



Методика прогнозирования туманов смешанного типа по данным микроволнового зондирования с метеорологических космических аппаратов

*Расторгуев И.П. ,
Денега И.З.,
Фарафонов А.А.*



Актуальность темы исследования: туманы - одна из основных причин нарушения регулярности полётов и безопасности авиационной деятельности. Для их прогноза необходимы достоверные исходные данные.

В условиях **нарушения регулярного обмена данными** метеорологических наблюдений на первый план решения этой задачи выходит спутниковый мониторинг.

Цель работы – совершенствование методов прогноза туманов смешанного типа путём получения достоверных исходных данных с метеорологических космических аппаратов.



Недостаточная освещенность территории в метеорологическом отношении

3

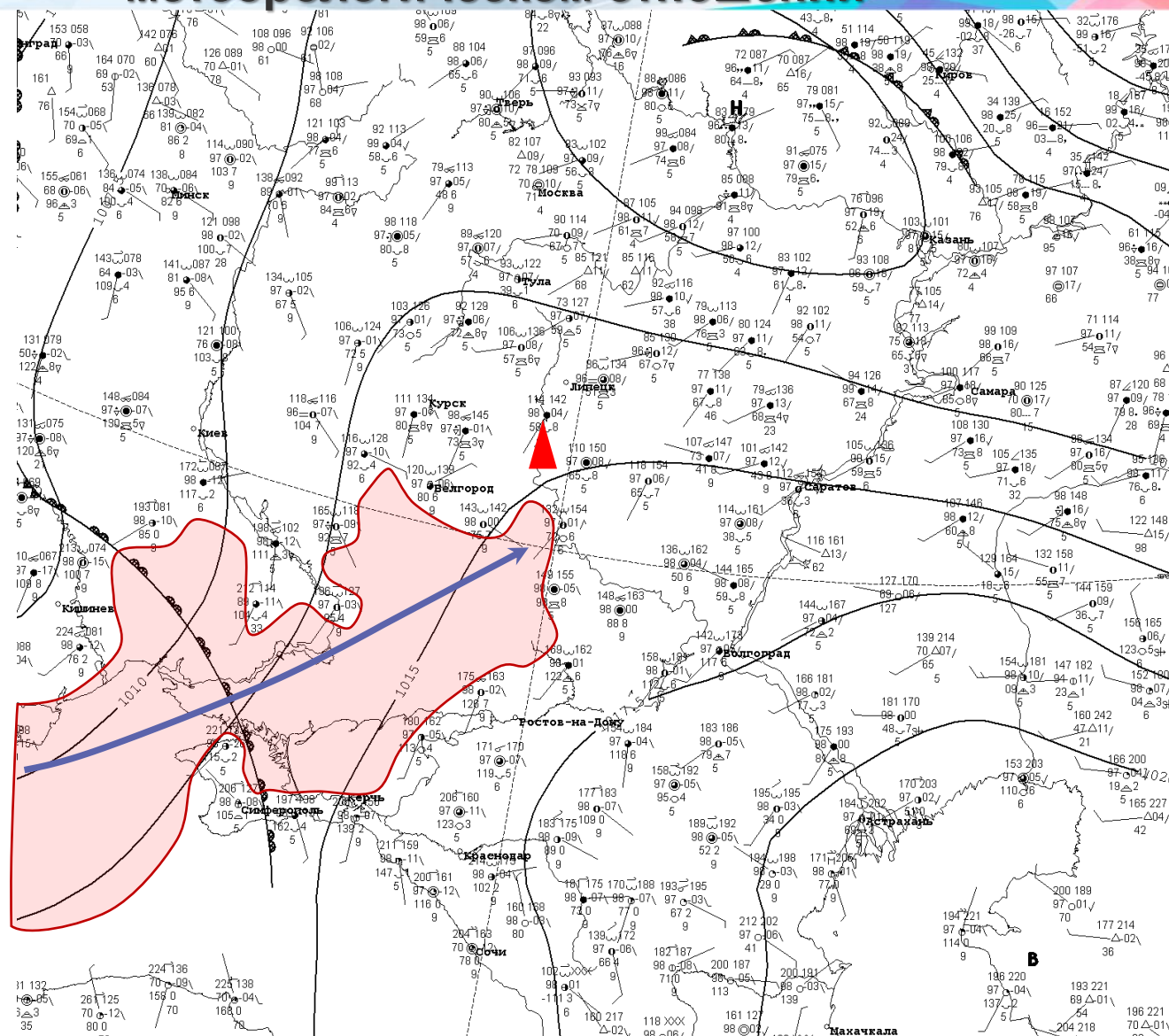


Рисунок 1 - Пример малоосвещённой в метеорологическом отношении местности и направление «выноса» погоды

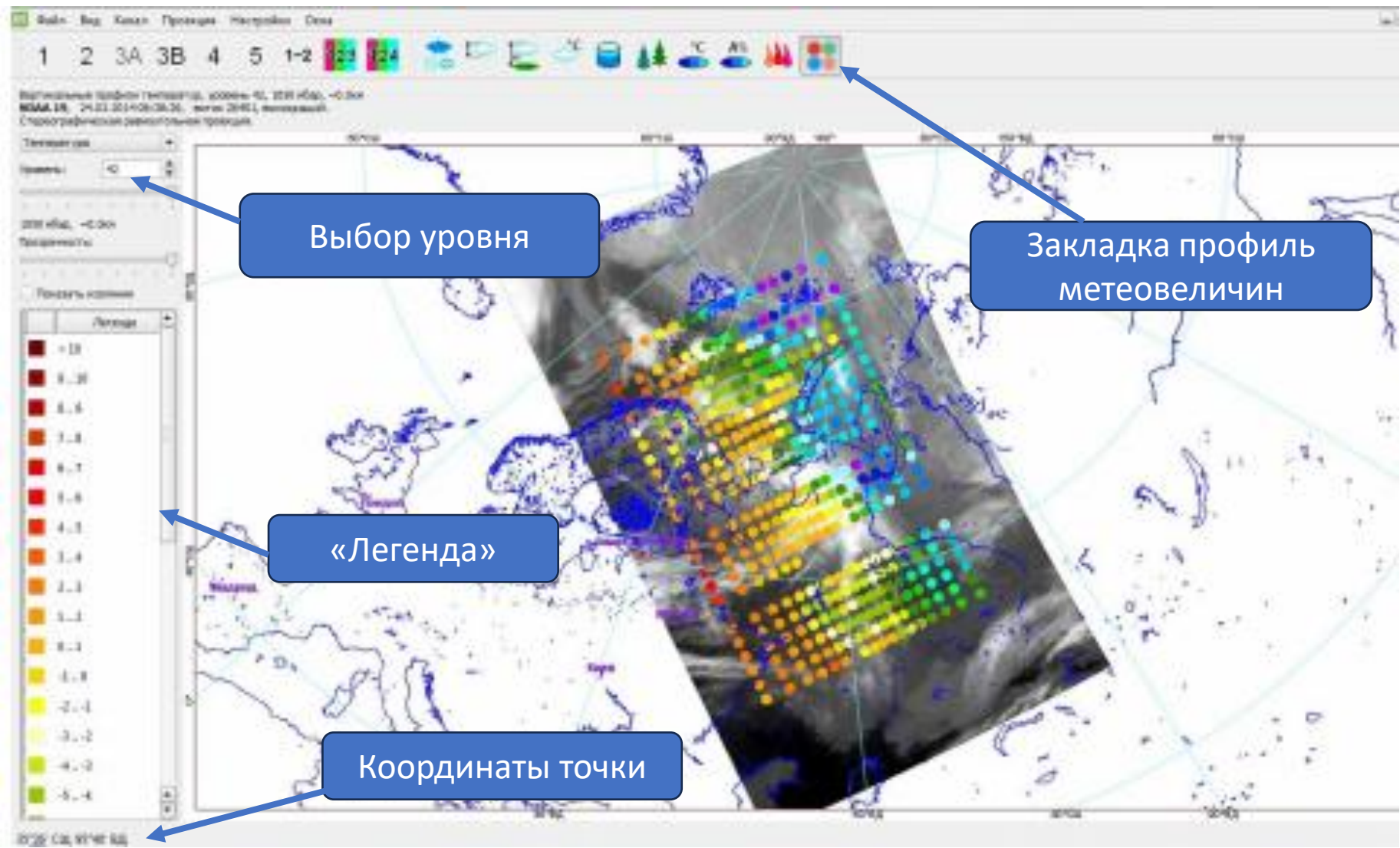


Рисунок 2 – Тематическая карта «Профиль температуры»



Измерения температуры в микроволновом диапазоне

5

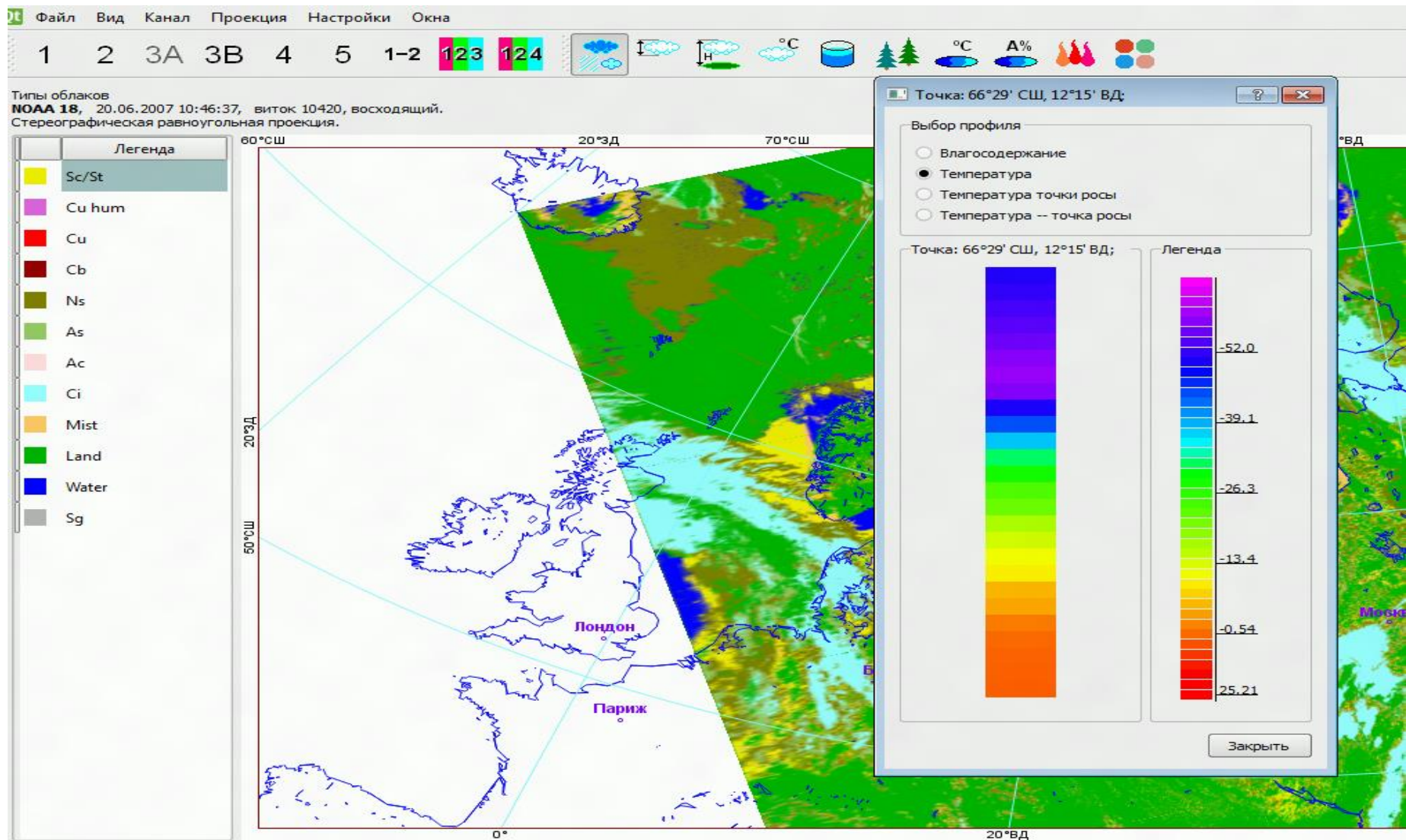


Рисунок 3 - Пример определения значений температуры по данным микроволнового зондирования

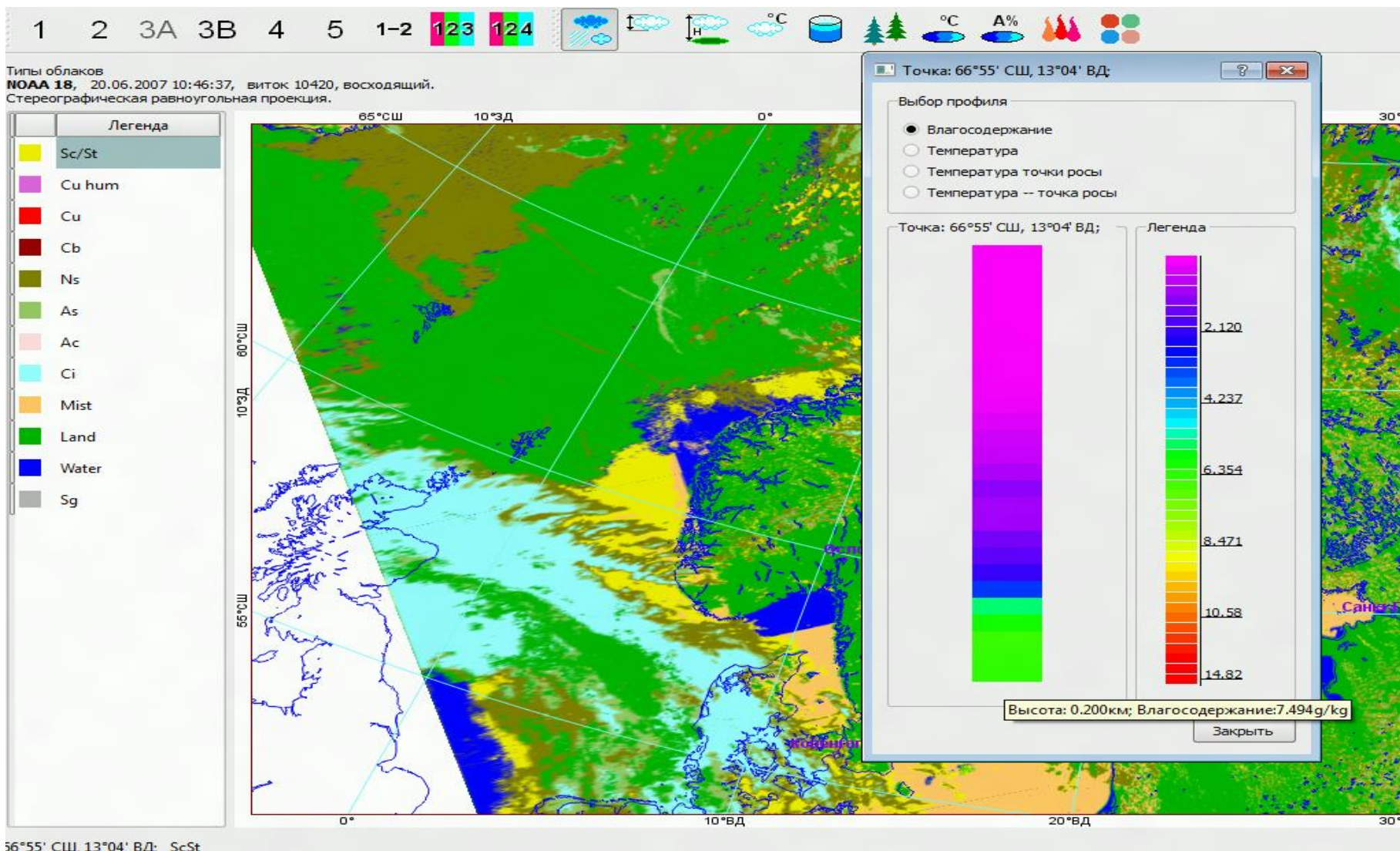


Рисунок 4 - Пример определения значений влажности по данным микроволнового зондирования



Определение направления ведущего потока, построение обратных траекторий и определение адвективных изменений температуры

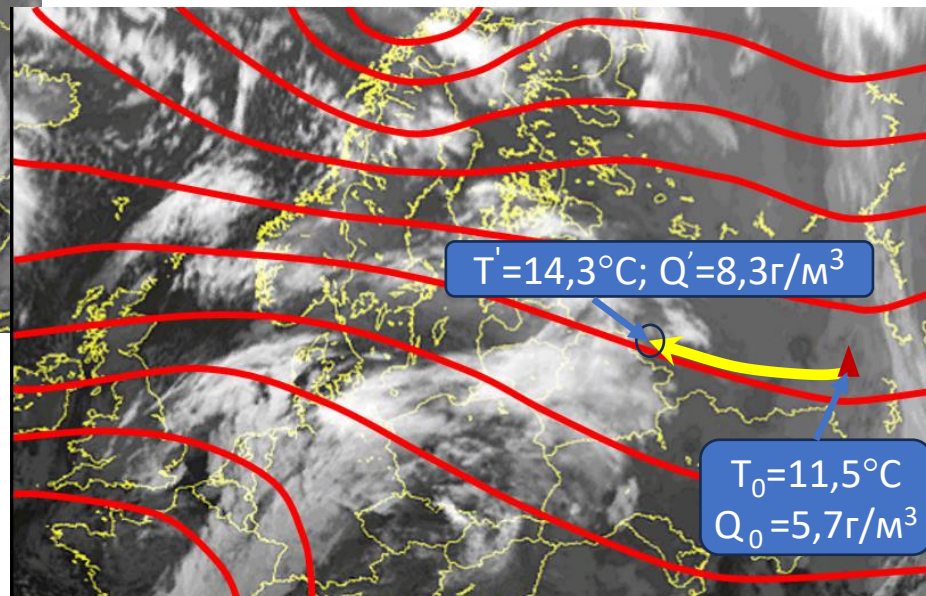
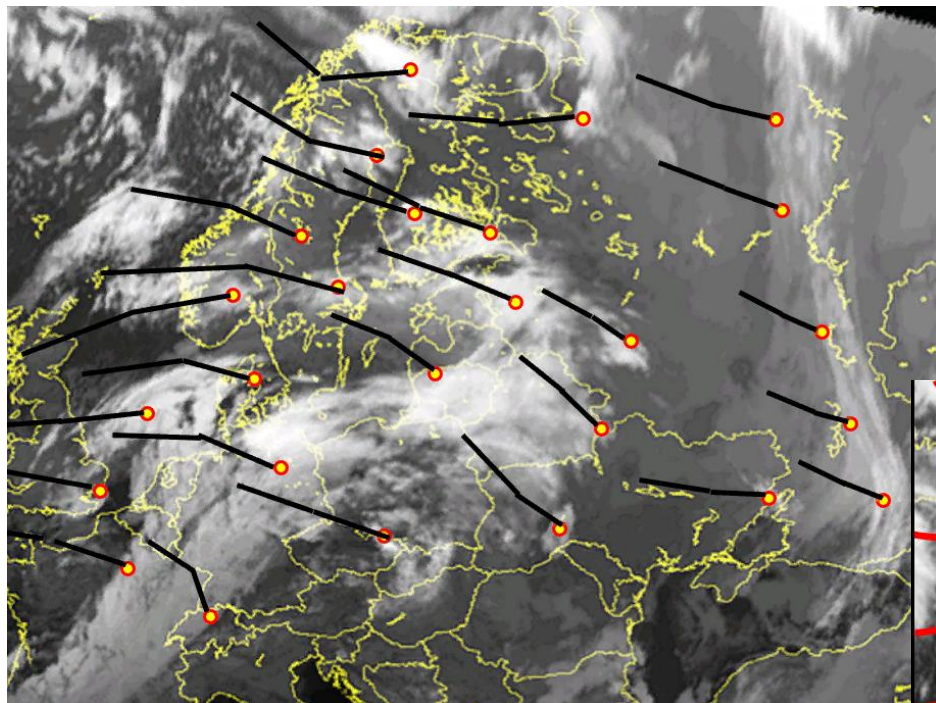


Рисунок 5 – Восстановление высотного барического поля и определение ведущего потока

$\Delta T_a = T' - T_0 = 14,3 - 11,5 = 2,8^{\circ}\text{C}$ - адвективное изменение температуры

$\Delta Q_a = Q' - Q_0 = 8,3 - 5,7 = 2,6\text{ г/м}^3$ - адвективное изменение абсолютной влажности



Формирование исходных данных

Явления: туманы, густые дымки.

Время: ночные и утренние часы.

Синоптические условия: тёплые сектора циклонов, малоградиентные барические поля, центральная часть и периферийные области антициклонов.

Параметры облачности в пункте прогноза и в исходном районе: количество – 0-10б; ярусность – нижняя, средняя, верхняя и их сочетание, без выпадения осадков.

Параметры ветра: у поверхности земли направление – без ограничения, скорость – 0-10м/с; поток на изобарической поверхности 850гПа – западной и южной четвертей, скорость ≤ 50 км/ч.

Адвекция температуры и влажности: с различным знаком (адвекции холода $\leq 3^{\circ}\text{C}/12\text{ч}$).

Расчёт температуры туманообразования

Построение регрессионных моделей зависимости температуры туманообразования от характеристик температуры и влажности у поверхности земли, определяемым по спутниковым данным, имеющимся у прогнозиста ко времени разработки прогноза.

Определение адвективных изменений температуры и влажности

Определение исходного района траектории перемещения воздушных частиц на период от захода до восхода Солнца по спутниковым данным с использованием авторских методик.

Определение значений температуры и абсолютной влажности у поверхности земли в пункте (районе) прогноза и в исходном районе. Расчёт разности измеренных значений.

Определение радиационных изменений температуры

Расчёт изменений значений температуры и влажности между соседними сроками (два интервала) с момента начала ночного выхолаживания в перемещающемся в район прогноза порции воздушной массы.

На основе разработанных регрессионных уравнений определяется ночное понижение температуры за счёт радиационного выхолаживания.

Разработка прогноза тумана смешанного типа

Формулировка прогностического заключения на основе разработанных дискриминантных функций альтернативного прогноза тумана.

По упрощённому алгоритму прогноз тумана осуществляется путём сравнения суммарного значения адвективного и радиационного изменений температуры с потребным понижением температуры для достижения температуры туманообразования

Таблица 1 - Матрицы сопряжённости

Способы прогноза по полному комплексу исходных данных

	Радиационные туманы	Адвективные туманы
1. Видимость	0,5 км и менее	менее 1 км
2. Температура воздуха	ниже точки росы на 1-2 °C	на 1-2 °C выше точки росы
3. Скорость ветра	слабая или умеренная	от слабой до сильной
4. Влажность воздуха	высокая (80% и более)	любая
5. Давление воздуха	стабильное или медленно падающее	падение не менее 1 мм рт.ст.
6. Облачность	низкая или высокая слоистая	различная
7. Наличие инверсии	обязательно	не обязательно
8. Направление ветра	безразлично	с юго-востока, юга, северо-востока
9. Высота облаков	до 100 м	до 1000 м
10. Продолжительность	ночная	любое время суток
11. Место возникновения	над сушей	над морем
12. Прогноз	по температуре и влажности	по скорости и направлению ветра

Прогноз по способу Зверева А.С.				Прогноз по способу Кошеленко И.В.			
Прогноз Факт	Туман	Без тумана	Всего	Прогноз Факт	Туман	Без тумана	Всего
Туман	24	18	42	Туман	31	11	42
Без тумана	28	70	98	Без тумана	24	74	98
Всего	52	62	140	Всего	55	85	140
Прогноз по способу Белянда М.Е.				Прогноз по способу Некрасова Н.В.			
Прогноз Факт	Туман	Без тумана	Всего	Прогноз Факт	Туман	Без тумана	Всего
Туман	27	15	42	Туман	29	13	42
Без тумана	27	71	98	Без тумана	25	73	98
Всего	54	86	140	Всего	54	86	140

Прогноз с учётом радиационной и адвективной составляющей по спутниковым данным

Прогноз по спутниковым данным			
Прогноз	Туман	Без тумана	Всего
Факт			
Туман	35	7	42
Без тумана	25	73	98
Всего	60	80	140



Таблица 2 - Критерии оправдываемости прогнозов

Способ	Критерий	Оправдываемость		
		Наличие	Отсутствие	Общая
Зверева А.С.		57,1	71,4	67,1
Берлянда М.Е.		64,3	72,4	70,0
Кошеленко И.В.		75,5	73,5	75,0
Петренко Н.В.		69,0	74,5	72,9
Авторский		83,3	74,5	77,1

Критерии успешности прогноза туманов смешанного типа по исходным данным, полученным на основе интерпретации спутниковых данных, по общей оправдываемости **не уступают** прогнозам, при разработке которых использовались традиционные источники данных. При этом оправдываемость на наличие явления **существенно выше** у прогнозов, разработанных на основе спутниковых данных.

Главное преимущество представленной методики заключается в том, что она **работает при полном отсутствии данных** наземных метеорологических наблюдений.

По результатам проведённого исследования можно сделать вывод о возможности и **целесообразности использования данных дистанционного зондирования Земли** со специализированных космических аппаратов для получения априорной информации при прогнозировании туманов смешанного типа.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ