

DOI: <https://doi.org/10.37162/2618-9631-2020-4-96-109>

УДК 556.536+519.688

## **Структура обратной связи и оценка оправдываемости предупреждений о наводнениях EFAS по рекам северо-запада Российской Федерации**

*А.В. Романов<sup>1</sup>, М.В. Ячменова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации, г. Москва, Россия;*

<sup>2</sup> *Северо-Западное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Санкт-Петербург, Россия  
alexey.romanov@mecom.ru, yachmenova@yandex.ru*

На примере данных предупреждений о наводнениях, предоставленных Европейской системой предупреждений о наводнениях (EFAS) для территории ФГБУ «Северо-Западное УГМС» в 2018–2020 гг., выполнена оценка структуры систематизированных вопросов портала EFAS, определяющих обратную связь для круглогодичного мониторинга оправдываемости прогнозов наводнений с использованием базовой модели LISFLOOD, а также ее калибровку. Выделены несколько наиболее важных разделов обратной связи, позволяющих существенно улучшить процедуру количественной и качественной дифференцированной оценки краткосрочных и среднесрочных прогнозов наводнений. По результатам выполненного численного анализа дана общая характеристика качества работы системы предупреждений о наводнениях проекта EFAS и перспективы участия в нем Российской Федерации.

*Ключевые слова:* наводнение, гидрологические прогнозы, заблаговременность прогноза, обратная связь, точность прогноза

## **Feedback structure and EFAS flood warning verification for the rivers in the northwestern Russian Federation**

*A.V. Romanov<sup>1</sup>, M.V. Yachmenova<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Hydrometeorological Research Center of Russian Federation, Moscow, Russia;*

<sup>2</sup> *Northwestern Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Saint Petersburg, Russia  
alexey.romanov@mecom.ru, yachmenova@yandex.ru*

Based on the example of flood warning data provided by EFAS for the territory of Northwestern Administration for Hydrometeorology and Environmental Monitoring in 2018-2020, the structure of the systematized issues of the EFAS portal is analyzed. The issues determine a feedback for the year-round monitoring of the accuracy of flood forecasting using the LISFLOOD base model, as well as its calibration. Several most important feedback sections are highlighted, that allow improving significantly a procedure for the quantitative and qualitative differentiated assessment of short- and medium-range flood forecasts. Using the results of the numerical analysis, a general description of the EFAS flood warning system quality and the prospects for the participation of the Russian Federation in it are given.

*Keywords:* flooding, hydrological forecasts, forecast lead time, feedback, forecast accuracy

## Введение

Сложившаяся на сегодня в Российской Федерации система краткосрочных гидрологических прогнозов в силу ряда объективных причин существенно отстает от многих ее зарубежных аналогов [1, 2]. Поэтому так важно несмотря на отсутствие существенных продвижений в реализации полноценного взаимодействия с Европейской системой предупреждения о наводнениях (EFAS), о чем достаточно подробно сказано в [3], использовать любые возможности в наращивании потенциала взаимосвязей с международными системами прогнозирования наводнений, позволяющими улучшить качество оперативного краткосрочного и среднесрочного прогнозирования водного режима речных систем.

Объектом исследования данной работы являются научно-методические принципы, положенные в основу организации системы обратной связи портала EFAS, а также первичная проверка оправдываемости краткосрочных и среднесрочных гидрологических прогнозов по территории, входящей в зону ответственности ФГБУ «Северо-Западное УГМС», за период с 2018 по 2020 год. Можно с уверенностью предположить, что уже в ближайшие два-три года система предупреждений о наводнениях EFAS существенно продвинется на восток в рамках европейской части Российской Федерации. Поэтому даже предварительная оценка ее устойчивости, надежности и достоверности по территории только одного УГМС имеет большое теоретическое и практическое значение.

### 1. Структура обратной связи EFAS и ее модификация

Принципиальным элементом в реализации концепции развития системы предупреждений EFAS является разработка структуры систематизированных вопросов его портала, определяющих обратную связь. Последняя является исключительно важной составляющей всей системы предупреждений о наводнениях, так как позволяет разработчикам базовой модели LISFLOOD в режиме круглогодичного мониторинга решать две основные задачи [5–7]: 1) отслеживать оправдываемость краткосрочных и среднесрочных прогнозов наводнений по большим территориям и 2) проводить дополнительную калибровку базовой модели, используя качественные и количественные характеристики наводнений, приводимые партнерами EFAS при их прохождении. Особую роль такая разработанная в EFAS технология играет в случае отсутствия архивной и оперативной гидрологической баз данных по выделенным речным системам, что, в частности, характерно для территории Российской Федерации [3]. Следует отметить, что в нашей стране своеобразным аналогом такой обратной связи еще в 20-х годах XX века служили специальные «опросные листы» [4], распространяемые среди населения на территориях, подверженных наводнениям, которые активно использовали сотрудники

отдела гидрологических прогнозов Государственного гидрологического института при разработке методов гидрологических прогнозов.

Динамику изменения структуры вопросов, определяющих обратную связь портала EFAS, можно проследить, анализируя табл. 1 и 2. Прежде всего следует отметить, что принципиальным технологическим изменением получения обратной связи был отказ EFAS начиная с 2019 года от использования электронной почты и переход к встроенной в портал системе EFAS-IS, существенно упрощающей связь между предупреждениями о наводнениях и элементами обратной связи. В первом приближении концептуально структуры табл. 1 и 2 очень близки. Однако есть принципиальные различия, которые необходимо отметить.

**Таблица 1.** Старая структура вопросов портала EFAS, определяющая качественную и количественную характеристику предупреждения о наводнении, на которые должен был отвечать партнер EFAS в рамках принятой до 2019 г. системы обратной связи

**Table 1.** The old structure of questions from the EFAS portal that defines the qualitative and quantitative characteristics of the flood warning that the EFAS partner had to respond within the framework of the feedback system adopted before 2019

1	Название организации и ее e-mail	
2	Какое предупреждение (название региона и дата его отправления) относится к данной обратной связи?	
3	Наблюдалось ли наводнение (средний расчетный интервал времени, в течение которого гарантировано его появление с фиксированной амплитудой повторяемости, равной или большей, чем один раз в 2 года)?	
4	На сколько серьезно было данное явление (территория распространения, уровень воды над поверхностью Земли, человеческие жертвы, экономический ущерб)?	
5	Местоположение наблюдаемого наводнения (например, название реки, координаты и т. д.)?	
6	Оцените точность информации, предоставляемой EFAS, с точки зрения местоположения	В значительной степени как указано в информации EFAS
		На смежном водосборе
		В данном регионе, но не на смежном водосборе
		В более обширном регионе
		За пределами обширного региона
	Нет информации	
7	Какова реальная заблаговременность прогноза (т. е. число дней между датой получения предупреждения от EFAS и началом наводнения (рассматриваются только расходы воды в период наводнения, большие по значению, чем пятилетний период повторяемости))? Если наблюдаемое явление имеет повторяемость меньшую, чем один раз в пять лет, то тогда оценка той же характеристики, что и в предыдущем случае, делается на уровне общих представлений и знаний о наблюдаемом явлении	
8	Оцените точность информации, предоставляемой EFAS, с точки зрения времени	Явление наблюдалось в дату на $\geq 3$ сут позднее, чем прогнозировалось
		Явление наблюдалось в дату на 1-2 сут позднее, чем прогнозировалось
		Явление наблюдалось точно в дату прогноза
		Явление наблюдалось в дату на 1-2 сут ранее, чем прогнозировалось
		Явление наблюдалось в дату на $\geq 3$ сут ранее, чем прогнозировалось

9	Оцените точность информации, предоставляемой EFAS, с точки зрения величины явления	Намного более значительная, чем прогнозировалась EFAS
		Более значительная, чем прогнозировалась EFAS
		Сопоставимая с прогнозом, предоставляемой EFAS
		Менее значительная, чем прогнозировалась EFAS
		Намного менее значительная, чем прогнозировалась EFAS
		Нет информации
10	Чему равно значение повторяемости для наблюдаемого наводнения?	2-4 года
		5-9 лет
		10-19 лет
		20-99 лет
		≥ 100 лет
		Нет информации
11	Что вызвало наводнение? Если причин более одной, то необходимо дать им определенную оценку	Снеготаяние
		Длительное выпадение осадков
		Сильный ливень
		Насыщение почвы
		Ледовый зажор
		Прорыв плотины
12	Если ни одна из этих причин не подходит, то что является причиной наводнения?	
13	Оцените прогнозы EFAS для вашей организации (1 = Нет дополнительных преимуществ, я уже знал о предстоящей ситуации; 5 = Очень полезно, благодаря предупреждению мы были подготовлены к данной ситуации)	5
		4
		3
		2
		1
		Нет информации
14	Если вы хотите поделиться с нами другими материалами данного явления (например, фотографиями, региональными/национальными отчетами, шейп-файлами и т. д.), то, пожалуйста, загрузите их здесь	Выбрать файл
		Файл не выбран
15	Место для дополнительных комментариев	

**Таблица 2.** Новая структура вопросов портала EFAS, определяющая качественную и количественную характеристику предупреждения о наводнении, на которые должен был ответить партнер EFAS в рамках принятой с 2019 г. системы обратной связи

**Table 2.** A new structure of questions from the EFAS portal that defines the qualitative and quantitative characteristics of the flood warning to be answered by the EFAS partner as part of the feedback system that has been adopted since 2019

1	Название организации и ее e-mail	
2	Наблюдалось ли наводнение в данном регионе или вокруг него?	
<b>На сколько серьёзным было это явление?</b>		
3	Чему равен средний расчетный интервал времени, в течение которого гарантировано появление наблюдаемого наводнения с фиксированной амплитудой повторяемости?	3.1. 2-4 года
		3.2. 5-9 лет
		3.3. 10-19 лет
		3.4. 20-50 лет
		3.5. ≥100 лет
		3.6. Нет информации

4	На сколько серьезно было данное явление (повторяемость, территория распространения, уровень воды над поверхностью Земли, человеческие жертвы, экономический ущерб)?	
5	Что вызвало данное явление?*	5.1. Прорыв плотины
		5.2. Сильный ливень
		5.3. Снеготаяние
		5.4. Длительное выпадение осадков
		5.5. Насыщение почвы
		5.6. Ледовый зажор
		5.7. Ни одно из перечисленных
<b>С какой заблаговременностью было дано предупреждение о наводнении?</b>		
6	Число дней между отправкой предупреждения и началом явления*	
<b>Насколько точным было данное предупреждение?</b>		
7	Оцените точность информации, предоставляемой EFAS, с точки зрения величины явления	7.1. В значительной степени как указано в информации EFAS
		7.2. На смежном водосборе
		7.3. В данном регионе, но не на смежном водосборе
		7.4. В более обширном регионе
		7.5. За пределами обширного региона
		7.6. Нет информации
8	Оцените точность информации, предоставляемой EFAS, с точки зрения времени	8.1. Явление наблюдалось в дату на $\geq 3$ сут позднее, чем прогнозировалось
		8.2. Явление наблюдалось в дату на $\geq 1-2$ сут позднее, чем прогнозировалось
		8.3. Явление наблюдалось точно в дату прогноза
		8.4. Явление наблюдалось в дату на 1-2 сут ранее, чем прогнозировалось
		8.5. Явление наблюдалось в дату на $\geq 3$ сут ранее, чем прогнозировалось
		8.6. Нет информации
9	Оцените точность информации, предоставляемой EFAS, с точки зрения времени прохождения пика наводнения	9.1. Нет информации
		9.2. Пик наблюдался в дату на $\geq 3$ сут позднее, чем прогнозировалось
		9.3. Пик наблюдался в дату на 1-2 сут позднее, чем прогнозировалось
		9.4. Пик наблюдался точно в дату прогноза
		9.5. Пик наблюдался в дату на 1-2 сут ранее, чем прогнозировалось
		9.6. Пик наблюдался в дату на $\geq 3$ сут ранее, чем прогнозировалось
10	Оцените точность информации, предоставляемой EFAS, с точки зрения оценки величины пика	10.1. Пик намного более значительный, чем прогнозировался EFAS
		10.2. Пик более значительный, чем прогнозировался EFAS
		10.3. Пик сопоставим с прогнозом, представленным EFAS
		10.4. Пик менее значительный, чем прогнозировался EFAS
		10.5. Пик намного менее значительный, чем прогнозировался EFAS
		10.6. Нет информации

Как бы вы оценили добавленную величину значимости прогноза EFAS?		
11	Оцените прогнозы EFAS для вашей организации (1 = Нет дополнительных преимуществ, я уже знал о предстоящей ситуации; 5 = Очень полезно, благодаря предупреждению мы были подготовлены к данной ситуации)	11.1. 5
		11.2. 4
		11.3. 3
		11.4. 2
		11.5. 1
		11.6. Нет информации
12	Хотели бы вы поделиться с нами информацией? Пожалуйста, загрузите ниже любой имеющийся у вас файл (отчет, изображение, график) о данном явлении	
13	Адреса новостей по URL?	
14	Другие комментарии?	

Прежде всего, в новой форме (табл. 2) структурно ряд вопросов объединены в группы, которые отражают качественный (количественный) подход EFAS к обратной связи по следующим разделам:

- 1) уровень опасности явления;
- 2) заблаговременность прогноза;
- 3) точность предупреждения;
- 4) оценка добавленной значимости прогноза EFAS,

при этом звездочками отмечены наиболее важные пункты, которые обязательно должны быть заполнены при формировании обратной связи.

За счет использования EFAS-IS и ссылки на индивидуальную обратную связь, в которой уже указаны данные о регионе (стране), названии реки и дате отправленного предупреждения, разработчикам обратной связи удалось практически объединить второй и пятый вопросы из старой формы (табл. 1), что существенно облегчает работу с ней. Кратко перечислим все основные изменения по указанным разделам.

• **Уровень опасности явления:** 1) пункт со значением повторяемости равной 20–99 лет заменен на 20–50 лет, что ближе к реальной ситуации, наблюдаемой на речных водосборах Европы; 2) оценка причин возникновения наводнения дифференцируется, как и раньше (табл. 1), по шести пунктам с добавлением еще одного пункта, который может быть использован в том случае, если причина возникновения наводнения неизвестна (табл. 2).

• **Точность предупреждения:** 1) в данном случае акцент сделан не на явлении наводнения в целом (табл. 1), а на его пике (табл. 2), что имеет принципиальное значение прежде всего для реализации процедуры калибровки модели LISFLOOD по данным обратной связи; 2) пик наводнения оценивается по двум характеристикам: время прохождения и его величина.

• **Оценка добавленной значимости прогноза EFAS:** дополнительно к указанным в табл. 1 вопросам, в табл. 2 запрашиваются адресные ссылки по URL из Internet, отражающие текущую историю прохождения наводнения, а также любые комментарии к нему.

Очевидно, что процесс совершенствования блоков модели LISFLOOD и технологии ее калибровки закономерно приведет к модификации принятой на сегодня системы обратной связи на базе табл. 2, которая неизбежно будет уточняться с целью улучшения количественной и качественной оценки предупреждения о наводнениях.

## **2. Специфика обратной связи, реализуемой в рамках партнерских отношений EFAS и Российской Федерации**

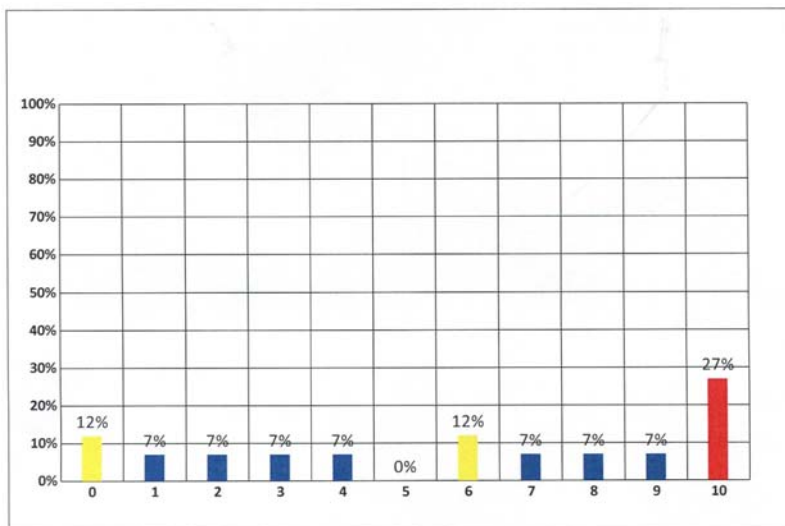
Деятельность отдела гидрологических прогнозов ФГБУ «Северо-Западное УГМС» (ОГПСЗ), как, впрочем, и других аналогичных отделов в УГМС системы Росгидромета, основывается прежде всего на анализе условий формирования речного стока в текущем году, за прошлые годы, а также на хорошем знании условий формирования гидрологического режима для обслуживаемой территории и научно обоснованных методах его краткосрочного и долгосрочного прогнозирования. Для этого используются архивная и оперативная базы данных гидрологических и метеорологических наблюдений. В настоящее время в силу ряда субъективных причин в ОГПСЗ практически отсутствуют методы краткосрочных прогнозов водного режима рек по территории, закрепленной за данным УГМС. В то же время потребность в таких прогнозах постоянно увеличивается, поэтому информация EFAS с предупреждениями о наводнениях с заблаговременностью до десяти суток исключительно актуальна для данного отдела.

По данным разных источников, EFAS предполагает уже в ближайшие три года практически полностью завершить реализацию модели LISFLOOD для европейской части Российской Федерации. Активное использование предупреждений EFAS в региональных УГМС не исключает, а, наоборот, при открытой научной конкуренции может только интенсифицировать собственные разработки в этой области. Все это в условиях часто технологической отсталости уровня разработки краткосрочных и среднесрочных прогнозов водного режима для ряда речных систем нашей страны должно дать большой экономический эффект.

В настоящее время в ОГПСЗ накоплен определенный опыт работы с предупреждениями EFAS в рамках использования обратной связи в условиях, когда EFAS не имеет архивных гидрологических данных по данной территории [3]. Поэтому так важно даже на ограниченном по времени материале (2018–2020 гг.) выполнить анализ полученных от EFAS за это время данных и обобщить технологию их использования.

На рис. 1–7 представлены количественные и качественные характеристики первичного анализа предупреждений о наводнениях, полученных и обработанных ОГПСЗ в рамках обратной связи с использованием табл. 1 и 2.

Первичный анализ показывает, что общее число успешных предупреждений о наводнениях – 68 %, выпущенных EFAS для данной территории, более чем в два раза превышает неудачные прогнозы – 32 %. При этом заблаговременность ( $\Delta$ ) краткосрочных и среднесрочных прогнозов EFAS по территории ФГБУ «Северо-Западное УГМС» менялась в достаточно широком диапазоне (от 0 до 10 сут) и составляет, соответственно: 13 % для  $\Delta = 0$  сут; 7 % для  $\Delta = 1, 2, 3$  сут; 13 % для  $\Delta = 6$  сут; 7 % для  $\Delta = 7, 8, 9$  сут и 27 % для  $\Delta = 10$  сут (рис. 1).



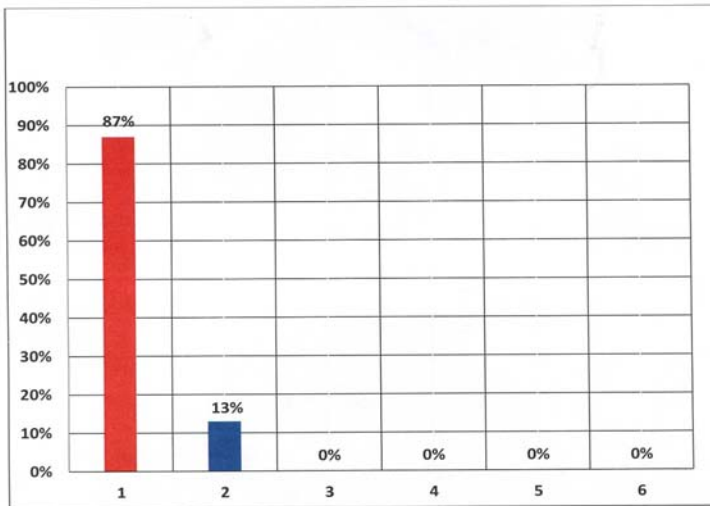
**Рис. 1.** Дифференцированная характеристика оценки прогнозов наводнений EFAS по заблаговременности (в %): 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 – число дней между датой получения предупреждения о наводнении и его началом.

**Fig. 1.** Differentiated characteristic of estimation of the EFAS flood forecasts assessment by lead time (in%): 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 - the number of days between the date of receiving the flood warning and its beginning.

Доминирующими (87 %) в рамках рассматриваемого периода были наводнения, достаточно часто встречающиеся для данной территории, с повторяемостью, равной 2–4 года. Оставшиеся 13 % приходятся на наводнения с повторяемостью один раз в 5–9 лет (рис. 2). В подавляющем большинстве случаев причиной наводнений служило весеннее снеготаяние – 61 %, а также сильные ливни – 33 % и насыщение почвы – 6 % (рис. 3).

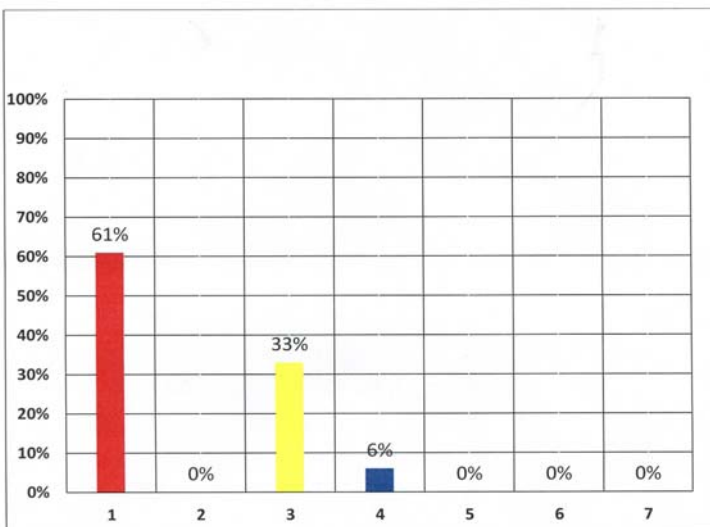
Отличительной особенностью предупреждений EFAS для данной территории в рамках рассматриваемого периода была высокая степень надежности прогнозов по местоположению (рис. 4). Все предупреждения (100 %) были в границах указанного водосбора.





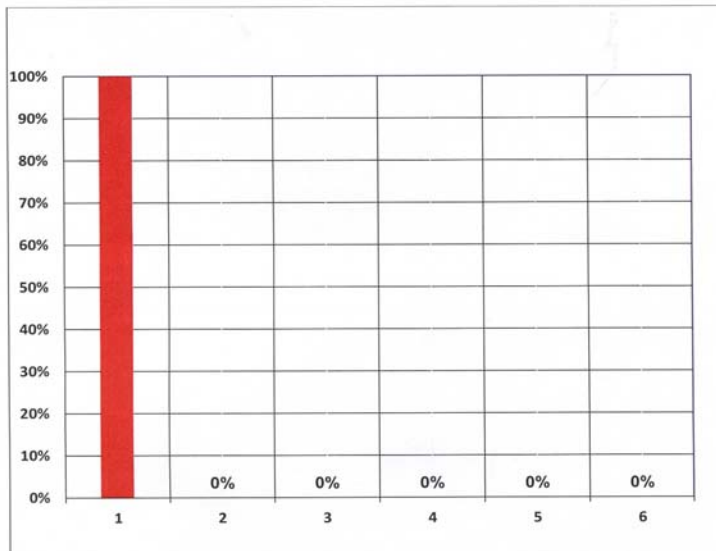
**Рис. 2.** Дифференцированная характеристика повторяемости для наблюдаемых наводнений с фиксированной амплитудой (в %): 1, 2, 3, 4, 5, 6 соответствуют пунктам 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 табл. 2.

**Fig. 2.** Differentiated characteristic of repeatability for observed floods with a fixed amplitude (in%): 1, 2, 3, 4, 5, 6 correspond to the items 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 of Table 2.



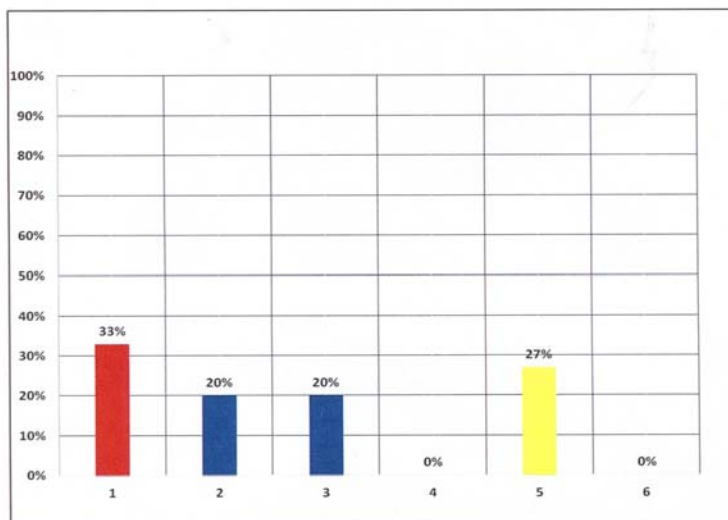
**Рис. 3.** Дифференцированная характеристика причины возникновения наблюдаемых наводнений (в %): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 соответствуют пунктам 5.3, 5.1, 5.2, 5.5, 5.4, 5.6, 5.7 табл. 2.

**Fig. 3.** Differentiated characteristic of the cause of observed floods (in%): 1, 2, 3, 4, 5, 6 correspond to the items 5.3, 5.1, 5.2, 5.5, 5.4, 5.6, 5.7 of Table 2.



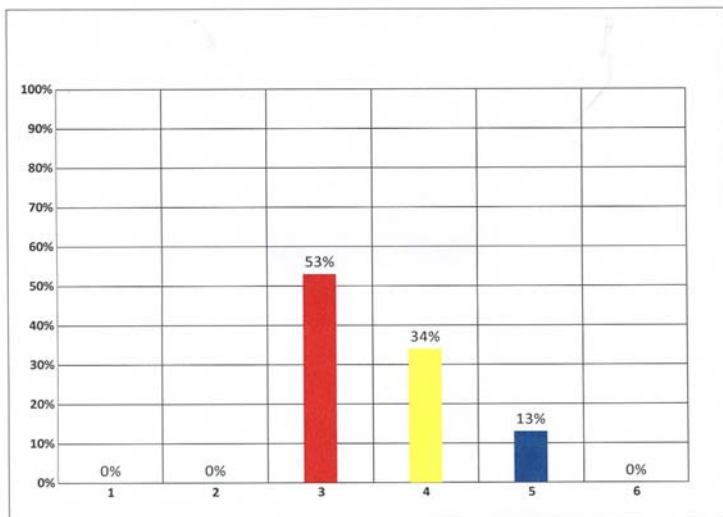
**Рис. 4.** Дифференцированная характеристика оценки точности информации, предоставляемой EFAS с точки зрения местоположения данного явления (в %): 1, 2, 3, 4, 5, 6 соответствуют пунктам 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6 табл. 2.

**Fig. 4.** Differentiated characteristic of estimation the accuracy of information provided by EFAS in terms of location of this phenomenon (in %): 1, 2, 3, 4, 5, 6 correspond to the items 7.1, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6 of Table 2.



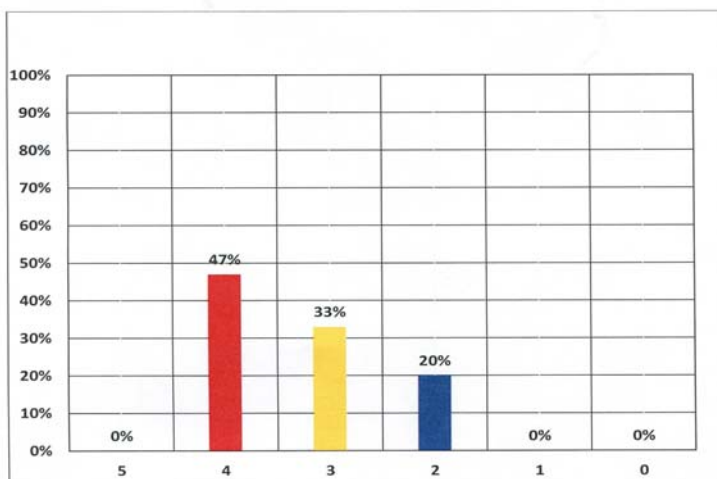
**Рис. 5.** Дифференцированная характеристика оценки точности информации, предоставляемой EFAS с точки зрения времени (в %): 1, 2, 3, 4, 5, 6 соответствуют пунктам 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6 табл. 2.

**Fig. 5.** Differentiated characteristic of estimation the accuracy of information provided by EFAS in terms of time (in%): 1, 2, 3, 4, 5, 6 correspond to the items 8.1, 8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 8.6. of Table 2.



**Рис. 6.** Дифференцированная характеристика точности информации, предоставляемой EFAS с точки зрения оценки величины пика наводнения (в %): 1, 2, 3, 4, 5, 6 соответствуют пунктам 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6 табл. 2.

**Fig. 6.** Differentiated characteristic of the accuracy of information provided by EFAS in terms of magnitude of the flood peak (in %): 1, 2, 3, 4, 5, 6 correspond to the items 10.1, 10.2, 10.3, 10.4, 10.5, 10.6 of Table 2.



**Рис. 7.** Дифференцированная характеристика оценки прогнозов наводнений в % с точки зрения их добавленной значимости, предоставленных EFAS для ФГБУ «Северо-Западное УГМС»: 5, 4, 3, 2, 1, 0 соответствуют пунктам 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6 табл. 2.

**Fig. 7** Differentiated characteristic of estimation of the flood forecasts in % from the point of view of their added significance provided by EFAS for North-Western department for hydrometeorology and environmental monitoring: 5, 4, 3, 2, 1, 0 correspond to the items: 11.1, 11.2, 11.3, 11.4, 11.5, 11.6 of Table 2.

Особый интерес представляет оценка точности предупреждений о наводнениях EFAS с точки зрения совпадения времени наблюдения наводнения и его прогноза (рис. 5). В данном случае ошибка прогноза по дате распределилась следующим образом: 1) наиболее часто (33 %) наводнение прогнозировалось раньше его появления с разницей дат  $\geq 3$  сут; 2) 27 % приходится на прогнозы, когда явление наводнения наблюдалось на  $\geq 3$  сут раньше его прогнозирования; 3) по 20 % приходится на прогнозы, когда явление наблюдалось в дату на 1–2 дня позднее и точно в дату прогноза. Прогнозов наводнения, наблюдавшегося в дату на 1–2 дня раньше, не зафиксировано.

Динамика совершенствования модели LISFLOOD, являющейся базовой моделью EFAS, хорошо прослеживается в рамках введения более строгих оценочных требований к точности предупреждений о наводнениях, характеризующихся максимальными значениями уровней и расходов воды (табл. 2). В частности, для речных систем на территории ФГБУ «Северо-Западное УГМС» наблюденные значения пика наводнения в подавляющем большинстве случаев (53 %) сопоставимы с данными по прогнозу EFAS (рис. 6); 34 % прогнозов попадают в категорию, когда пик наводнения был менее значительным и 13 % намного менее значительным по сравнению с прогнозом.

Ранее мы уже подчеркивали отсутствие постоянно востребованной системы краткосрочных прогнозов водного режима по территории ответственности ФГБУ «Северо-Западное УГМС». Поэтому так важно было объективно оценить значимость прогнозов наводнений, представленных EFAS, для улучшения качества оперативного обслуживания экономики данного региона (рис. 7). Выполненный анализ показывает, что в рамках принятой в обратной связи пятибалльной системы оценок значимости (табл. 2) 47 % таких прогнозов относятся к категории «4»; соответственно, 33 % и 20 % – к категориям «3» и «2».

### Заключение

Актуальность рассматриваемой здесь проблемы определяется все возрастающим уровнем требований к комплексной системе гидрологического прогнозирования разной заблаговременности практически по всем регионам Российской Федерации [1, 2]. В данном случае территория северо-запада нашей страны не является исключением. Более того, с учетом близости границ Российской Федерации в этом регионе к территории европейских государств, входящих в Европейское экономическое сообщество, именно эта область оказалась в наиболее выгодном положении в рамках развития проекта EFAS по сравнению с другими регионами европейской части Российской Федерации. Водный режим значительной части речных систем, формирующих сток на территории ФГБУ «Северо-Западное УГМС», в своей подавляющей части аналогичен водному режиму рек пограничных государств. Это позволяет EFAS даже в условиях

отсутствия архивных гидрологических данных по речным системам данной области Российской Федерации выпускать предупреждения о наводнениях по территории ФГБУ «Северо-Западное УГМС» с заблаговременностью до десяти суток, а также практически круглогодично за счет технологически грамотно отлаженной системы обратной связи проводить калибровку базовой модели LISFLOOD.

Выполненная в работе оценка оправдываемости предупреждений о наводнениях, предоставленных EFAS ФГБУ «Северо-Западное УГМС» за последние три года (2018–2020 гг.), показала устойчивую и в целом хорошую работу EFAS по данному региону для широкого набора условий формирования половодья и паводков практически по всем основным характеристикам, определяющим систему обратной связи.

- Общее число успешных предупреждений о наводнениях (68 %), выпущенных EFAS для данной территории, более чем в два раза превышает неудачные прогнозы (32 %).

- Заблаговременность краткосрочных и среднесрочных прогнозов EFAS по территории ФГБУ «Северо-Западное УГМС» меняется в достаточно широком диапазоне (от 0 до 10 сут).

- Все официальные предупреждения EFAS для данной территории были в границах указанного водосбора.

- Оценка точности предупреждений о наводнениях EFAS с точки зрения совпадения времени наблюдения наводнения и его прогноза распределилась почти равномерно между пунктами: точно в дату прогноза, на  $\geq 3$  дня позже и раньше, а также в дату на 1–2 дня позже прогнозируемого дня.

- Для речных систем на территории ФГБУ «Северо-Западное УГМС» наблюденные значения пика наводнения в подавляющем большинстве случаев были сопоставимы с данными по прогнозу EFAS, и только в нескольких прогнозах пик наводнения был менее значительным.

- Значимость прогнозов наводнений, представленных EFAS, оказалась полезной для ФГБУ «Северо-Западное УГМС».

Практически не требует доказательства очевидное утверждение, что в случае реализации калибровки модели LISFLOOD с использованием архивных данных гидрологических наблюдений по водпостам, расположенным на территории деятельности ФГБУ «Северо-Западное УГМС», практически все показатели оправдываемости предупреждений могут быть существенно улучшены. В частности, это было убедительно продемонстрировано по нескольким калиброванным водосборам Западной Европы на очередном 15-м Ежегодном совещании партнеров EFAS, состоявшемся в октябре 2020 г. Сегодня уже с уверенностью можно сказать, что развитие проекта EFAS для европейской части Российской Федерации и полноценное активное участие в нем ФГБУ «Гидрометцентр России» совместно с региональными УГМС должно уже в ближайшие годы существенно улучшить оперативное обслуживание экономики нашей страны.

## Список литературы

1. Романов А.В. Развитие системы прогнозирования наводнений в РФ. Часть 1. Фон и катализаторы изменений // Труды Гидрометцентра России. 2017. Вып. 365. С. 182-195.
2. Романов А.В. Развитие системы прогнозирования наводнений в Российской Федерации. Часть 2. Специфика изменений // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2018. № 1 (367). С. 39-63.
3. Романов А.В. Взгляд на региональную европейскую систему предупреждения о наводнениях с учетом партнерских отношений с ней Российской Федерации // Ученые записки РГГМУ. 2019. С. 176-186. DOI: 10.33933/2074-2762-2019-57-176-186
4. Спенглер О.А. О гидрологическом институте. Воспоминания. СПб.: ЛЕМА, 2009. 134 с.
5. Arnal L., Asp S.-S. Baugh C. et al. EFAS upgrade for the extended model domain – technical documentation // EUR 29323 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019. DOI: 10.2760/806324, JRC111610
6. Cloke H.L., Pappenberger F., Smith P.J., Wetterhall F. How do I know if I've improved my continental scale flood early warning system? // Environ. Res. Lett. 2017. Vol. 12, no. 4. P. 1-13
7. Dottori F., Kalas M., Salamon P., Bianchi A., Alfieri L., Feyen L. An operational procedure for rapid flood risk assessment in Europe // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2017. Vol. 17, no.7. P. 1111–1126. DOI: 10.5194/nhess-17-1111-2017

## References

1. Romanov A.V. Development of flood forecasting system in Russia. Part I. Background and catalysts for change. *Trudy Gidrometsentra Rossii [Proceedings of the Hydrometcentre of Russia]*, 2017, vol. 365, pp. 182-195 [in Russ.].
2. Romanov A.V. Development of flood forecasting system in Russia. Part II. Specificity of changes. *Gidrometeorologicheskie issledovaniya i prognozy [Hydrometeorological Research and Forecasting]*, 2018, vol. 367, no. 1, pp. 39-63 [in Russ.].
3. Romanov A.V. A review of the regional European flood awareness system considering its partnership with Russian Federation. *Uchenye zapiski RGGMU [Proceedings of the Russian State Hydrometeorological University]*, 2019, vol. 57, pp. 176-186. DOI: 10.33933/2074-2762-2019-57-176-186. [in Russ.].
4. Spengler O.A. O gidrologicheskom institute. *Vospominaniya*. Saint Petersburg, LEMA, 2009, 134 p. [in Russ.].
5. Arnal L., Asp S.-S. Baugh C. et al. EFAS upgrade for the extended model domain – technical documentation, EUR 29323 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2019, DOI: 10.2760/806324, JRC111610.
6. Cloke H.L., Pappenberger F., Smith P.J., Wetterhall F. How do I know if I've improved my continental scale flood early warning system? *Environ. Res. Lett.*, 2017, vol. 12, no. 4, pp. 1-13.
7. Dottori F., Kalas M., Salamon P., Bianchi A., Alfieri L., and Feyen L. An operational procedure for rapid flood risk assessment in Europe. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 2017, vol. 17, no.7, pp. 1111–1126. DOI: 10.5194/nhess-17-1111-2017, 2017.

Поступила 03.10.2020; одобрена после рецензирования 04.12.2020;  
принята в печать 11.12.2020.

Submitted 03.10.2020; approved after reviewing 04.12.2020;  
accepted for publication 11.12.2020.