

**Методы и технологии производства
метеорологических прогнозов,
разработанные ФГБУ «ДВНИГМИ»
в 2019 - 2023 гг.
для УГМС Дальневосточного региона РФ**

Вербицкая Е.М., ФГБУ «ДВНИГМИ»

Доклад на научно-практическом семинаре-совещании специалистов территориальных учреждений Росгидромета
Урало-Сибирского региона по использованию современных методов прогнозов и информационных технологий

НОВОСИБИРСК, 14-16 МАЯ 2024 Г.

В предшествующее 5 лет в ФГБУ «ДВНИГМИ» уделялось большое внимание разработкам методов и технологий производства различных видов метеорологических прогнозов, необходимых в прогностической практике УГМС Дальневосточного региона.

Так, в рамках НИР 1.1.9.2 (2017-2019 гг.) решались *три основные задачи*:

1. *Повышение качества прогноза приземной температуры в пунктах*
– разработана технология *MOS*.
2. *Совершенствование метода прогноза зон активной конвекции* и связанных с ними опасных явлений погоды (ливневые осадки, грозы).
3. *Развитие методов и технологий прогноза ветровых явлений* по данным модели WRF-ARW с различным горизонтальным разрешением.

В проект 1.3 на 2020 – 2024 гг. включены работы по:

- 1) повышению качества прогноза приземной температуры** в пунктах на основе технологии **MOS** ;
- 2) повышению качества прогнозов приземного ветра:**
 - **прогноз порывов приземного ветра** на территории ДВ-региона по данным модели WRF-ARW в узлах модельной сетки и в пунктах прогноза;
 - **корректировке модельных прогнозов скорости и направления приземного ветра в прибрежных пунктах ДВ-региона;**
- 3) разработке методики прогноза неблагоприятных метеорологических условий (НМУ)** в крупных городах Хабаровского края, Амурской области и ЕАО;
- 4) развитию технологии расчета осредненных по территории водосборов крупных рек ДВ-региона **сумм осадков**** за различные периоды времени.

1. Повышение качества прогноза приземной температуры в пунктах ДВ-региона

В процессе использования прогностической продукции различных г/д моделей за длительный период времени (более 10 лет) замечено, что качество прогнозов температуры воздуха у земли на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока России в целом вполне удовлетворительное в теплый период года и резко падает зимой. Это различие наблюдается для каждого пункта прогноза и для любой территории ДВ-региона.

При этом, чем южнее и/или ближе к побережью расположен пункт прогноза, тем выше качество модельного прогноза приземной температуры.

Для выяснения причин этого явления и перспектив повышения качества модельных прогнозов выполнено исследование связи числовых характеристик качества прогнозов приземной температуры со значениями среднесуточной температуры воздуха у земли.

С этой целью были рассчитаны оценки качества прогнозов срочных и экстремальных значений приземной температуры по 253 пунктам ДВ-региона за 2014-2016 гг. и проанализировано их распределение по интервалам значений среднесуточных температур.

Характеристики качества прогноза срочных значений температуры воздуха у земли в пунктах ДВ-региона России по данным модели «Хаб-15» (осреднение по 253 пунктам, прогноз из ближайшего узла модельной сетки)

Интервалы Т _{ср.сут}	Сезоны года (2014 + 2015 + 2016 гг)																В среднем за период (2014 + 2015 + 2016 гг)			
	ЗИМА				ВЕСНА				ОСЕНЬ				ЛЕТО				ГОД			
	N	Еабс	P3	P5	N	Еабс	P3	P5	N	Еабс	P3	P5	N	Еабс	P3	P5	N	Еабс	P3	P5
< -40°	12 798	6,5	33	47	180	6,6	23	33	1 062	9,1	13	21					14 040	6,7	32	45
-40° , -30°	34 155	5,7	38	53	2 853	5,2	41	56	10 521	6,3	34	47					47 529	5,8	38	52
-30° , -20°	74 151	5,2	41	56	14 715	4,8	44	60	37 512	4,6	47	62					126 378	5,0	43	58
-20° , -15°	36 423	4,7	46	62	16 155	4,5	46	63	34 749	3,9	55	71					87 327	4,3	50	66
-15° , -10°	30 249	4,0	54	70	24 057	4,3	49	66	44 082	3,5	61	77					98 388	3,8	56	72
-10° , -5°	19 584	3,7	60	75	36 603	3,9	54	71	53 451	3,0	68	83					109 638	3,4	62	78
-5° , 0°	11 313	2,7	74	85	57 996	3,4	61	77	72 531	2,6	74	88	54	1,1	100	100	141 894	2,9	69	83
0° , 5°					82 107	2,9	68	82	72 675	2,4	78	90	2 673	3,3	68	80	157 455	2,7	72	86
5° , 10°					71 280	2,8	70	85	53 451	2,3	78	91	17 658	2,3	76	88	142 389	2,6	74	87
10° , 15°					58 716	2,6	73	87	33 165	2,2	80	92	69 417	2,0	80	91	161 298	2,3	77	90
15° , 20°					30 042	2,6	75	87	11 106	2,3	79	92	110 421	1,6	79	91	151 569	1,9	78	90
≥ 20°					6 903	2,6	76	88	549	3,0	74	89	68 931	1,4	80	91	76 383	1,5	80	91

Анализ оценок показал, что чем выше среднесуточная температура воздуха у земли, тем выше (в среднем) оправдываемость прогноза.

Получено так же существенное различие в качестве прогнозов для одного и того же интервала среднесуточных температур в различные сезоны года.

Такое поведение оценок свидетельствует о том, что модель хорошо воспроизводит процесс формирования приземных температур над теплой подстилающей поверхностью и плохо над холодной.

Для иллюстрации на рис. 1 представлена оправдываемость прогнозов **t_{экстр}** по модели WRF версии “Хаб-15” в различных интервалах среднесуточной температуры воздуха у земли

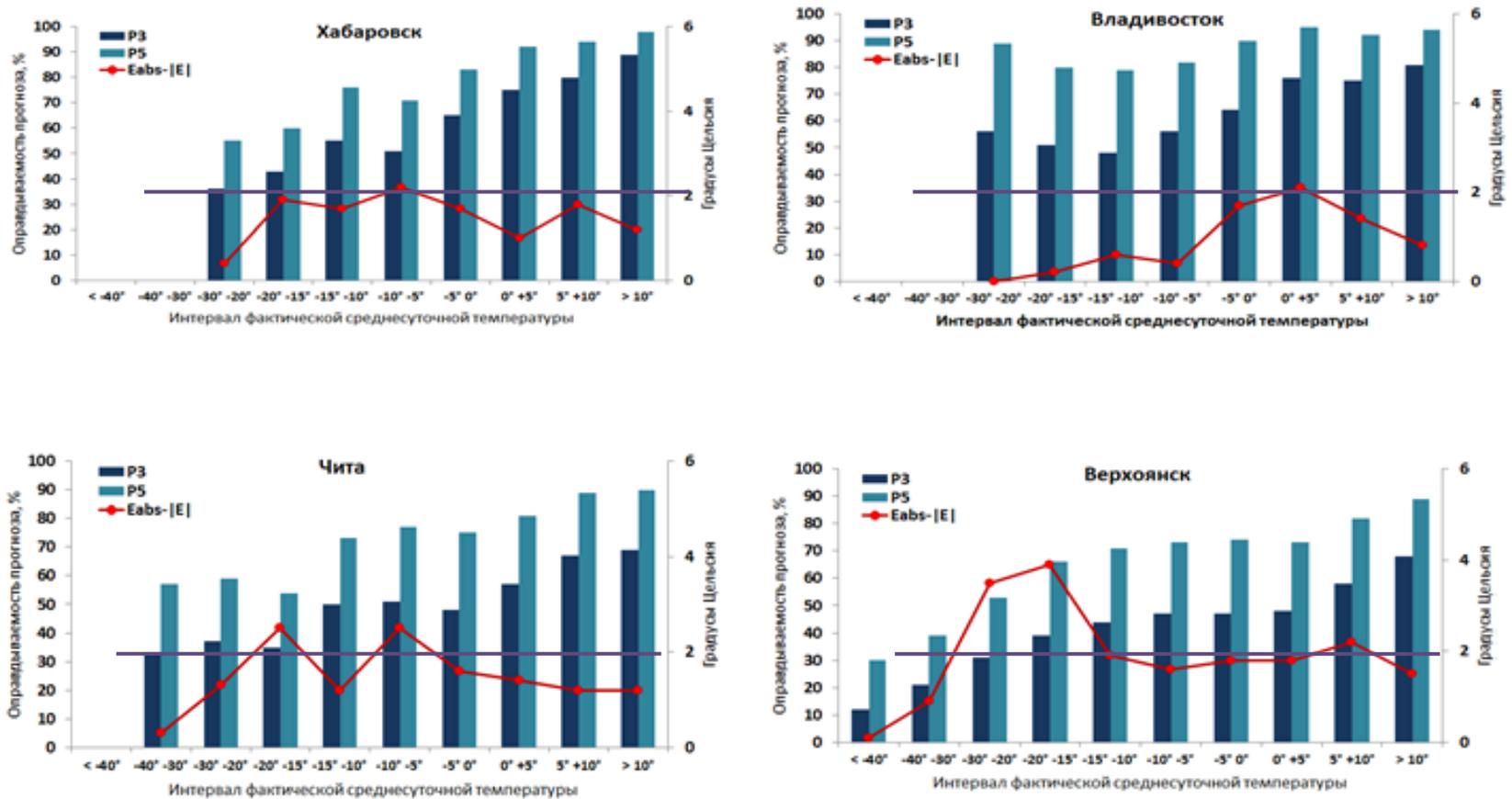


Рис. 1. Оправдываемость прогнозов **t_{экстр}** по модели “Хаб-15” в различных интервалах **t_ф**(ср. сут) (2014-2016 гг).

Коррекция модельных прогнозов температуры воздуха у земли в пунктах ДВ-региона России по систематической погрешности

Представленные исследования показали возможность корректировки прогнозов на систематическую погрешность, величина которой определяется для каждого пункта прогноза по значению среднесуточной температуры даты исходного дня для каждого месяца года.

Результаты апробации процедуры коррекции в пунктах Забайкалья (48 пунктов) приведены на рис 2.

Пункты Забайкалья выбраны для иллюстрации в связи с тем, что наиболее низкое качество прогнозов приземной температуры по всем моделям, доступным для прогнозистов ДВ-региона на текущее время, наблюдается именно на этой территории и особенно в холодный период года.

Эффективность процедуры коррекции прогностических значений экстремальных температур воздуха у земли по модели WRF-ARW (15 км)

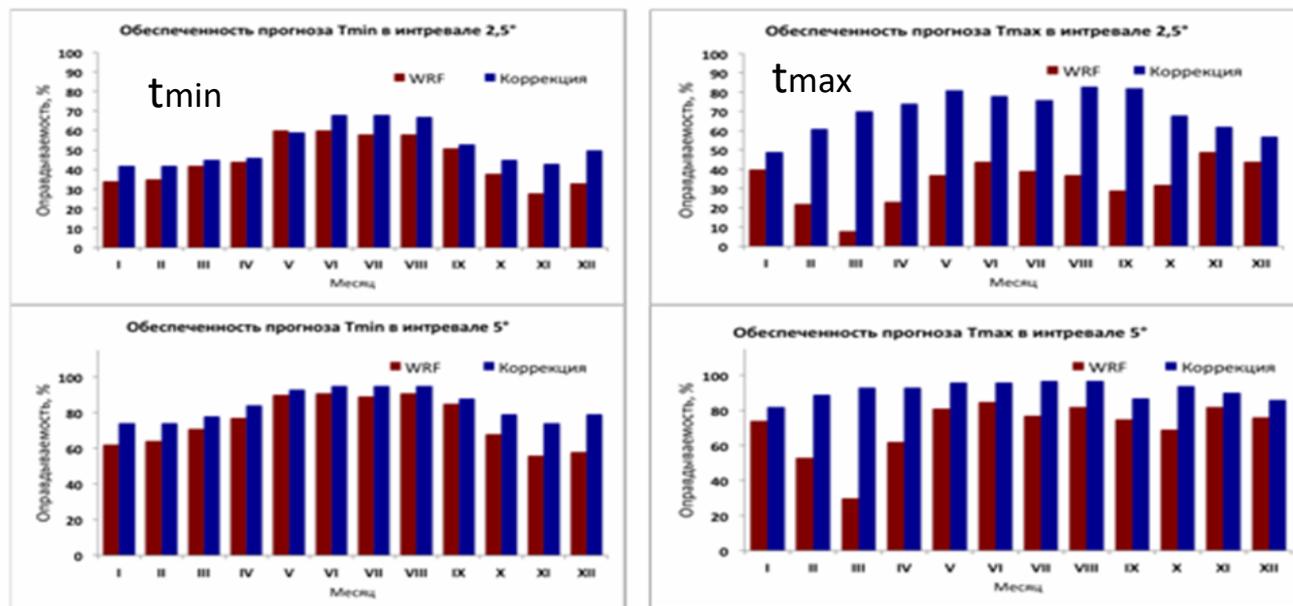


Рис.2

Данные рис. 2 показывают, что коррекция на систематическую погрешность существенно повышает качество прогнозов t_{max} , но качество прогнозов t_{min} выросло незначительно.

Технология **MOS** для прогноза суточных экстремумов температуры воздуха у земли в пунктах ДВ-региона России

Для дальнейшего совершенствования качества прогнозов приземной температуры в пунктах ДВ-региона разработана технология **MOS**.

В основу технологии положен метод построения линейных регрессионных соотношений между прогнозируемой величиной (предиктантом), и предикторами – независимыми параметрами.

В качестве предиктанта используются значения $t_{\text{экстр}}$.

В качестве предикторов - значения различных модельных параметров и их производные, которые отбирались в ближайших к п.п. узлах модельной сетки.

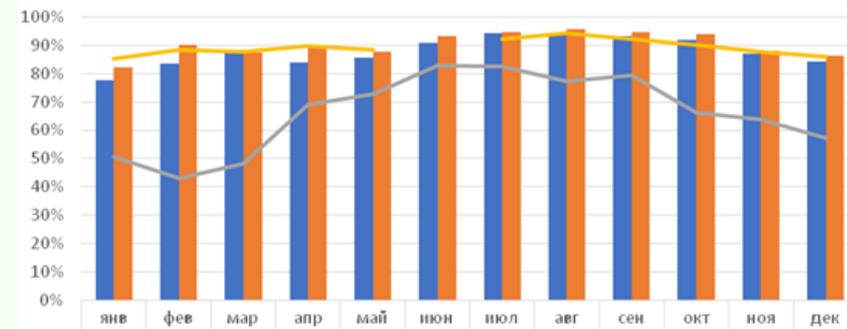
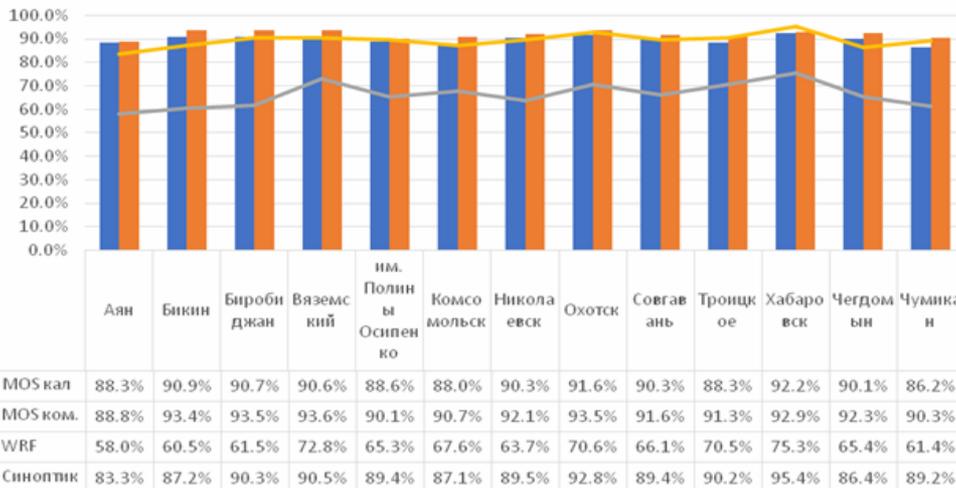
Отбор предикторов в уравнение регрессии выполняется по схеме последовательного включения независимых переменных, имеющих максимальное значение коэффициента корреляции с предиктантом на данном шаге отбора и не коррелирующих с параметрами, уже включенными в качестве независимых переменных.

Эффективность применения технологи **MOS** для прогноза суточных экстремумов температуры воздуха у земли

для 13 пунктов Хабаровского края за период производственных испытаний 2019 г.

Среднегодовая оправдываемость прогноза в 13 пунктах Хаб. кр.

Среднемесячная оправдываемость, осредненная по 13 пунктам Хаб. кр.



Столбцы гистограмм показывают оправдываемость прогнозов по технологии **MOS** по данным модели **WRF-ARW** (15 км) с различным подходом к построению обучающей выборки: **синий** – календарный; **оранжевый** – комплексный (календарный + ведущий предиктор)



Оправдываемость чисто модельных прогнозов Тэкстр



Оправдываемость синоптических прогнозов Тэкстр

Испытания 2019 г. показали достаточно высокую эффективность разработанной технологии MOS

Прогноз порывов приземного ветра

на территории ДВ-региона по данным модели WRF-ARW в узлах модельной сетки и в пунктах прогноза

В постпроцессинге модели WRF – ARW **скорость ветра при порыве (GUST)** принимается равной максимальному значению между скоростью приземного ветра (**UV₁₀**) и суммой этой скорости со значением поправки (**ΔUV**) на вертикальный сдвиг горизонтального ветра в слое от уровня земли до высоты погранслоя:

$$\mathbf{GUST = \max(UV_{10}, UV_{10} + \Delta UV),}$$

$$\text{где } \mathbf{\Delta UV = (UV_k - UV_{10}) * (1 - \min(0.5, H_{PBL} / 2000)),}$$

где **UV₁₀** – скорость ветра на высоте 10 м,

UV_k – скорость ветра на первом модельном уровне над расчетным пограничным слоем атмосферы;

H_{PBL} – высота пограничного слоя атмосферы в метрах.

Порыв прогнозируется, если полученная величина **GUST ≥ UV₁₀ + 5 (м/с)**.

Результаты расчетов представляются:

- в виде **полей ветра с порывами** и
- **в форме таблиц прогноза в пунктах прогноза.**

Примеры прогнозов приземного ветра с порывами

по данным модели WRF-ARW (15 км) в узлах модельной сетки и в пунктах прогноза

ПРОГНОЗ ВЕТРА (м/с, румбы), при наличии ПОРЫВЫ - ЧУКОТСКОЕ УГМС.
 Модель: WRF_HBRK15. Исходный срок: 00 ВСВ 17.11.2020.
 В таблице время местное (+11ч. от ВСВ).

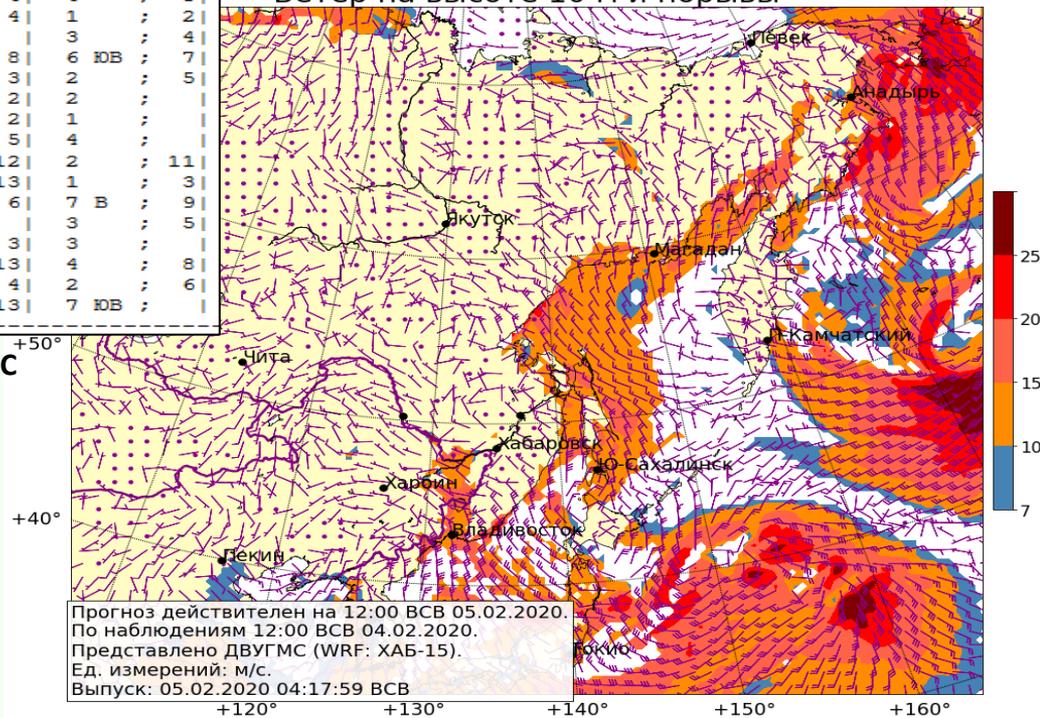
ИНДЕКС	17.11			18.11		
	12ч	18ч	00ч	06ч	12ч	
25173	3 ;	6 Ю ; 16	5 Ю ; 14	5 Ю ; 13	4 ; 10	
25248	2 ;	3 ; 5	2 ; 3	2 ; 3	1 ; 10	
25325	1 ;	1 ; 2	2 ; 3	2 ; 4	2 ; 10	
25378	9 Ю ;	9 Ю ; 13	8 ЮВ ; 13	6 ЮВ ; 7	7 ЮВ ; 13	
25399	7 Ю ;	8 Ю ; 12	7 Ю ; 13	8 ЮВ ; 14	9 ЮВ ; 15	
25551	1 ;	0 ; 3	1 ; 2	3 ; 4	1 ; 4	
25563	11 ЮВ ;	11 ЮВ ; 15	12 ЮВ ; 17	11 ЮВ ; 15	8 ЮВ ; 10	
25594	9 Ю ;	10 ЮВ ; 12	11 ЮВ ; 13	12 ЮВ ; 17	9 ЮВ ; 12	
25428	2 ;	2 ; 5	3 ; 5	3 ; 4	4 ; 8	
25042	1 ;	4 ; 5	3 ; 5	2 ; 4	1 ; 2	
25051	1 ;	2 ;	2 ;	2 ;	3 ; 4	
25062	4 ;	5 В ; 8	6 В ; 7	7 В ; 8	6 ЮВ ; 7	
25129	1 ;	0 ; 7	0 ; 4	1 ; 3	2 ; 5	
25138	2 ;	2 ; 3	1 ; 2	1 ; 2	2 ; 5	
25147	2 ;	2 ; 3	1 ; 2	1 ; 2	1 ; 3	
25151	3 ;	4 ; 5	4 ; 5	4 ; 5	4 ; 5	
25356	4 ;	2 ; 13	3 ; 11	3 ; 12	2 ; 11	
25561	5 В ;	4 ; 13	5 В ; 12	5 В ; 13	1 ; 3	
25767	4 ;	5 ЮВ ; 11	3 ; 8	2 ; 6	7 В ; 9	
21978	1 ;	2 ; 3	2 ; 3	3 ; 3	3 ; 5	
25335	2 ;	2 ; 4	2 ; 3	2 ; 3	3 ; 5	
25469	5 ЮВ ;	5 ЮВ ; 14	6 ЮВ ; 15	5 ЮВ ; 13	4 ; 8	
25034	3 ;	4 ; 6	3 ; 6	3 ; 4	2 ; 6	
25677	9 ЮВ ;	10 ЮВ ; 17	10 ЮВ ; 15	6 Ю ; 13	7 ЮВ ; 10	

Фрагмент прогностической таблицы для Чукотского УГМС

Таблицы рассчитываются по списку пунктов, представленных каждым из УГМС ДВ-региона.

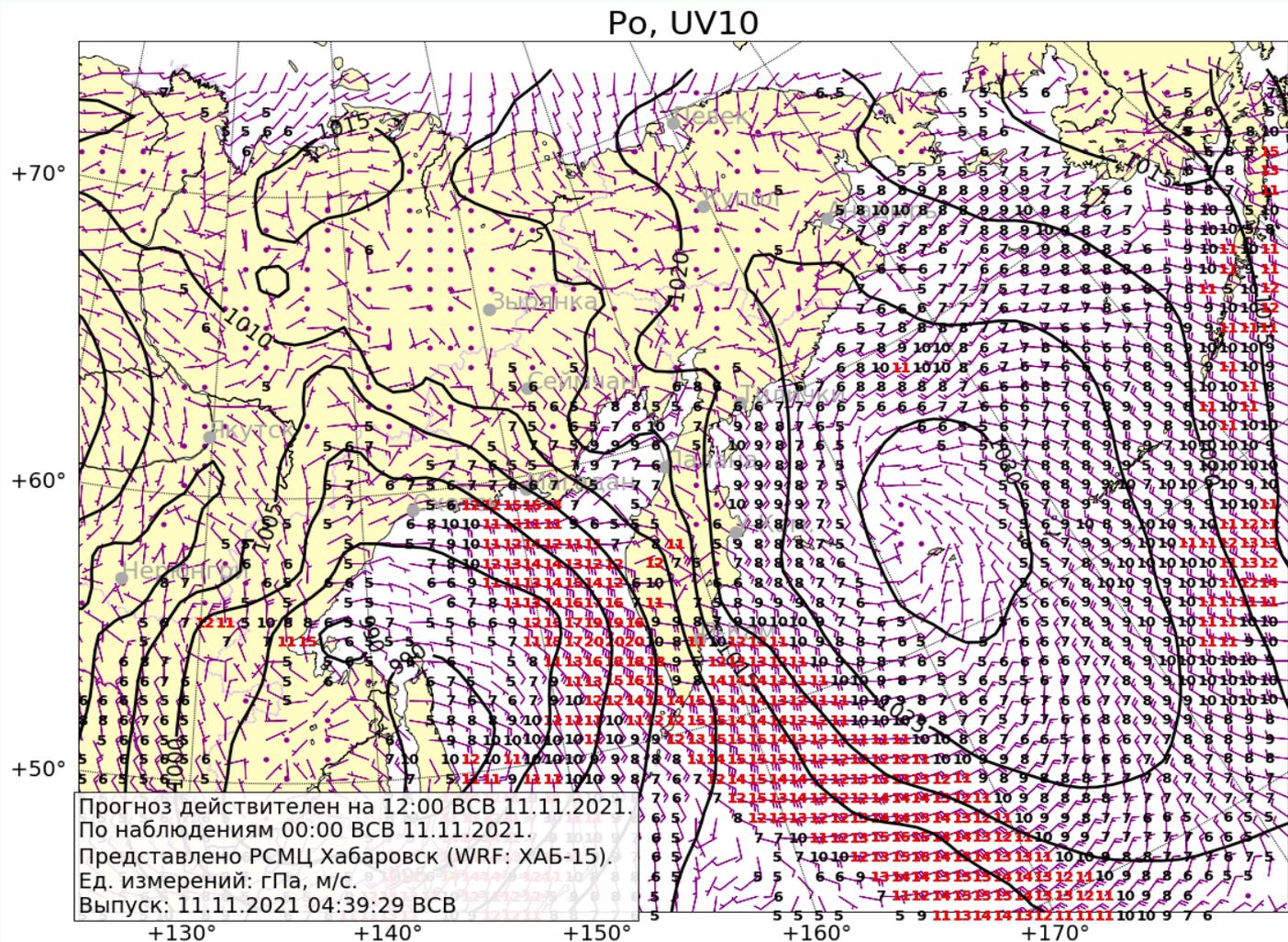
В таблицах представлены прогнозы скорости и направления приземного ветра на период до 72 час с детализацией в 6 час с указанием порывов, если они прогнозируются.

Ветер на высоте 10 м и порывы



Пример карты прогноза приземного ветра с порывами

Форма представления поля ветра (перьями) с числовой наноской порывов (выполненная по заказу Камчатского УГМС)



Физико-статистическая коррекция модельных прогнозов скорости и направления приземного ветра

в прибрежных пунктах ДВ-региона по данным модели WRF-ARW (15 км).

Суть проблемы заключается в том, что модели **ЧПП** рассчитывают значения полей метеорологических элементов в узлах модельной сетки.

Эти узлы, как правило, не совпадают с пунктами прогноза (в том числе и с пунктами наблюдений) и, если пункт наблюдений расположен в местности со сложным рельефом, то оценки качества прогноза скорости и особенно направления ветра бывают не удовлетворительными.

Это особенно важно для аэродромов, где краткосрочный прогноз скорости и направления приземного ветра высокой точности необходим для безопасности взлета и посадки воздушных судов.

В этой связи разработана **прикладная компонента постпроцессинга** модели для физико-статистической коррекции модельных прогнозов приземного ветра.

Исследования 2016 – 2019 гг. показали, что:

- качество прогнозов скорости ветра (**ff**) на территории ДВ-региона, в среднем, вполне удовлетворительное;
- качество прогнозов направления ветра (**ddd**) существенно ниже;
- наиболее низкое качество модельных прогнозов, получено в пунктах, расположенных на побережье ДВ-морей.

Это объективно обусловлено особенностями физико-географического положения п.п., сложной орографией и местными условиями.

Для иллюстрации сказанного в таблице представлены средние по регионам Восточной Сибири и Дальнего Востока значения оправдываемости прогнозов **ff** и **ddd** на аэродромах за 2018 г. , иллюстрирующие вышеприведенные результаты исследований.

Средняя по заблаговременностям (+9, +24 час) оправдываемость (P3 %) прогнозов направления и скорости ветра по аэродромам								
Регион	СКОРОСТЬ				НАПРАВЛЕНИЕ			
	Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень
Сравнение по 2018 г.								
<i>В среднем по <u>71</u> а/д региона</i>	<i>87</i>	<i>90</i>	<i>93</i>	<i>89</i>	<i>75</i>	<i>72</i>	<i>76</i>	<i>78</i>
Чукотка (<u>11</u> а/д)	82	86	88	86	66	66	65	72
Колыма (<u>4</u> а/д)	46	73	92	68	62	64	80	68
Камчатка (<u>12</u> а/д)	81	86	93	86	67	69	73	70
Якутия (<u>19</u> а/д)	94	96	96	95	97	82	83	89
Иркутская область (<u>4</u> а/д)	91	92	94	93	84	78	81	82

*P3 (%) - частота различий между прогнозируемым и наблюдаемым значениями в интервалах:

± 3 м/с для **ff** ,
± 30° для **ddd**.**

** РД 52.27.284 – 91 Методические указания. Проведение производственных (оперативных) испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических и гелиогеофизических прогнозов.

В технологии физико-статистической коррекции модельных прогнозов скорости и направления приземного ветра

в прибрежных пунктах ДВ-региона по данным модели WRF-ARW используются 8 предиктантов и 69 предикторов, приведенных в таблице

Предиктанты и предикторы

Предиктанты (данные наблюдений - metar)								
№	1	2	3	4	5	6	7	8
	$ff(\tau)$	$ff_{cp}(\tau)$	Δff_{10}	$u_{10}(\tau)$	Δu_{10}	$v_{10}(\tau)$	Δv_{10}	$\Delta ddd(\tau)$
Предикторы (модельные данные)								
№	9	10	11	12	13	14		
	ff_{10}	Δddd_{10}	u_{10}	v_{10}	Δu_{10}	Δv_{10}		
№	15	16	17	18	19	20	21	22
	$H_{850}(\tau)$	$ff_{850}(\tau) * 10$	$u_{850}(\tau) * 10$	$v_{850}(\tau) * 10$	$\Delta H_{850}(\tau)$	$\Delta ff_{850}(\tau) * 10$	$\Delta u_{850}(\tau) * 10$	$\Delta v_{850}(\tau) * 10$
№	23	24	25	26	27	28	29	30
	$\Delta ddd_{850}(\tau)$	$H_{700}(\tau)$	$ff_{700}(\tau) * 10$	$u_{700}(\tau) * 10$	$v_{700}(\tau) * 10$	$\Delta H_{700}(\tau)$	$\Delta ff_{700}(\tau) * 10$	$\Delta u_{700}(\tau) * 10$
№	31	32	33	34	35	36	37	38
	$\Delta v_{700}(\tau) * 10$	$\Delta ddd_{700}(\tau)$	$ff_{500}(\tau - 3ч)$	$u_{500}(\tau - 3ч) * 10$	$v_{500}(\tau - 3ч) * 10$	$\Delta ff_{500}(\tau - 3ч)$	$\Delta u_{500}(\tau - 3ч) * 10$	$\Delta v_{500}(\tau - 3ч) * 10$
№	39	40	41	42	43	44	45	46
	$\Delta ddd_{500}(\tau)$	$\partial T_{925}(\tau) * 10$	$\Delta \partial T_{925}(\tau) * 10$	$\partial T_{850}(\tau) * 10$	$\Delta \partial T_{850}(\tau) * 10$	$10 * \partial u_{10}(\tau) / \partial x$	$10 * \partial u_{10}(\tau) / \partial y$	$10 * \partial v_{10}(\tau) / \partial x$
№	47	48	49	50	51	52	53	54
	$10 * \partial v_{10}(\tau) / \partial y$	$10 * \partial u_{850}(\tau) / \partial x$	$10 * \partial u_{850}(\tau) / \partial y$	$10 * \partial v_{850}(\tau) / \partial x$	$10 * \partial v_{850}(\tau) / \partial y$	$10 * \partial u_{700}(\tau) / \partial x$	$10 * \partial u_{700}(\tau) / \partial y$	$10 * \partial v_{700}(\tau) / \partial x$
№	55	56	57	58	59	60	61	62
	$10 * \partial v_{700}(\tau) / \partial y$	$10 * \partial u_{700}(\tau - 3ч) / \partial x$	$10 * \partial u_{700}(\tau - 3ч) / \partial y$	$10 * \partial v_{700}(\tau - 3ч) / \partial x$	$10 * \partial v_{700}(\tau - 3ч) / \partial y$	$10 * \partial u_{500}(\tau - 3ч) / \partial x$	$10 * \partial u_{500}(\tau - 3ч) / \partial y$	$10 * \partial v_{500}(\tau - 3ч) / \partial x$
№	63	64	65	66	67	68	69	70
	$10 * \partial v_{500}(\tau - 3ч) / \partial y$	$10 * \partial u_{500}(\tau - 6ч) / \partial x$	$10 * \partial u_{500}(\tau - 6ч) / \partial y$	$10 * \partial v_{500}(\tau - 6ч) / \partial x$	$10 * \partial v_{500}(\tau - 6ч) / \partial y$	$10 * \partial P_s(\tau) / \partial x$	$10 * \partial P_s(\tau) / \partial y$	$10 * \partial P_0(\tau) / \partial x$
№	71	72	73	74	75	76	77	
	$10 * \partial P_0(\tau) / \partial y$	$\partial H_{850}(\tau) / \partial x$	$\partial H_{850}(\tau) / \partial y$	$\partial H_{700}(\tau) / \partial x$	$\partial H_{700}(\tau) / \partial y$	Δff_{10}	ddd_{10}	

Физико-статистическая коррекция модельных прогнозов скорости и направления приземного ветра

в прибрежных пунктах ДВ-региона по данным модели WRF-ARW в пунктах прогноза.

Коррекция выполняется для **срочных значений** предиктантов по значениям модельных предикторов в соответствующие сроки.

Построение уравнений регрессии выполняется для всех перечисленных предиктантов итерационным способом.

На каждой итерации выбирается 1 ведущий предиктор, имеющий максимум модуля коэффициента корреляции (R) с предиктантом.

Все действия выполняются на выборке **длиной 3 месяца:**

текущий месяц + предыдущий месяц + последующий месяц
на базе исторических архивов данных глубиной 5 лет.

Процедура построения корректирующих уравнений

выполняется в 2-х вариантах:

1. В предположении отсутствия модельного прогноза, т. е. на 1-й итерации модельные значения предиктантов используются в качестве предикторов наравне с другими модельными данными.
2. В предположении наличия модельного прогноза, т.е. на 1-й итерации регрессия строится относительно разности модельного прогноза и наблюдаемого значения предиктанта $Y(IT=1) = X_{\text{модель}} - X_{\text{факт}}$.

На последующих итерациях уравнение регрессии строится относительно разности полученного на предыдущей итерации прогноза и фактических значений предиктанта:

$$Y(IT) = X_{\text{прогноз}}(IT-1) - X_{\text{факт}} = X_{\text{пр}}(IT-1) - X_{\text{ф}}$$

- 3) После построения всех видов уравнений выбирается вариант, имеющий максимум оправдываемости прогноза **ff** и **ddd**.

При равных значениях оправдываемости (РЗ%) выбирается более простой вариант, в том числе это может быть модельный прогноз.

Результат коррекции модельных прогнозов ff и ddd

в прибрежных пунктах Чукотки и Колымы по данным модели WRF-ARW (15 км)

Таблица 3.6 – Превышение оправдываемости (%) откорректированных прогнозов скорости и направления приземного ветра над оправдываемостью модельных прогнозов

Период 2018 – 2022 гг. (длины архивных сезонных выборок в период 2018 – 2022 гг. колеблются от 2000 до 3600 случаев)									
№ ц/п	Пункт прогноза	СКОРОСТЬ				НАПРАВЛЕНИЕ			
		Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень
Чукотка									
1	Анадырь	-	-	-	-	+13	+8	+4	+3
2	Беринговский	-	-	+3	-	+17	+12	+9	+6
3	Провидения	+10	+8	+4	-	+10	+8	+37	+9
4	Залив Креста	-	-	+1	-	+37	+25	+13	+30
5	Лаврентия	+11	-	-	+5	+21	+26	+16	+11
6	Мыс Шмидта	+9	+7	+5	+9	+8	+8	+13	+10
7	<u>Певек</u>	+3	+4	+4	+4	-	-	+10	+1
8	Кепервеем	+2	+3	+1	-	+6	+6	+5	+4
9	<u>Омолон</u>	+5	-	-	-	+4	+3	+10	+4
10	<u>Марково</u>	-	-	-	-	+7	+1	+2	+3
11	Купол	-	+1	+4	-	+19	+6	+1	+1
В среднем по Чукотке		+3	+2	+2	+1	+13	+9	+11	+7
<u>Средняя</u> по пунктам Чукотки оправдываемость РЗ(%) откорректированных/модельных прогнозов		87/84	88/86	91/89	88/87	73/60	69/60	68/57	68/61
Колыма									
12	Магадан	+33	+10	+1	+16	+13	+2	+4	+3
13	Омсукчан	+10	+4	+4	+9	+14	+11	+4	+27
14	Северо-Эвенск	+10	+2	-	-	+13	+9	+4	+8
15	Сеймчан	+26	+15	+8	+17	+31	+4	-	+4
В среднем по Колыме		+20	+8	+3	+10	+18	+6	+3	+10
<u>Средняя</u> по пунктам Колымы оправдываемость РЗ(%) откорректированных/модельных прогнозов		96/76	96/88	97/94	95/85	78/60	65/59	65/62	70/60

Данные таблицы показывают существенный прирост качества прогнозов ff в результате применения процедуры коррекции в случаях низкого качества модельных прогнозов.

Например:

Магадан зимой, весной и осенью
Сеймчан во все сезоны года.

Результат коррекции модельных прогнозов ff и ddd

в прибрежных пунктах Камчатки, Сахалина и Курильских островов.

Для сравнения приведены результаты применения процедуры коррекции для 4 а/д Иркутской обл.

Таблица 3.7 – Превышение оправдываемости откорректированных прогнозов скорости и направления приземного ветра над оправдываемостью модельных прогнозов

Период 2018 – 2022 гг. (длины архивных сезонных выборок в период 2018 – 2022 гг. колеблются от 2000 до 3600 случаев)									
№ п/п	Пункт прогноза	СКОРОСТЬ				НАПРАВЛЕНИЕ			
		Зима	Весна	Лето	Осень	Зима	Весна	Лето	Осень
Камчатка									
1	Елизово	+3	+2	+2	-	+12	-	+7	+4
2	Озерная	-	-	-	-	+8	-	+4	+2
3	Тигиль	+1	-	+2	+2	+2	+4	+6	+5
4	Палана	+31	+11	+9	+42	+16	+2	+9	+7
5	Мильково	+17	-	+1	+1	+11	-	-	+4
6	Соболево	+6	+1	-	+6	+2	-	+7	-
7	Тялички	+4	+2	-	+5	+58	+28	+8	+27
8	Оссора	+4	-	-	-	+9	+3	+1	+6
9	Усть-Хайрюзово	+1	+7	+3	+2	+9	+2	+7	+5
10	Манилы	+3	-	-	-	+15	+4	+11	+7
11	Пахаши	+6	+5	+2	+2	+26	+7	+7	+9
12	Усть-Камчатск	+32	+1	-	+13	+3	+4	+18	+2
В среднем по Камчатке		+9	+3	+2	+6	+15	+5	+12	+7
Средняя по пунктам Камчатки оправдываемость P3(%) откорректированных/модельных прогнозов		88/79	91/88	95/93	92/86	69/54	65/60	71/59	67/60
Сахалин и Курильские острова									
1	Оха	-	-	-	-	+8	+3	+4	+8
2	Ноглики	+10	+3	-	+5	+25	+2	+3	+13
3	Шахтерск	+4	-	-	-	+8	+5	+9	+5
4	Южно-Сахалинск	+3	-	-	-	+7	+1	+4	+1
5	Итуруп	+31	+18	+9	+37	+8	+26	+34	+14
6	Менделеево	+17	+4	-	+8	+11	+16	+12	+5
В среднем по Сахалинской обл.		+11	+5	+2	+8	+12	+9	+13	+8
Средняя по пунктам Сахалинской обл. оправдываемость P3(%) откорректированных/модельных прогнозов		89/78	90/85	94/92	93/85	80/68	69/60	71/58	74/66
Иркутский филиал АМТК (для сравнения)									
1	Иркутск	-	-	-	-	+5	+8	+2	+1
2	Братск	-	-	-	-	+9	+8	+7	+9
3	Улан-Уде	+6	-	-	+2	+6	+6	+5	+5
4	Чита	-	-	-	-	+8	+5	+4	+4
В среднем по Иркутскому филиалу АМТК		+2	-	-	+1	+7	+6	+4	+5
Средняя по пунктам Иркутского ф-ла оправдываемость P3(%) откорректированных/модельных прогнозов		95/93	93/93	95/95	96/95	75/68	70/64	67/63	72/67

Существенный прирост качества прогнозов ff после применения процедуры коррекции получен в п.:

- **Палана** во все сезоны года,
- **Усть-Камчатск** зимой и осенью,
- **Итуруп** во все сезоны года.

В большинстве случаев достигнуто превышение порогового значения **80%**, требуемого для прогнозов ff на аэродромах (кроме б. Проведения, б. Лаврентия и м. Шмидта зимой)

Сложнее обстоит дело с прогнозами **ddd**. Несмотря существенный и систематический прирост оправдываемости прогнозов **ddd**, достичь значения **80%** удалось далеко не всегда.

Результат коррекции модельных прогнозов ff и ddd

Следует отметить, что в сводках **TAF** прогноз **ff** и **ddd** по а/д формулируется для

- средних значений скорости ветра и
- преимущественного направления

на заданном периоде прогноза (от 6 до 30 час) с указанием сроков резкого изменения: **ff** (≥ 5 м/с) и/или **ddd** $\geq 60^\circ$ (если такое изменение прогнозируются на заданном периоде).

Методический прогноз (модельный или скорректированный) дает *срочные значения ff и ddd*, по которым определяется средняя скорость ветра на периоде, преимущественное направление и сроки резких изменений, если они прогнозируются.

При осреднении срочных значений степень соответствия прогнозируемых величин данным наблюдений, как правило, существенно выше, что дает основание оценить *полученные результаты как достаточно успешные*.

В настоящее время выполняются *испытания технологии* в оперативном режиме.

3. Прогноз неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) в крупных городах Хабаровского края, Амурской области и ЕАО

Метод состоит из совокупности решающих правил, определяющих изменение «*группы загрязнения воздуха по городу в целом*»* в зависимости от значений метеорологических параметров, прогнозируемых по модели ЧПП.

Исходная группа загрязнения определяется по значению параметра **P**, рассчитанному по данным наблюдений на интервале времени, предшествующем прогностическому.

Совокупность решающих правил определена для каждой из 16-ти типов ситуаций.

Типы ситуаций определяются по скорости ветра и факту и количеству осадков.

В решающих правилах оцениваются все метеорологические параметры, влияющие на процессы накопления и рассеивания загрязняющих веществ в нижнем слое атмосферы, перечисленные в РД 52.04.306-92*.

Значения метеорологических параметров в настоящее время берутся или рассчитываются по данным модели WRF-ARW с горизонтальным шагом 15 км и 31 вертикальным уровнем.

Прогноз рассчитывается на 36 часов вперед с детализацией **6** часов.

*РД 52.04.306-92. Охрана природы. Атмосфера. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха. – М., 1993. – 77 с.

Метод прогноза неблагоприятных метеорологических условий (НМУ) в крупных городах Хабаровского края, Амурской области и ЕАО

В методе рассматривается **6 групп** загрязнения воздуха, определяемых по значению параметра **P**. Такой подход используется для удобства построения алгоритма.

Определение групп, принятых в методе, и их соответствие действующим нормативно-методическим документам приведено в таблице.

Номер группы*			Градации параметра P	Характеристика загрязнения воздуха	Повторяемость %
Γ_M	$\Gamma_{РД}$	$\Gamma_{НМД}$			
-1	I	I (2-я)	$P \geq P_{98}$	Очень высокое	2
0		I (1-я)	$P_{90} \leq P < P_{98}$	Высокое	8
I	II	II	$P_{75} \leq P < P_{90}$	Относительно высокое	15
II			$P_M \leq P < P_{75}$	Повышенное	25
III	III		$P_{25} \leq P < P_M$	Пониженное	25
IV			$0 \leq P < P_{25}$	Низкое	25

В таблице : Γ_M – алгоритмический номер группы,
 $\Gamma_{РД}$ – номер группы согласно РД 52.04.306-92*;
 $\Gamma_{НМД}$ – номер группы загрязнения воздуха согласно**.

* РД 52.04.306-92. Охрана природы. Атмосфера. Руководство по прогнозу загрязнения воздуха. – М., 1993. – 77 с.

** Методы прогноза загрязнения воздуха. Нормативно-методический документ. ФГБУ «ГГО». 1-я редакция. Санкт-Петербург 2020 г.

** Приказ Минприроды РФ №899 от 17.11.2011 «Об утверждении порядка предоставления информации о неблагоприятных метеорологических условиях, требований к составу и содержанию такой информации, порядка её опубликования и предоставления заинтересованным лицам» (Зарегистрировано в Минюсте РФ 08.02.2012 №23173), 2011 – 6 с.

На первом шаге алгоритма выполняется расчет всех необходимых параметров для прогноза на каждые 6 часов (интервал τ) 36-ти часового периода прогноза.

В технологии установлены следующие периоды суток τ :

(22 – 04) ч; (04 – 10) ч; (10 – 16) ч; (16 – 22) ч.

На втором шаге устанавливается текущая (стартовая) группа загрязнения по данным наблюдений.

Если данные наблюдений не поступают в оперативные сроки, то стартовая группа устанавливается равной 3: $\Gamma(\tau) = 3$, с последующей коррекцией результатов прогноза.

На третьем шаге алгоритма по модельным данным о скорости ветра и количестве осадков определяется тип ситуации на каждый 6-ти часовой интервал « τ » общего периода прогноза.

Определение типов ситуаций для рассматриваемой территории представлены в таблице.

Определение типов ситуаций						
		Ветер	UV ₁₀ ≤ 7 м/с			
			UV ₁₀ > 7 м/с	4 м/с < UV ₁₀ ≤ 7 м/с	2 м/с < UV ₁₀ ≤ 4 м/с	UV ₁₀ ≤ 2 м/с
Осадки			1	2	3	4
1	б/о		(1,1)	(1,2)	(1,3)	(1,4)
2	0.0 ≤ Q(3ч) < Q _{кр}		(2,1)	(2,2)	(2,3)	(2,4)
3	Q _{кр} ≤ Q(3ч) < 3мм		(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,4)
4	Q(3ч) ≥ 3мм		(4,1)	(4,2)	(4,3)	(4,4)

На четвертом шаге для каждого 6-ти часового интервала τ периода прогноза по решающим правилам для прогнозируемого типа ситуации, определяется одна из 6-ти вышеперечисленных алгоритмических групп загрязнения: $\Gamma(\tau)$

Таблица решающих правил					
Осадки \ Ветер		$UV_{cp} > 7 \text{ м/с}$	$UV_{cp} \leq 7 \text{ м/с}$		
			$4 \text{ м/с} < UV_{cp} \leq 7 \text{ м/с}$	$2 \text{ м/с} < UV_{cp} \leq 4 \text{ м/с}$	$UV_{cp} \leq 2 \text{ м/с}$
Перед всеми расчетами на период прогноза « τ » устанавливается: $\Gamma(\tau) = \Gamma(\tau-1)$					
		1	2	3	4
$\bar{Q}/0$	1	(1,1) $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kl(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $kl(\tau) = -1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $IF(K_{turb}=0) \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $\Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - K_{turb}$	(1,2) $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kl(\tau) = -1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $K(\tau) + I(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $K(\tau) + I(\tau) \geq 2 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $\Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - K_{turb}$ $\Delta K > 220 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$	(1,3) $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kl(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $kl(\tau) = -1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kR(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) + I(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $K(\tau) + I(\tau) > 2 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $\Delta K > 220 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$	(1,4) $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kl(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $kl(\tau) = -1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kR(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) + I(\tau) > 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) + I(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $\Delta K > 220 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$
	2	(2,1) $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 2$ $K(\tau) = 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < -1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $UV_{cp} > 11 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $\Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - K_{turb}$ $\Delta K > 220 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$	(2,2) $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $K(\tau) + I(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $K(\tau) + I(\tau) > 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $\Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - K_{turb}$ $\Delta K > 220 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$	(2,3) $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kl(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $kl(\tau) = -1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kR(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) + I(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $\Delta K > 220 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$	(2,4) $\Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kl(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $kl(\tau) = -1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $K(\tau) + I(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $\Delta K > 220 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$
	3	(3,1) $\Gamma(\tau) = 4$ $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $kl(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$	(3,2) $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kR(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) + I(\tau) \geq 2 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $\Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $\Delta K > 220 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$	(3,3) $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kR(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) + I(\tau) \geq 3 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 2$ $\Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $\Delta K > 220 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$	(3,4) $K(\tau) > 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) < 0 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kl(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $kl(\tau) = -1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$ $kR(\tau) = 1 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 1$ $K(\tau) + I(\tau) \geq 3 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) - 2$ $\Delta K > 220 \rightarrow \Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 1$
	4	(4,1) $\Gamma(\tau) = 4$	(4,2) $\Gamma(\tau) = 4$	(4,3) $\Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 2$	(4,4) $\Gamma(\tau) = \Gamma(\tau) + 2$

После всех расчетов проверяется $\Gamma(\tau)$ на выход за пределы допустимых значений [0, 4]: если $\Gamma(\tau) > 4 \rightarrow \Gamma(\tau) = 4$; если $\Gamma(\tau) < -1 \rightarrow \Gamma(\tau) = -1$

Пример выходной продукции

В текущей версии выходной файл содержит значения всех используемых для прогноза данных

31735 ХАБАРОВСК Исходная группа: III. Прогноз на 07.05.2024 группа IV (P=0.05)							
Дата	06.05.2024	06.05.2024	06.05.2024	07.05.2024	07.05.2024	07.05.2024	
Время местное	10-16	16-22	22-04	04-10	10-16	16-22	
Группа загряз	IV	IV	IV	IV	IV	III	
Сум индекс МУ	1	1	0	0	-1	2	
Мак осад, мм/3ч							
Относ влаж, %	41	37	55	59	29	24	
Адвекция T2, К	-1.8	-1.2	-2.7	2.3	1.6	-1.3	
Изм. ветра, м/с	-2.5	-2.1	-1.7	2.1	0.4	-4.4	
Приз ветер, м/с	8 СВ	7 ССВ	3 СВ	4 СВ	6 ССВ	4 ССВ	
Мак ветер, м/с	15 СВ	17 СВ	15 ВСВ	12 СВ	12 СВ	13 ССВ	
Ср ветер в слое	13	12	7	9	11	10	
Инверсия, м			89 - 192	89 - 191		23 - 91	
Индекс инверсии	0	0	+1	0	-1	+1	
Стратификация	+1	+1	+1	+1	+1	+1	
Конвекция (Dk)	0	22	24	0	0	2	
Тип ситуации	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	(1,1)	

В настоящее время метод проходит производственные испытания по городам Хабаровск, Комсомольск-на-Амуре, Биробиджан, Благовещенск и Владивосток

Период испытаний: март 2024 г. – апрель 2025 г.

4. Технология расчета осредненных по территории водосборов крупных рек ДВ-региона сумм осадков за различные периоды времени

Высокие дождевые паводки на больших и малых реках Дальнего Востока являются одним из наиболее распространённых опасных явлений природы на рассматриваемой территории.

При этом, редкая наблюдательная сеть может давать неверную оценку, как общего количества осадков, так и их распределения по территории водосбора.

Для рек Якутии и Колымы, в отличие от рек юга Дальнего Востока России (зимние осадки для которых не имеют большого значения из-за несущественного их накопления за холодный период), важна еще и оценка количества снега, выпавшего на территории водосборов в течение зимнего периода и сохранившегося к моменту начала снеготаяния.

Возможность оценки снегозапасов по модельным данным является существенным информационным дополнением к данным снегомерных наблюдений, получение которых в рассматриваемом регионе весьма трудоемкая задача.

Технология расчета осредненных по территории водосборов крупных рек ДВ-региона сумм осадков за различные периоды времени

В результате проведенных исследований * показано, что наиболее адекватным для использования в гидрологических расчетах и прогнозах является расчет средних по территории водосбора накопленных за определенный период времени сумм осадков по всем узлам модельной сетки, относящимся к территории водосбора.

Здесь важно соблюдать соотношение горизонтального шага модельной сетки и площади водосбора.

Так прогнозы осадков по модели с горизонтальным шагом 15 км подходят для водосборов площадью не менее 20 000 кв.км.

А данные об осадках, рассчитанные по модели с горизонтальным шагом 5 км подойдут для водосборов площадью от 8 000 кв. км и более.

Изначально, технология была разработана для крупных частных водосборов рек бассейна Амура после катастрофического наводнения 2013 г.

*Romanskiy S., Verbitskaya E. The 2013 Amur River flood: Operational numerical simulation of prolonged precipitation. // J. Meteor. Soc. Japan. – 2016. – Vol. 94. – P.137–150.

Технология расчета осредненных по территории водосборов крупных рек ДВ-региона сумм осадков за различные периоды времени

После использования этих данных гидрологами и синоптиками Дальневосточного УГМС в течение нескольких лет нам показалось весьма полезным распространить данную технологию на все реки ДВ-региона, подходящие по площади водосборов к модельным данным.

В настоящее время такая работа выполнена для большинства рек ДВ-региона, перечисленных специалистами УГМС (Якутского, Забайкальского, Колымского).

Реки Камчатки и Сахалинской области слишком малы.

По рекам Приморского края водосбор Уссури в целом охвачен в рамках технологии Дальневосточного УГМС.

Работа над детализацией водосборов проводится гидрологами ДВНИГМИ.

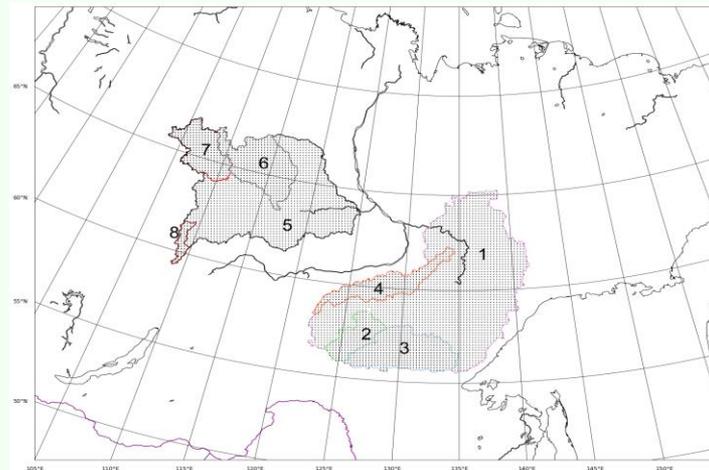
Некоторые частные водосборы р. Колымы невелики, но гидрологи Колымского УГМС решили попробовать эту технологию и на малых водосборах.

*Romanskiy S., Verbitskaya E. The 2013 Amur River flood: Operational numerical simulation of prolonged precipitation. // J. Meteor. Soc. Japan. – 2016. – Vol. 94. – P.137–150.

Реки Якутии: Алдан и Вилюй

Крупные частные водосборы рек Алдан и Вилюй

№ п/п	Наименование	Замыкающий створ	Протяженность (км)	Площадь бассейна (км ²)	Количество пунктов наблюдений на водосборе	Количество узлов сетки модели «Хаб-15»
1	Алдан	Верхоянский Перевоз	2 273	729 000	24	3073
2	Тимптон <i>правый приток Алдана</i>	Усть-Тимптон	644	44 400	3	189
3	Учур <i>правый приток Алдана</i>	Чюльбю	812	113 000	2	454
4	Амга <i>левый приток Алдана</i>	Харбалах	1 462	69 300	3	285
5	Вилюй	Хатырык-Хомо	2 650	454 000	17	2091
6	Марха <i>левый приток Вилюя</i>	Малыкай	1 181	99000	5	424
7	Вилюй <i>выше плотины Вилюйской ГЭС</i>	Усть-Амбардах	498	63 500	1	
8	Чона <i>выше плотины Вилюйской ГЭС</i>	Чона	488	24 700	1	



ПРОГНОЗ СРЕДНИХ СУММ ОСАДКОВ ПО ВОДОСБОРАМ
ЗА 12.2023 по данным модели WRF ХАБ-15
Указаны суммы осадков за период, осредненные по всем узлам сетки модели на водосборе.
Под номером периода указано количество осредненных дней.

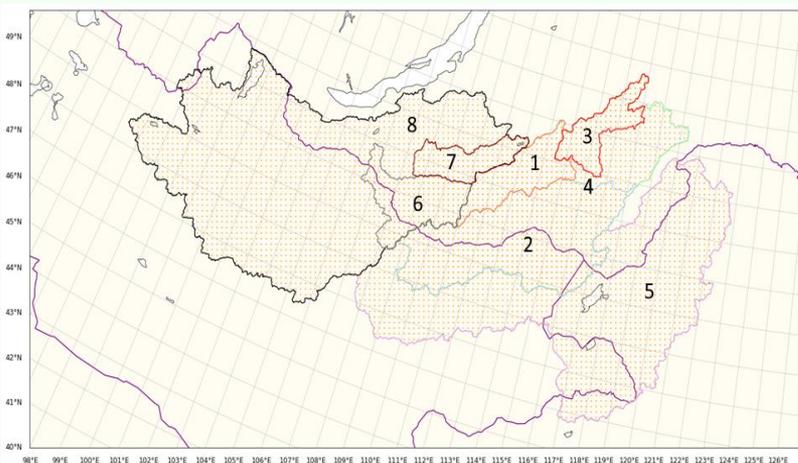
ВОДОСБОР	I	II	III	IV	V	VI
	5 дн.	5 дн.	3 дн.			
р. Алдан-Верхоян.Пер.	0.6	2.0	1.4			
р. Тимптон-У. -Тимптон	1.2	0.8	0.2			
р. Учур-Чюльбю	0.9	1.7	0.6			
р. Амга-Харбалах	0.6	0.5	0.8			
р. Вилюй-Хатырык-Хомо	0.2	0.3	0.5			
р. Марха-Малыкай	0.1	0.5	0.4			
р. Вилюй-У. Амбардах	0.1	0.3	0.4			
р. Чона-Чона	1.8	0.2	0.4			

Остальные реки Якутии, по списку Якутского УГМС будут включены в технологию в ближайшее время.

Частные водосборы рек Забайкалья

Водосборы рек Забайкалья

№ п/п	Река	Замыкающий створ	индекс	Протяженность (км)	Площадь бассейна (км ²)	Количество пунктов наблюдений на водосборе	Количество узлов сетки «Хаб-15»
1	Иногда	Иногда-Красноярово	06143	708	37000	5	158
2	Онон	Онон-Чирон	06086	1032	95900	5	598
3	Нерча	Нерча-Нерчинск	06187	580	27500	3	113
4	Шилка	Шилка-Аникино	06074	560	203000	6	1046
5	Амгунь	Аргунь-Урюпино	06042	951	145000	3	1333
6	Чикой	Чикой-Поворот	07076	769	44700	3	187
7	Хилок	Хилок-Малета	07098	840	25700	2	111
8	Селенга	Селенга-Кабанск	07053	1024	300000	4	1895



ПРОГНОЗ СРЕДНИХ СУММ ОСАДКОВ ПО ВОДОСБОРАМ

ЗА 05.2024 по данным модели WRF ХАБ-15

Указаны суммы осадков за период, осредненные по всем узлам сетки модели на водосборе.

Под номером периода указано количество осредненных дней.

ВОДОСБОР	I	II	III	IV	V	VI
	5 дн.	5 дн.	4 дн.			
р.Иногда-Красноярово	0.4	1.9	0.7			
р.Онон-Чирон	0.0	1.4	0.9			
р.Нерча-Нерчинск	0.2	1.0	1.8			
р.Шилка-Аникино	0.1	1.3	0.9			
р.Аргунь-Урюпино	0.1	0.7	1.9			
р.Чикой-Поворот	0.5	3.6	0.6			
р.Хилок-Малета	1.2	1.0	0.8			
р.Селенга-Кабанск	0.7	1.5	0.5			

Частные водосборы Колымы

Частные водосборы р. Колымы							
№ п/п	Наименование реки	Координаты замыкающих створов	индекс	Протяженность (км)	Площадь бассейна (км ²)	Количество пунктов наблюдений на водосборе	Количество уз сетки модел «Хаб-15»
1	р. Балыгычан	63°58'38" сш	устье	400 км	17600	2	77
		154°11'03" вд					
2	р. Коркодон	64°45'06" сш	01016	476 км	42800	3	201
		153°56'22" вд					
3	р. <u>Аян-Юрях</u>	62°31'26" сш	01632	237 км	24100	2	59
		147°20'42" вд					
4	р. <u>Бохапча</u>	62°05'44" сш	01176	291 км	13800	1	59
		150°40'44" вд					
5	р. <u>Сугой</u>	64°14'39" сш	устье	347 км	26100	3	113
		154°29'53" вд					
6	р. <u>Буюнда</u>	62°45'46" сш	устье	434 км	24800	4	118
		152°34'36" вд					
7	р. Берелех	62°46'48" сш	01053	239 км	9810	2	33
		148°07'48" вд					
8	р. Кулу	61°54'12" сш	01095	385 км	15600	1	47
		147°25'04" вд					
9	р. <u>Детрин</u>	61°08'35" сш	01151	222 км	6450	2	17
		149°39'53" вд					
10	р. Дебин	62°30'59" сш	01622	284 км	5530	2	15
		149°37'26" вд					



ПРОГНОЗ СРЕДНИХ СУММ ОСАДКОВ ПО ВОДОСБОРАМ

ЗА 05.2024 по данным модели WRF ХАБ-15

Указаны суммы осадков за период, осредненные по всем узлам сетки модели на водосборе

Под номером периода указано количество осредненных дней.

ВОДОСБОР	I 5 дн.	II 5 дн.	III 4 дн.	IV	V	VI
р.Балыгчан-устье	0.7	0.1	0.5			
р.Коркодон-01016	0.2	0.1	0.8			
р.Аян-Юрях-01632	1.3	0.2	1.5			
р.Бохалча-01176	1.2	0.3	1.4			
р.Сугой-устье	0.3	0.1	0.7			
р.Буюнда-устье	0.9	0.2	1.8			

ВОДОСБОР	I 3 дн.	II 3 дн.	III 3 дн.	IV 3 дн.	V 2 дн.	VI	VII	VIII	IX	X
р.Берелех-01053	1.0	0.2	0.1	0.7	0.9					
р.Кулу-01095	1.1	0.4	0.2	0.8	1.3					
р.Детрин-01151	0.7	0.2	0.4	0.2	1.3					
р.Дебин-01622	2.9	0.5	0.1	0.1	4.7					

Доклад окончен

Спасибо за внимание