 – -0.10	$t = -9.888s + 23.478$	0.419
<b>-0.10 – 0.00</b>	<b><math>t = -7.821s - 38.817</math></b>	<b>0.439</b>
<b>0.00 – 0.10</b>	<b><math>t = -6.216s + 36.825</math></b>	<b>0.418</b>
0.10 – 0.20	$t = -5.126s + 41.171$	0.275
0.20 – 0.30	$t = -5.839s + 35.483$	0.410
Более 0.30	$t = -4.148s + 11.151$	0.381
-0.30 – 0.30	$t = -6.594s + 37.254$	0.346

## *Выводы*

Типизированы различия результатов дистанционных и наземных измерений снегозапасов зависит в зависимости от температуры воздуха, осадков и реальных снегозапасов.



## *Выводы*

Полученная типизация может служить основой для введения поправок при использовании карт снегозапасов, восстановленных по результатам спутниковых наблюдений.

# *Перспективные направления исследований*

1. Совершенствование модельных оценок снегозапасов с использованием наблюдений микроволнового излучения — с привлечением данных о состоянии ландшафта.

# *Перспективные направления исследований*

2. Разработка алгоритмов повышения точности пространственных оценок распределения снегозапасов с использованием спутниковой информации.

*Спасибо за внимание*