

## ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЙ НОРМ РЕЧНОГО СТОКА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Постников А.Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Российский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ), г. Санкт-Петербург, Россия, apostnikkk@mail.ru

**Аннотация.** Представлены ориентировочные данные изменений норм годового речного стока на территории России, полученные расчетным способом, Оценены вклады в изменения стока изменений атмосферных осадков и температуры воздуха.

Ключевые слова: изменение, речной сток, вклады в изменение стока, Россия.

Под влиянием изменений климата, которые наиболее интенсивно происходят в последнее время, изменяются нормы атмосферных осадков ( $P$ ) и температуры воздуха, данные о которых могут быть использованы для оценок изменений ( $\Delta$ ) норм испарения ( $E$ ) [1, 2] и речного стока ( $Y$ ) (см, например, [3, 4]). Автором предпринята попытка получить ориентировочные оценки изменений норм речного стока на территории России, которые произошли за последние десятилетия, расчетным способом.

Для среднемноголетних условий справедливо уравнение водного баланса:

$$\Delta Y = \Delta P - \Delta E \text{ мм.} \quad (1)$$

Расчет  $E$  проводился по формулам автора [1, 2], согласно которым  $E=f(P, t)$ , где  $t$  – характеристика суммы среднемесячных температур воздуха за теплый период года. Изменение испарения представлялось в виде:

$$\Delta E = \left( \frac{\partial E}{\partial P} \right) \Delta P + \left( \frac{\partial E}{\partial t} \right) \Delta t \text{ мм,} \quad (2)$$

где  $\Delta P$  и  $\Delta t$  – разность между нормами осадков и температуры воздуха за период 1980–2015 гг. и нормами осадков и температуры воздуха.

Определены также вклады осадков ( $V_p$ ) и вклады температуры воздуха ( $V_t$ ) [5] в формирование изменений стока  $\Delta Y$  по формулам:

$$V_p = \left| 1 + \frac{\partial E}{\partial P} \right| \frac{|\Delta P|}{V} \%, \quad (3)$$

$$V_t = \left| \frac{\partial E}{\partial t} \right| \frac{|\Delta t|}{V} \%, \quad (4)$$

где  $V = |\Delta P| + |\Delta E| \text{ мм.} \quad (5)$

В Табл. 1 приведены фрагменты результатов проведенных расчетов.

**Таблица 1** – Исходные данные и результаты исследований

Пункт	$t, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{мм}$	$\Delta P, \text{мм}$	$\Delta E, \text{мм}$	$\Delta Y, \text{мм}$	$\delta Y, \%$	$V_p, \%$	$V_t, \%$
Европейская часть									
Мезень	3,8	0,5	592	83	50	33	12	69	31

Пункт	$t, ^\circ\text{C}$	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	$P, \text{мм}$	$\Delta P, \text{мм}$	$\Delta E, \text{мм}$	$\Delta Y, \text{мм}$	$\delta Y, \%$	$V_p, \%$	$V_t, \%$
Рязань	7,1	0,5	614	4	13	-9	-7	33	67
Краснодар	11,1	1,	711	49	42	7	7	87	13
Западная Сибирь									
Салехард	3,2	0,2	585	-53	16	-70	-22	73	27
Октябрьское	4,4	0,4	592	41	34	7	3	65	35
Тюмень	6,4	0,2	524	10	10	0	0	73	23
Восточная Сибирь									
Игарка	3,2	0,4	705	-47	41	-88	-20	52	48
Кюсюр	2,6	0,2	420	45	23	22	10	69	31
Якутск	5,1	0,3	247	38	32	6	34	97	3
Улан-Удэ	5,7	0,8	292	-11	-4	-7	-28	76	24
Дальний Восток									
Островное	2,9	0,5	248	34	34	0	0	70	30
Среднеколымск	3,1	0,4	250	40	36	4	8	77	23
Экимчан	4,8	0,4	728	-20	24	-44	-14	44	56
Южно-Сахалинск	5,8	0,3	909	48	26	22	5	73	27

Данные Табл. 1 показывают, что изменения норм стока ( $\Delta Y$ ) на территории России имеют разные знаки и различаются по абсолютной величине на многие десятки миллиметров. Относительные изменения ( $\delta Y$ ) по абсолютной величине также колеблются в достаточно широких пределах (от 0 до более чем 30%). Знак перед  $\Delta Y$  почти всегда совпадает со знаком перед  $\Delta P$ , т. е. направление изменений стока на территории нашей страны чаще всего однозначно связаны с направлением изменений осадков. Вклады  $V_p$  также почти повсеместно значительно больше вкладов  $V_t$ .

#### Литература

1. Постников А.Н. Об использовании различных уравнений связи для определения норм годового испарения // Ученые записки РГГМУ, № 46, 2017. – С. 35–42.
2. Постников А.Н. Об изменении испарения с суши и водной поверхности на территории России за последние десятилетия // Ученые записки РГГМУ, № 50, 2018. – С. 88–96.
3. Коваленко В.В., Гайдукова Е.В., Чистяков Д.В., Хамлили А. Прогностические модели развития процессов катастрофического формирования многолетнего годового стока // Метеорология и гидрология, № 10, 2010. – С. 64–69.
4. Гайдукова Е.В., Шаночкин С.В., Москалюк М.А. Учет испарения при математическом моделировании речного стока // Ученые записки РГГМУ, № 52, 2018. – С. 79–87.
5. Винников С.Д., Викторова Н.В. Физика вод суши. – СПб.: РГГМУ, 2009. – 430 с.

## APPROXIMATE ESTIMATES OF CHANGES IN THE NORMS OF RIVER FLOW IN RUSSIA UNDER THE INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE

Postnikov A.N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Russian State Hydrometeorological University (RSHU), Saint-Petersburg, Russia, apostnikkk@mail.ru

**Abstract.** The approximate data on changes in the norms of annual river flow in Russia obtained by the calculation method are presented. Contributions to changes in flow changes in precipitation and air temperature are estimated.

Key words: change, river flow, contributions to changes in flow, Russia.