

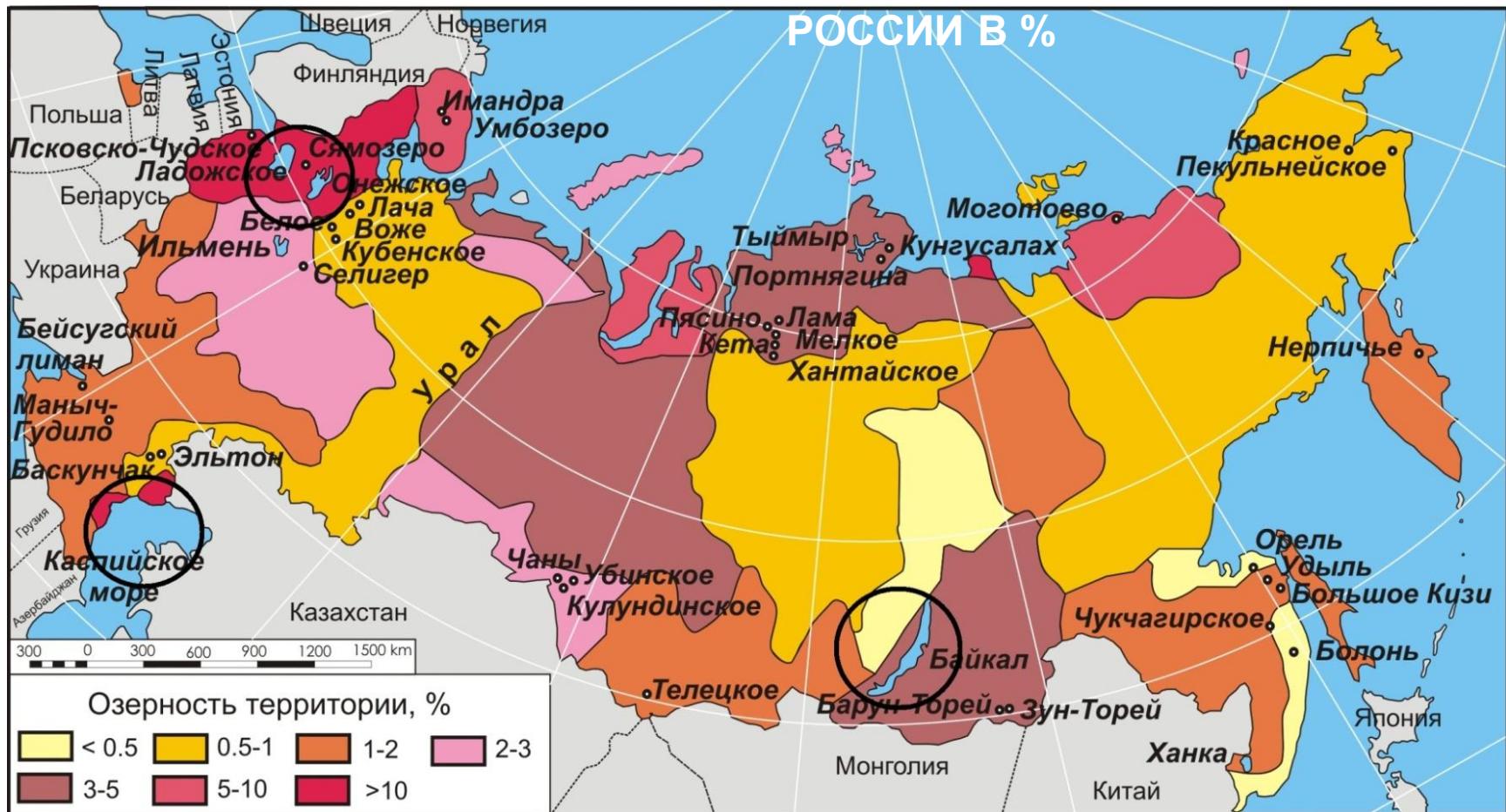
# ЧТО ПРОИСХОДИТ С ВНУТРИВЕКОВЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ УРОВНЯ ВОДЫ ВЕЛИКИХ ОЗЕР ЕВРАЗИИ?

Н.Н.Филатов - Институт океанологии РАН, Санкт-Петербург

В.Н.Малинин - РГГМУ , Санкт-Петербург

Международная научно-практическая конференция «Экосистема  
Каспия: ключевые проблемы и решения», Москва, 27.06.2025 г.

Крупнейшие (великие) озера России имеют стратегическое значение для экономики страны, национальной безопасности. Ресурсы озер могут быть использоваться и для влияния на международные проблемы.



## В Докладе обсуждаются:

- проблемы существенного различия характера внутривековых колебаний уровня великих озер Евразии.
- Показаны проблемы регулирования уровня оз. Байкал и особенностей изменчивости уровня Ладожского и Онежского озер, входящих в единую водную систему.
- 
- Для установления общих закономерностей и региональных особенностей изменчивости уровня воды великих озер Евразии рассматриваются совместно данные длительных измерений уровня этих водоемов.

Предлагаются оценки, когда завершиться период современного падения уровня Каспия.

## НЕКОТОРЫЕ КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОСИСТЕМ КРУПНЫХ ОЗЕР

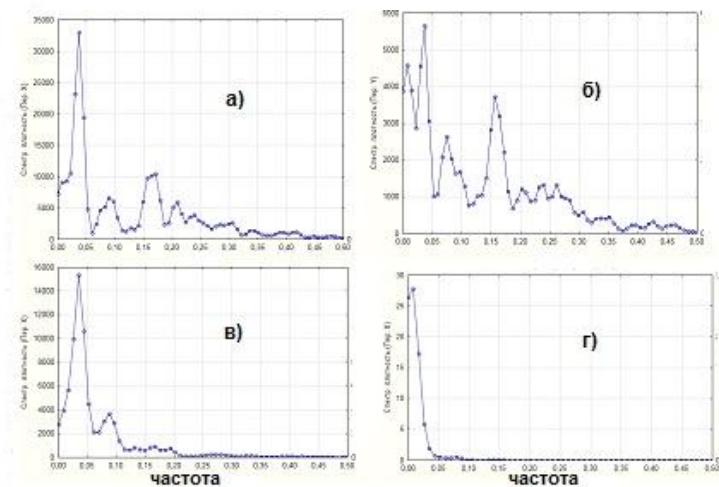
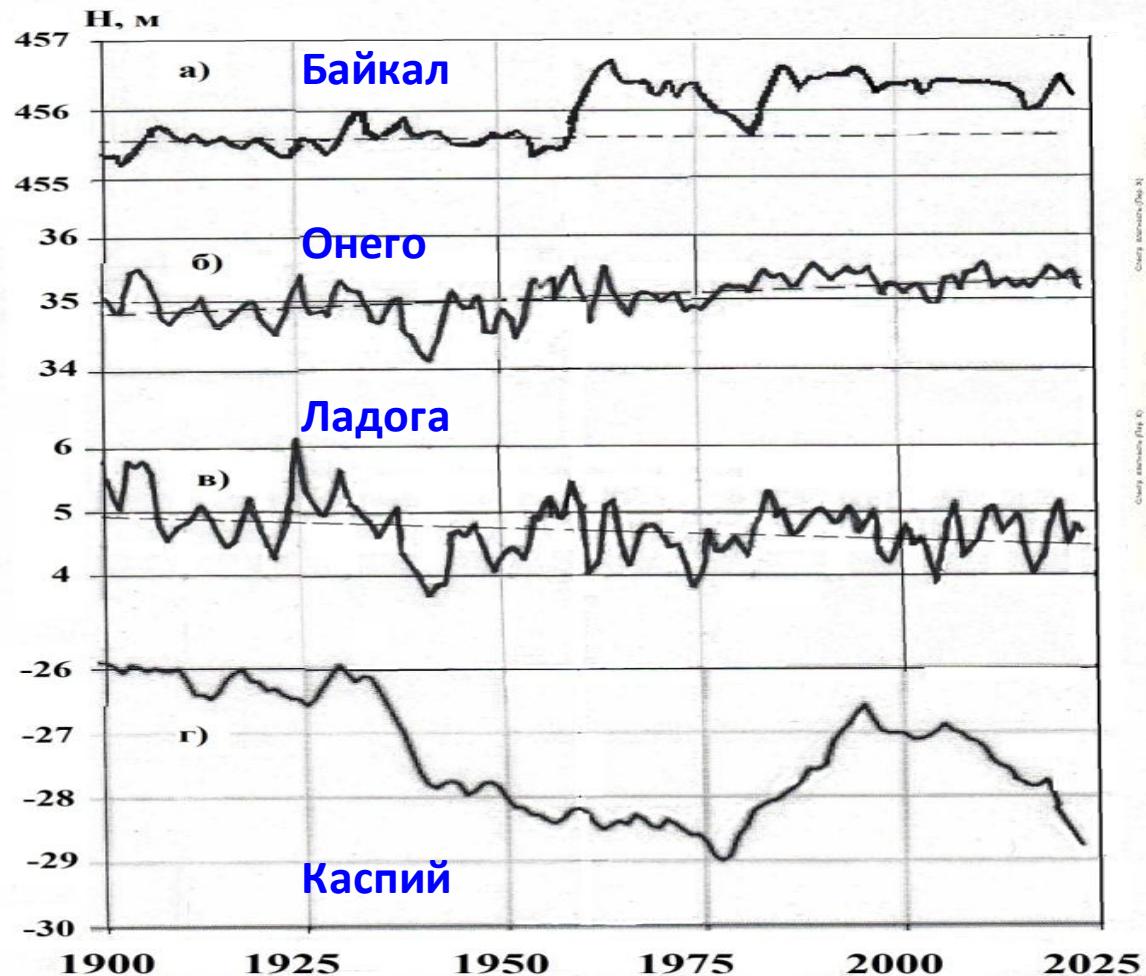
**Каспий** - Не решены проблемы с прогнозированием уровня воды, что вызывает трудности долгосрочного планирования экономической деятельности. Не разработаны модели экосистем для прогностических оценок при разных климатических и антропогенных сценариях.

**Ладожское и Онежское** – Медленное восстановление экосистем озер при резком уменьшении антропогенного влияния после 1991 г. и при заметном потеплении климата.

**Байкал** - Эвтрофикация и загрязнение прибрежной зоны, рост водорослей *Spirogyra*, проблемы регулирования уровня воды для разных пользователей.

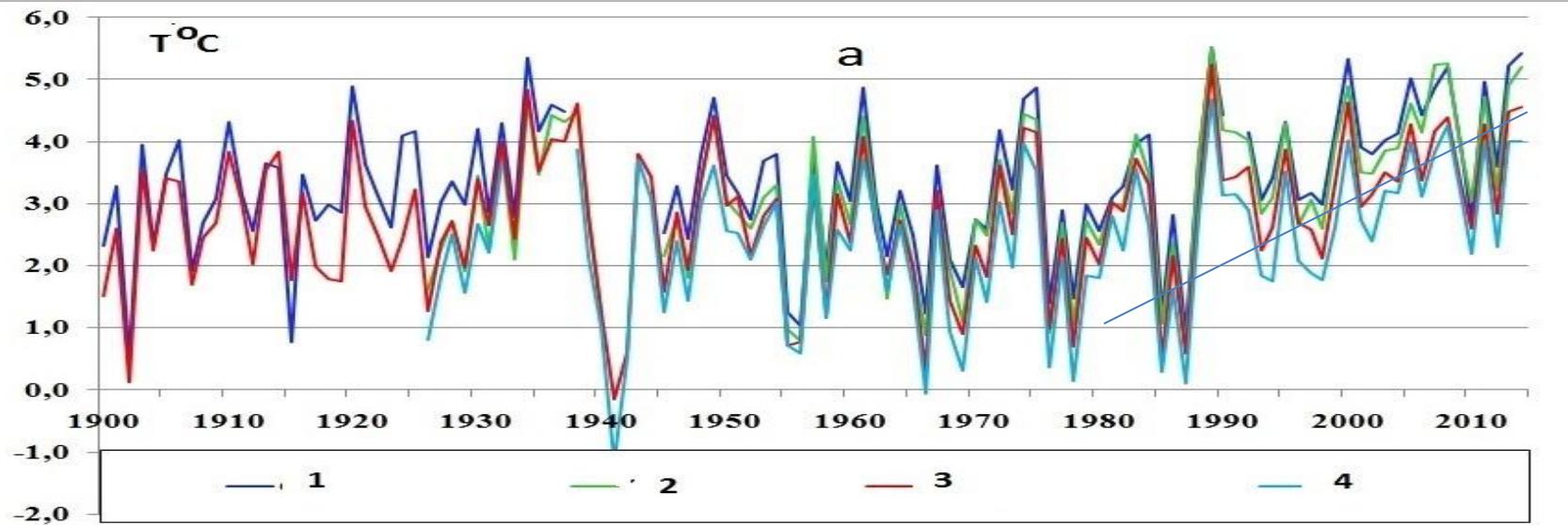
Отсутствуют системы поддержки принятия управлеченческих решений для внутренних водоемов.

Изменчивость уровня воды великих озер Евразии по среднегодовым данным инструментальных измерений на гидрометеорологических станциях за 1900-2024 гг.:  
а) Байкал, б) Онежское, в) Ладожское, г) Каспий.

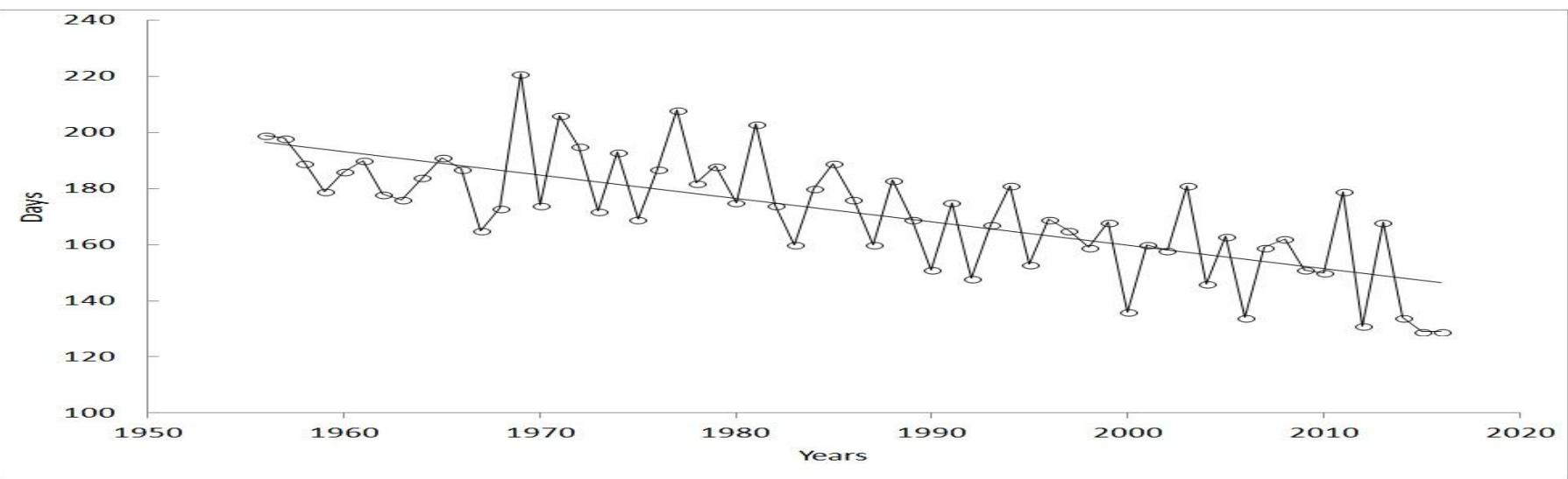


Спектры среднегодовых уровней воды ВАО: а) Ладожское, б) Онежское, в) Байкал, г) Каспий,

# Потепление климата на водосборах озер

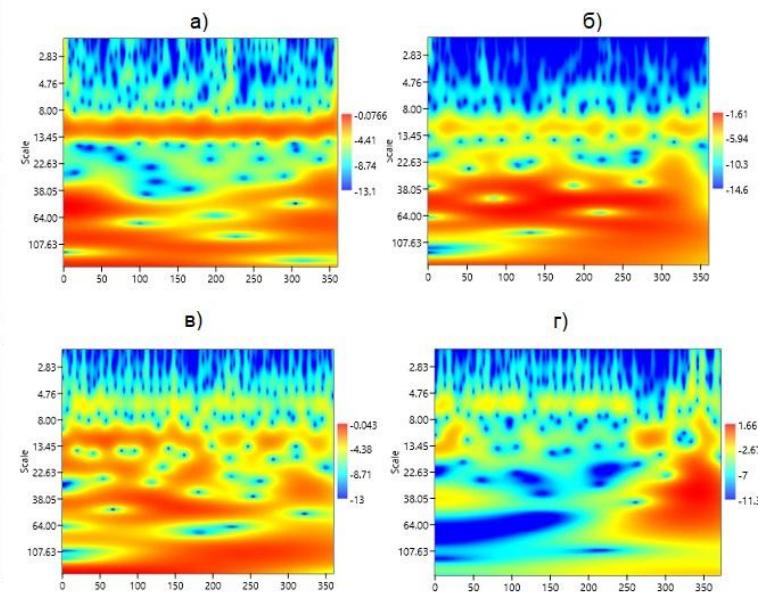
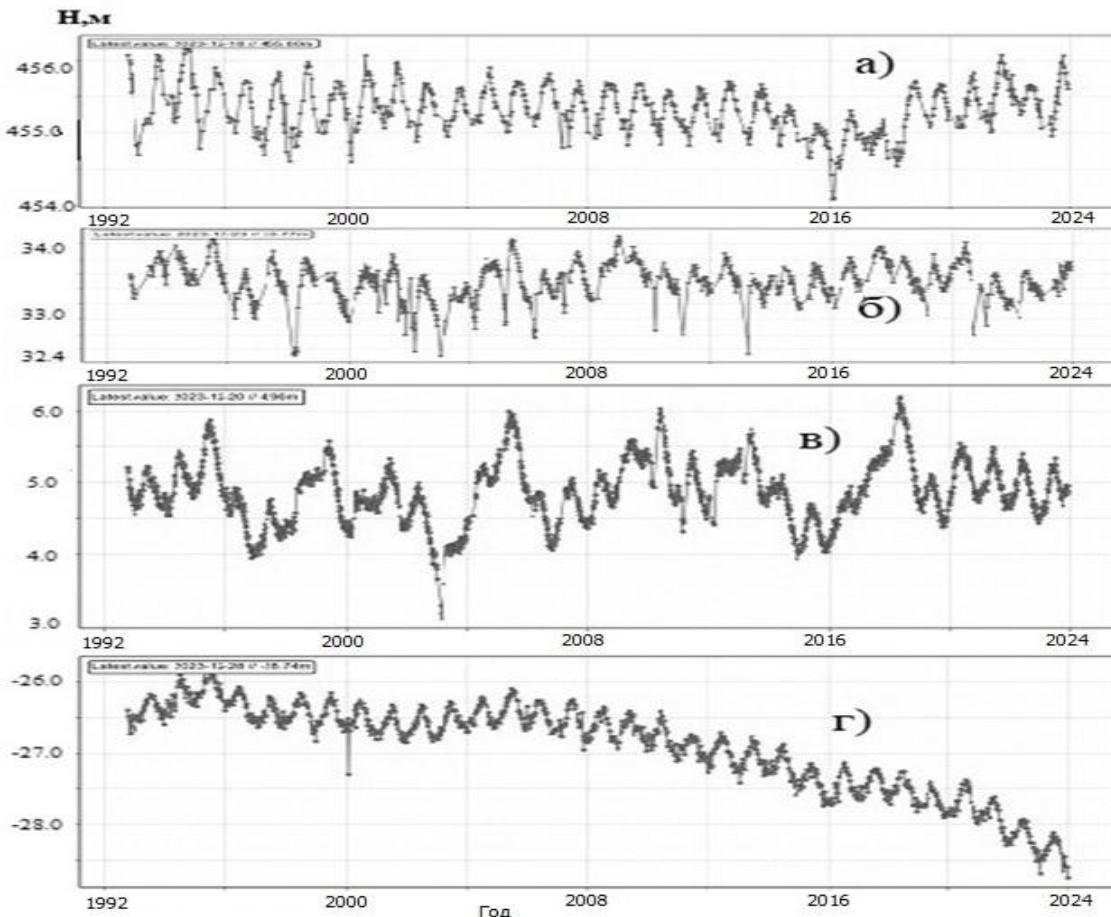


Среднегодовая температура воздуха на водосборе Ладожского озера на метеостанциях (мс): Сортавала (1), Олонец (2) и Онежского озера МС: Петрозаводск (3), Пудож (4). С 1900 по 2024 г.



ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПЕРИОДА С ЛЕДЯНЫМ ПОКРОВОМ (В ДНЯХ) НА ОНЕГО

Изменчивость уровня воды (в метрах): Байкал (а), Онежское (б),  
Ладожское (в), Каспий (г), по данным декадных (десятидневных)  
спутниковых альtimетрических измерений за 1993–2024 гг.

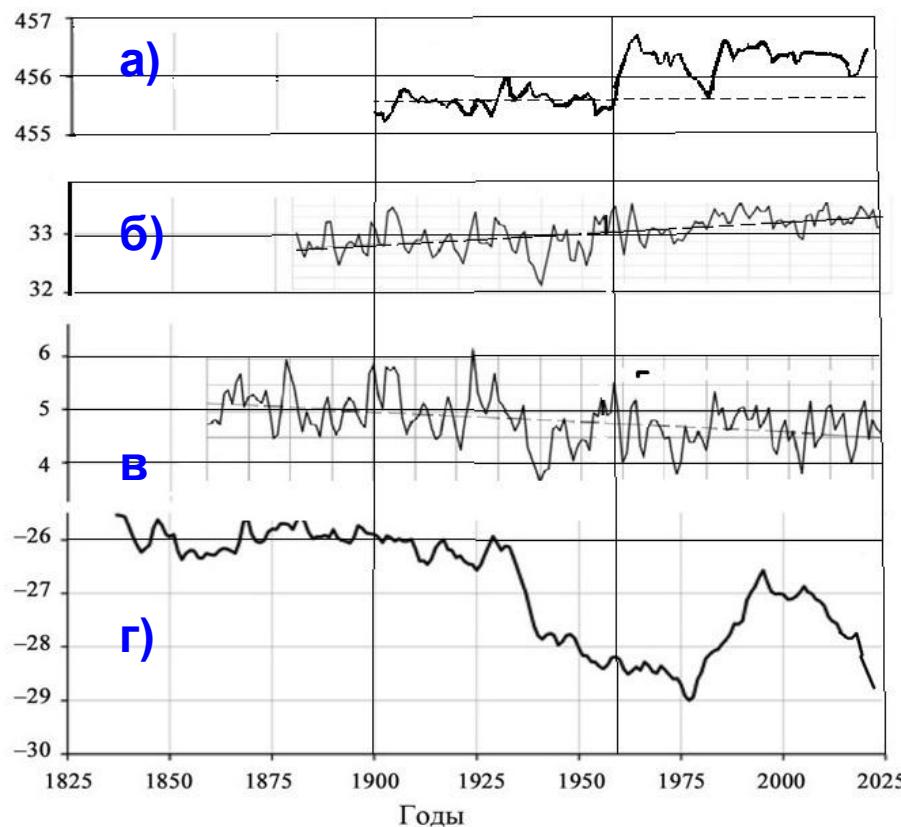


Вейвлет-анализ данных уровня  
воды озер за 1993–2024 гг.

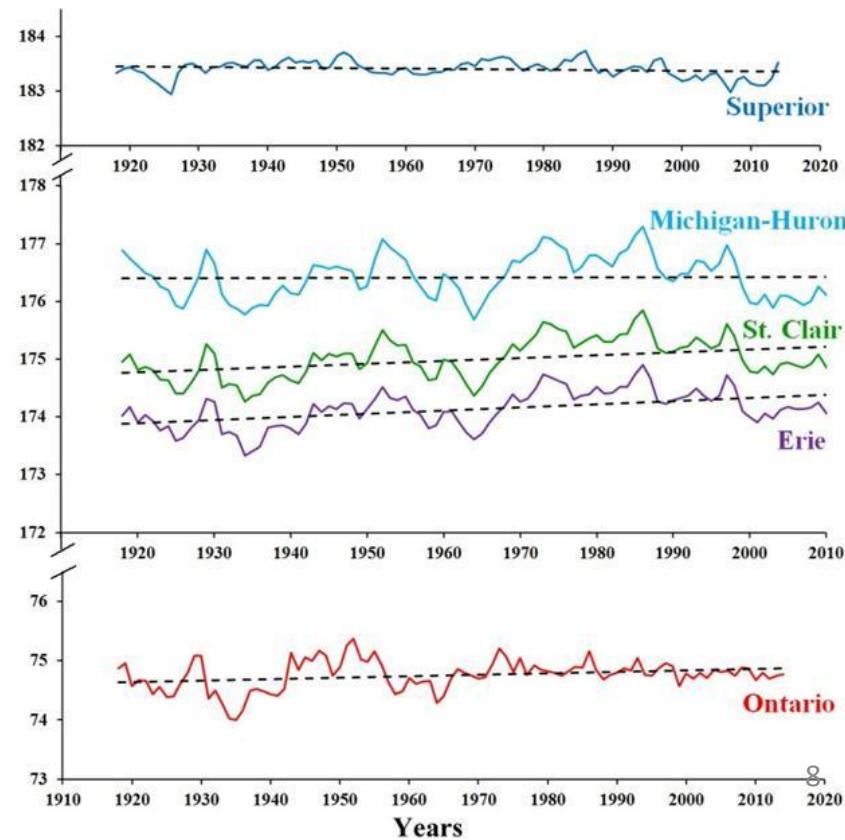
ОПРЕДЕЛЕНЫ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА.  
ОЦЕНЕНЫ УДАЛЕННЫЕ СВЯЗИ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ ВОДЫ ВЕЛИКИХ ОЗЕР  
ЕВРАЗИИ: Байкал (а), Онежское (б), Ладожское (в) и Каспий (г) и  
Северной Америки.

Отсутствует корреляция колебаний уровня воды Великих озер Евразии  
и Сев. Америки, что ограничивает прогностические возможности.  
Отмечается определяющая роль водосбора, регионального климата.

Великие озера Евразии



Великие озера Северной Америки



# Для совершенствования прогноза уровня воды озер

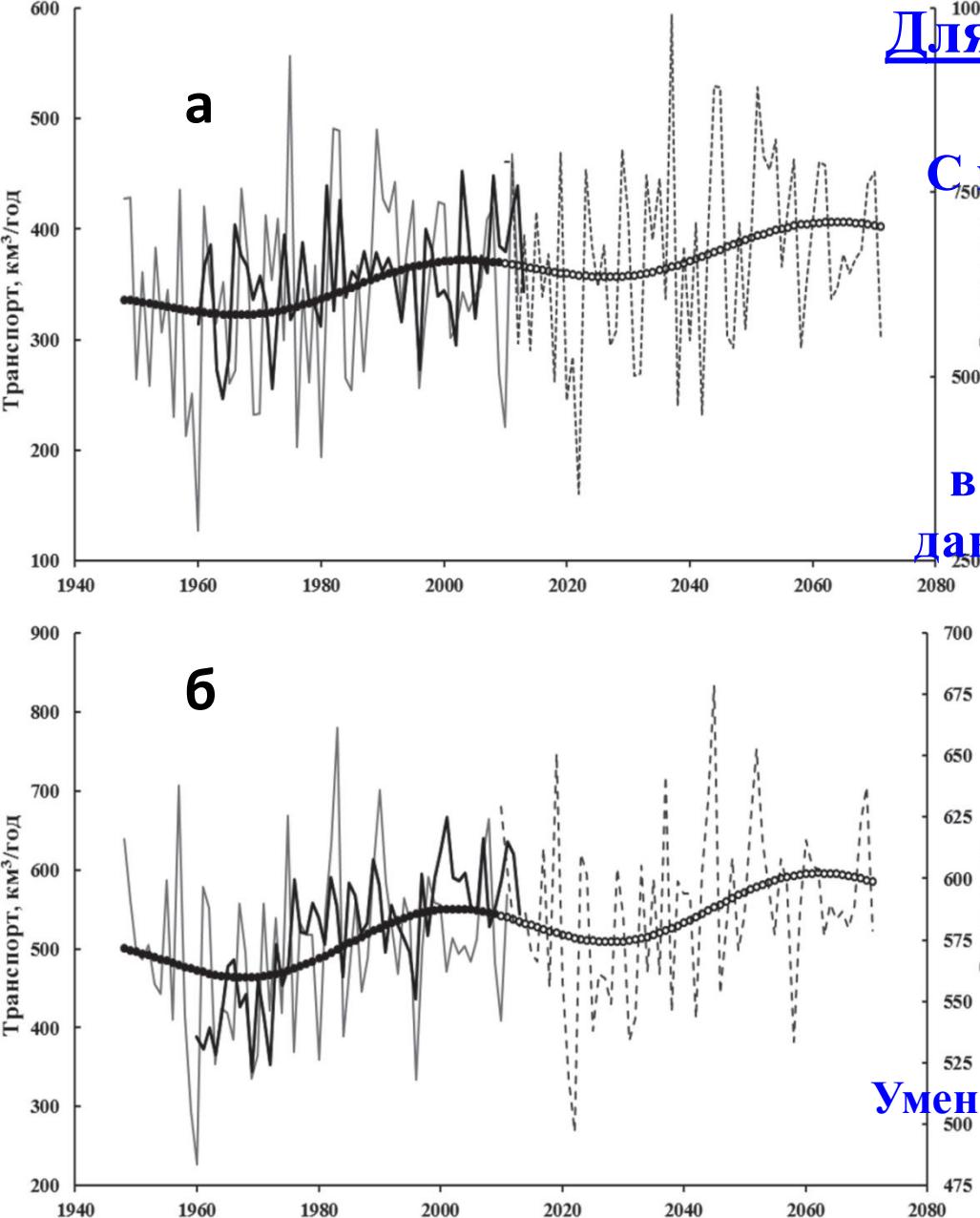
С использованием моделей ИВМ РАН

выполнены оценки  
изменения горизонтального  
транспорта влаги из Атлантики  
в (км<sup>3</sup>/год)

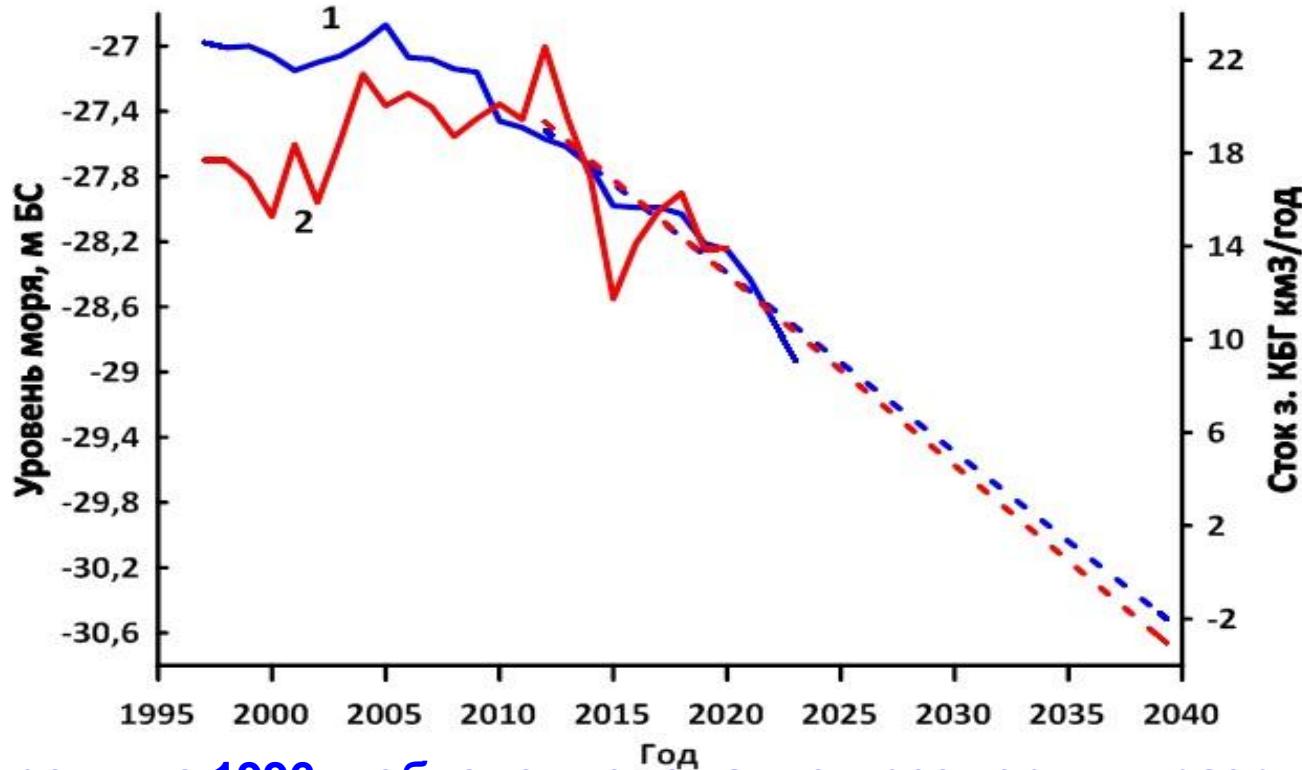
в бассейны Каспия, Ладоги и Онего  
дан прогноз тенденций в XXI столетии  
(Диагноз и прогноз, 2020)

а – поступление в бассейн  
р. Невы (Ладожское и  
Онежское озера),  
б – поступление в бассейн  
р. Волги. (Каспий)

Изменения ТВ (серая линии),  
атмосферных осадков на  
водосборе (жирная черная линия).  
Уменьшение транспорта влаги будет до 2040 г.



## Межгодовая изменчивость уровня Каспия (1) и стока в залив КБГ (2) за 1993-2023 гг. Пунктирные линии – тренды уровня моря и стока в залив КБГ с 2012 г. по 2040 г.



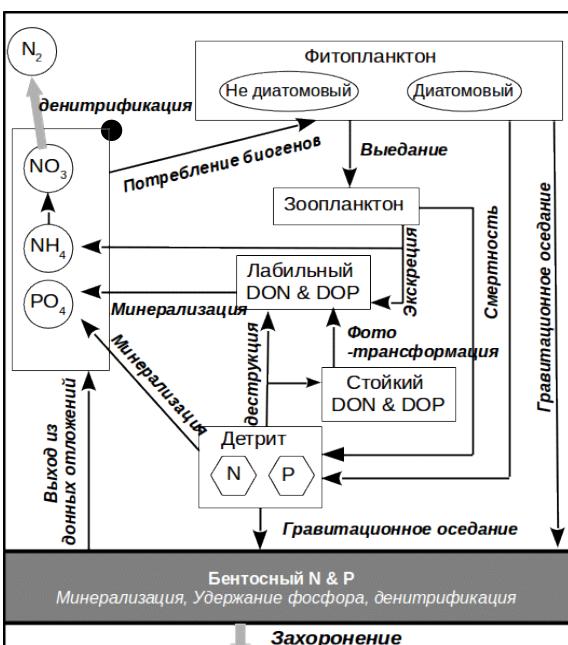
Падения уровня с 1996 г. обусловлено также чрезмерным разрушением дамбы через пролив в з. КБГ в 1992 г., при котором поперечное сечение пролива увеличилось примерно в два раза. Предложена приближенная оценка времени, когда может прекратиться падение уровня Каспия. При условии стационарности современных климатических условий это может произойти в 2037 г. при достижении уровня отметки -30,3 м.

# НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ: ДЛЯ ДИАГНОЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ОЗЕР, в том числе и для КАСПИЯ

--Создание стандартных пакетов программ, солверов 3-Д моделей. Разработка математических моделей, в том числе когнитивных для эффективного решения сложных эколого-социо-экономических проблем систем водоем-водосбор с использованием когнитивных моделей.

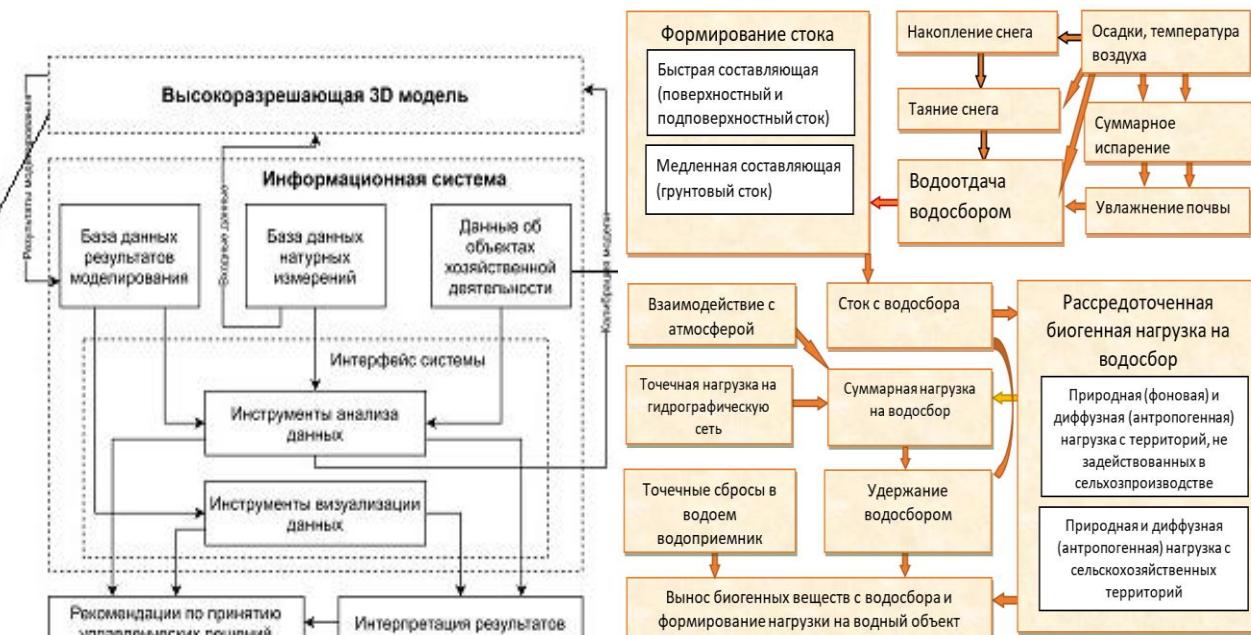
**Создание и внедрение Информационно-аналитических систем для поддержки принятия управлений решений.**

**3-Д модель экосистемы**



- Организация баз данных -

**Модели гидрологии и поступления биогенов**



**ИАС с элементами ГИС в виде интерактивного приложения.**

**ИАС дает возможность выполнять вероятностный анализ данных, устанавливать закономерности их сезонной и межгодовой изменчивости.**

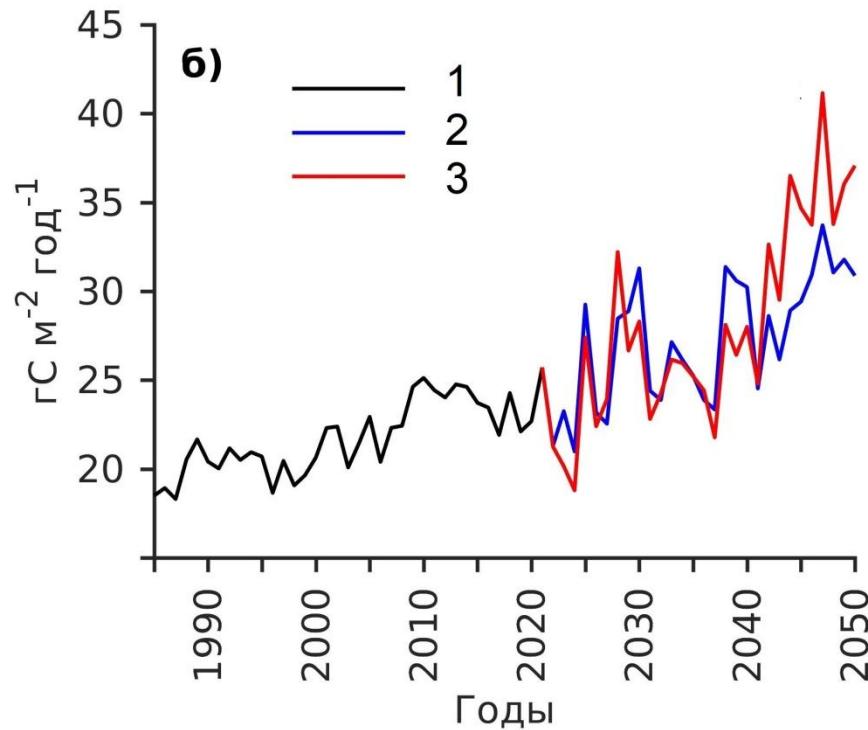
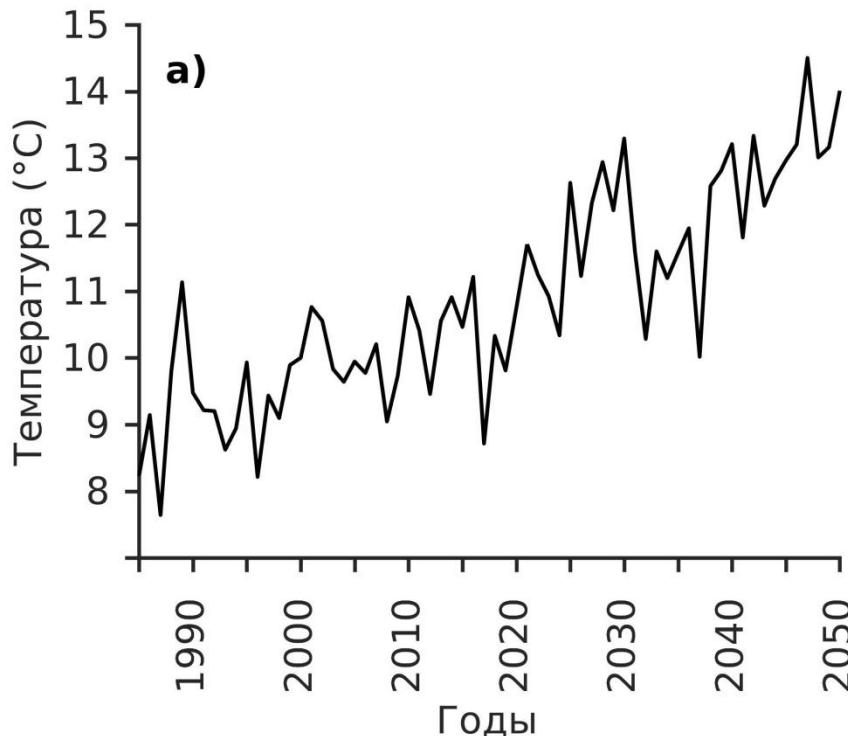
**Филатов Н.Н., Савчук О.П., Баклагин В.Н., и др. Диагноз состояния и изменений экосистемы**

**Онежского озера и водосбора на основе информационно-аналитической системы //**

**Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2024. Т. 17, № 2. С. 10–24. doi:10.59887/2073-6673.2024.17(2)-2**

# РЕЗУЛЬТАТЫ ДИАГНОЗА И ПРОГНОЗА ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА НА 3-Д МОДЕЛИ “SPLEM”:

- а) МЕЖГОДОВОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ТПВ ЗА МАЙ-СЕНТЯБРЬ 1991-2050 гг. ;  
б) ГОДОВОЙ ПЕРВИЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ФИТОПЛАНКТОНА за 1991-2020 гг. (1); за 2021-2050 гг. по сценарию RCP 2.6 (2) и за 2021-2050 гг. по сценарию RCP 8.5 (3);



При потеплении климата и увеличении биогенной нагрузки наблюдается повышение средней за 30-летние периоды (1991-2020 гг. и 2021-2050гг) продуктивности озера с 21,7  $\text{гC}/\text{м}^2/\text{год}$  в современный период до 27.2  $\text{гC}/\text{м}^2/\text{год}$  (сценарий RCP2.6) и до 40  $\text{гC}/\text{м}^2/\text{год}$  (сценарий RCP 8.5). При последнем сценарии возможен риск повышения трофического статуса озера, ухудшение качества вод. Оценена допустимая нагрузка. Филатов Н.Н., Савчук О.П., Баклагин В.Н., и др. Диагноз состояния и изменений экосистемы Онежского озера и водосбора на основе информационно-аналитической системы. 2024.

## ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

- Плохая доступность и сопоставимость данных Государственного мониторинга Росгидромета и полученных научными организациями РАН по разным Грантам и Госзаданиям.
- Малая достоверность данных Гос. Отчетности 2ТПВ - «Водхоз» по поступлению сточных вод от точечных источников, предприятий и населенных пунктов. Из-за некорректной информации возникают сложности калибрации и верификации создаваемых моделей
- Отсутствие комплексности и системности исследований экосистем озер и водосборов. Практика выполнение работ по Госзаданиям не позволяет решать крупные проблемы.

# ВЫВОДЫ

- Характер внутривековой изменчивости уровня воды озер с зарегулированным режимом (Байкал и Онежское), значительно отличается от характера изменчивости уровня воды Ладожского озера, имеющего не зарегулированный гидрологический режим. Только в колебаниях его уровня проявляются изменения гидрологического режима обусловленные природными факторами.
- 
- По данным измерений не было найдено общих глобальных закономерностей в изменчивости уровня Великих озер Мира, которые позволили бы улучшить возможности долгосрочного прогноза внутривековых колебаний.
- Реакция гидрологического режима, колебаний уровня воды великих озер на изменения климата существенно отличалась в зависимости от региональных особенностей, влияния антропогенных факторов, площади и характера водосбора.

# Выводы. продолжение

- Вследствие бессточности Каспия изменчивость его уровня принципиально отличается от изменчивости сточных озер наличием длительных фаз роста и падений уровня с большой амплитудой колебаний.
- Показано, что главной причиной современного падения уровня с 1996 г. является техногенный фактор, т. е. чрезмерное разрушение дамбы через пролив в з. КБГ в 1992 г., при котором поперечное сечение пролива увеличилось примерно в два раза, вследствие чего огромный поток каспийских вод стал поступать в залив.
- Предложена приближенная оценка времени, когда может прекратиться падение уровня Каспия. При условии стационарности современных климатических условий это может произойти в 2037 г. при достижении уровня отметки  $-30,3$  м.
- Данная оценка близка к ранее полученной в работе (Диагноз и прогноз.., 2020), в которой показано, что падение уровня будет продолжаться примерно до 2035 г.

## **Соавторы представленных разработок:**

**А.В. Исаев - СПб Институт океанологии РАН,  
Баклагин В.Н. – ИВПС КарНЦ РАН**

**С.А. Кондратьев и А .М. Расурова – ИНОЗ РАН, ФИЦ СПб РАН;**  
**Н.А.Дианский , Т.Ю. Выручалкина,  
В.В. Меншуткин  
О.П. Савчук**

**БЛАГОДАРИМ ВАС за ВНИМАНИЕ!**

**Международная научно-практическая конференция «Экосистема  
Каспия: ключевые проблемы и решения», Москва, 27.06.2025 г.**