

*А.Б. Колкер¹, А.В. Гочаков¹, Л.А. Воронина¹,
Е.А. Брусенко², Н.И. Белая¹*

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ WEB-ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДАЧИ РАНЖИРОВАННЫХ РЯДОВ ЭКСТРЕМАЛЬНО ТЕПЛЫХ (ХОЛОДНЫХ) И ВЛАЖНЫХ (СУХИХ) ЛЕТ ПО СТАНЦИЯМ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО УГМС

¹Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, г. Новосибирск;

²Гидрометцентр Западно-Сибирского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, г. Новосибирск

Введение

43

В соответствии с реализацией направления Плана НИР Росгидромета на 2017–2019 гг. «Исследования климата, его изменений и их последствий. Оценка гидрометеорологического режима и климатических ресурсов» Сибирский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (СибНИГМИ) принимал участие в выполнении темы НИР 1.3.4.3. «Создание электронных климатических справочников для специализированного адресного обслуживания пользователей на региональных и отраслевых уровнях с использованием информационных технологий на базе СУБД-, ГИС-, Web-технологий».

С внедрением в современную жизнь Интернета, расширением возможностей получения необходимой информации через Интернет, в том числе и климатической, институтом были выбраны Web-технологии для создания и представления специализированной климатической информации для адресного обслуживания пользователей. Работа над созданием автоматизированных Web-технологий была начата при выполнении тем НИР более ранних Планов НИОКР Росгидромета. Ранее автоматизированные технологии уже были внедрены в оперативную работу УГМС и помогают специалистам без особых трудозатрат подготавливать, анализировать и предоставлять потребителям климатическую информацию.

Создание автоматизированной Web-технологии выдачи ранжированных рядов экстремально теплых (холодных) и сухих (влажных) лет

Разработка автоматизированной Web-технологии ранжированных рядов метеоэлементов в соответствии с заявкой Гидрометцентра ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС» была начата в 2016 году в рамках выполнения темы 1.3.4.4 и продолжена при выполнении темы 1.3.4.3. Планов НИОКР Росгидромета на 2014–2016 и 2017–2019 гг. раздела 1.3.4. «Развитие системы климатического обслуживания в Российской Федерации и в различных секторах экономики».

Климатологи Гидрометцентра в 2016–2017 гг. за весь ряд наблюдений по 75 станциям Западно-Сибирского УГМС сформировали архив данных экстремумов температуры воздуха с выделением пяти наиболее теплых (холодных) лет, в 2017 году – архив экстремумов сумм осадков с выделением пяти наиболее сухих (влажных) лет в декадном и месячном разрешении.

На основании архивных данных была создана автоматизированная база ранжированных рядов среднедекадных и среднемесячных значений температуры воздуха и сумм осадков за многолетний ряд наблюдения по станциям Западно-Сибирского УГМС с выделением пяти наиболее теплых (холодных) и сухих (влажных) лет. Автоматизированная Web-технология позволяет осуществить выборку из телеграмм, поступающих по каналам АСПД в коде КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ, средней температуры воздуха, количества осадков, сравнивать полученные значения с автоматизированной базой ранжированных рядов экстремально теплых (холодных) и сухих (влажных) лет по каждой метеостанции, а также определять место в ранжированном ряду экстремально теплых (холодных) или сухих (влажных) лет.

Автоматизированная технология формирования ранжированных рядов благодаря простому и удобному Web-интерфейсу позволяет любому пользователю через интернет-ресурс (<http://climate.sibnigmi.ru/allcli>, код доступа – guest, пароль – 123) просматривать таблицы с данными, поступившими в коде КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ, и выявить первые пять мест в ранжированном ряду самых теплых (холодных) и самых влажных (сухих) лет по выбранной станции. Просмотр таблицы с обновленными данными в декадном и месячном разрешении возможен одновременно по 75 станциям территории ответственности Западно-Сибирского УГМС, отдельно по станциям Кемеровской, Новосибирской, Томской областей, Алтайского края и Республики Алтай и отдельно по выбранной станции.

Функционально интерфейс разделен на две области (рис. 1):

- панель инструментов выборки (1 – 7);
- результат выборки (8 – 9).

Территория: Все субъекты **1**

Станция: **2**

Параметр: **3**

- Средняя температура
- Осадки

Год: 2018 **4**

Месяц: Май **5**

Период: 2 дек. **6**

Отобразить **7**

Ряды климатических значений **8**

Все субъекты: Средняя температура

Индекс	Пункт	Дата	Знач-е	Место	
29625	ЧУЛЫМ	2 дек. Май	5.1	2	Подробнее
29716	ДОВОЛЬНОЕ	2 дек. Май	5.6	2	Подробнее
29745	БЕЛОВО	2 дек. Май	6.3	2	Подробнее
29822	КАМЕНЬ-НА-ОБИ	2 дек. Май	6.4	2	Подробнее
29915	СЛАВГОРОД	2 дек. Май	7.4	2	Подробнее
36024	КУЛУНДА	2 дек. Май	7.8	2	Подробнее
29313	ПУДИНО	2 дек. Май	2.7	3	Подробнее
29508	ВЕНГЕРОВО	2 дек. Май	5.4	3	Подробнее
29524	КРЕЩЕНКА	2 дек. Май	4.3	3	Подробнее
29626	КОЧЕНЕВО	2 дек. Май	5.4	3	Подробнее
29708	БАГАН	2 дек. Май	6.5	3	Подробнее

Рис. 1. Вид интерфейса автоматизированной технологии формирования рядов значений.

1. «Территория» – ограничение выборки метеорологических станций.

При значении «Все субъекты» выборка будет производиться для всех станций Западно-Сибирского УГМС, содержащихся в базе данных. При введении какой-либо территории, например Новосибирской области, появятся только станции Новосибирской области.

2. «Станция» – ограничение выборки названием станции. При заполнении поля формы «Станция», будут выбраны данные только для тех станций, название которых внесены полностью или содержат заданное сочетание букв.

3. «Параметр» – определяет, для какого метеорологического элемента будет производиться выборка: из базы данных средних значений температуры воздуха или количества осадков.

4 и 5. «Год», «Месяц» – ограничение выборки по году и месяцу.

6. «Период» – определяет, за какой период требуется выборка усредненных данных: за месяц, 1, 2 или 3 декаду.

7. «Отобразить». При выборе параметра «Отобразить» программа применяет все ограничения по выборке (**1 – 6**) и генерирует запрошенные данные в таблицу **8**.

8. Таблица позволяет просмотреть оперативные данные температуры воздуха (количества осадков) за выбранный период, она содержит:

- индекс станции;
- название станции;
- номер декады и месяц выборки;
- значение температуры воздуха для выбранного периода (из КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ);
- место в ряду ранжирования, если значение утверждено и обновлено в базе данных ранжирования.

Цветовая схема выделения выборки включает четыре цвета и два состояния насыщенности цвета. При формировании списка в таблице с оперативными данными климатических значений производится предварительный анализ вхождения значения в теплый или холодный ряд.

В случае вероятного вхождения строка подсвечивается **желтым** цветом – для теплых и сухих лет, **голубым** – для холодных и влажных лет:

- **насыщенный цвет** означает, что значение утверждено специалистом;
- **полупрозрачный цвет** означает, что значение еще не утверждено;
- **белый цвет** означает, что данное значение метеорологического элемента не входит в пятерку ранжированных рекордов;
- **зеленый цвет** означает повторение одного из значений метеорологического элемента в пятерке самых теплых (холодных) и самых сухих (влажных) лет.

После принятия значения в режиме редактора в таблице появляется ранг (место) от 1 до 5 в ранжированном ряду теплых (холодных) лет.

На рис. 2 приведен пример таблицы с выделением ранжирования по температуре воздуха за 1 декаду августа 2018 года. По ряду станций Томской, Кемеровской и Новосибирской областей отмечалась экстремально низкая температура воздуха в 1 декаде августа.

При нажатии кнопки «Подробно» для соответствующей станции и периода появляется панель с подробной информацией с приведением теплого и холодного ранжированных рядов (пять мест). В случае попадания текущего значения в один из рядов строка выделяется соответствующим цветом, значение и год выделяются жирным шрифтом.

Примеры таблиц базы данных ранжирования температуры воздуха приведены на рис. 3 и 4.

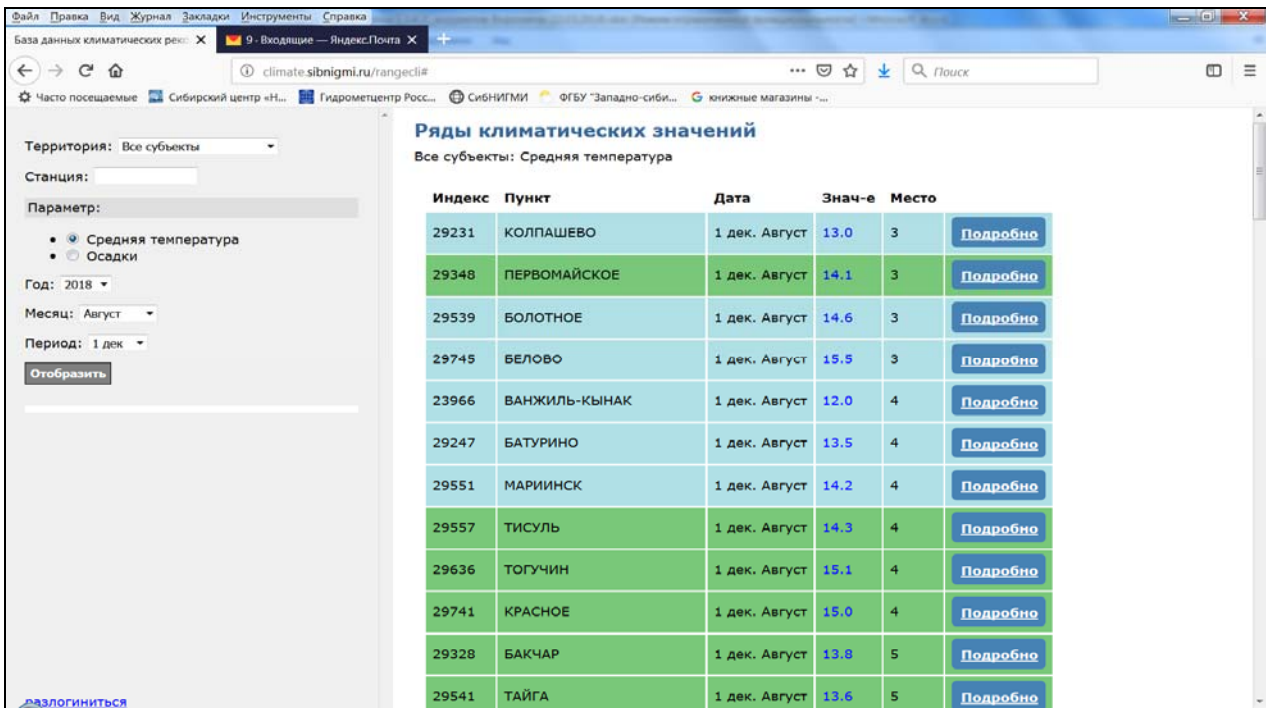


Рис. 2. Пример выборки средней температуры воздуха за 1 декаду августа 2018 г. автоматизированной технологией.

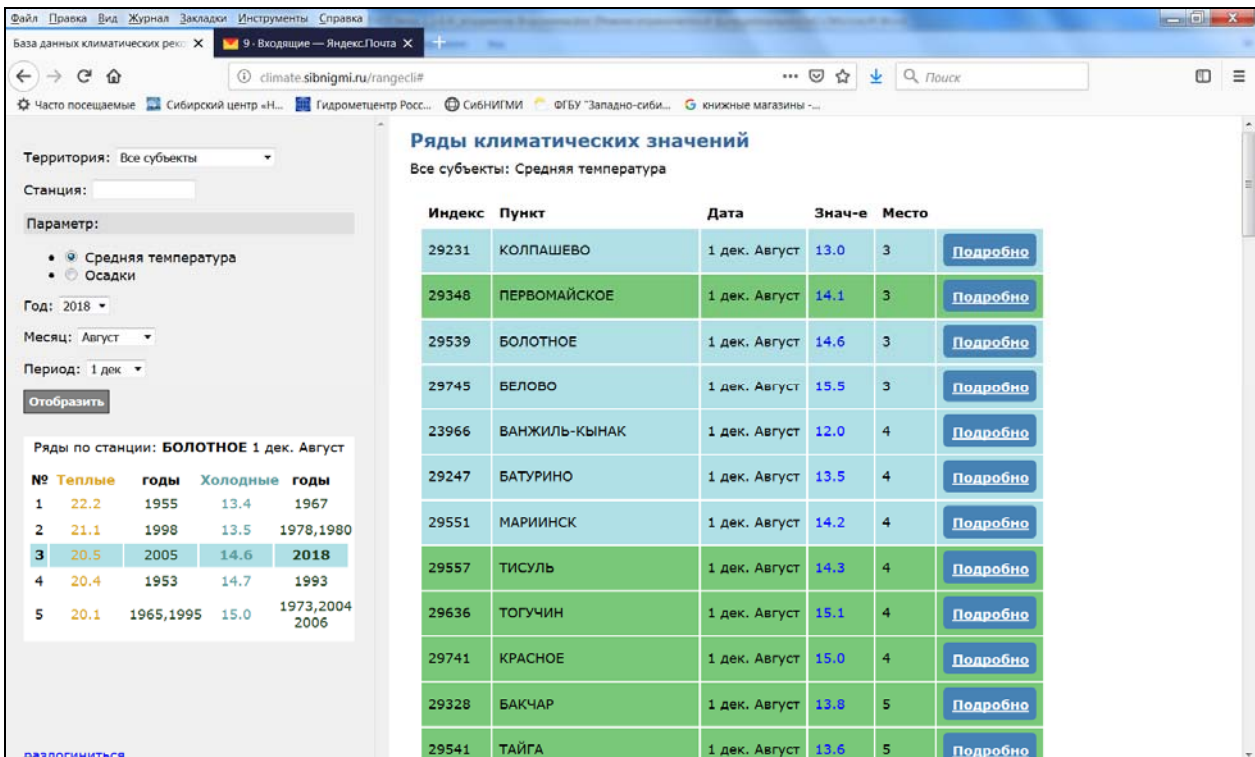


Рис. 3. Ряды ранжирования климатических значений средней температуры воздуха по станции Болотное в 1 декаде августа 2018 г. Указано место (3) в ряду ранжирования среди холодных лет за весь ряд наблюдений.

В большинстве месяцев 2018 г. наблюдалась аномально холодная погода. Поэтому чаще всего этот год был среди ранжированного ряда холодных лет. В таблице на рис. 3 приведен пример по данным станции Болотное (Новосибирская область). При нажатии кнопки «Подробнее» появляется ранжированный ряд, в котором видно, что 1 декада августа по станции Болотная по температуре воздуха оказалась на третьем месте среди холодных лет в ряду ранжирования.

На рис. 4 приведены данные таблицы с выборкой оперативных значений температуры воздуха за 3 декаду июня 2018 г. Она оказалась наиболее теплой по ряду станций Кемеровской области и Республики Алтай. В таблице на рис. 4 приведен пример по данным станции Белово (Кемеровской области) экстремально теплой 3 декады июня после нажатия кнопки «Подробнее». В ранжированном ряду среди теплых лет по температуре воздуха 3 декада июня 2018 г. заняла первое место.

Ряды климатических значений
Все субъекты: Средняя температура

Индекс	Пункт	Дата	Знач-е	Место
29654	ЦЕНТРАЛЬНЫЙ РУДНИК	3 дек. Июнь	21.4	1
29745	БЕЛОВО	3 дек. Июнь	22.4	1
29849	КУЗЕДЕЕВО	3 дек. Июнь	22.0	1
29955	УСТЬ-КАВЫРЗА	3 дек. Июнь	20.9	1
36058	ЧЕМАЛ	3 дек. Июнь	21.8	1
36061	ТУРОЧАК	3 дек. Июнь	21.7	1
29551	МАРИИНСК	3 дек. Июнь	23.1	2
29557	ТИСУЛЬ	3 дек. Июнь	22.5	2
29749	КИСЕЛЕВСК	3 дек. Июнь	23.0	2
36055	КЫЗЫЛ-ОЗЕК	3 дек. Июнь	21.1	2
29154	УСТЬ-ОЗЕРНОЕ	3 дек. Июнь	22.6	3
29848	ТОГУЛ	3 дек. Июнь	22.4	3

Ряды по станции: БЕЛОВО 3 дек. Июнь

№	Теплые	годы	Холодные	годы
1	22.4	2018	12.9	1988
2	22.2	2006	13.5	2009
3	21.9	2014	14.1	1998
4	21.4	1994	14.2	1991
5	21.3	2012	14.9	1987

Рис. 4. Ряды ранжирования средней температуры воздуха 3 декады июня 2018 г. по станции Белово.

На рис. 5 приведены данные таблицы с выборкой оперативных значений количества осадков по Республике Алтай за июнь 2018 г. После нажатия кнопки «Подробнее» по станции Ак-Кем появляется 5-летний ранжированный ряд по осадкам. Количество осадков 39,1 мм, выпавшее за июнь 2018 г. на станции Ак-Кем, является минимальным значением за весь ряд наблюдения по этой станции в июне и занимает первое место в ранжированном ряду.

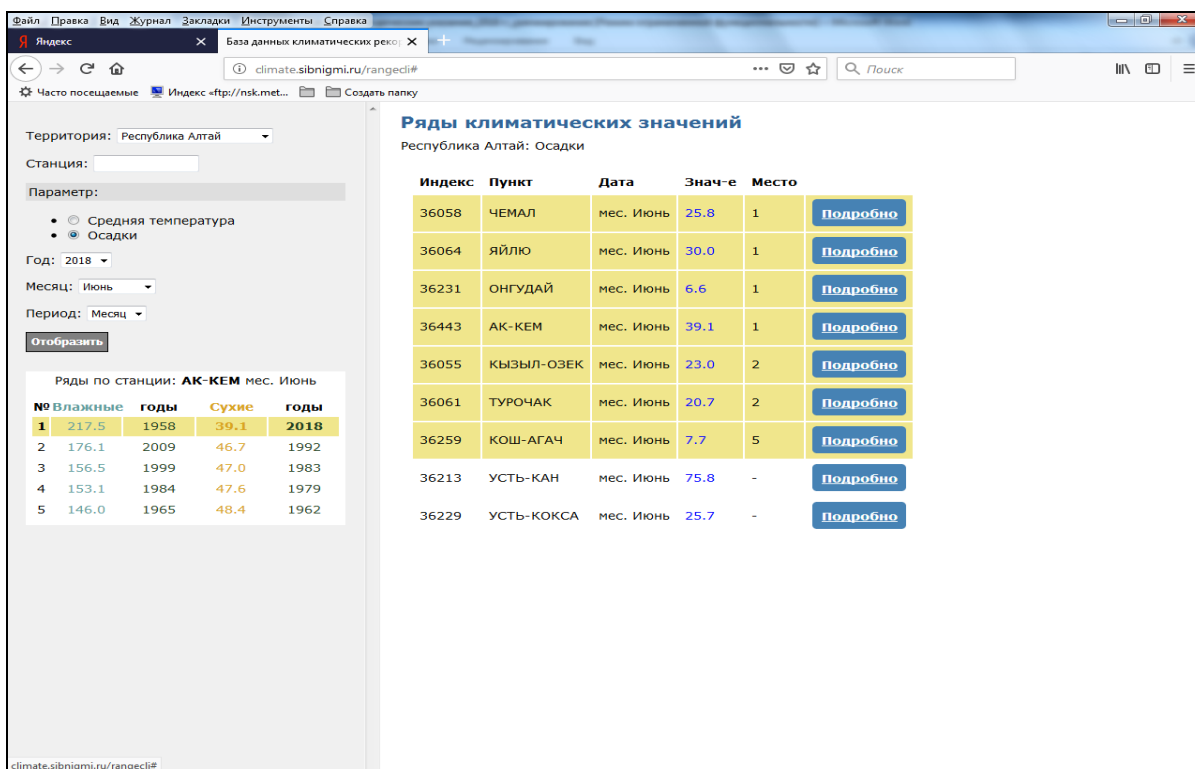


Рис. 5. Пример ранжированного ряда количества осадков за июнь 2018 г. по станции Ак-Кем Республики Алтай.

Результаты испытания автоматизированной Web-технологии с оценкой степени достоверности данных, поступающих в коде КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ

В соответствии с Планами испытания и внедрения новых и усовершенствованных технологий (методов) гидрометеорологических прогнозов Росгидромета на 2017 и 2018 гг. специалистами отдела климата Гидрометцентра Западно-Сибирского УГМС и СибНИГМИ была проведена в оперативном режиме апробация автоматизированной Web-технологии обработки информационного потока для формирования ранжированного ряда экстремально теплых (холодных), а также сухих (влажных) лет.

При проведении испытаний использовались оперативные данные температуры воздуха и суммарное количество осадков в декадном и месячном разрешении за период январь – декабрь 2017 г. и январь – сентябрь 2018 г., поступающие в коде КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ по метеостанциям Западно-Сибирского УГМС (Новосибирская область – 31, Томская область – 13, Алтайский край – 12, Кемеровская область – 11, Республика Алтай – 8 станций). В коде КН-19 ДЕКАДА поступают данные 70 метеостанций, в коде КЛИМАТ – 75 метеостанций.

В период испытаний проводилась сверка данных декадных и месячных значений температуры воздуха и количества осадков, отображенных автоматизированной технологией из телеграмм кода КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ, с режимными данными. В случае выявления недостоверных оперативных данных температуры воздуха осуществлять их корректировку имеют возможность только специалисты отдела климата Гидрометцентра Западно-Сибирского УГМС по своим коду доступа и паролю.

В процессе испытания в 2017 г. специалисты отдела климата Гидрометцентра Западно-Сибирского УГМС столкнулись с тем, что автоматизированная технология в некоторых случаях отображала недостоверные оперативные данные температуры воздуха за декаду и месяц. Возможно, это было связано с техническим сбоем или с ошибкой при вводе наблюдаемых данных вручную на станции.

В 2018 г. была продолжена проверка достоверности выборки данных ранжирования автоматизированной Web-технологией по оперативным данным из телеграмм кода КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ в сравнении с проверенными режимными экстремальными декадными и месячными значениями температур воздуха.

Авторами созданной Web-технологии были учтены замечания по случаям некорректной обработки данных, добавлены условия проверки поступающей информации. Осуществлялась отладка автоматизированной Web-технологии. Результаты сверки оперативных значений средней температуры воздуха, поступившие в коде КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ, с режимными данными показали в 2018 г. практически 100%-ное совпадение (табл. 1).

Погодные условия в Западной Сибири по температурному режиму в отдельные периоды 2017 и 2018 гг. нередко были экстремальными. Довольно часто были достигнуты или перекрыты значения экстремумов средних температур воздуха в ранжированных рядах по многолетним данным.

В табл. 2 указывается количество станций, вошедших в ранжированные ряды экстремально теплых и холодных лет за период январь 2017 г. – сентябрь 2018 г. Общее количество станций, попавших в ранжированные ряды экстремально теплых лет (500), более чем в два раза превышает общее количество станций экстремально холодных лет (278). Наибольшее число станций, попавших в ранжированные ряды аномально теплых лет, приходится на 2017 г. (табл. 3), а аномально холодных – на 2018 год (табл. 4).

В табл. 3 приведено количество станций, вошедших в выборку ранжированного ряда экстремально теплых и холодных лет в 2017 г. Наибольшее количество станций (более 50 %), вошедших в ранжированный ряд экстремально теплых лет, отмечено в 3 декаде февраля (68 станций), 2 декаде июня (40 станций), 1 декаде ноября (38 станций).

Таблица 1

Количество станций (%) Западно-Сибирского УГМС, правильно отобранных в 2018 г. автоматизированной технологией в выборку ранжированного ряда экстремально теплых и холодных лет по месяцам

Месяц	Температура воздуха	
	Теплые годы	Холодные годы
I	–	100
II	100	–
III	100	–
IV	100	–
V	–	99
VI	100	–
VII	100	100
VIII	100	100
IX	100	100
I–IX	100	100

Таблица 2

Количество станций Западно-Сибирского УГМС, вошедших в выборку ранжированного ряда теплых и холодных лет

Месяц	Теплые годы				Холодные годы			
	1 декада	2 декада	3 декада	месяц	1 декада	2 декада	3 декада	месяц
I	31	0	0	4	0	0	26	4
II	0	0	69	0	0	0	0	0
III	14	5	12	12	0	0	0	0
IV	0	6	15	2	0	0	0	0
V	0	1	6	2	7	33	11	59
VI	0	46	52	48	0	0	0	0
VII	0	1	1	0	0	8	24	1
VIII	18	1	34	8	12	21	0	0
IX	0	1	64	1	1	3	58	0
X	0	0	0	0	0	0	0	0
XI	38	0	0	0	0	0	0	0
XII	0	0	5	2	0	1	0	0
01.2017 – 09.2018	500				278			

В 2018 г. (табл. 4) наибольшее количество станций, вошедших в 5-летний ранжированный ряд экстремально теплых лет, отмечено в 3 декаде июня (28 станций), месяце июне (27 станций), 3 декаде сентября (64 станции), 1 декаде октября (44 станции) и месяце октябре (33 станции). Наибольшее количество станций, вошедших в ранжированный 5-летний ряд экстремально холодных лет 2017 г. (табл. 3), отмечено во 2 декаде августа (21 станция) и 3 декаде сентября (58 станций). Наиболее холодными по температурному

режиму с большим количеством станций, вошедших в пятерку ранжированных рядов наиболее холодных лет, оказались 3 декада января (26 станций), 2 декада мая (36 станций), месяц май (59 станций) и 3 декада июля (24 станции), наиболее теплыми оказались 3 декада июня (28 станций) и месяц июнь (27 станций), а также 3 декада сентября (64 станции).

Таблица 3

Количество станций Западно-Сибирского УГМС, вошедших в выборку ранжированного ряда экстремально теплых и холодных лет по декадам и месяцу в 2017 г.

Месяц	Теплые годы				Холодные годы			
	1 декада	2 декада	3 декада	месяц	1 декада	2 декада	3 декада	месяц
1	31	0	0	4	0	0	0	0
2	0	0	68	0	0	0	0	0
3	13	2	8	9	0	0	0	0
4	0	6	14	2	0	0	0	0
5	0	1	6	2	0	0	0	0
6	0	40	24	21	0	0	0	0
7	1	0	1	0	0	8	0	0
8	18	0	30	2	0	21	0	0
9	0	1	0	0	0	0	58	0
10	0	0	0	0	9	0	0	0
11	38	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	5	2	0	1	0	0
Год	349				97			

52

Таблица 4

Количество станций Западно-Сибирского УГМС, вошедших в выборку ранжированного ряда экстремально теплых и холодных лет по декадам и месяцу в 2018 г.

Месяц	Теплые годы				Холодные годы			
	1 декада	2 декада	3 декада	месяц	1 декада	2 декада	3 декада	месяц
I	0	0	0	0	0	0	26	4
II	0	0	1	0	0	0	0	0
III	1	3	4	3	0	0	0	0
IV	0	0	1	0	0	0	0	0
V	0	0	0	0	7	33	11	59
VI	0	6	28	27	0	0	0	0
VII	0	1	0	0	0	0	24	1
VIII	0	1	4	6	12	0	0	0
IX	0	0	64	1	1	3	0	0
I - IX	151				181			

По температурному режиму 2017 г. был теплее 2018 г. по большей части территории ответственности Западно-Сибирского УГМС.

Апробация автоматизированной Web-технологии обработки информационного потока для формирования ранжированного ряда экстремально сухих (влажных) лет проходила в оперативном режиме в период с января по сентябрь 2018 г. Достоверность выборки сумм осадков автоматизированной Web-технологией была проверена путем сравнения данных ранжирования автоматизированной технологией по оперативным телеграммам кода КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ, с режимными данными.

Результаты достоверности (%) выбора автоматизированной технологией ранга в экстремально влажных (сухих) рядах приведены в табл. 5.

Таблица 5

Количество станций (%) Западно-Сибирского УГМС, верно отобранных технологией при формировании ранжированного ряда экстремально влажных и сухих лет по месяцам в 2018 г.

Месяц	Осадки	
	Влажные годы	Сухие годы
I	100	57
II	–	67
III	100	56
IV	100	75
V	99	100
VI	95	100
VII	100	93
VIII	95	94
IX	100	89
I–IX	99	81

В среднем за период испытаний по сумме осадков данные 99 % станций выборки ранжированного ряда влажных лет и данные 81 % выборки ранжированного ряда сухих лет автоматизированной Web-технологией совпали с данными ранжированных рядов режимной информации. Довольно большой процент несовпадения выбранных ранжированных рядов сухих лет (в среднем 81 %), видимо, связан с тем, что количество осадков в телеграммах округлено до целых чисел, а в режимных данных они представлены с десятыми. Особенно это чаще наблюдается для сумм осадков менее 1 мм. Чтобы охватить все суммы осадков менее 1 мм, которые кодируются в телеграммах с округлением, в автоматизированной Web-технологии ставится пороговое значение 0,9. Соответственно, автоматизированная

технология определяет место в ранжированном ряду для сумм осадков менее 1 мм не всегда корректно. Кроме этого наблюдались ошибки в телеграммах при кодировании на станциях.

Количество выпавших осадков с января по сентябрь 2018 г. в отдельные декады и месяцы было как экстремально высокое, так и экстремально низкое (табл. 6). Большое количество станций, попавших в ранжирование наиболее влажных лет, было отмечено в марте: 3 декада (38 станций) и месяц (22 станции), а также в мае: 1 декада (38 станций) и месяц (37 станций). С дефицитом осадков, когда большое число станций вошло в ранжированные ряды сухих лет, оказались: 1 и 3 декада января (26 и 38 станций соответственно), 1 декада февраля (31 станция), 2 декада июля (30 станций), 1 декада августа (19 станций).

Таблица 6

Количество станций Западно-Сибирского УГМС, вошедших в выборку ранжированного ряда экстремально влажных и сухих лет по декадам и месяцу в 2018 г.

Месяц	Влажные годы				Сухие годы			
	1 декада	2 декада	3 декада	месяц	1 декада	2 декада	3 декада	месяц
I	0	21	0	0	26	1	38	4
II	0	0	0	0	31	5	6	13
III	4	5	38	22	0	8	1	0
IV	0	5	18	17	2	8	4	2
V	38	7	19	37	2	0	0	0
VI	1	13	10	13	5	5	0	8
VII	0	3	7	1	5	30	0	5
VIII	0	9	19	9	19	1	3	9
IX	12	0	1	1	2	5	1	1
I-IX	330				250			

Решением секции Технического совета УГМС, после рассмотрения отчетов по испытанию автоматизированных Web-технологий (темы НИР 1.3.4.4. и 1.3.4.3.), было отмечено, что к достоинствам автоматизированной Web-технологии обработки информационного потока формирования рядов среднемесячных (среднедекадных) значений температуры воздуха и месячных (декадных) сумм осадков из телеграмм кода КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ и выдачи ранжированных рядов экстремально теплых (холодных) и влажных (сухих) лет следует отнести:

– доступность работы технологии обновления и выборки ранжированного ряда экстремально теплых (холодных) и влажных (сухих) лет по декадам и месяцу автоматизирована любому пользователю через интернет-ресурс;

– простоту и удобство в использовании Web-интерфейса автоматизированной технологии;

– возможность просмотра таблиц с многолетними ранжированными значениями и обновленными данными в декадном и месячном разрешении по каждой станции территории ответственности Западно-Сибирского УГМС и отдельно по территориям Кемеровской, Новосибирской, Томской областей, Алтайского края и Республики Алтай.

Полученную информацию о ранге (месте) метеорологического элемента в ранжированном ряду экстремальных лет пользователи могут использовать при специализированном и оперативном обслуживании потребителей, подготовке аналитических справок и обзоров о погодных и климатических условиях отдельных периодов и сезонов года по территории ответственности Западно-Сибирского УГМС.

По результатам испытания подготовлен и подписан Акт о внедрении в оперативную работу Гидрометцентра и ЦГМС – филиалов Западно-Сибирского УГМС автоматизированной технологии обработки информационного потока для формирования рядов среднемесячных (среднедекадных) значений температуры воздуха и месячных (декадных) сумм осадков.

Подготовлены Методические указания по использованию в оперативной работе подразделений Западно-Сибирского УГМС автоматизированной технологии выборки и выдачи ранжированных рядов экстремальных лет метеорологических элементов в декадном и месячном разрешении, поступающих в коде КН-19 ДЕКАДА и КЛИМАТ.