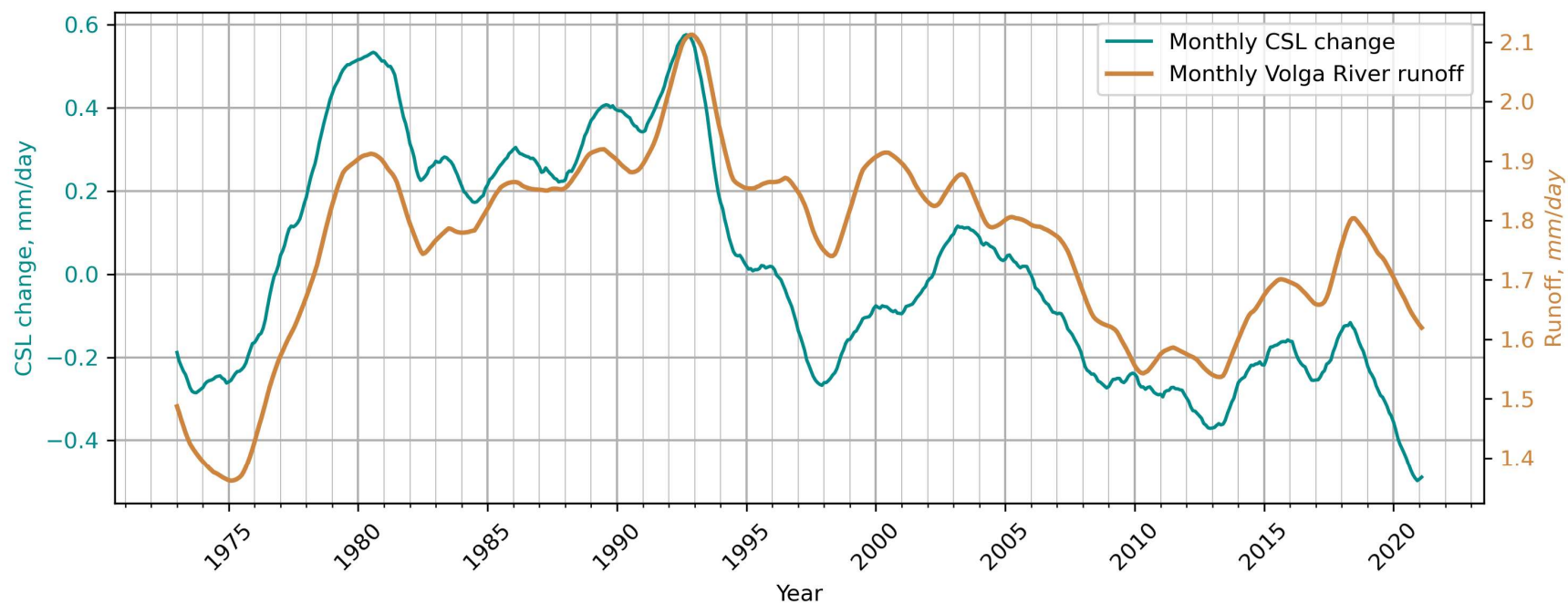
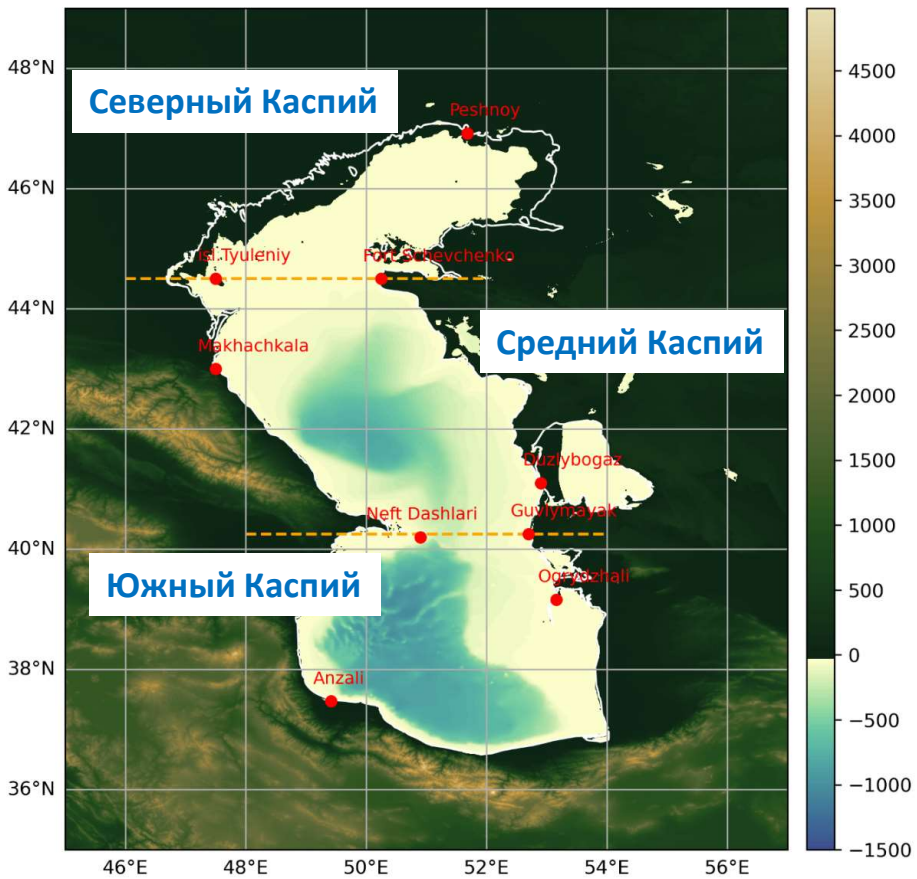


Оценки влагопереноса над акваторией Каспийского моря и его связь с изменениями уровня моря

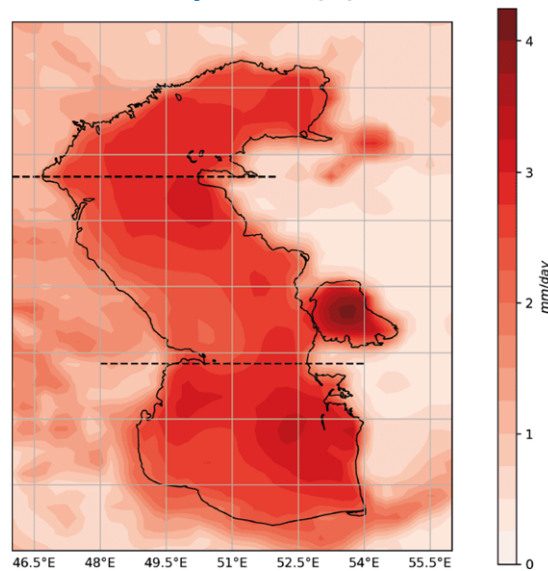


О. Золина, А. Панасик, А. Костяной

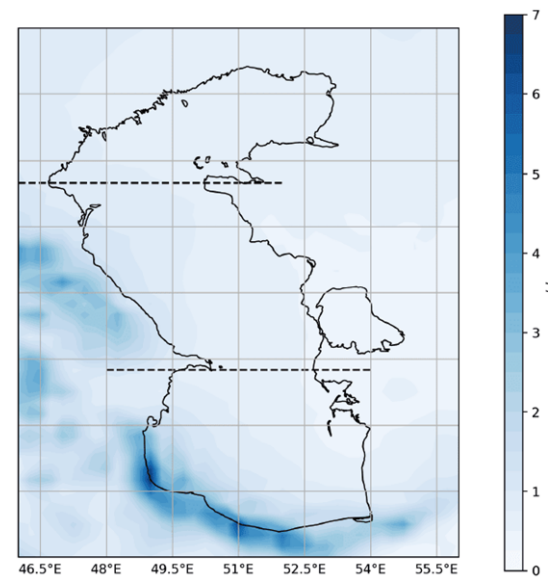




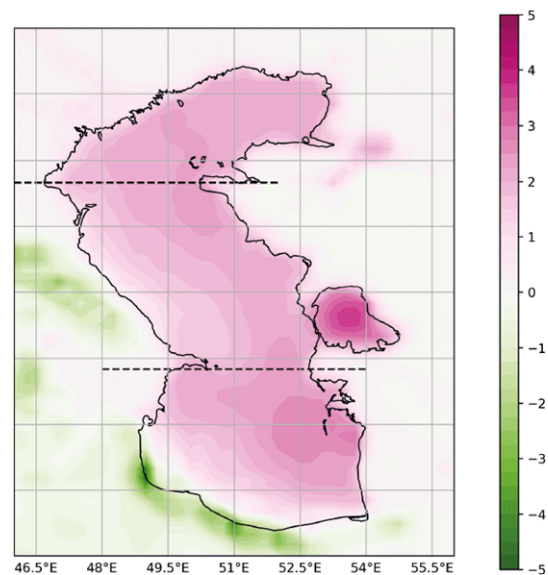
Испарение (E)



Осадки (P)



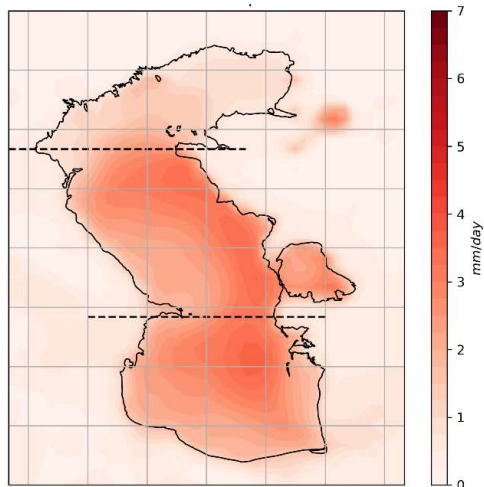
E - P



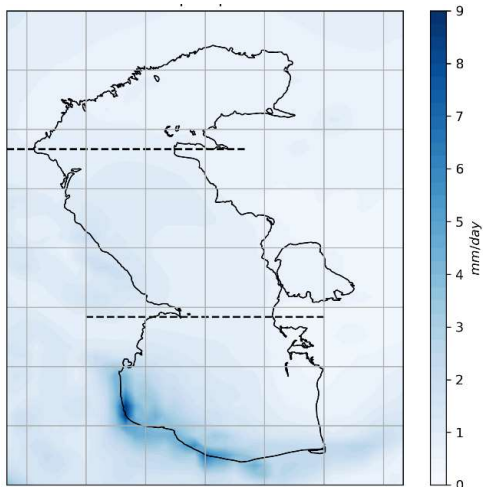
ERA5
1970-2025

зима

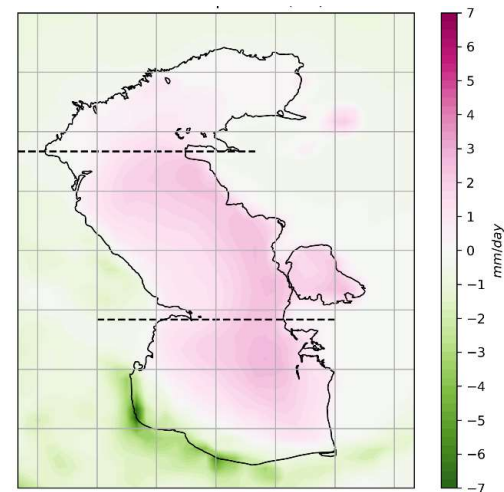
Испарение (E)



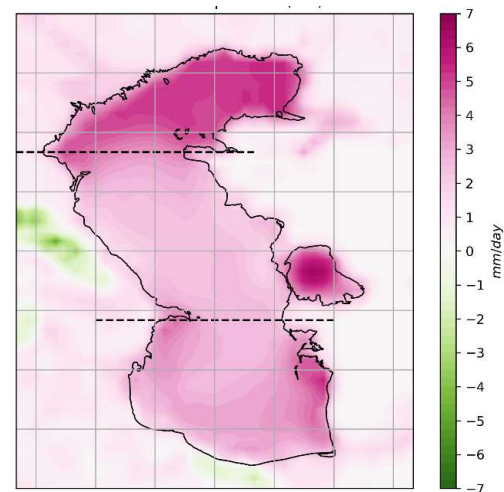
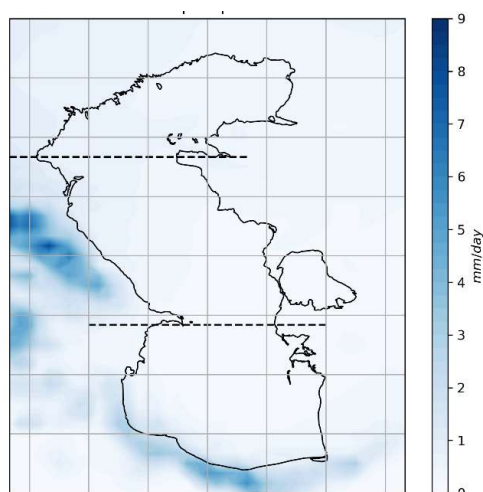
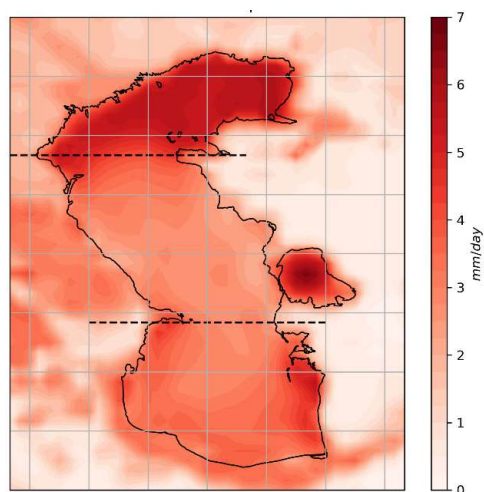
Осадки (P)



E - P



лето



Водный баланс

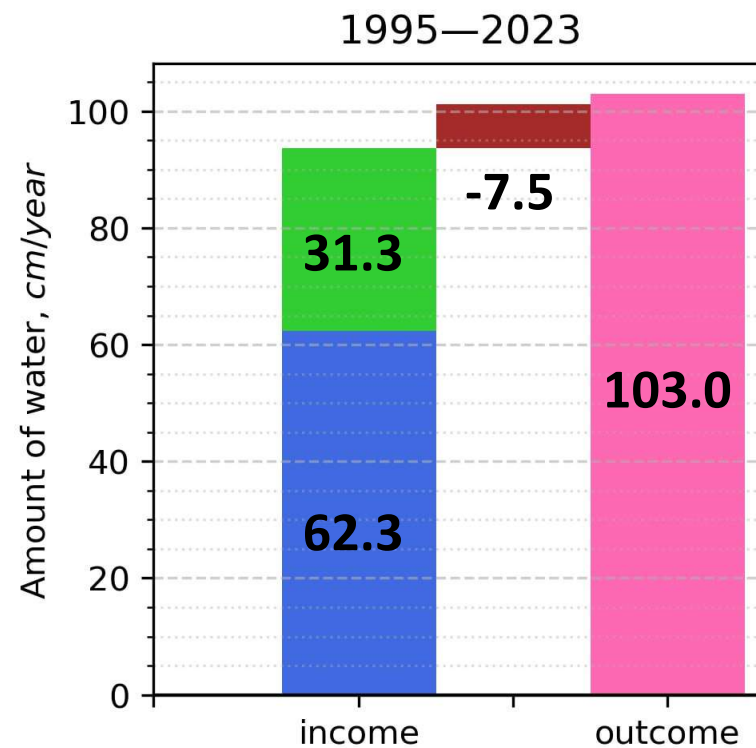
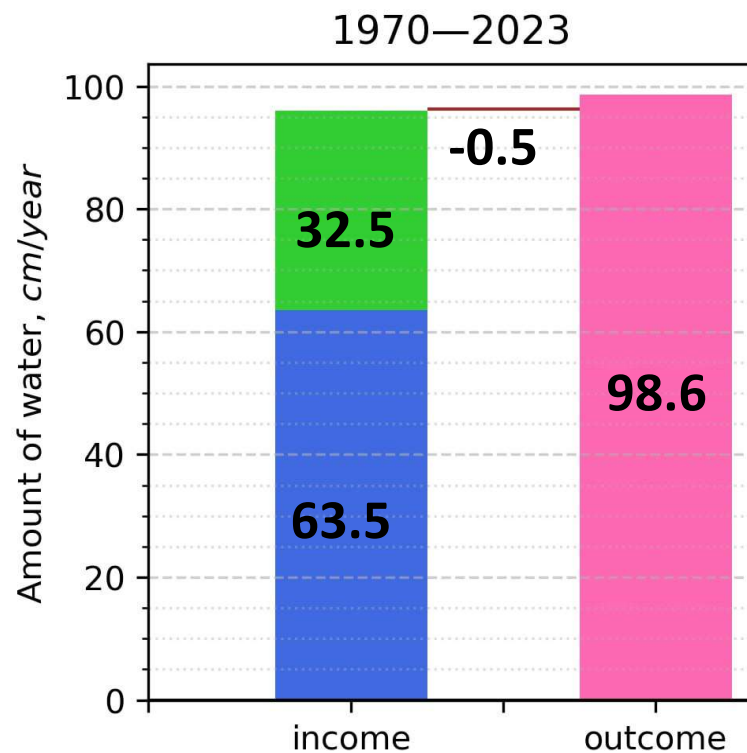
$$\frac{dH}{dt} = R + P - E$$

$\frac{dH}{dt}$ - средний уровень моря

P - осадки

E - испарение

R - речной сток



■ сток Волги R
■ осадки P

■ испарение E
■ изменение уровня $\frac{dH}{dt}$

Уравнение баланса влаги

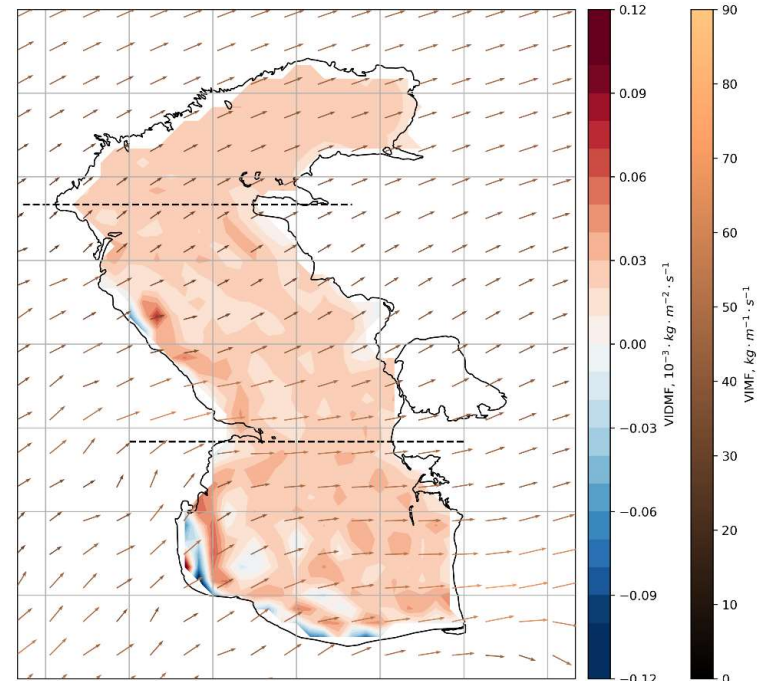
дивергенция
влаги (VIDMF)

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_0^{p_s} q \frac{dp}{g} + \boxed{\text{div} \int_0^{p_s} q \vec{u} \frac{dp}{g}} = E - P$$

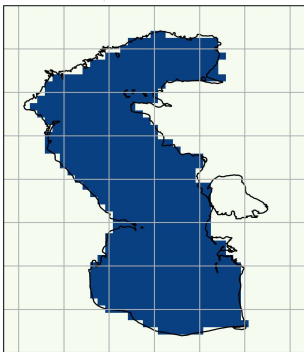
вертикально
проинтегрированный
лагозапас

p_s - давление у поверхности,
 q - удельная влажность,
 \vec{u} - компоненты скорости ветра
 P - осадки,
 E - испарение,
 g - ускорение свободного падения

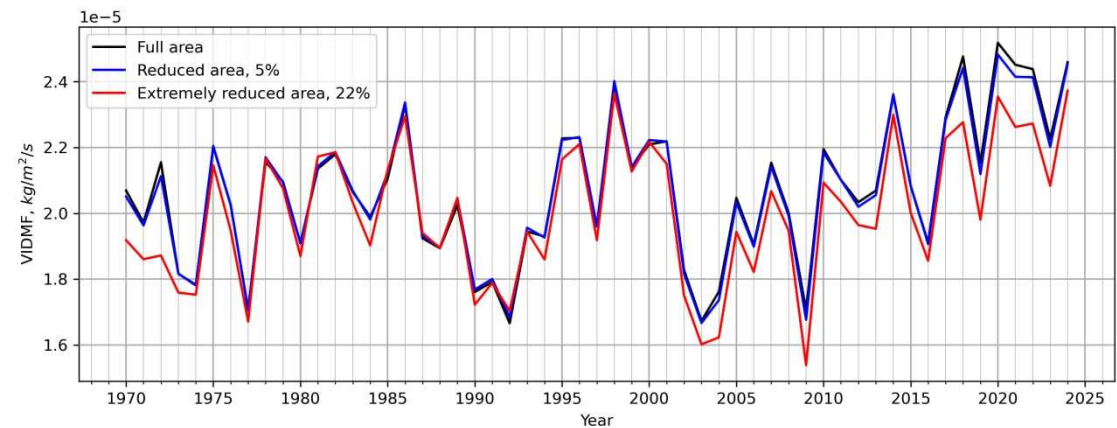
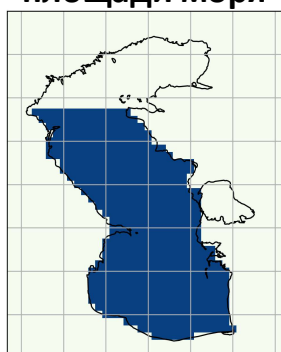
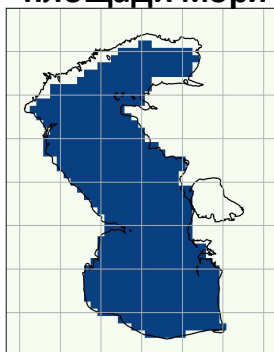
Вертикально
проинтегрированная
дивергенция влаги и
ее перенос
1970-2025



5% сокращения
площади моря



22% сокращения
площади моря

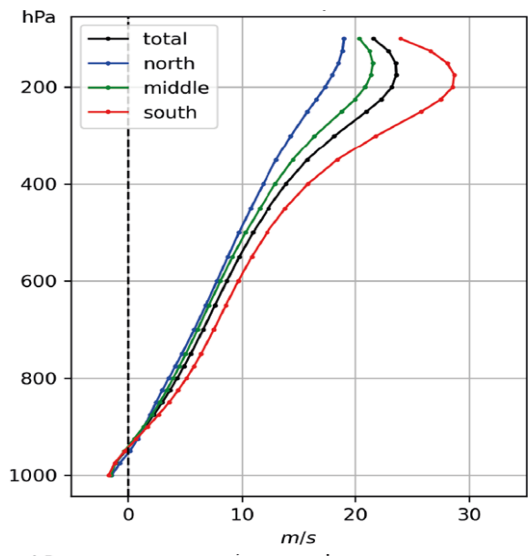


$$\text{div} \int_0^{P_s} q \vec{u} \frac{dp}{g}$$

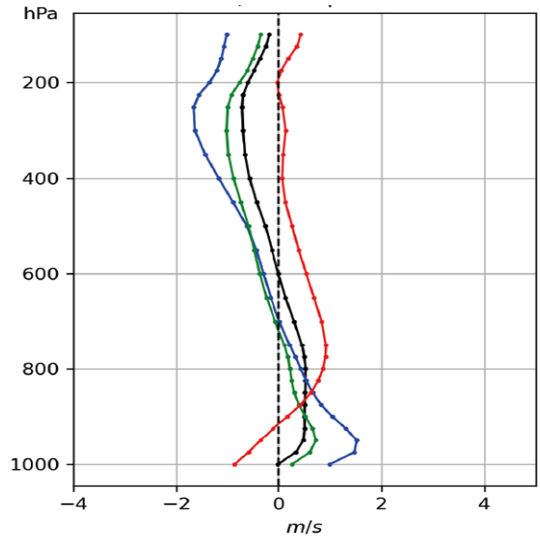
Компоненты скорости ветра

зима

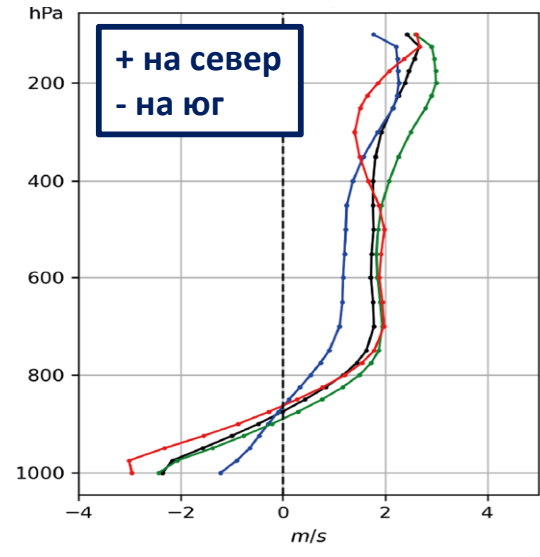
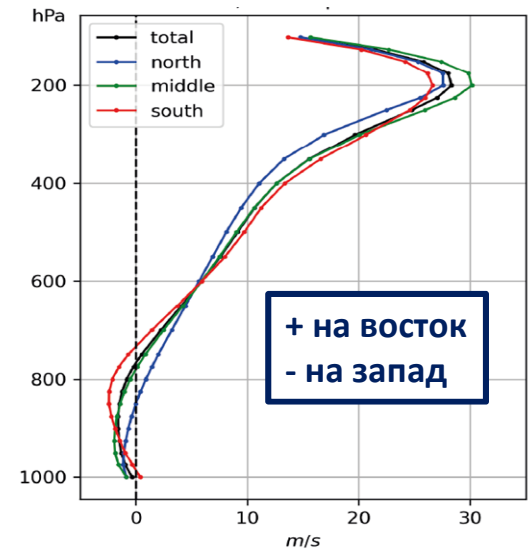
U



V

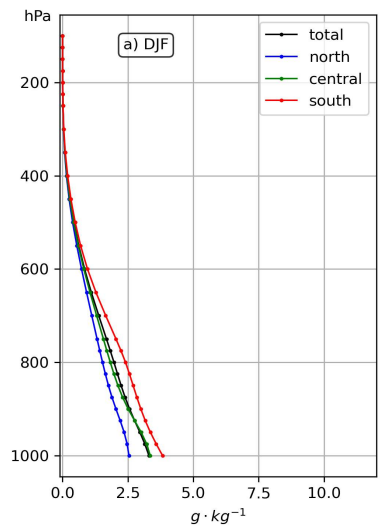


лето

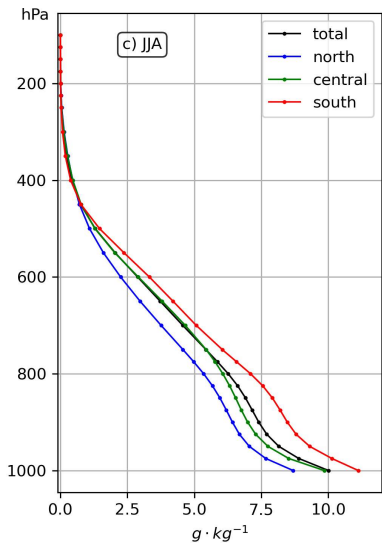


Удельная влажность

a) DJF

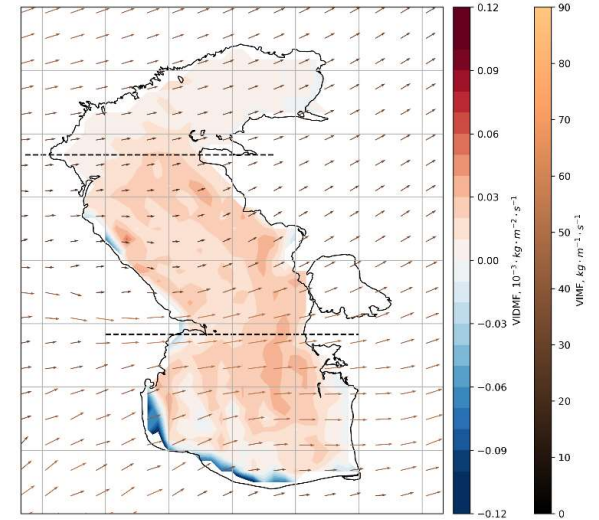
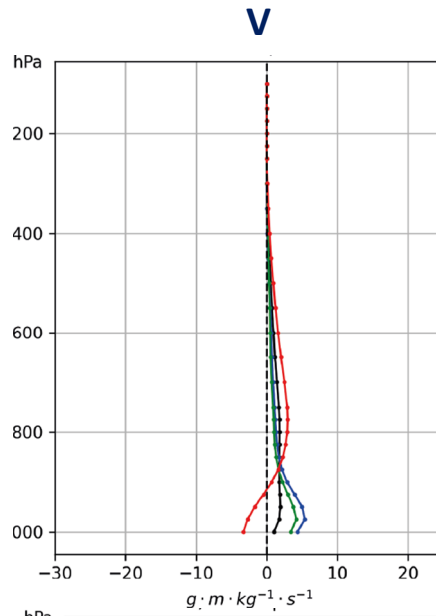
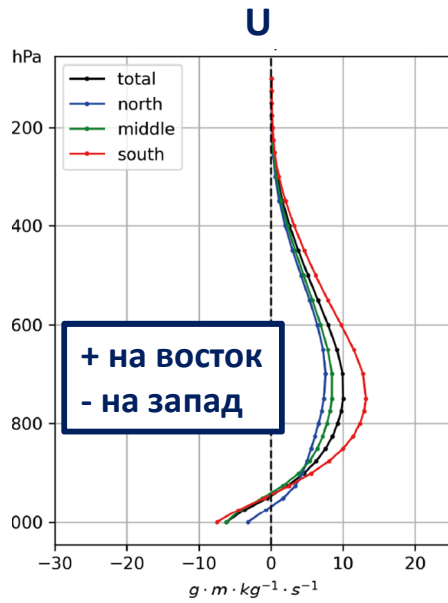


c) JJA

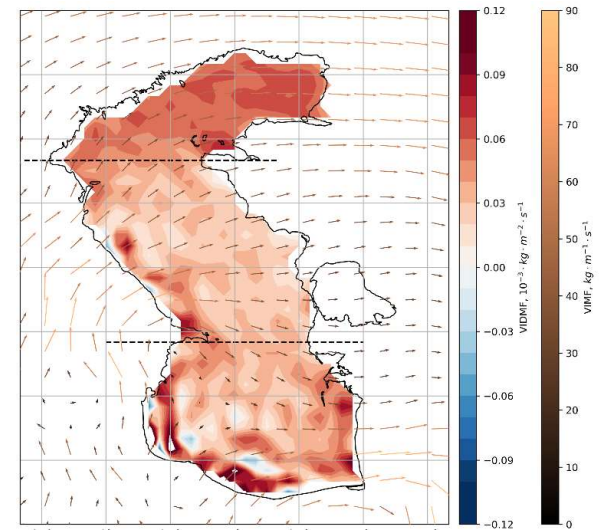
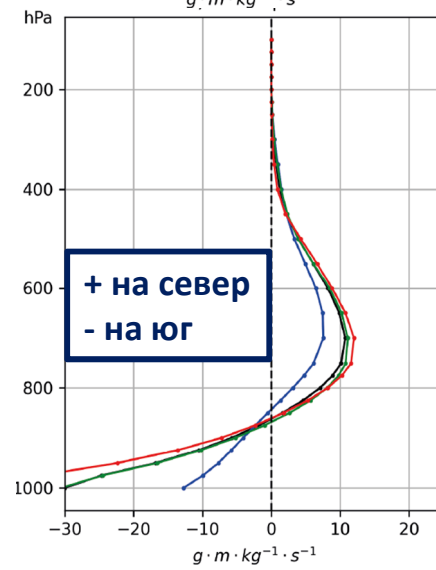
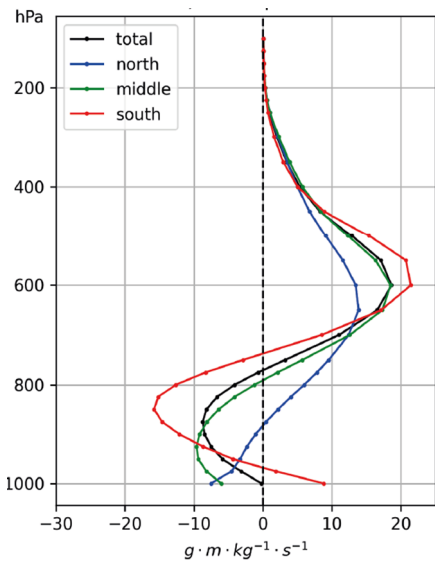


Дивергенции влаги

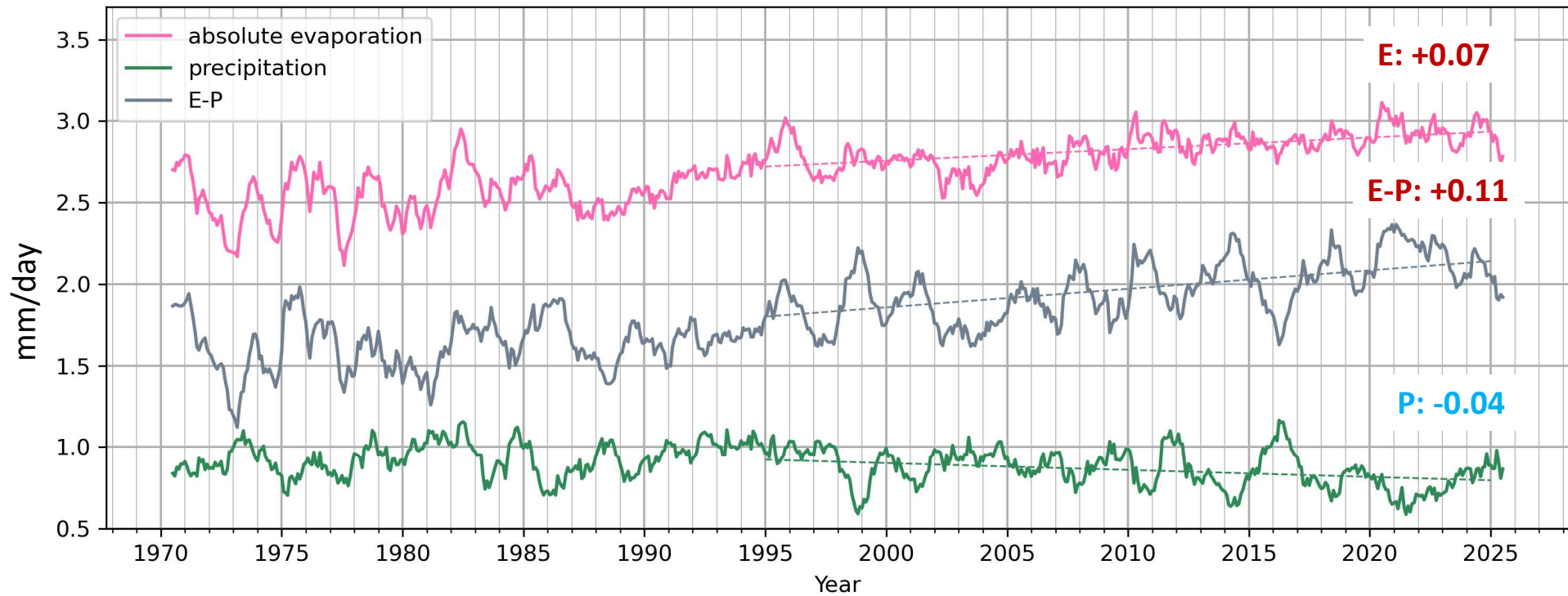
зима



лето



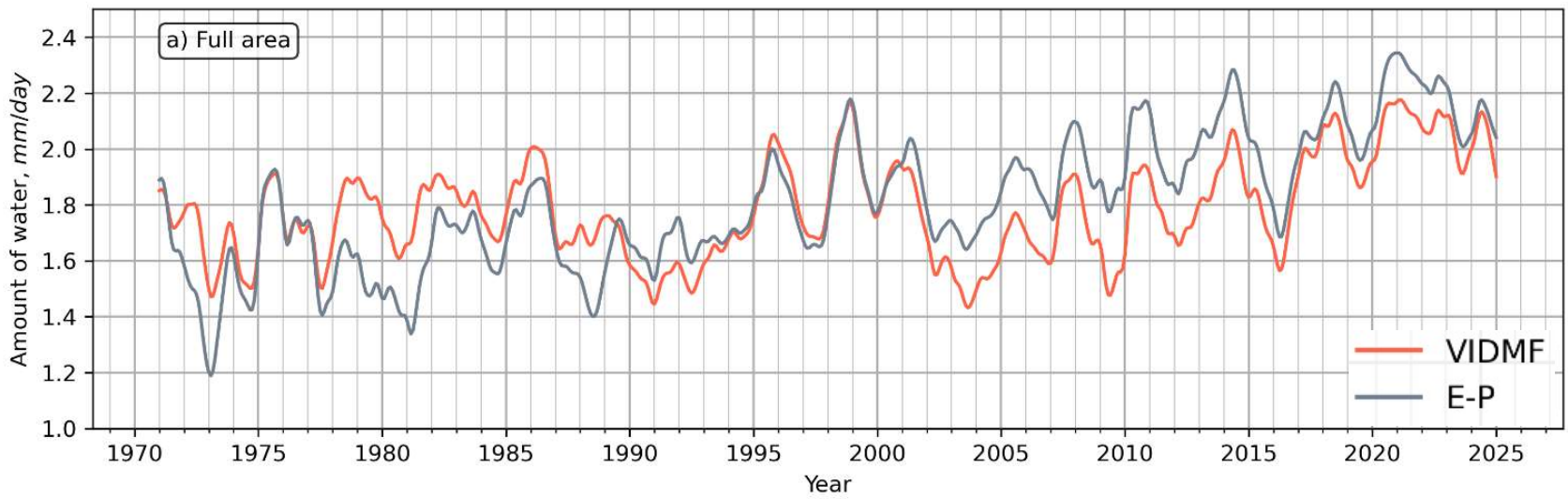
Межгодовая изменчивость атмосферной части баланса влаги



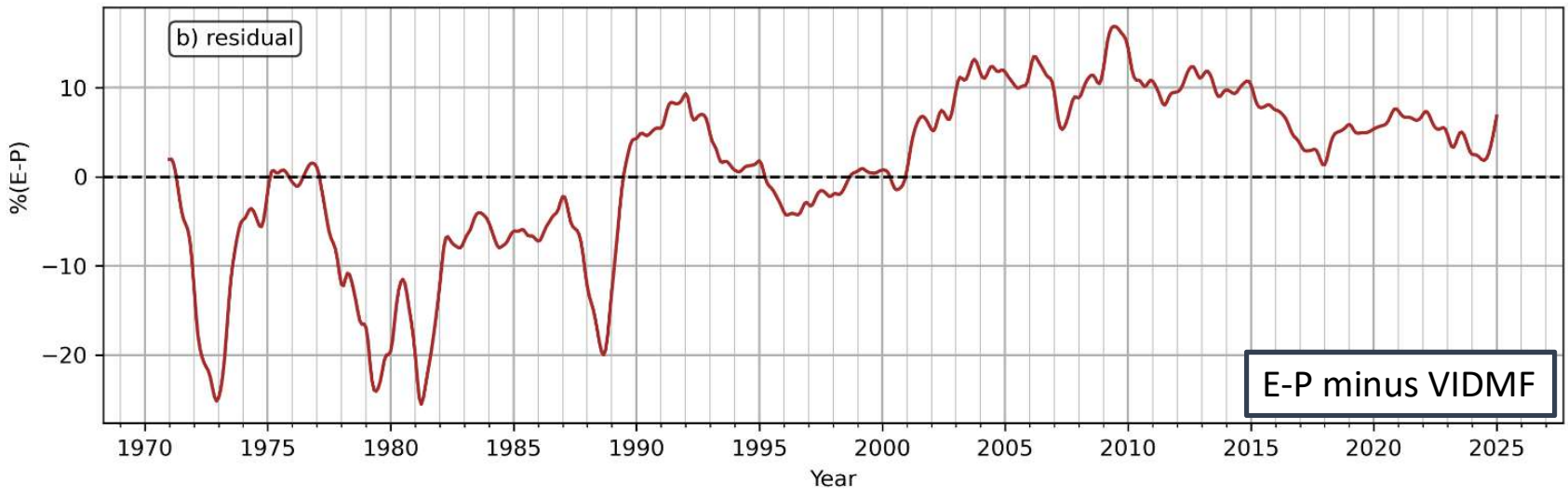
Trends 1995-2025 in mm/day/decade significant at 95% level (Student t-test)

$$\frac{\partial}{\partial t} \int_0^{p_s} q \frac{dp}{g} + \text{div} \int_0^{p_s} q \bar{u} \frac{dp}{g} = E - P$$

Межгодовая изменчивость дивергенции влаги

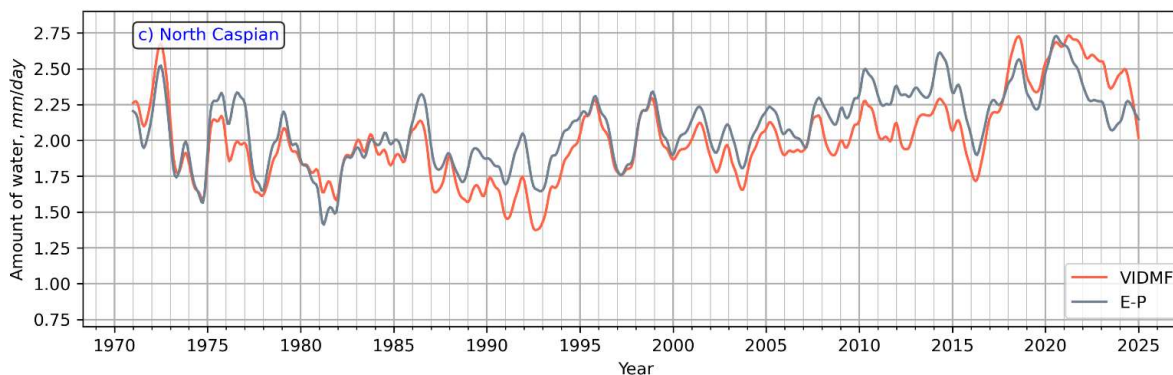


R=0.97 (1970-2025)
R=0.98 (1995-2025)



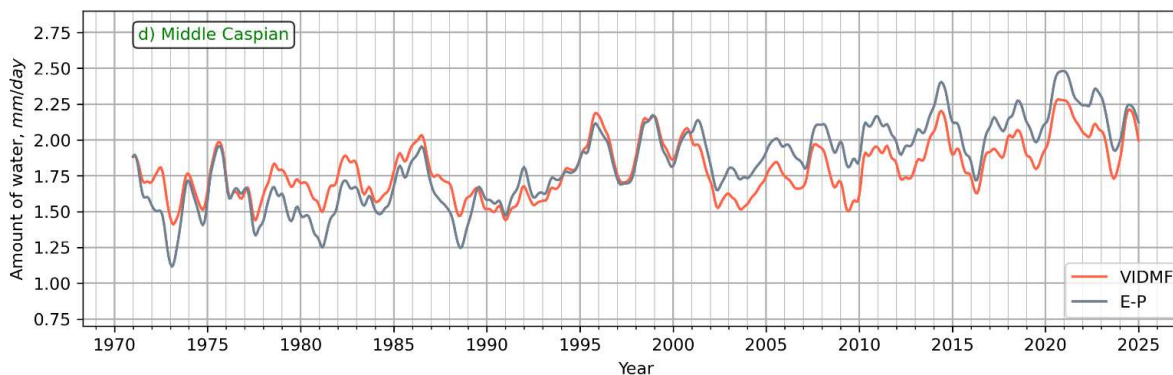
Межгодовая изменчивость дивергенции влаги для разных районов

R=0.98



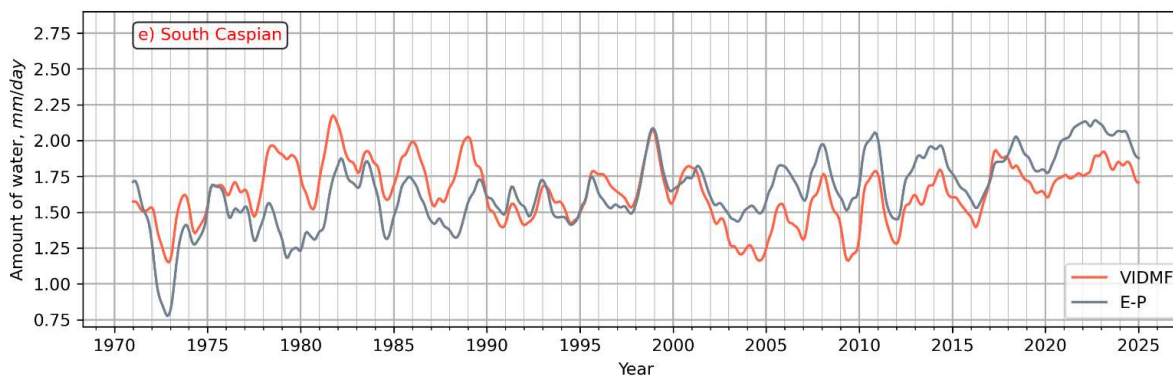
Северный Каспий

R=0.97



Средний Каспий

R=0.96

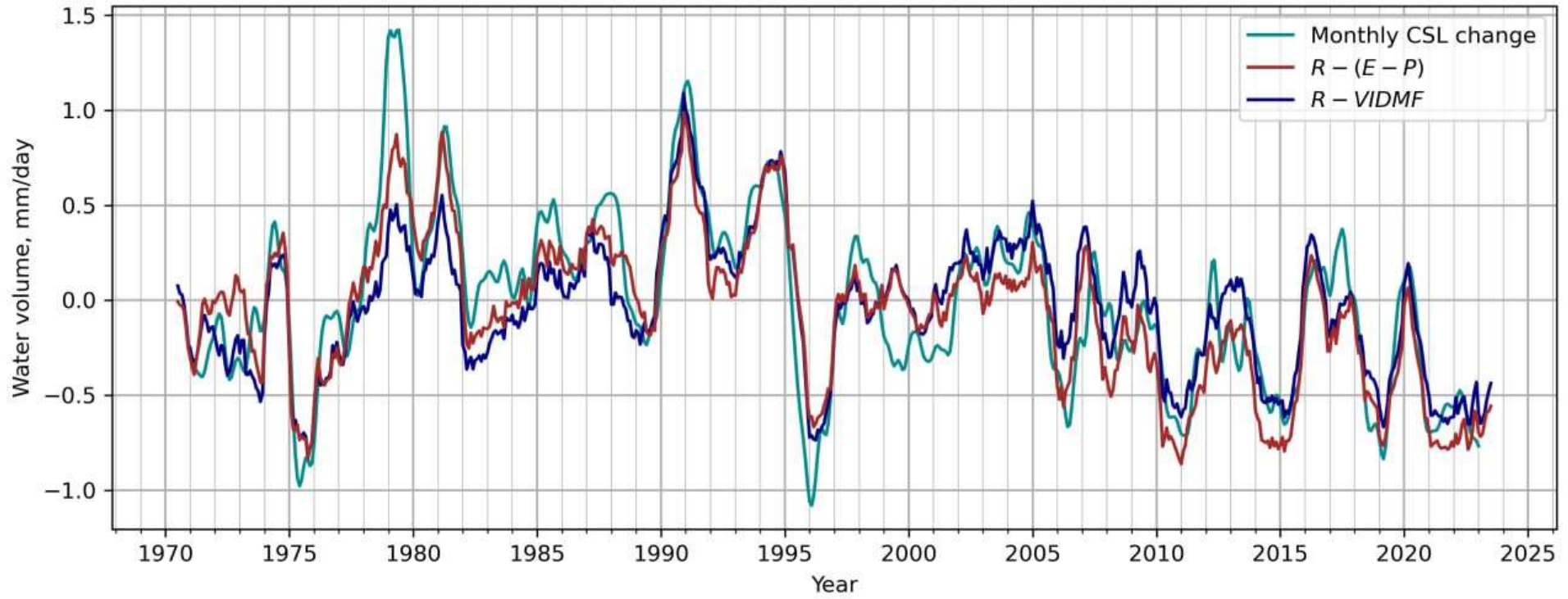


Южный Каспий

— VIDMF
— E-P

$$\frac{dH}{dt} = R - (E - P)$$

Межгодовая изменчивость баланса влаги

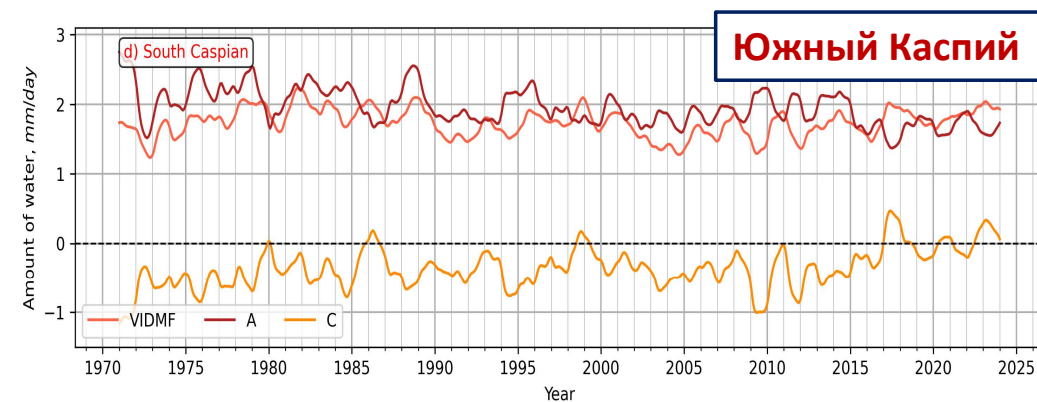
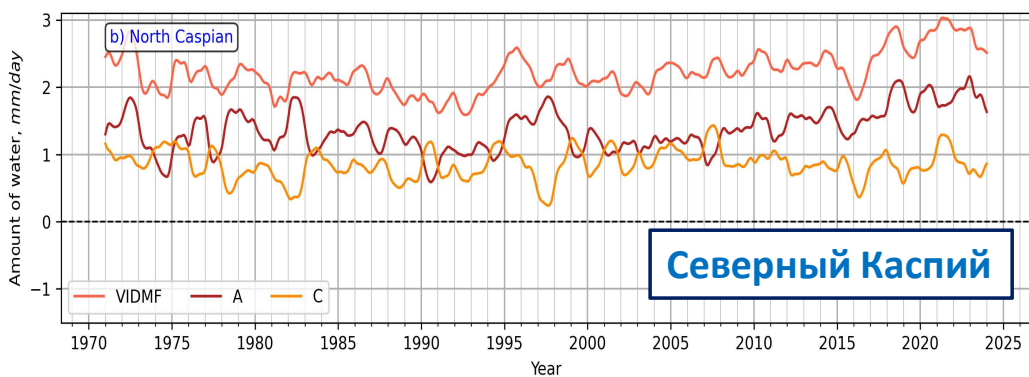
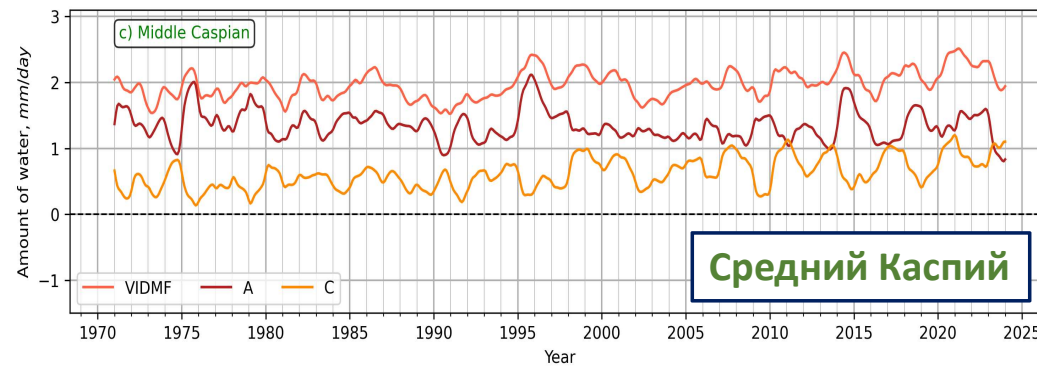
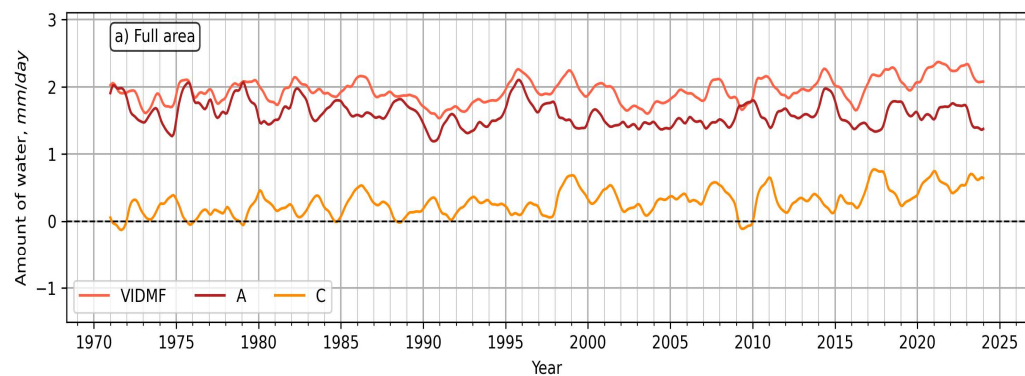


Разложение потока влаги на конвективный и адвективный компоненты

$$VIDMF = \nabla \left(\frac{1}{g} \int_0^{p_s} q \vec{u} dp \right) = \frac{1}{g} \int_0^{p_s} q \nabla \cdot \vec{u} dp + \frac{1}{g} \int_0^{p_s} \vec{u} \cdot \nabla q dp = C + A$$

**Конвективный
компонент**

**Адвективный
компонент**



- **Изменения в атмосферном переносе влаги оказывают существенное влияние на снижение уровня Каспийского моря с 1990-х годов.**
- **Вертикально интегрированный перенос влаги хорошо согласуется с эффективным испарением в данном регионе, что позволяет использовать его для анализа регионального баланса влаги.**
- **Анализ вертикальной структуры переноса влаги наряду с анализом конвективной и адвективной компонент влагопереноса подтверждают существенную роль изменений атмосферной циркуляции, особенно в Северной части Каспийского моря, в наблюдаемых изменениях уровня моря.**