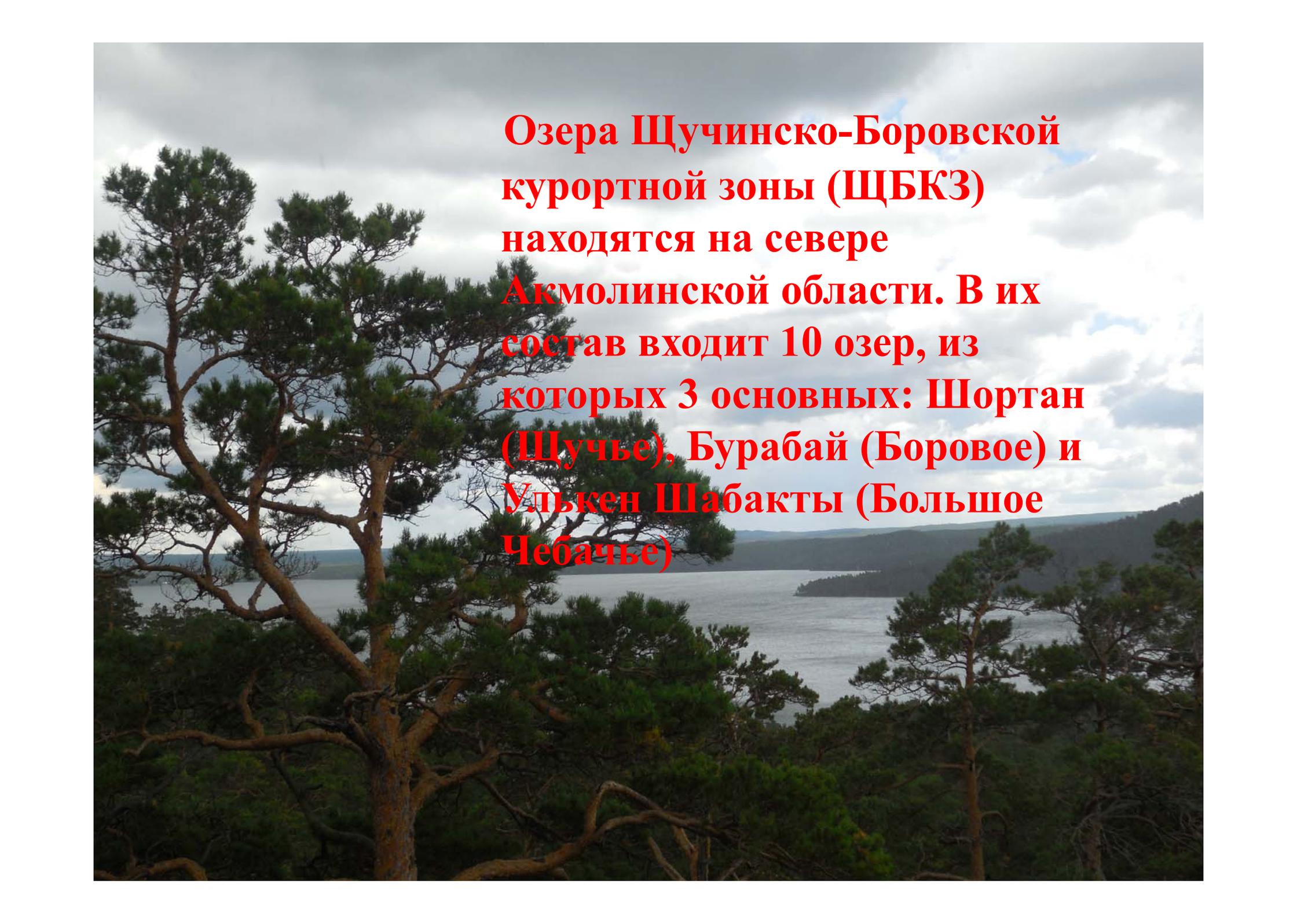


*«Исследование изменения водного
баланса Щучинско-Боровской
курортной зоны в условиях
современного климата и
водопотребления»*

Выполнила: маг. КазНУ им. аль-Фараби
Садуокасова М.Т.

Цель работы – Расчет элементов и уравнения водного баланса для оценки и влияния изменения климата и антропогенных факторов на состояние и объем озер Щучинско-Боровской курортной зоны (ЩБКЗ)

A scenic view of a lake surrounded by pine trees under a cloudy sky. The text is overlaid on the right side of the image.

Озера Щучинско-Боровской курортной зоны (ЩБКЗ) находятся на севере Акмолинской области. В их состав входит 10 озер, из которых 3 основных: Шортан (Щучье), Бурабай (Боровое) и Улькен Шабакты (Большое Чебачье)

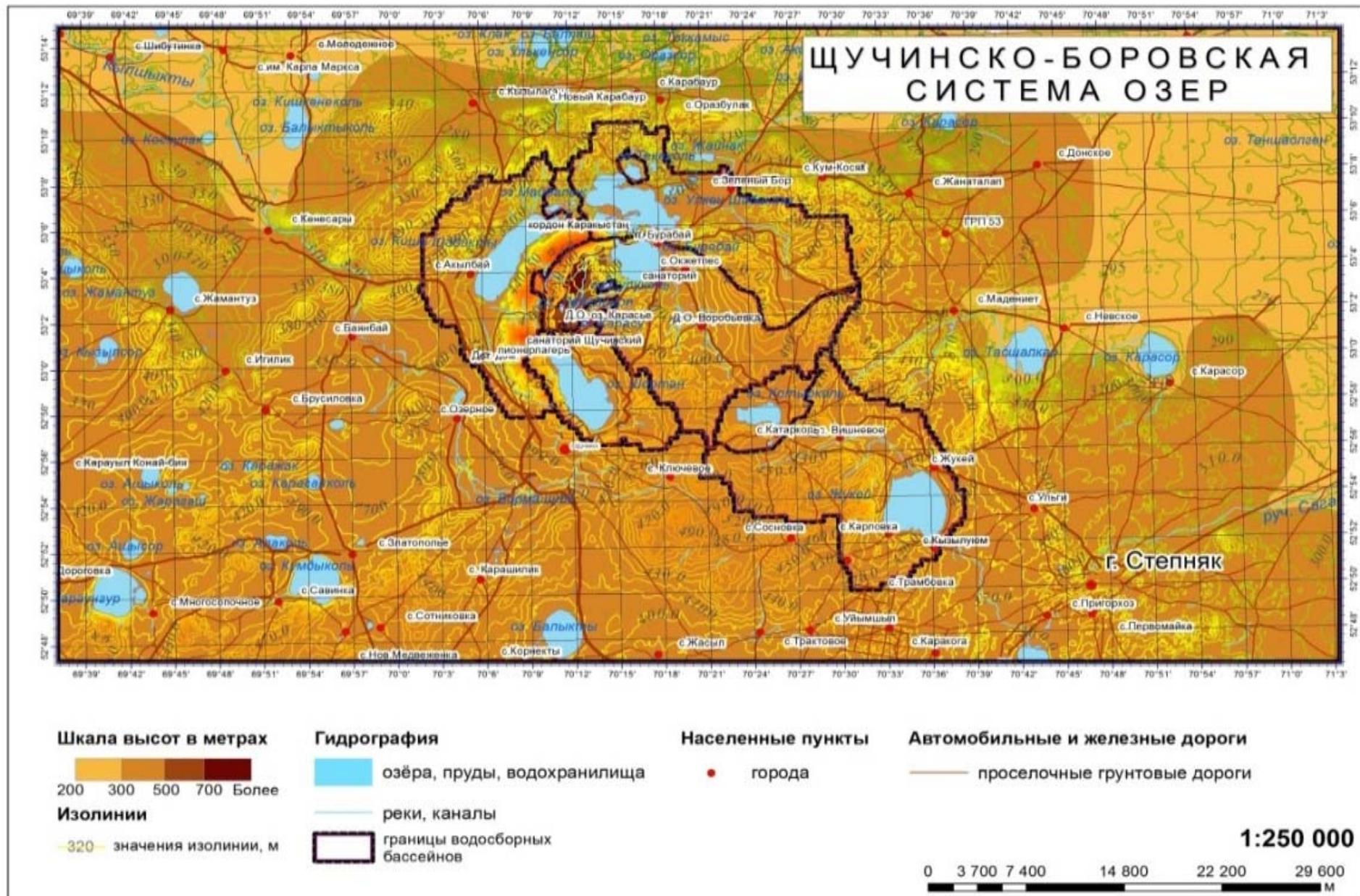


Рисунок 1. Карта Щучинско-Боровской курортной зоны

Изменение объема бессточного озера в соответствии с уравнением его водного баланса имеет следующий вид:

$$\Delta W = V + S + P - E \quad (1)$$

где ΔW - изменение объемов, млн. м³;

V - суммарный приток, млн. м³;

S - снегозапасы на поверхность озера за холодный период, млн. м³;

P - поступление воды на поверхность озера в безледоставный период, млн. м³;

E - испарение с водной поверхности, млн. м³.

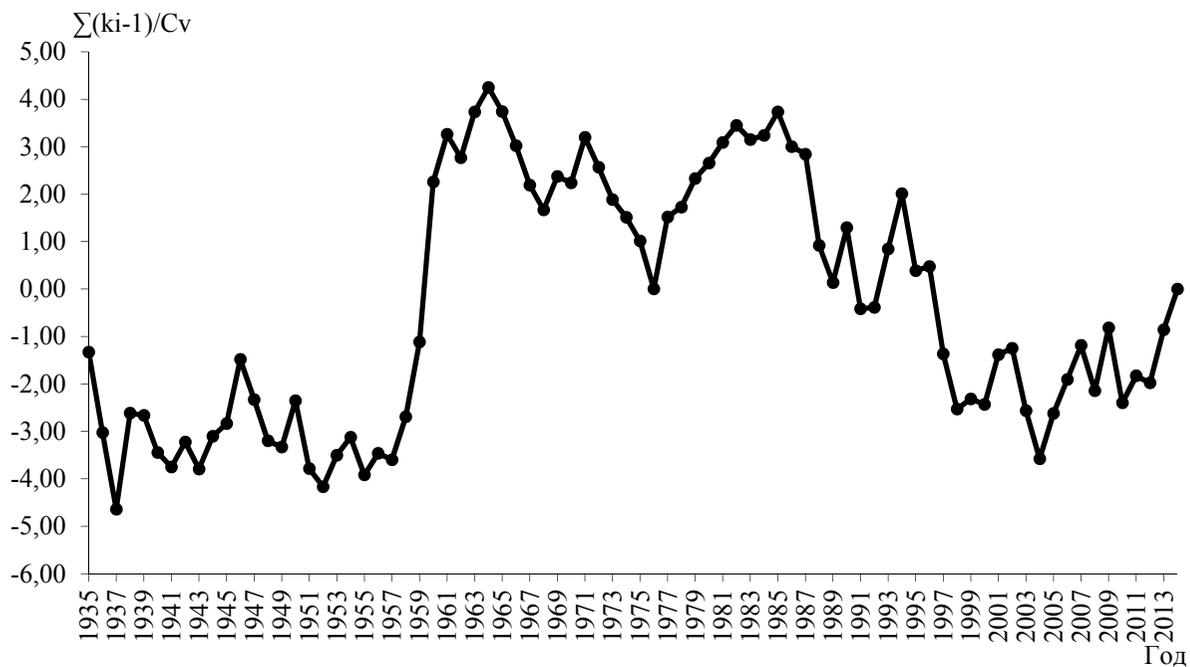


Рисунок 2 - Разностно-интегральная кривая годовых сумм осадков по метеорологической станции г. Щучинск за 1935 - 2014 гг.

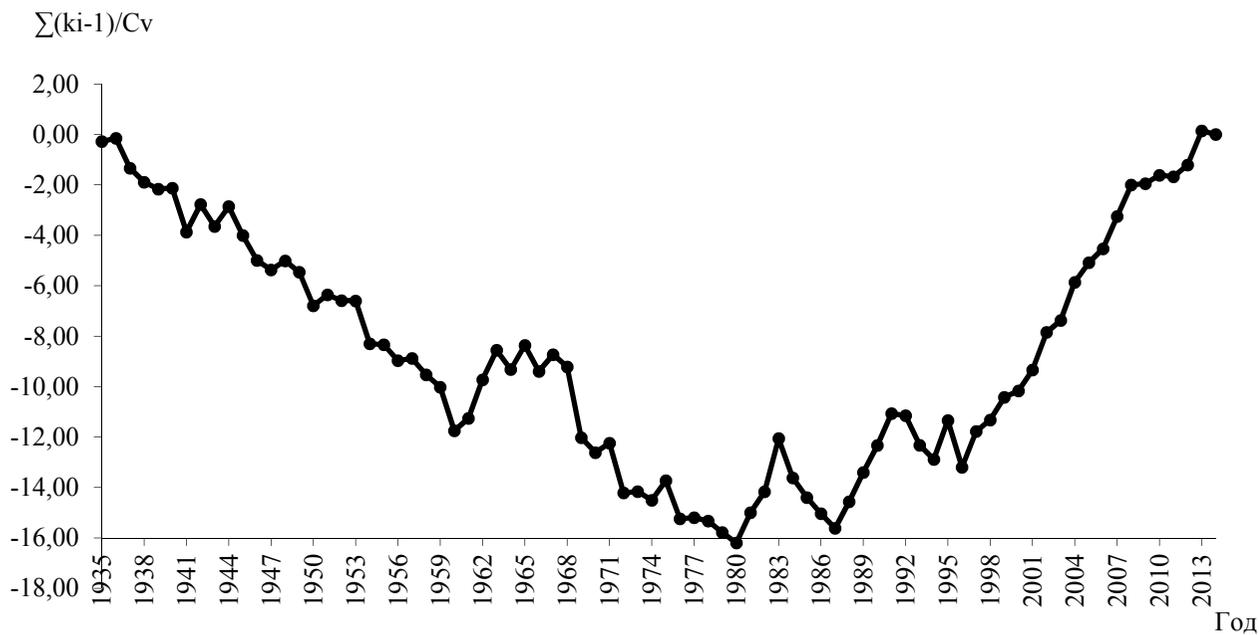


Рисунок 3 - Разностно-интегральная кривая годовой температуры воздуха по метеорологической станции Щучинск за 1935 - 2014 гг.



Рисунок 4 - Разностно-интегральная кривая дефицита влажности воздуха за холодный период по метеорологической станции Щучинск за 1965 - 2014 гг.

Уравнение для оценки испарения с водной поверхности озер, полученное путем построения эмпирических кривых :

$$E=8,28*t_{в-ха} + 11,3, \quad (2)$$

E - испарение с водной поверхности, мм;

$t_{в-ха}$ - температура воздуха, °С.

Коэффициент корреляции составляет $r = 0,99$

Снегозапасы за холодный период гидрологического года (ноябрь-март) определялись как разность месячного количества атмосферных осадков испарения с поверхности снега. Для расчета снегозапасов использовались месячные значения осадков по метеорологической станции г. Щучинск. Испарение с поверхности снега определялось по методике, предложенной Семеновым В.А. для районов Северного и Центрального Казахстана. Эта формула имеет следующий вид:

$$E = n(0.35 * d - 0.06), \quad (3)$$

где E - испарение, мм;

n - число суток расчетного периода;

d – дефицит влажности воздуха, гПа, средний за n суток.

Таблица 1 - Определение атмосферных осадков и испарения с поверхности озера Шортан за 2013-2014 гидрологический год (аналогичные таблицы рассчитаны для остальных лет озер)

Месяц	Среднемес. уровни, см	Площадь озера, км ²	Осадки по МС г.Щучинск, мм	Дефицит влажности воздуха по МС г.Щучинск, гПа	Количество дней в месяце	Испарение со снега, мм	Снегозапасы на поверхность озера за холодный период, млн м ³	Осадки на поверхность озера за безледоставный период, млн м ³	Температура воздуха, °С	Испарение с воды	
										мм	млн м ³
Октябрь 2013	7.25	14.1	24.0					0.34	2.40	31.2	0.44
Ноябрь 2013	7.24	14.1	17.0	1.08	30	9.54	0.11				
Декабрь 2013	7.24	14.1	31.8	0.38	31	2.32	0.42				
Январь 2014	7.27	14.2	29.6	0.30	31	1.41	0.40				
Февраль 2014	7.30	14.2	27.8	0.27	28	0.94	0.38				
Март 2014	7.33	14.2	20.0	0.73	31	6.04	0.20				
Апрель 2014	7.38	14.3	28.5					0.41	0.0	0.0	0.0
Май 2014	7.43	14.3	21.9					0.31	13.0	119	1.70
Июнь 2014	7.45	14.3	26.7					0.38	18.6	165	2.37
Июль 2014	7.48	14.3	126					1.81	14.7	133	1.91
Август 2014	7.44	14.3	13.2					0.19	19.2	170	2.44
Сентябрь 2014	7.36	14.2	17.2					0.24	8.51	81.7	1.16
Сумма	88.2	171	384	2.76		20.2	1.50	3.69	76.4	701	10.0
Ср.знач.	7.35	14.2	32.0	0.55		4.05	0.30	0.53	10.9	100	1.43

Приток воды в озера рассчитывался по принципу остаточного члена с помощью уравнения водного баланса, по которому суммарный приток воды в озеро:

$$V = \Delta W - S - P + E \quad (4)$$

Таблица 2 - Расчет элементов водного баланса озера Шортан за отдельные гидрологические годы (2003-2004 по 2013-2014 гг.)

Гидрологический год	Среднегодовая площадь озера, км ²	Уровень и объем в начале г.г.		Поступление воды на поверхность озера, млн м ³		Поступление воды на поверхность озера, мм		Испарение с водной поверхности		Уровень и объем в конце г.г.		Изменение объема озера, млн м ³	Суммарный годовой приток в озеро, млн м ³	
		см	млн м ³	период ледостава	безледоставный период	период ледостава	безледоставный период	млн м ³	мм	см	млн м ³		млн м ³	мм
2003-2004	14.9	815	159	0.33	2.59	21.9	174	11.3	758	783	154	-4.92	3.43	230
2004-2005	14.7	783	154	0.72	5.45	48.7	371	9.20	732	794	156	1.73	4.76	324
2005-2006	14.8	794	156	0.27	4.02	18.0	272	8.91	708	787	155	-1.12	3.51	238
2006-2007	14.8	787	155	1.13	4.70	76.6	318	8.87	700	800	157	2.08	5.11	345
2007-2008	14.8	800	157	0.72	2.99	48.8	202	10.9	735	771	152	-4.54	2.61	177
2008-2009	12.3	771	152	0.49	4.29	39.9	348	9.99	687	764	151	-0.93	4.28	347
2009-2010	14.5	764	151	1.36	5.06	94.2	350	11.1	764	735	147	-4.28	0.36	24.9
2010-2011	14.2	735	147	1.07	3.79	74.9	266	10.2	712	733	146	-0.40	4.93	346
2011-2012	14.2	733	146	0.40	3.32	28.0	234	11.3	799	710	143	-3.20	4.40	311
2012-2013	14.1	710	143	1.87	5.25	133	374	9.75	689	728	146	2.50	5.13	365
2013-2014	14.2	728	146	1.50	3.69	105	259	10.0	701	732	146	0.61	5.44	382
Сумма	157	8420	1665	9.85	45.1	689	3167	111	7985	8337	1652	-12.5	44.0	3091
Ср.знач.	14.3	765	151	0.90	4.10	62.7	288	10.1	726	758	150	-1.13	4.00	281

Таблица 3 - Расчет элементов водного баланса озера Бурабай за отдельные гидрологические годы (2003-2004 по 2013-2014 гг.)

Гидрологический год	Среднегодовая площадь озера, км ²	Уровень и объем в начале г.г.		Поступление воды на поверхность озера, млн м ³		Поступление воды на поверхность озера, мм		Испарение с водной поверхности, млн м ³		Уровень и объем в конце г.г.		Изменение объема озера, млн м ³	Суммарный годовой приток в озеро, млн м ³	
		см	млн м ³	период ледостава	безледоставный период	период ледостава	безледоставный период	млн м ³	мм	см	млн м ³		млн м ³	мм
2003-2004	9.76	859	31.8	0.12	1.51	12.4	155	7.57	777	836	29.7	-2.10	3.83	393
2004-2005	9.74	836	29.7	0.54	2.95	55.0	303	7.38	753	888	34.5	4.79	8.68	892
2005-2006	9.91	888	34.5	0.12	2.79	11.9	281	7.22	728	884	34.0	-0.45	3.87	391
2006-2007	9.91	884	34.0	0.75	3.17	75.3	320	7.21	726	892	34.8	0.81	4.10	414
2007-2008	9.88	892	34.8	0.30	2.12	30.3	215	7.38	748	868	32.5	-2.30	2.66	269
2008-2009	9.81	868	32.5	0.21	3.48	21.6	354	6.91	705	875	33.2	0.69	3.91	399
2009-2010	9.84	875	33.2	0.69	1.33	70.6	135	7.63	777	845	30.5	-2.77	2.84	288
2010-2011	9.72	845	30.5	0.49	2.39	50.7	245	7.04	724	840	30.0	-0.45	3.72	383
2011-2012	9.67	840	30.0	0.22	2.38	22.7	246	7.74	801	812	27.6	-2.36	2.78	287
2012-2013	9.67	812	27.6	0.98	3.29	101.7	340	6.72	690	864	32.2	4.56	7.01	725
2013-2014	9.84	864	32.2	0.57	1.90	58.2	194	6.98	708	870	32.8	0.55	5.06	514
Сумма	108	9462	351	4.99	27.3	510	2788	79.8	8135	9472	352	0.97	48.5	4955
Ср.знач.	9.79	860	31.9	0.45	2.48	46.4	253	7.25	740	861	32.0	0.09	4.41	450

Таблица 4 - Расчет элементов водного баланса озера Улькен Шабакты за отдельные гидрологические годы (2006-2007 по 2013-2014 гг.)

Гидрологический год	Среднегодовая площадь озера, км ²	Уровень и объем в начале г.г.		Поступление воды на поверхность озера, млн м ³		Поступление воды на поверхность озера, мм		Испарение с водной поверхности		Уровень и объем в конце г.г.		Изменение объема озера, млн м ³	Суммарный годовой приток в озеро, млн м ³	
		см	млн м ³	период ледостава	безледоставный период	период ледостава	безледоставный период	млн м ³	мм	см	млн м ³		млн м ³	мм
2006-2007	20.3	827	169	1.52	6.59	74.7	324	15.0	726	866	175	6.77	13.7	673
2007-2008	21.1	866	175	0.64	4.56	30.4	216	15.9	748	860	174	-0.91	9.79	463
2009-2010	20.6	860	174	1.45	2.62	70.5	127	16.0	777	837	170	-4.06	7.90	383
2010-2011	20.1	837	170	1.02	4.94	50.7	245	14.6	724	809	165	-4.89	3.73	185
2011-2012	19.7	809	165	0.45	4.84	22.7	245	15.7	801	767	158	-7.49	2.96	150
2012-2013	19.3	767	158	1.61	6.53	83.4	338	10.6	799	767	158	0.00	2.43	126
2013-2014	19.4	767	158	1.12	3.77	57.9	195	13.8	708	762	157	-0.89	8.04	415
Сумма	141	5734	1170	7.82	33.9	390	1690	102	5282	5669	1159	-11.5	48.5	2395
Ср.знач.	20.1	819	167	1.12	4.84	55.8	241	14.5	755	810	166	-1.64	6.93	342

Таблица 3 - Основные характеристики водного баланса озера Шортан в середине 20 века и в начале 21 века

Характеристики водного баланса	В середине 20 века		в начале 21 века		Изменение	
	В мм	В млн.м ³	В мм	В млн.м ³	В мм	В млн.м ³
Приток воды с водосбора и водообмен через ложе озера	390	7,25	281	4,00	-	-3,25
Запас воды в снеге на поверхности озера к началу весеннего снеготаяния и осадки, выпадающие на поверхность озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	290	5,40	351	10,1	61	-
Испарение с водной поверхности озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	680	12,65	726	5,00	46	-

Таблица 4 - Основные характеристики водного баланса озера Бурабай в середине 20 века и в начале 21 века

Характеристики водного баланса	В середине 20 века		В начале 21 века		Изменение	
	В мм	В млн.м ³	В мм	В млн.м ³	В мм	В млн.м ³
Приток воды с водосбора и водообмен через ложе озера	390	3,67	450	4,41	-	0,74
Запас воды в снеге на поверхности озера к началу весеннего снеготаяния и осадки, выпадающие на поверхность озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	290	2,72	299	2,93	9	-
Испарение с водной поверхности озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	680	6,39	740	7,25	-60	-

Таблица 5 - Основные характеристики водного баланса озера Улькен Шабакты в середине 20 века и в начале 21 века

Характеристики водного баланса	В середине 20 века		В начале 21 века		Изменение	
	В мм	В млн.м ³	В мм	В млн. м ³	В мм	В млн. м ³
Приток воды с водосбора и водообмен через ложе озера	390	8,19	342	6,93	-	-1,26
Запас воды в снеге на поверхности озера к началу весеннего снеготаяния и осадки, выпадающие на поверхность озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	290	6,09	297	5,96	7	-
Испарение с водной поверхности озера за период от начала снеготаяния до начала ледостава	680	14,28	755	14,5	75	-



Гидромет Акмолинской области



Гидропост на оз. Шортан





Гидропост на оз. Бурабай



Гидропост и метеорологическая станция на оз. Улькен Шабакты



Озеро Шортан



















Озеро Бурабай





Озеро Улькен Шабакты







Озеро Киши Шабакты





Озеро Текеколь



Озеро Майбалык















Заключение

- - Сопоставление результатов расчета водного баланса за вторую половину 20 века и начало 21 века показало, что он существенно изменился;
- - Анализ элементов водного баланса свидетельствует о том, что атмосферные осадки за многолетний период изменились несущественно, существенно изменился слой испарения с водной поверхности;
- - Наиболее значительно уменьшился приток к озеру. Очевидно, это обусловлено не только изменением климатических условий, но и увеличением антропогенного воздействия (строительство дорог вокруг озер, что уменьшает приток с площади водосбора, увеличение забора воды на питьевые и другие нужды);



Спасибо за внимание!!!

