



# МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ ГОСУДАРСТВ-УЧАСТНИКОВ СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ (МСГ СНГ)

**Международная научная конференция по региональным  
проблемам гидрометеорологии и мониторинга окружающей  
среды, посвященная 20-летию образования МСГ СНГ**

**Россия, Казань, 2 - 5 октября 2012 г.**

**Республика Армения “Государственная служба  
Армении по гидрометеорологии и мониторингу”**

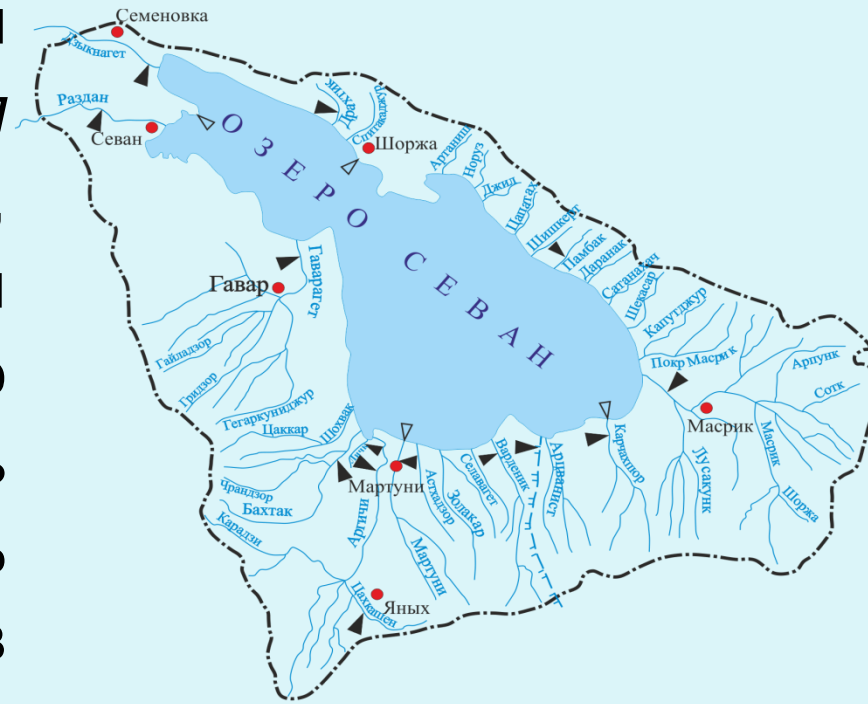


**Амалия Мисакян**

# **КРАТКОСРОЧНЫЙ И ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ УРОВНЯ ОЗЕРА СЕВАН В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**

*А. Э. Мисакян, Л. Р. Варданян, Л. В. Азизян*

Озеро Севан является естественным водоемом с высококачественной пресной водой и для Республики Армения является приоритетным, стратегически важным природным ресурсом. До искусственного понижения уровня озера здесь было сосредоточено более 80% (58.5млрд. м<sup>3</sup>) водных ресурсов республики, которое в 5 раз больше поверхностного речного стока и около 35 раз больше накопленных водных ресурсов остальных водохранилищ.



#### УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ

- |                 |                                 |
|-----------------|---------------------------------|
| ▲ Речные посты  | ● Метеорологические станции     |
| △ Озерные посты | ▬ Водоносный тоннель Арпа-Севан |

К сожалению, начиная с тридцатых годов 20-ого века, вследствие интенсивного и не рационального использования вод озера Севан, нарушился его экологический баланс, приведший к ряду негативных последствий и возникла проблема озера Севан. Для сохранения и восстановления озера Севан были предприняты законодательные инициативы и осуществлен ряд водохозяйственных мероприятий, в частности, строительство водосточных тоннелей Арпа-Севан и Воротан-Арпа, целью которых было в первую очередь замедлить, а затем прекратить понижение уровня озера, обеспечивая его повышение до научно-обоснованной оптимальной отметки 1903.5м экологического равновесия.

В связи с проблемой повышения уровня озера Севан стало очень актуальным прогнозирование уровня озера Севан; сток рек впадающих в озеро и подобные другие вопросы гидрологического прогнозирования. С этой точки зрения важны особенно краткосрочные (внутригодовой) и долгосрочные прогнозы изменения уровня озера в условиях глобального изменения климата.

Кроме этого для сохранения и эффективного использования водных ресурсов озера Севан и его бассейна, а также повышения его уровня, крайне важны уточнения водного баланса в настоящем и его оценка в будущем.

Исходя из этого разработана методика прогнозирования изменения уровня озера Севан в весеннее половодье и в годовом разрезе, а также оценка уязвимости активной водоотдачи озера, как взаимозависимость между основными элементами водного баланса в условиях изменения климата, имеют большое прикладное значение не только в связи с тем, что озеро является основным источником пресной воды, а и с тем, что количество попусков воды из озера зависит от повышения уровня озера во время весеннего половодья и других вопросов планирования водопользования.

В зависимости от соотношения элементов водного баланса, величины попусков из озера и переброски воды в озеро через тоннель Арпа-Севан, уровень озера в течение года может изменяться. Минимальный уровень наблюдается в январе-феврале, максимальный – в июне-июле, а наибольшее месячное повышение - в мае, понижение - в сентябре.

Для прогнозирования изменения уровня озера используется метод водного баланса. Так как определение всех элементов водного баланса с большой точностью очень сложно в связи с недостаточностью фактических наблюдений, поэтому для составления прогнозов используют многофакторные корреляционные связи между прогнозируемой величиной и обуславливающими их метеорологическими элементами.

Для разработки методики прогнозирования изменения уровня озера Севан во время весеннего половодья и в годовом разрезе использовались данные наблюдений об уровне озера с 4-х постов (Севан, Шоржа, Мартуни, Карчахбюр), а также данные наблюдений температуры воздуха, атмосферных осадков с метеорологических станций Мартуни, Гавар, Севан и Раздан.

Для прогнозирования изменения уровня озера во время весеннего половодья (1) и в годовом разрезе (2) была установлена многофакторная корреляционная связь между величинами изменения уровня озера за данный период и наблюдаемыми данными атмосферных осадков, температуры воздуха на отмеченных метеорологических станциях.



Кроме того, величины изменения уровня были приведены к естественному состоянию, то есть было суммировано количество воды на попуски, и вычтена переброска воды в озеро через тоннель Арпа-Севан за данный период, учитывая изменения объема воды, обусловленное изменением уровня.

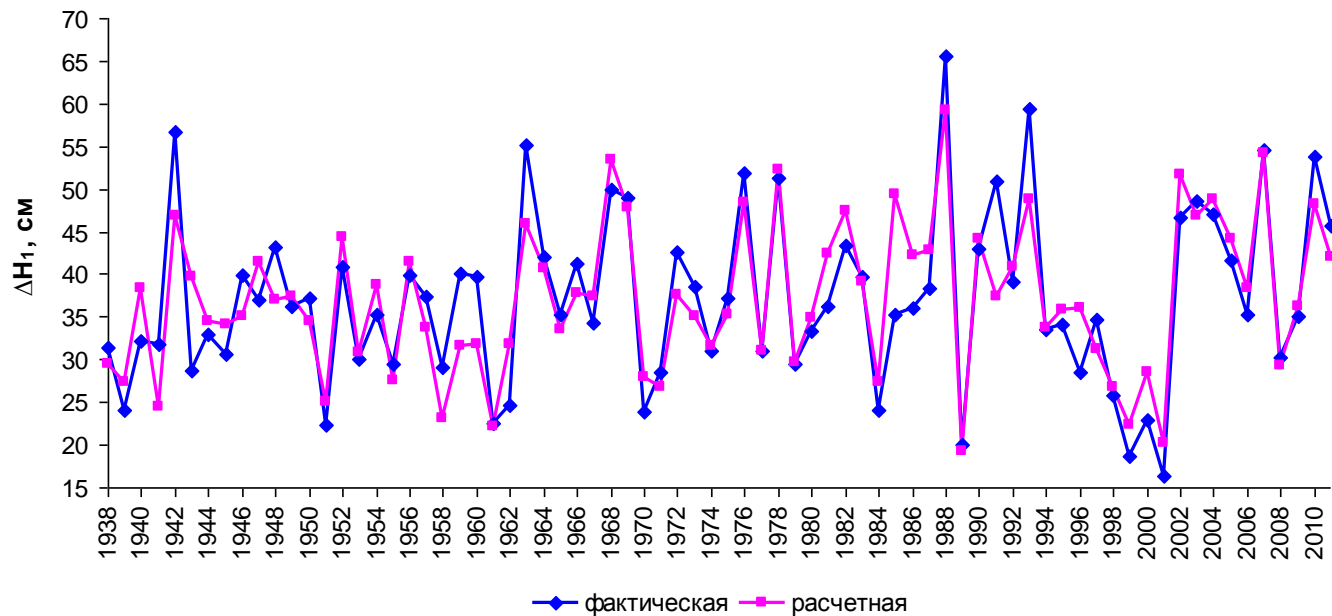
$$\Delta H_1 = -6.77 + 0.012 \sum X_{\text{Раздан} \text{XI-III}} - 1.58 T_{\text{Раздан} \text{I}} - 1.47 T_{\text{Раздан} \text{III}} + 0.035 \sum X_{\text{Севан} \text{XI-III}} + 0.05 \sum X_{\text{Мартуни} \text{VII-III}} + 1.81 T_{\text{Гавар} \text{I}} - 1.12 \Delta T_{\text{Мартуни} \text{IV}} + 22.2 K_{\text{Мартуни} \text{IV-VI}} \quad (1)$$

$$\Delta H_{\text{год}} = -78.1 + 0.05 \sum X_{\text{Раздан} \text{XI-III}} + 0.10 \sum X_{\text{Мартуни} \text{XI-III}} - 1.46 \Delta T_{\text{Мартуни} \text{IV}} + 44.6 K_{\text{Мартуни} \text{IV-IX}} + 0.06 \sum X_{\text{Гавар} \text{VIII-III}} - 1.07 T_{\text{Мартуни} \text{II}} - 0.80 T_{\text{Севан} \text{III}} \quad (2)$$

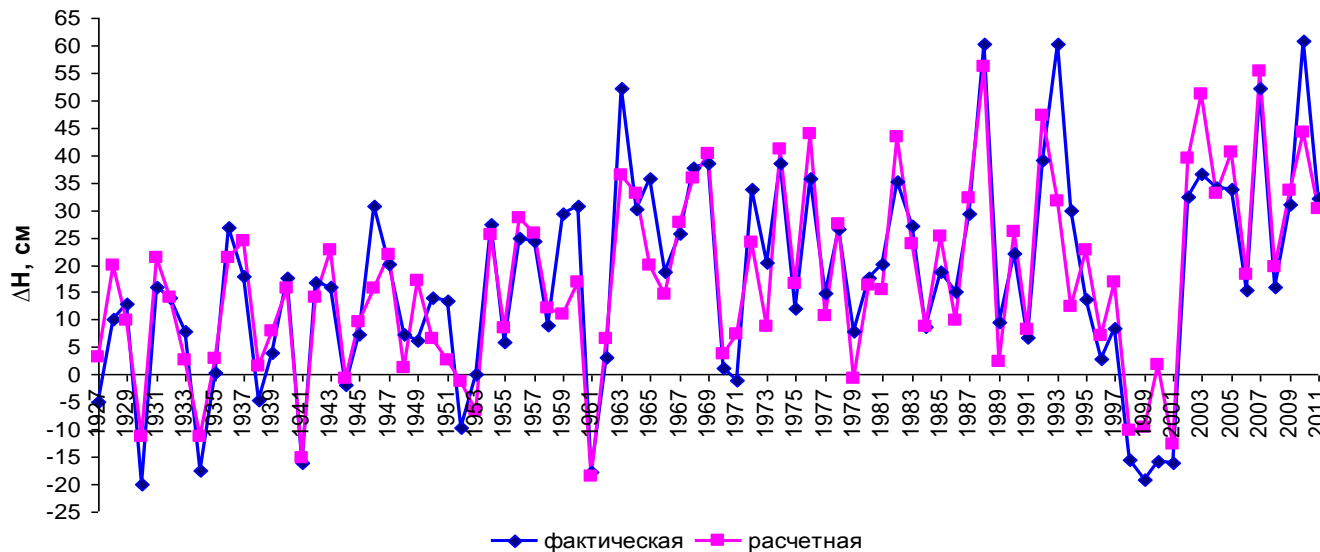
**Характеристики многофакторных связей прогнозирования  
изменения уровня озера Севан**

<i>Номер уравнения</i>	$\sigma$	$\sigma_{\text{допуст}}$	<i>Коэффициент корреляции, R</i>	$\bar{S} / \bar{\sigma}$	<i>Обеспечен- ность метода R, %</i>
<b>(1)</b>	<b>10.0</b>	<b>6.77</b>	<b>0.87</b>	<b>0.49</b>	<b>85</b>
<b>(2)</b>	<b>18.4</b>	<b>12.4</b>	<b>0.90</b>	<b>0.44</b>	<b>88</b>

Допустимая погрешность, 6.77 см



Допустимая погрешность 12.4 см



# Сочетание фактических и расчетных величин изменения уровня озера Севан

Международная научная конференция, Казань, Октябрь 2-5, 2012г.

\*\*\*

Динамическим показателем годовых водных ресурсов озера Севан является его активная водоотдача. Активная водоотдача или свободный сток - это то количество воды, которое можно взять, не меняя его уровень. Величина активной водоотдачи озера обусловлена климатическими условиями региона, а также высотой его уровня. Наряду с понижением уровня озера активная водоотдача увеличивается, поскольку с уменьшением глубины уменьшается также площадь зеркала озера, вследствие чего уменьшается суммарное испарение с поверхности озера, что приводит к увеличению активной водоотдачи.

Несмотря на то, что в этом случае уменьшаются суммарные осадки на площадь зеркала, расчеты показывают, что уменьшение суммарного испарения более чем в два раза больше от уменьшения суммарных осадков, вследствие чего падение уровня озера ведет к увеличению активной водоотдачи.

Оценка активной водоотдачи озера Севан, а также его прогноз, связанный с изменением уровня озера и климатических условий, важны и необходимы для долгосрочного управления водными ресурсами озера.

В условиях глобального изменения климата для оценки уязвимости активной водоотдачи озера использовались результаты региональной климатической модели PRECIS по сценарию выбросов А2, по которой вследствие глобального потепления на всей территории Армении будет наблюдаться большой рост температуры, в частности, в бассейне озера Севан до 2030 года прогнозируется повышение температуры на  $1.5^{\circ}\text{C}$  и уменьшение осадков на 3.3%.

Для оценки уязвимости активной водоотдачи была установлена связь между многолетними величинами активной водоотдачи и данными наблюдений с метеорологических станций температуры воздуха и атмосферных осадков, а для 2030, 2070 и 2100гг. использовались величины изменений сезонных температур и осадков, рассчитанных по модели для бассейна озера Севан по сравнению со средними величинами за стандартный период 1961-1990гг.

$$\Delta W = 4.72 + 1.42 \sum X_{\text{Мартуни XI-II}} + 0.84 X_{\text{Мартуни III-V}} + 1.54 X_{\text{Гавар III-V}} + 1.76 X_{\text{Мартуни VI-VIII}} + 0.75 X_{\text{Севан IX-XI}} + \\ + 1.08 X_{\text{Мартуни IX-XI}} - 22.97 T_{\text{Севан XII-II}} - 36.52 T_{\text{масрик III-V}} - 53.7 T_{\text{Севан VI-VIII}} + 1.19 \bar{X}_{\text{Мартуни IX-XI}}$$

**Отклонения сезонных температур (°C), и количества осадков (%) по сравнению со средними значениями за 1961-1990гг. и оцененные величины активной водоотдачи за 2030, 2070 и 2100гг.**

Регион	2030г.			
	Температура, °C			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Бассейн озера Севан	1.4	0.9	1.8	1.8
	Осадки, %			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Восточный берег озера Севан	-7	-4	-9	-2
Западный берег озера Севан	7	4	-5.5	5.5
	Величина оцененной активной водоотдачи, млн. м <sup>3</sup>			
<b>Бассейн озера Севан</b>	<b>135.33</b>			



Регион	2070г.			
	Температура, °С			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Бассейн озера Севан	3.2	2.1	3.9	3.9
	Осадки, %			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Восточный берег озера Севан	-15	-7	-18	-4
Западный берег озера Севан	15	11	-11	11
	Величина оцененной активной водоотдачи, млн. м <sup>3</sup>			
<b>Бассейн озера Севан</b>	<b>-21.02</b>			

Регион	2100г.			
	Температура, °С			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Бассейн озера Севан	5.0	3.5	6.0	6.0
	Осадки, %			
	Зима	Весна	Лето	Осень
Восточный берег озера Севан	-20	-10	-25	-5
Западный берег озера Севан	20	10	-15	15
	Величина оцененной активной водоотдачи, млн. м <sup>3</sup>			
<b>Бассейн озера Севан</b>	<b>-220.66</b>			

Вследствие повышения температуры воздуха и понижения атмосферных осадков изменятся элементы водного баланса озера Севан и, как результат - величина активной водоотдачи. Как видно из анализа величин, становится ясным, что, если в 2030г. температура воздуха повысится на  $1.5^{\circ}\text{C}$ , а осадки уменьшатся на 3.3%, то величина активной водоотдачи по сравнению со стандартным периодом 1961-1990гг. понизится на 147.8 млн.  $\text{м}^3$ . В 2070г. величина активной водоотдачи будет иметь отрицательное значение и по оцененным величинам составит  $-21.02$  млн.  $\text{м}^3$  и, постепенно понижаясь, в 2100г. составит  $-220.66$  млн.  $\text{м}^3$ .

Итак, вследствие глобального изменения климата, ожидаемые изменения температуры воздуха и атмосферных осадков приведут к уменьшению активной водоотдачи. И для сохранения гидроэкологического состояния озера возникнет необходимость разработки новых водохозяйственных мероприятий.

**СПАСИБО**

**ЗА ВНИМАНИЕ**