

УДК 556.5

О СРОКАХ УСТАНОВЛЕНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ЛЕДОВОГО ПОКРОВА НА ОЗЕРЕ  
БАЛКАШ В СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Е.Е. Белдеубаев<sup>1</sup>, В.Г. Сальников<sup>2</sup> д.г.н.

<sup>1</sup>РГП «Казгидромет», г. Алматы, Казакстан

E-mail: yerke\_beldeubayev@mail.ru

<sup>2</sup>Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г. Алматы, Казакстан

E-mail: viteco108@gmail.com

В статье рассматриваются вопросы установления и вскрытия ледового покрова на оз. Балкаш. Как показали исследования, наблюдается тенденция более позднего появления первых ледяных образований, а продолжительность ледостава уменьшается, в среднем на 4 дня/10 лет. Ледовый режим озера меняется под воздействием изменения климата.

**Ключевые слова:** озеро Балкаш, появление первых ледяных образований, установление и вскрытие ледового покрова, продолжительность ледостава, изменение климата

Поступила 30.11.20

DOI:10.54668/2789-6323-2021-100-1-6-16

**ВВЕДЕНИЕ**

Озеро Балкаш находится в юго-восточной части Казахстана, на пересечении трех областей. Озеро состоит из западной мелководной и восточной глубоководной частей, соединенных между собой узким проливом Узынарал. Вода в озере слабосоленоватая. Минерализация воды значительно изменяется по длине водоема с запада на восток [1]. С площадью 18200 км<sup>2</sup> Балкаш является одним из крупнейших естественных водоемов в мире. Изучению оз. Балкаш было посвящено большое количество работ [7, 13...5].

Большая широтная протяженность озера и различные гидрометеорологические условия отдельных его районов обуславливают сложный характер процессов образования и разрушения льда на акватории. Изучение этих процессов имеет важное значение для обслуживания рыбного хозяйства в зимнее время, продления навигации в опасный ледообразовательный период [11].

Ледовый покров озера дает возможность использовать его в зимнее время в качестве временных мостов, ледяных дорог. Разрушающийся ледяной покров под действием течений и

ветра начинает перемещаться, оказывая воздействие на берега и гидротехнические сооружения [4]. Роль сплошного ледового покрова весьма существенна в зимнем режиме водоема, так как теплообмен между водой и атмосферой должен происходить через толщу льда и снега, покрывающего лед [10].

На сроки установления и разрушения ледового покрова озер влияет потепление климата. Еще в прошлом столетии наблюдалось более позднее установление и раннее вскрытие ледостава озер северного полушария [16]. В связи с повышением температуры воздуха уменьшается продолжительность ледостава и толщина льда [12]. Ледовый режим Казахстанской части Каспийского моря также подвержен влиянию изменения климата [8...9]. За период 1976...2016 гг. коэффициент линейного тренда среднегодовой температуры воздуха составил для Земного шара 0,18 °C/10 лет, 0,34 °C/10 лет для Северного полушария, 0,34 °C/10 лет для Казахстана [6]. В прибалкашском регионе наблюдается устойчивое повышение суточных максимумов и минимумов, повторяемость теплых дней и теплых ночей. Уменьшается количество суток с температурой ниже 2 °C, 0 °C, минус 2 °C, минус 20 °C, суточная амплитуда, повторяемость холодных

дней и ночей [3]. Также в регионе на несколько процентов уменьшился индекс континентальности климата [5].

### ИСХОДНАЯ ИНФОРМАЦИЯ И ДАННЫЕ

Для работы были выбраны 4 гидрологиче-

ских поста (рис.1):

- Мынарал, - Сарышаган, - Балкаш, - Алгазы.

Для анализа использовались данные ледовых явлений на участке поста и средняя месячная температура воздуха сети РГП «Казгидромет» на оз. Балкаш за период 1971...2016 гг.

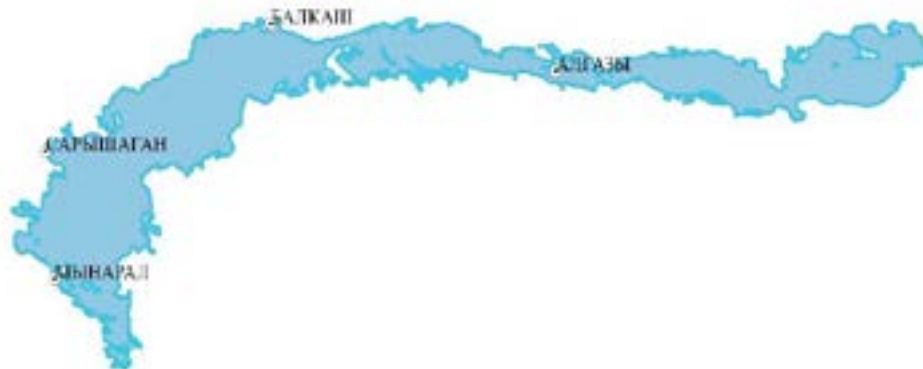


Рис.1. Расположение гидрологических постов на оз. Балкаш.

В данной работе были выполнены следующие расчеты:

– средние даты появления первых ледяных образований, начала ледостава, разрушения льда, окончания ледостава;

– коэффициент линейного тренда, коэффициент детерминации, статистическая значимость, коэффициент корреляции, межквартильный размах.

### ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

*Появление первых ледяных образований.* Ледообразованию оз. Балкаш предшествует продолжительное охлаждение, которое неравномерно протекает по площади водоема. Ледообразование на водоеме начинается с появления заберегов, реже сала и шуги [2].

Таблица 1

Дата появления ледяных образований на озере Балкаш за период 1971...2016 гг.

Дата	Гидрологический пост			
	Балкаш	Мынарал	Сарышаган	Алгазы
Ранняя	31.10	26.10	29.10	01.11
Средняя	21.11	17.11	18.11	26.11
Поздняя	14.12	17.12	17.12	22.12

Как следует из таблицы 1, ледообразование на постах в среднем за исследуемый период начинается со второй половины ноября.

Самая ранняя дата появления ледяных образований отмечалась на посту Мынарал 26.10.1987 г. В среднем за период 1971...2016 гг., появления ледяных образований на посту Мынарал начинается раньше – 17 ноября, на посту Алгазы позже – 26 ноября. Самая поздняя дата появления ледяных образований зафиксирована на посту Алгазы – 22.12.2013 г.

В данной работе рассматривается тенденция изменения сроков появления первых ледяных образований за 1971...2016 гг. Статистически значимыми были тренды на постах Мынарал и Алгазы (табл. 2).

В соответствии с табл. 2, коэффициент линейного тренда варьирует от 2 до 5 дней/10 лет. Вклад доли тренда в общую дисперсию составляет от 7 до 25 %. На рис. 2 и 3 приведены временной ход дней появления первых ледяных образований на постах Мынарал и Алгазы.

Характеристики тренда дат появления ледяных образований на озере Балкаш за период 1971...2016 гг.

Гидрологический пост	Коэффициент линейного тренда, кол-во дней/10 лет	Коэффициент детерминации, %	p-value
оз. Балкаш – г. Балкаш	2	7	0,08
оз. Балкаш – ж.-д. ст. Мынарал	5	25	0
оз. Балкаш – ж.-д. ст. Сарышаган	2	9	0,08
оз. Балкаш – о. Алгазы	4	25	0

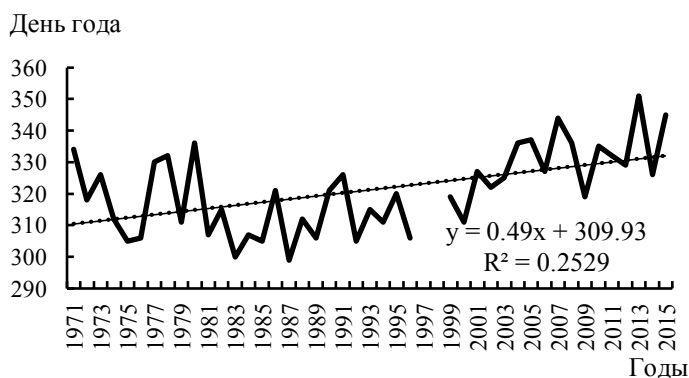


Рис. 2. Временной ход дат появления ледяных образований за период 1971...2016 гг. на посту оз. Балкаш – ж.-д. ст. Мынарал.

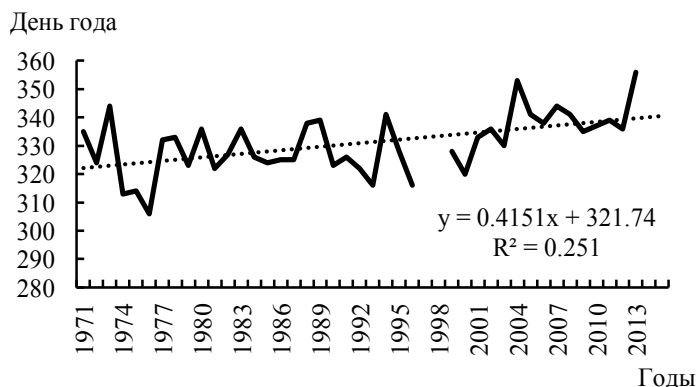


Рис. 3. Временной ход дат появления ледяных образований за период 1971...2016 гг. на посту оз. Балкаш – о. Алгазы.

За исследуемый период наблюдается рост тренда на 5 дней/10 лет на посту Мынарал и на 4 дня/10 лет на посту Алгазы, что говорит о тенденции более позднего появления первых ледяных образований.

Начало ледостава на оз. Балкаш. На пунктах наблюдений оз. Балкаш средняя дата начала ледостава приходится на третью декаду ноября – первую декаду декабря.

Из данных, приведенных в таблицы 3 вид-

но, что самая ранняя дата начала ледостава (06.11.1975 г.) отмечалась на посту Сарышаган. Проведенный анализ показал, что в среднем за период 1971...2016 гг. ледостав на посту Сарышаган устанавливается раньше – 26 ноября, позже всех на посту Алгазы – 4 декабря. Самая поздняя дата начала ледостава (02.01.1990 г.) отмечалась на посту Алгазы.

Характеристики тренда сроков начала ледостава представлены в таблице 4.

Таблица 3

Дата начала ледостава на озере Балкаш за период 1971...2016 гг.

Дата	Гидрологический пост			
	Балкаш	Мынарал	Сарышаган	Алгазы
Ранняя	09.11	09.11	06.11	15.11
Средняя	30.11	02.12	26.11	04.12
Поздняя	19.12	30.12	19.12	02.01

Таблица 4

Характеристики трендов дат начала ледостава оз. Балкаш за период 1971...2016 гг.

Гидрологический пост	Коэффициент линейного тренда, кол-во дней/10 лет	Коэффициент детерминации, %	p-value
оз.Балкаш – г. Балкаш	0	0	0,97
оз.Балкаш – ж.-д. ст. Мынарал	1	1	0,5
оз.Балкаш – ж.-д. ст. Сарышаган	2	6	0,15
оз.Балкаш – о. Алгазы	2	4	0,22

По данным табл. 4 видно, что тренды дней начала ледостава статистически незначимы, коэффициент линейного тренда положительный на трех постах, коэффициент детерминации незначителен.

Для дат начала ледостава и средней месячной температуры воздуха в ноябре за период 1971...2016 гг. на постах Балкаш и Сарышган были рассчитаны коэффициенты корреляции и построены диаграммы рассеяния (рис. 4 и 5).

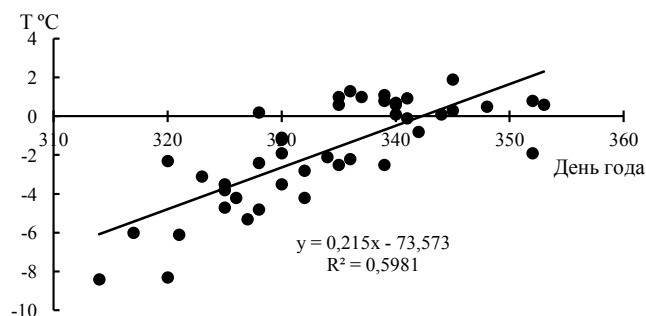


Рис.4. Диаграмма рассеяния дат начала ледостава и средней месячной температуры воздуха в ноябре для поста Балкаш.

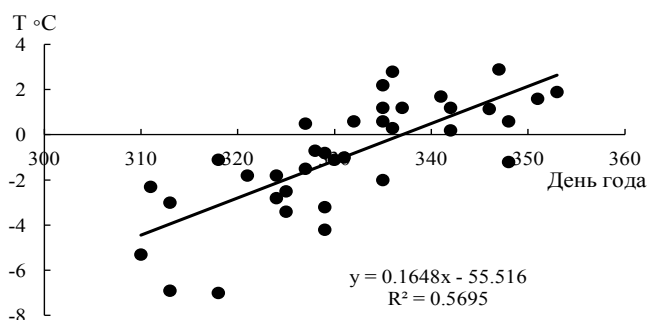


Рис.5. Диаграмма рассеяния дат начала ледостава и средней месячной температуры воздуха в ноябре для поста Сарышаган.

Анализ рисунков 4 и 5 показывает, что зависимость дат начала ледостава от средней месячной температуры воздуха прямая, коэффициент корреляции составил 0,8. На установление ледо-

става имеет значительное влияние температура воздуха в ноябре. Продолжительность ледостава на оз. Балкаш за период 1971...2016 гг. составила от 87 до 165 дней (рис. 6).

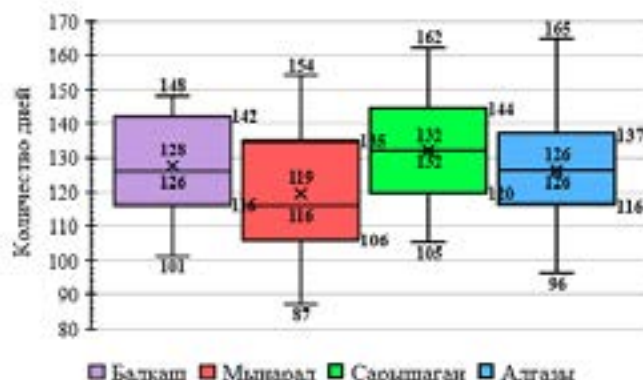


Рис. 6. Диаграмма размаха продолжительности ледостава на гидрологических постах оз. Балкаш.

Как показано на рис. 6, наибольшая средняя продолжительность ледостава на посту Сарышаган – 132 дня, наименьшая средняя продолжительность на посту Мынарал – 119 дней. Межквартильный размах количеств дней с ле-

доставом наибольший на посту Мынарал – 29 дней, наименьший на посту Алгазы – 21 день.

В таблице 5 приведены характеристики трендов продолжительности ледостава на оз. Балкаш.

Таблица 5

Характеристики трендов продолжительности ледостава оз. Балкаш за период 1971...2016 гг.

Гидрологический пост	Коэффициент линейного тренда, кол-во дней/10 лет	Коэффициент детерминации, %	p-value
г. Балкаш	-2	3	0,24
ж.-д. ст. Мынарал	-3	8	0,07
ж.-д. ст. Сарышаган	-4	18	0,01
о. Алгазы	-2	2	0,33

Из таблицы 5 видно, что наблюдается тенденция уменьшения продолжительности ледостава. Коэффициент детерминации составил от 2 до 18 %.

Статистически значим тренд только на посту Сарышаган. Временной ход продолжительности ледостава на посту Сарышаган приведен на рис. 7.

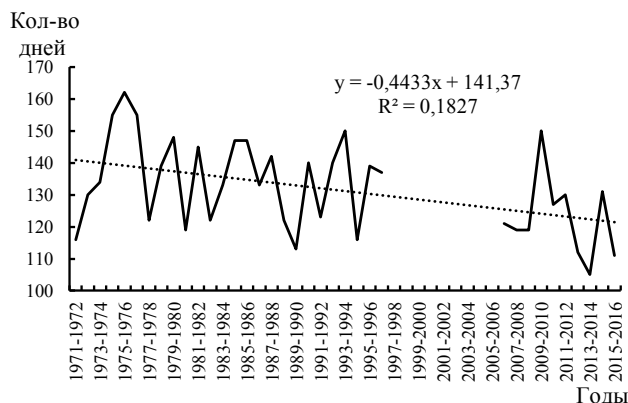


Рис. 7. Временной ход продолжительности ледостава на оз. Балкаш – ж.-д. ст. Сарышаган за период 1971...2016 гг.

Анализ рисунка показывает, что продолжительность ледостава имеет тенденцию к

уменьшению, в среднем на 4 дня/10 лет. Начало разрушения льда и окончание ледо-

става. За начало разрушения льда принята дата появления закраин, воды на льду, участков чистой воды (полыней, разводьев) и других явлений, характеризующих изменение состояния льда при наличии ледостава.

Самое раннее разрушение льда (07.02.1987 г.) наблюдалось на посту Мынарал. В среднем за период 1971...2016 гг. разрушение льда на оз. Балкаш начинается со второй половины марта (табл. 6).

Таблица 6

Дата начала разрушения льда на оз. Балкаш за период 1971...2016 гг.

Дата	Гидрологический пост			
	Балкаш	Мынарал	Сарышаган	Алгазы
Ранняя	01.03	07.02	02.03	04.03
Средняя	19.03	16.03	23.03	25.03
Поздняя	10.04	04.04	12.04	12.04

Как следует из табл. 6, по средним датам разрушения льда на посту Мынарал лед разрушается раньше – 16 марта, позже на посту Алгазы – 25 марта. Самое позднее разрушение льда

было на постах Сарышаган в 1987 г. и Алгазы в 2014 г.

Характеристики трендов дат начала разрушения льда приведены в табл. 7.

Таблица 7

Характеристики трендов дат начала разрушения льда оз. Балкаш за период 1971...2016 гг.

Гидрологический пост	Коэффициент линейного тренда, кол-во дней/10 лет	Коэффициент детерминации, %	p-value
г. Балкаш	-3	20	0
ж.-д. ст. Мынарал	-1	2	0,36
ж.-д. ст. Сарышаган	-2	8	0,09
о. Алгазы	1	1	0,53

Анализ табл. 7 показывает, что тренд статистически значим только на посту Балкаш.

На всех постах наблюдается тенденция к более ранним датам разрушения льда, коэффициент детерминации составляет от 1 до 20 %.

На всех постах наблюдается тенденция

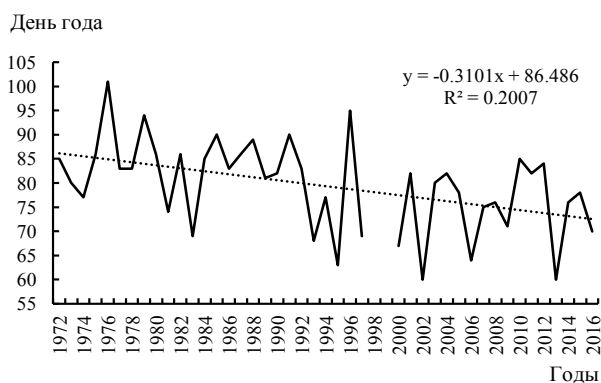


Рис. 8. Временной ход дат начала разрушения льда на посту оз. Балкаш- г. Балкаш за период 1971...2016 гг.

Данные рисунка 8 показывают, что на посту Балкаш за период 1971...2016 гг. наблюдается тенденция к понижению, что говорит о начале разрушения льда на 3 дня раньше каждые 10 лет. Для дат начала разрушения льда и сред-

ней месячной температурой воздуха в марте за период 1971...2016 гг. на постах Балкаш и Сарышган были рассчитаны коэффициенты корреляции и построены диаграммы рассеяния (рис. 9 и 10).

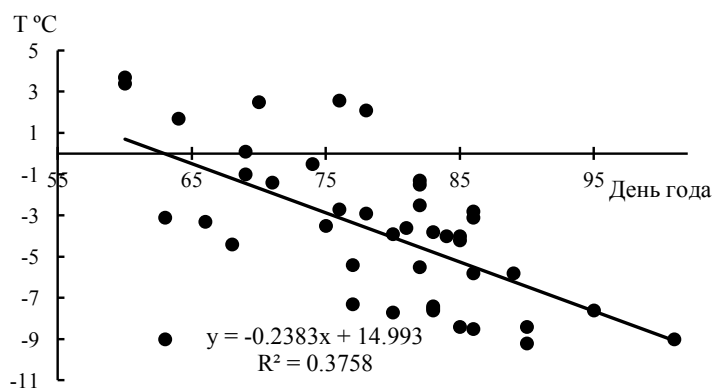


Рис. 9. Диаграмма рассеяния дат начала разрушения льда и средней месячной температуры воздуха в ноябре для поста Балкаш.

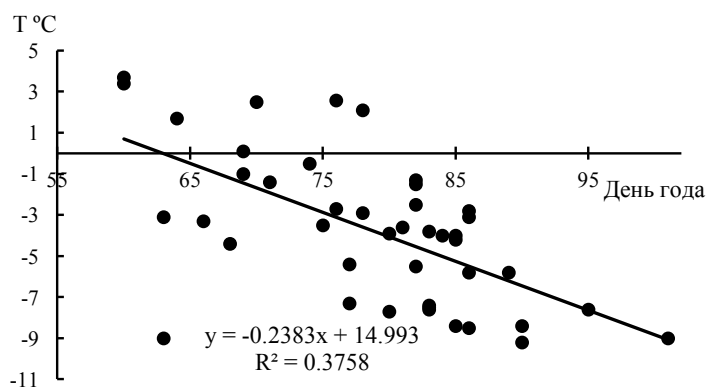


Рис. 10. Диаграмма рассеяния дат начала разрушения льда и средней месячной температуры воздуха в марте для поста Сарышаган.

По данным рисунков 9 и 10 видно, что зависимость дат начала разрушения льда от средней месячной температуры воздуха в марте обратная, коэффициент корреляции составил минус 0,6.

Окончанию ледостава соответствует дата, предшествующая первой дате появления ледя-

ных полей, битого льда, начала дрейфа под действием ветра или ледохода.

На оз. Балкаш по данным пунктов наблюдений самая ранняя дата окончания ледостава (09.03.1987 г.) отмечалась на посту Мынарал (табл. 8).

Таблица 8

Дата окончания ледостава на оз. Балкаш за период 1971...2016 гг.

Дата	Гидрологический пост			
	Балкаш	Мынарал	Сарышаган	Алгазы
Ранняя	15.03	09.03	17.03	25.03
Средняя	05.04	31.03	08.04	08.04
Поздняя	16.04	15.04	19.04	18.04

Как следует из табл. 8, по средним датам за период 1971...2016 гг. ледостав оканчивается раньше на посту Мынарал – 31 марта, а позже

на постах Сарышаган и Алгазы – 8 апреля. Самое позднее окончание ледостава (19.04.1985 г.) было отмечено на посту Сарышаган.

Таблица 9

Характеристики трендов дат окончания ледостава на оз. Балкаш

Гидрологический пост	Коэффициент линейного тренда, кол-во дней/10 лет	Коэффициент детерминации, %	p-value
г. Балкаш	-2	11	0,03
ж.-д. ст. Мынарал	-2	10	0,04
ж.-д. ст. Сарышаган	-2	11	0,05
о. Алгазы	0	0	0,71

По данным табл. 9, на постах Балкаш, Мынарал и Сарышаган коэффициент линейного тренда отрицательный, доля вклада в общую

дисперсию составляет 10...11 % и тренд статистически значим. На рис. 11...13 приведены графики временного хода дат окончания ледостава.

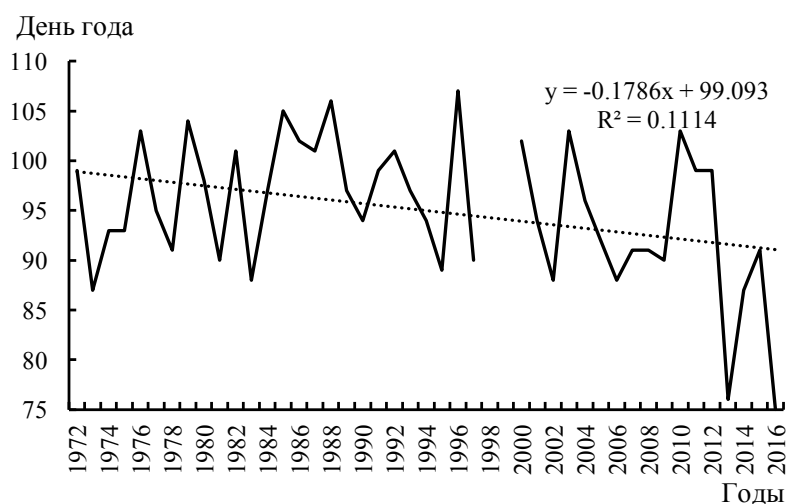


Рис. 11. Временной ход дат окончания ледостава на посту оз. Балкаш – г. Балкаш за период 1971...2016 гг.

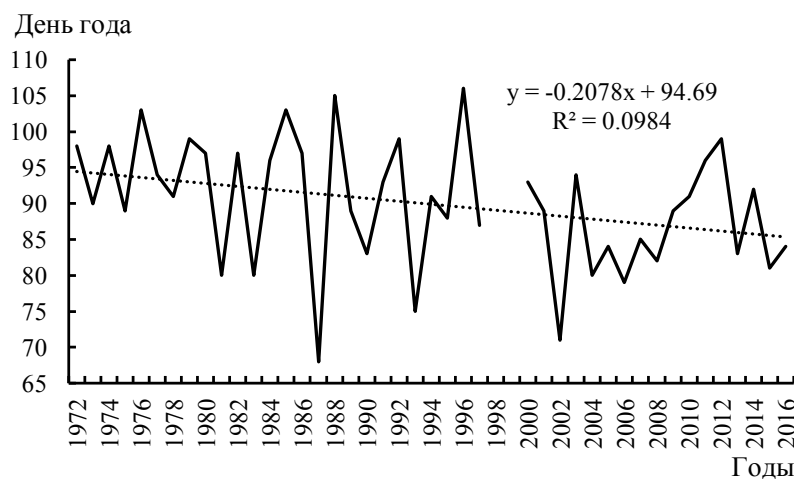


Рис. 12. Временной ход дат окончания ледостава на посту оз. Балкаш – ж.-д. ст. Мынарал за период 1971...2016 гг.



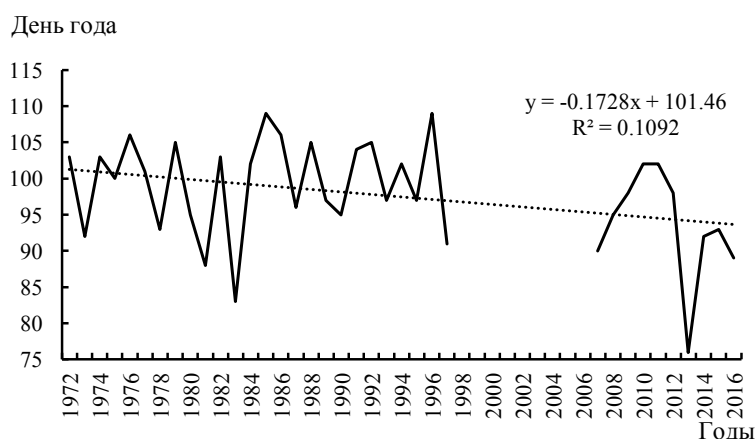


Рис. 13. Временной ход дат окончания ледостава на посту оз. Балкаш ж.-д. ст. Сарышаган за период 1971...2016 гг.

По данным рисунков 11...13 наблюдается тенденция к более ранним датам окончания ледостава на 2 дня/10 лет на постах Балкаш, Мынарал и Сарышаган.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения данной работы были рассмотрены основные составляющие ледового режима оз. Балкаш и тенденции его изменения за исследуемый период, что связано с влиянием изменения климата.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы:

1. Ледообразование на оз. Балкаш в среднем за исследуемый период начинается со второй половины ноября;
2. В среднем появление ледяных образований на посту Мынарал начинается раньше – 17 ноября, на посту Алгазы позже – 26 ноября;
3. Даты появления первых ледяных образований имеют положительный тренд за период 1971...2016 гг., коэффициент линейного тренда составил 2...5 дней/10 лет;
4. Средние даты начала ледостава приходятся на 3-ю декаду ноября и 1-ю декаду декабря. Ледостав устанавливался раньше на посту Сарышаган, позже на посту Алгазы;
5. Наблюдается положительная тенденция даты начала ледостава на трех постах за период 1971...2016 гг.
6. На дату начала ледостава значительное влияние оказывает температура воздуха в ноябре.
7. Продолжительность ледостава на оз. Балкаш составляла от 87 до 165 дней и уменьшалась от 2 до 4 дней/10 лет;
8. Средние даты начала разрушения льда

начинаются со 2-й половины марта. Даты начала разрушения льда имеют отрицательный тренд на трех постах, кроме Алгазы. Коэффициент линейного тренда 1...3 дня/10 лет;

9. На дату разрушения льда более значительное влияние оказывает температура воздуха в марте;

10. Средние даты окончания ледостава за период 1971...2016 гг. приходятся на конец марта – начало апреля. Тренды на трех постах статистически значимы, с отрицательным трендом 2 дня/10 лет.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Актуальные проблемы гидрометеорологии озера Балхаш и Прибалхашья. / Под ред. Скоцеляса И.И. – СПб: Гидрометеоиздат, 1995. – 269 с.
2. Бейлинсон М.М. Формирование и разрушение ледяного покрова: (на водотоках и водоемах Казахстана). – Алма-Ата: Наука, 1989. – 45 с.
3. Белдеубаев Е.Е., Долгих С.А. О температурном режиме приземного воздуха в холодный период в Прибалхашье и его изменения в последние десятилетия // Гидрометеорология и экология. – 2019. – №4. – С. 171-183.
4. Богородский В.В., Гусев А.В., Хохлов Г.П. Физика пресноводного льда. – Л.: Гидрометиздат, 1971. – С. 3.
5. Вилесов Е.Н., Акмолдаева Б.К. Изменение основных величин климата Прибалхашья за 80 лет // Гидрометеорология и экология. – 2017. №2. – С. 27-35.
6. Ежегодный бюллетень мониторинга состояния климата Казахстана: 2016 год [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: Ежегодный

бюллетень мониторинга состояния и изменения климата Казахстана – URL: kazhydromet.kz (дата обращения: 15.02.2021).

7. *Ивкина Н.И.* Сгонно Нагонные колебания уровня воды на оз. Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2011. – № 1 – С. 66-74.

8. *Ивкина Н.И., Наурузбаева Ж.К.* Изменение характеристик ледового режима Казахской части Каспийского моря, в связи с изменением климата // Гидрометеорология и экология. – 2015. – №2. – С. 28-35.

9. *Ивкина Н.И., Наурузбаева Ж.К., Клове Б.* Влияние изменения климатических условий на ледовый режим Каспийского моря // Центральноазиатский журнал исследований воды. – 2017. – Т.3. – №2. – С. 15-29.

10. *Одрова Т.В.* Гидрофизика водоемов суши – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 238 с.

11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Центральный и Южный Казахстан. Том 13. Вып.2. Бассейн озера Балхаш. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 644 с.

12. *Смахтин В.К.* Ледовый режим озёр Забайкалья в условиях современного потепления // Лёд и снег. – 2018. – Т.58. – №2. – С. 225-230.

13. *Турсунов Э.А.* Обоснование возможной отметки, при которой произойдет расчленение оз. Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2015. – №4. – С. 61-65.

14. *Чередниченко В.С., Кожакметова Э.П.* Колебания климата в Иле-Балхашском бассейне и его связь с уровнем озера // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №3 – С. 62-77.

15. *Шиварева С.П., Долгих С.А., Степанов Б.С., Яфязова Р.К., Ли В.И., Голубцов В.В., Попова В.П., Баймагамбетов Б.О., Петрова Е.Е.* Влияние изменения климата на водные ресурсы бассейнов озера Балхаш и Аральского моря // Гидрометеорология и экология. – 2009. – №3 – С. 36-61.

16. *Magnuson J.J., Robertson D.M., Benson B.J., Wynne R.H., Livingston D.M., Arai T., Assel R.A., Barry R.G., Card V., Kuusisto E., Granin N.G., Prowse T.D., Stewart K.M., Vuglinski V.S.* Historical trends in lake and river ice cover in the Northern Hemisphere // Science. – 2000. – V.289 – P. 1743-1746.

## REFERENCES

1. Aktual'nye problemy gidrometeorologii ozera Balkhash i Pribalkhash'ya. / Pod red.

Skotselyasa I.I. – Spb: Gidrometeoizdat, 1995. – 269 s.

2. *Beilinson M.M.* Formirovanie i razrushenie ledyanogo pokrova: (na vodotokakh i vodoemakh Kazakhstana). – Alma-Ata: Nauka, 1989. – 45 s.

3. *Beldeubaev E.E., Dolgikh S.A.* O temperaturnom rezhime prizemnogo vozdukh v kholodnyi period v Pribalkash'e i ego izmeneniya v poslednie desyatiletia // Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2019. – №4. – S. 171-183.

4. *Bogorodskii V.V., Gusev A.V., Khokhlov G.P.* Fizika presnovodnogo l'da. – L.: Gidrometizdat, 1971. – S. 3.

5. *Vilesov E.N., Akmoldaeva B.K.* Izmenenie osnovnykh velichin klimata Pribalkhash'ya za 80 let // Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2017. №2. – S. 27-35.

6. Ezhegodnyi byulleten' monitoringa sostoyaniya klimata Kazakhstana: 2016 god [Elektronnyi resurs]. – 2017. – URL: Ezhegodnyi byulleten' monitoringa sostoyaniya i izmeneniya klimata Kazakhstana – URL: kazhydromet.kz (data obrashcheniya: 15.02.2021).

7. *Ivkina N.I.* Sgonno Nagonnye kolebaniya urovnya vody na oz. Balkhash // Gidrometeorologiya i ekologiya. – 2011. – № 1 – С. 66-74.

8. *Ivkina N.I., Наурузбаева Ж.К.* Изменение характеристик ледового режима Казахской части Каспийского моря, в связи с изменением климата // Гидрометеорология и экология. – 2015. – №2. – С. 28-35.

9. *Ivkina N.I., Наурузбаева Ж.К., Клове Б.* Влияние изменения климатических условий на ледовый режим Каспийского моря // Тsentral'noaziatskii zhurnal issledovaniya vody. – 2017. – Т.3. – №2. – С. 15-29.

10. *Одрова Т.В.* Гидрофизика водоемов суши – Л.: Гидрометеоздат, 1979. – 238 с.

11. Ресурсы поверхностных вод СССР. Тsentral'nyi i Yuzhnyi Kazakhstan. Том 13. Вып.2. Бассейн озера Балхаш. – Л.: Гидрометеоздат, 1970. – 644 с.

12. *Смахтин В.К.* Ледовый режим озера Забайкалья в условиях современного потепления // Лёд и снег. – 2018. – Т.58. – №2. – С. 225-230.

13. *Турсунов Э.А.* Обоснование возможной отметки, при которой произойдет расчленение оз. Балхаш // Гидрометеорология и экология. – 2015. – №4. – С. 61-65.

14. *Чередниченко В.С., Кожакметова Э.П.*

- Kolebaniya klimata v Ile-Balkhashskom basseine i ego svyaz' s urovnem ozera // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. – 2009. – №3 – S. 62-77.
15. *Shivareva S.P., Dolgikh S.A., Stepanov B.S., Yafyazova R.K., Li V.I., Golubtsov V.V., Popova V.P., Baimagambetov B.O., Petrova E.E.* Vliyanie izmeneniya klimata na vodnye resursy basseinov ozera Balkhash i Arals'kogo morya // *Gidrometeorologiya i ekologiya*. – 2009. – №3 – S. 36-61.
16. *Magnuson J.J., Robertson D.M., Benson B.J., Wynne R.H., Livingston D.M., Arai T., Assel R.A., Barry R.G., Card V., Kuusisto E., Granin N.G., Prowse T.D., Stewart K.M., Vuglinski V.S.* Historical trends in lake and river ice cover in the Northern Hemisphere // *Science*. – 2000. – V.289 – P. 1743-1746.

### **ҚАЗІРГІ ЗАМАНҒЫ КЛИМАТТЫҚ ЖАҒДАЙДА БАЛҚАШ КӨЛІНІҢ МҮЗ ЖАМЫЛҒЫСЫНЫҢ ОРНАЛУЫ МЕН ЖОЮЛУЫ**

**Е.Е. Белдеубаев<sup>1</sup>, В.Г. Сальников<sup>2</sup>** географ. ғылымдар. докторы

<sup>1</sup>*«Қазгидромет» РМК, Алматы қ., Қазақстан*

*E-mail: yerke\_beldeubayev@mail.ru*

<sup>2</sup>*әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан*

*E-mail: viteco108@gmail.com*

Бұл мақалада Балқаш көлінің мұз жамылғысының орналу және жоюлу мәселелері талқыланды. Зерттеулер көрсеткендей, алғашқы мұз түзілімдерінің кейінірек пайда болу тенденциясы бар, ал көлдің мұз қабатының астында тұру ұзақтығы орта есеппен 4 күнге/10 жылға азаяды. Көлдің мұз режимі климаттың өзгеруінің әсерінен өзгеруде.

**Түйін сөздер:** Балқаш көлі, алғашқы мұз түзілімдерінің пайда болуы, мұз жамылғысының орналуы мен жоюлуы, мұз жамылғысының ұзақтығы, климаттың өзгеруі.

### **ABOUT DATES OF ICE COVER'S FREEZE AND BREAK OF BALKASH LAKE UNDER MODERN CLIMATE CONDITIONS**

**Ye.Ye. Beldeubayev<sup>1</sup>, V.G. Salnikov<sup>2</sup>** doctor of geographical sciences

<sup>1</sup>*RSE «Kazhydromet», Almaty, Kazakhstan*

*E-mail: yerke\_beldeubayev@mail.ru*

<sup>2</sup>*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

*E-mail: viteco108@gmail.com*

This article is about analysis of ice cover's freeze and break of Balkash lake. As researches have shown, there is a tendency of late appearance of first ice formations, and the duration of freeze-up decreases, on average by 4 days/10 years. The ice regime of the lake is changing under the influence of climate change.

**Keywords:** Balkash lake, appearance of first ice formations, freeze and break of ice cover, duration of freeze-up, climate change.