

## **Метод краткосрочного (с заблаговременностью до 72 часов) прогноза изменений уровня моря на побережье Охотского моря, северной части Японского моря, восточном побережье полуострова Камчатка**

Метод разработан в.н.с. отдела гидрометеорологических исследований и прогнозов (ОГМИП) ФГБУ «ДВНИГМИ», к.г.н. Любичким Ю. В.

Метод предусматривает прогноз изменений суммарного (наблюдаемого) уровня моря и его приливной, непериодической и фоновой составляющих.

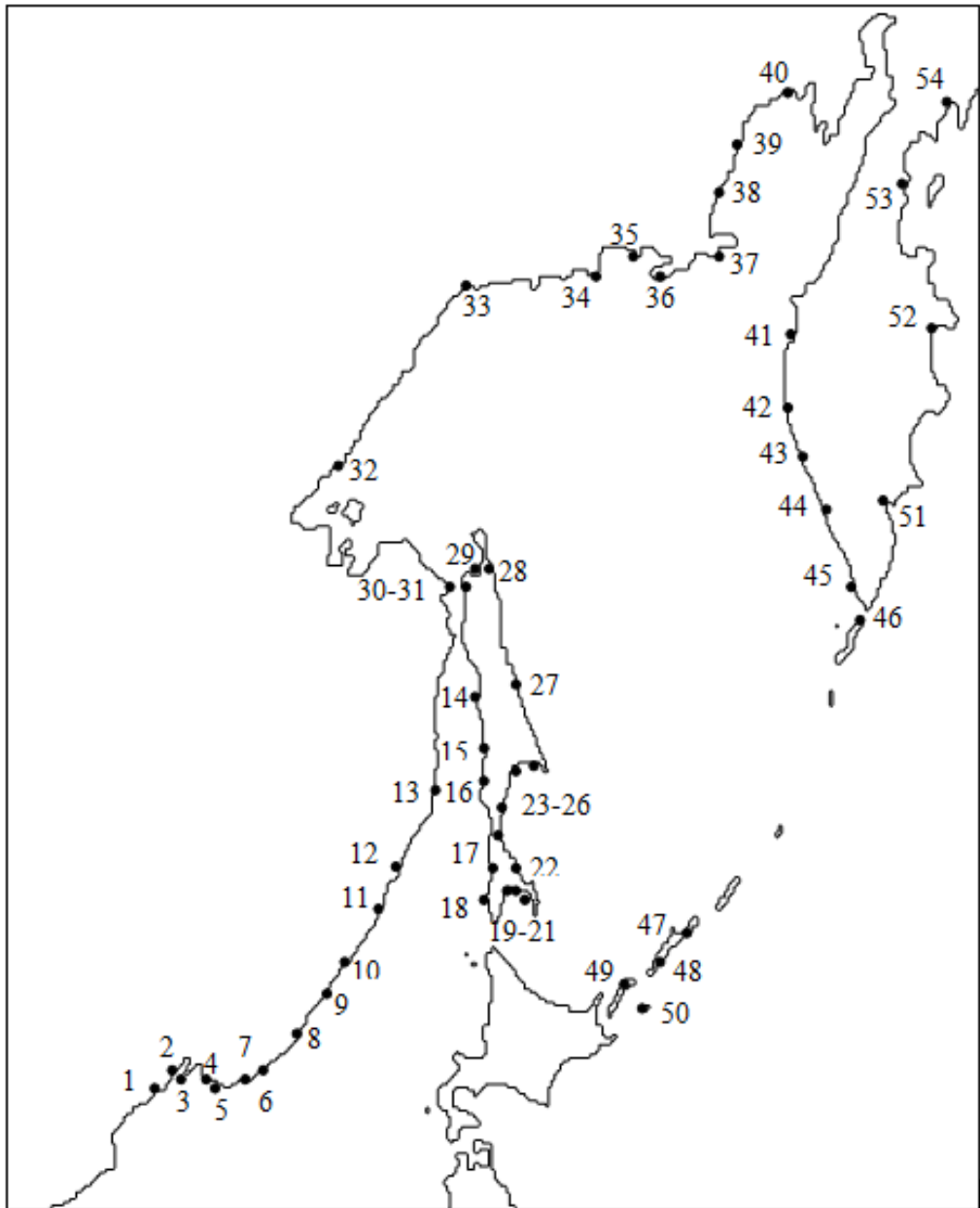
Основным функциональным блоком метода прогноза является двумерная численная гидродинамическая модель совместной динамики воды и льда [1, 2], с помощью которой рассчитываются пространственно-временные изменения непериодической составляющей суммарного уровня моря в пределах всего объекта (рисунок). Пространственный шаг сетки численной модели составляет 7,5 км. В отдельных районах (шельф северо-западной части Охотского моря и восточного побережья о. Сахалин, Сахалинский залив, Амурский лиман, северная часть Татарского пролива) предусмотрена детализация сетки (шаг 2,5 км). Форсинг модели реализуется с помощью прогностических полей ветра и приземного атмосферного давления, рассчитанных в рамках региональной атмосферной модели WRF-ARW [3]. При моделировании учитывается сток Амура.

Приливная составляющая суммарного уровня моря рассчитывается только для береговых пунктов (прогноз выпускается по 54 пунктам (рисунок)) по гармоническим постоянным одиннадцати основных волн прилива. Изменения фонового (среднего) уровня моря вычисляются непосредственно в рамках численной модели.

Прогноз рассчитывается на вычислительных мощностях ФГБУ «Дальневосточное УГМС» два раза в сутки от сроков 00 час и 12 час Всемирного скоординированного времени (ВСВ).

Технологическая линия метода прогноза работает в автоматическом режиме. Информация о распределении ледяного покрова на акватории дальневосточных морей ежедневно считывается в Интернете с сайта Японского метеорологического агентства (JMA). Для расчёта величины стока Амура используются оперативные сведения об уровне воды и ледовых явлениях в с. Богородское (замыкающий створ реки), поступающие в ФГБУ «Дальневосточное УГМС» по каналам связи.

Результаты оперативных испытаний метода прогноза в июле 2017 г. – сентябре 2018 г. позволяют сделать вывод, что данный метод позволяет прогнозировать изменения уровня моря на побережье дальневосточных морей России и прилегающей к ним акватории Тихого океана с достаточно высокой точностью (таблицы 1, 2).



- 1 – Посъет, 2 – Славянка, 3 – Владивосток, 4 – Находка, 5 – Козьмино, 6 – Преображение, 7 – Валентин, 8 – б. Ольги, 9 – Рудная Пристань, 10 – Пластун, 11 – Сосуново, 12 – Адими, 13 – Советская Гавань, 14 – Александровск-Сахалинский, 15 – Пильво, 16 – Углегорск, 17 – Холмск, 18 – Невельск, 19 – Корсаков, 20 – Пригородное, 21 – Новиково, 22 – Стародубское, 23 – Взморье, 24 – Макаров, 25 – Поронайск, 26 – Владимирово, 27 – Комрво, 28 – Одопту, 29 – Москальво, 30 – Рыбновск, 31 – о. Байдукова, 32 – Аян, 33 – Охотск, 34 – о. Спафарьева, 35 – б. Нагаева, 36 – м. Алевина, 37 – м. Братьев, 38 – Брохово, 39 – зал. Шелихова, 40 – Северо-Эвенск, 41 – Усть-Хайрюзово, 42 – Ича, 43 – Устьевое, 44 – Октябрьский, 45 – Озерновский, 46 – Северо-Курильск, 47 – Курильск, 48 – Буревестник, 49 – Южно-Курильск, 50 – Малокурильское, 51 – Петропавловск-Камчатский, 52 – Усть-Камчатск, 53 – Оссора, 54 – Корф (Тиличики)

Рамка рисунка соответствует границам сеточной области модели для расчёта непериодической составляющей суммарного уровня моря

Схема расположения пунктов, для которых выпускается прогноз уровня моря

Таблица 1

Характеристики качества прогнозов суммарного уровня моря во время оперативных испытаний метода прогноза (июль 2017 г. – сентябрь 2018 г.)

Пункт	ДО, см	N	$\hat{\delta}$ , см	$\delta$ , см	S, см	$S/\sigma_x$	P, %
Посьет	12	5376	-0,2	4,6	5,8	0,34	96,2
Владивосток	12	5376	-0,8	4,6	5,9	0,39	95,5
Находка	12	5358	-0,6	4,7	5,9	0,42	96,7
Преображение	12	5358	0,0	4,1	5,3	0,42	97,2
Рудная Пристань	12	5376	0,0	4,3	5,5	0,37	96,4
Сосуново	15	5256	-0,4	4,9	7,0	0,56	97,6
Советская Гавань	15	4200	0,7	5,8	7,3	0,39	96,0
Углегорск	16	5376	8,1	9,1	11,2	0,48	87,5
Холмск	15	5376	10,7	11,0	12,8	0,87	78,1
Корсаков	19	4779	0,5	6,5	8,9	0,32	95,9
Стародубское	20	4092	1,8	6,2	8,4	0,28	97,1
о. Байдукова	30	3803	3,0	14,9	19,0	0,37	89,3
Аян	25	2322	8,1	11,0	14,3	0,16	92,5
б. Нагаева	25	5376	16,9	18,4	21,8	0,21	78,1
Курильск	18	5358	0,4	5,5	6,9	0,25	98,9
Малокурильское	20	4308	2,5	6,0	7,4	0,25	99,4
Петропавловск-Камчатский	20	5376	8,4	10,0	12,9	0,30	94,0
Корф (Тиличики)	25	5148	0,3	6,0	8,1	0,18	98,5
Примечания:							
1. ДО – допустимая ошибка прогноза;							
2. N – количество сравниваемых наблюдавшихся и прогнозируемых значений уровней моря;							
3. $\hat{\delta}$ – средняя арифметическая (систематическая) ошибка прогноза, $\delta$ – средняя абсолютная ошибка прогноза, S – средняя квадратическая ошибка прогноза, $\sigma_x$ – среднее квадратическое отклонение значений суммарного уровня моря по данным наблюдений, P – оправдываемость метода прогноза.							

Таблица 2

Характеристики качества прогнозов неперидической составляющей уровня моря во время штормовых нагонов во время оперативных испытаний метода прогноза (июль 2017 г. – сентябрь 2018 г.)

Пункт	$N$	$K$	$\hat{\delta}$ , см	$\varepsilon$	$\delta$ , см	$S$ , см	$\hat{\sigma}$ , см	$S/\sigma_x$	$P$ , %
Находка	2	179	-10,9	0,33	11,4	14,2	9,1	0,40	60,9
Преображение	3	227	-14,8	0,44	14,8	16,7	8,8	0,54	58,6
Рудная Пристань	3	279	-9,3	0,29	10,6	12,5	8,4	0,33	72,0
Сосуново	6	558	-6,4	0,18	8,1	11,0	8,9	0,24	86,6
Советская Гавань	2	61	-7,4	0,30	10,6	11,7	9,0	0,33	85,2
Углегорск	2	191	6,2	0,26	9,6	12,4	10,8	0,38	80,6
Холмск	3	178	9,8	0,29	10,5	12,1	7,1	0,32	79,8
Стародубское	4	319	2,3	0,17	8,7	10,6	10,4	0,26	95,0
о. Байдукова	6	172	-5,0	0,29	16,5	19,7	19,0	0,35	88,4
Аян	2	104	8,7	0,49	13,4	16,8	14,4	0,40	87,5
б. Нагаева	4	377	12,5	0,42	16,3	20,3	16,0	0,52	78,2
Курильск	3	312	-6,3	0,22	9,9	12,7	11,0	0,35	82,1
Малокурильское	2	185	-0,6	0,15	6,4	9,0	9,0	0,21	96,2
Петропавловск-Камчатский	3	412	3,0	0,28	10,3	13,4	13,0	0,37	89,1
Корф (Тиличики)	2	229	5,9	0,43	7,4	8,8	6,5	0,28	100,0

Примечания:

1.  $N$  – количество штормовых нагонов,  $K$  – число сравниваемых наблюдавшихся и прогнозируемых значений неперидической составляющей суммарного уровня моря;
2.  $\hat{\delta}$  – средняя арифметическая (систематическая) ошибка прогноза,  $\varepsilon$  – средняя относительная ошибка прогноза,  $\delta$  – средняя абсолютная ошибка прогноза,  $S$  – средняя квадратическая ошибка прогноза,  $\hat{\sigma}$  – среднее квадратическое отклонение ошибки прогноза (стандартная ошибка),  $\sigma_x$  – среднее квадратическое отклонение значений неперидической составляющей суммарного уровня моря по данным наблюдений,  $P$  – оправдываемость метода прогноза.

## Литература

1 Ашик И. М. Численный гидродинамический метод прогноза колебаний уровня в юго-восточной части Баренцева и юго-западной части Карского моря // Информационный сборник № 31. Результаты испытаний новых и усовершенствованных методов гидрометеорологических прогнозов. – М.: Изд-во Метеоагентства Росгидромета, 2005. – С. 85 – 103.

2 Любицкий Ю. В. Метод краткосрочного прогноза уровня моря на побережье и акватории Охотского и Японского морей и на восточном побережье полуострова Камчатка // Труды ДВНИГМИ. – Вып. 155. – Владивосток: Дальнаука, 2017. – С. 32 – 68.

3 Вербицкая Е. М., Романский С. О. Конфигурация модели WRF-ARW для прогноза погоды в Дальневосточном регионе // Юбилейный выпуск «ДВНИГМИ – 65 лет». – Владивосток: Дальнаука, 2015. – С. 172 – 203.