

Список использованных источников

1. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т. Бассейн Аральского моря: прошлое, настоящее и будущее.- Тараз, 2012.-318 с.
2. Боровский В.М., Погребинский М.А. и др. Древняя дельта Сырдарьи и Северные Кызыл-Кумы.-Алма-Ата:1958.- т.1-514 с.;Алма-Ата:1959. -т.2.-418 с.
3. Антропов В.Н., Каражанов К.Д. Бонитировка и экономическая оценка земель. -Алма-Ата: Наука, 1987. -126 с.
4. Сенчуков Г.А., Гниненко В.И., Турулев В.В. Экологически приемлемые нормы водопотребности сельскохозяйственных угодий на Северном Кавказе // Мелиорация и водное хозяйство, 1995.- №6. -С.31-32.
5. Будыко М.И. Тепловой баланс земной поверхности. - Л.: Гидрометеиздат, 1956. – 255 с.
6. Кирейчева Л.В., Хохлова О.Б. Оценка энергетического ресурса деградированных почв сельскохозяйственных угодий //Агрохимический вестник. 2019 №3. С. 21-27.
7. Мустафаев Ж.С., Козыкеева А.Т., Ескермесов Ж.Е. Оценка техносферного состояния агроландшафтов в низовьях реки Сырдарьи // Природообустройство, 2015.-№4.- С.25-30.

Reference

1. Mustafayev Zh.S., Kozykееva A.T. The Aral Sea Basin: past, present and future. - Taraz, 2012.- 318 p.
2. Borovsky V.M., Pogrebinsky M.A. and others. The ancient delta of the Syr Darya and Northern Kyzyl-Kum.-Alma-Ata: 1958.- Т. 1-514 p.; Alma-Ata: 1959. -t.2.-418 p.
3. Antropov V.N., Karazhanov K.D. Valuation and economic valuation of land. Alma-Ata: Science, 1987. -126 p.
4. Senchukov G.A., Gninenko V.I., Turulev V.V. Environmentally acceptable norms of water demand for agricultural land in the North Caucasus // Land Reclamation and Water Management, 1995.- No. 6. -S.31-32.
5. Budyko M.I. Thermal balance of the earth's surface. - L. : Gidrometeoizdat, 1956. -- 255 p.
6. Kireicheva L.V., Khokhlova O.B. Evaluation of the energy resource of degraded soils of agricultural land // Agrochemical Bulletin. 2019 No. 3. S. 21-27
7. Mustafayev J.S., Kozykееva A.T., Eskermesov J.E. Assessment of the technosphere state of agrolandscapes in the lower Syrdarya River // Environmental Engineering, 2015. No. 4. - P. 25-30.

УДК. 551.482.215.(575.2)(04)

DOI 10.37738/VNIIGiM.2020.69.98.009

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ РЕК ЛЕДНИКОВО-СНЕГОВОГО ПИТАНИЯ И ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ ТРАНСГРАНИЧНОГО БАСЕЙНА РЕКИ ШУ

¹Жапаркулова Е.Д., ²Бажанова Л.В., ¹Калиева К.Е., ¹Таженова А.И.,
¹Турсыналы Д.

¹Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

²Институт Водных проблем и гидроэнергетики НАН КР, г. Бишкек, Кыргызстан

Аннотация. В статье приведены результаты исследования регионального изменения климата по данным наблюдений на метеостанциях Шуйского бассейна и его влияние на величину стока и режим рек ледниково- снегового питания на примере трех наиболее характерных рек бассейна: Шу, Чон-Кемин и Алаарча. Методом гидрологического прогноза, основанного на инерционности изменения среднегодовой температуры и расходов воды, при

условии сохранения этой тенденции в течение прогнозируемого периода, приведен прогноз среднегодового расхода рек на 2050 г.

Ключевые слова: климат, температура, сток, расход воды, прогноз

THE CLIMATE CHANGE IMPACT ON THE HYDROLOGICAL REGIME OF RIVERS GLACIER-SNOW FEED AND WATER RESOURCES OF THE SHU RIVER TRANSBOUNDARY BASIN

¹Zhaparkulova Y.D., ²Bazhanova L. V., ¹Kaliyeva K. E., ¹Tazhenova A.I.,
¹Tursynuly D.

¹Kazakh national agrarian university, Almaty, Kazakhstan

²Institute of water problems and hydropower of the national academy of sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyzstan

Abstract. *The article presents the results of a study of regional climate change based on observational data at weather stations in the Shuy basin and its effects on runoff and the regime of glacier-snow supply rivers using the three most characteristic rivers of the basin as an example: Shu, Chon-Kemin and Alaarcha. By the method of hydrological forecasting, based on the inertia of the change in the average annual temperature and water discharge, provided that this trend remains during the forecast period, the forecast is given up to 2050.*

Key words: *climate, temperature, runoff, water consumption, forecast*

Проблема изменения климата очевидна и актуальна уже в настоящее время и будет оставаться таковой в обозримом будущем, как в глобальном, так и региональном аспекте [1,4].

Административно Шуйский бассейн расположен в пределах двух государств: занимает северную часть Кыргызстана и южную часть Казахстана. Общая площадь бассейна более 67,5 тыс. км² - в Кыргызстане около 43% (Чуйская область), в Казахстане – 57% (Жамбыльская область). Зона формирования стока рек Шуйского бассейна практически полностью находится на территории Кыргызстана – 3,84 (97%) и 0,11 км³/год (3%) – Казахстана. Трендовый анализ среднегодовой температуры по метеостанциям (МС) Бишкек, Байтик, Тюя-Ашу за период параллельных наблюдений (1959-2017 гг.) однозначно положительный, отмечено увеличение в среднем на 1-2° С. (рис.1).

Рост температуры за 59 лет (по начальному и конечному значению трендов) составил по МС Бишкек - 1,9⁰С, по Байтику - 0,6⁰С, Тюя-Ашу - 1,0⁰С, интенсивность роста от 0,01 до 0,03⁰С/год. Тренд среднегодовой температуры по МС Байтик за весь период наблюдений 1914-2017 гг. (103 года) показывает рост температуры на 0,9⁰С (темп повышения 0,01⁰С/год).

Значимая положительная динамика роста температуры отмечена после 1972 г. Тренды температуры по МС Бишкек за сравниваемые периоды 1935-1972 и 1973-2017 гг. от исходного и конечного значений тренда показывают рост температуры на 0,2⁰ и 1,6⁰С соответственно по периодам (рис. 2).

На рисунке 2 представлена среднегодовая температура по данным МС за сравниваемые периоды, которые показывают увеличение температуры и особенно динамичное в период после 2000 г.

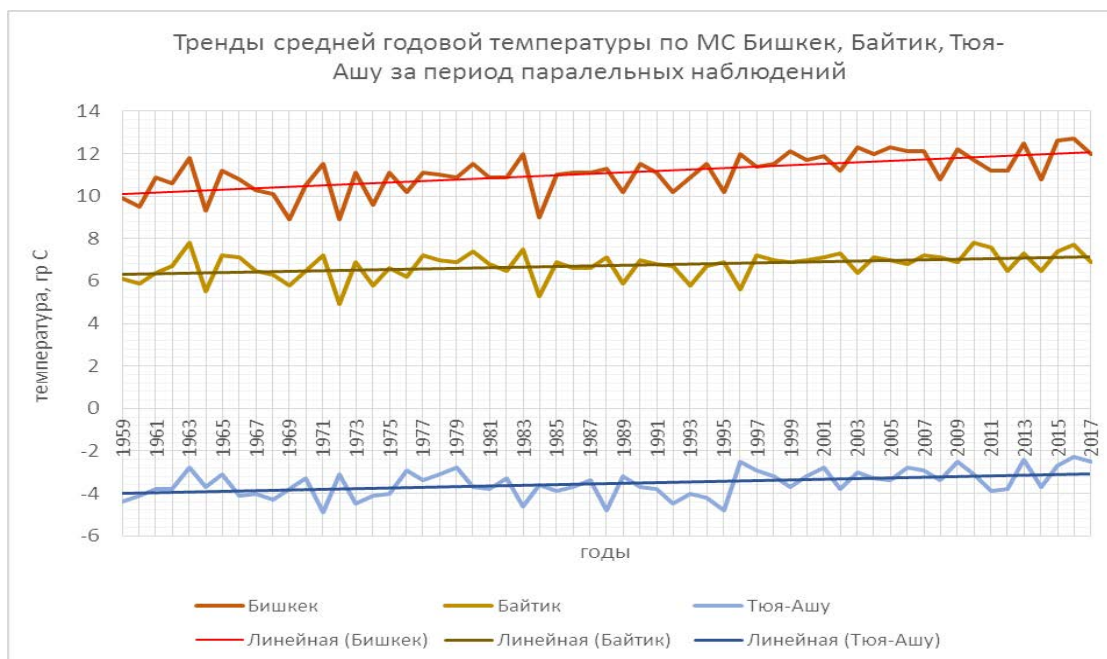


Рисунок 1 - Тренды средней годовой температуры по МС Бишкек, Байтик, Тюя-Ашу за период параллельных наблюдений 1959-2017 гг.

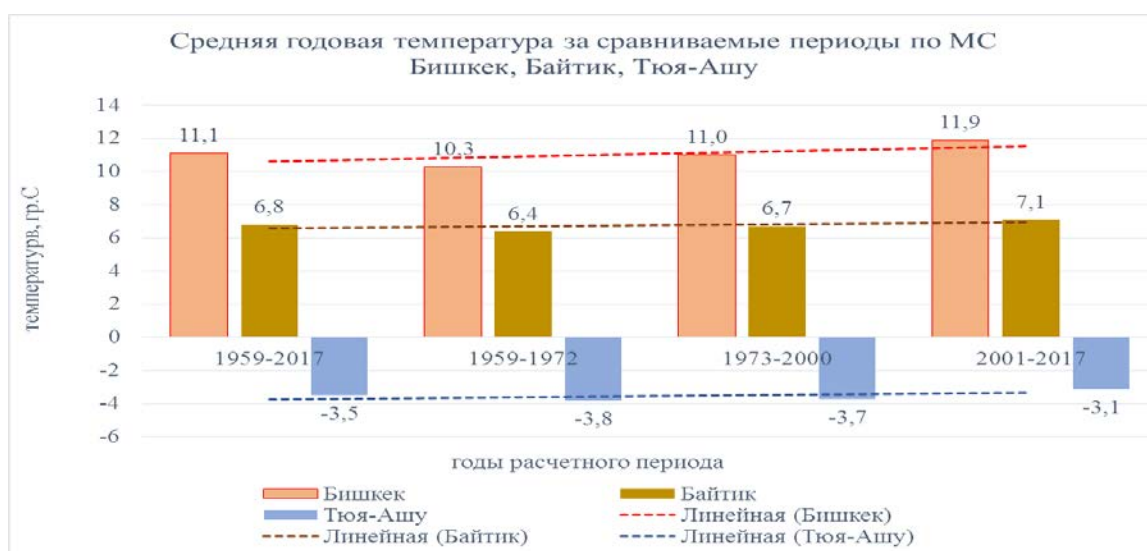


Рисунок 2 - Средняя годовая температура за сравнимые периоды по МС Бишкек, Байтик, Тюя-Ашу

Годовая сумма осадков по рассматриваемым МС за период наблюдений существенно не изменилась. Изменение осадков неоднозначно и различно по величине и периодам. В период 1973-2017 гг. их величина в среднем составляет 16 мм (7,6%). Наиболее значимое увеличение осадков (за исключением Байтика) произошло за последние 17 лет (2001-2017 гг.) от 13 до 83 мм (4-20%) и составило в среднем 36 мм (9,2%).

Сущность прогнозирования заключается в вычислении с различной заблаговременностью и степенью точности того или иного элемента климата, в данном случае температуры воздуха [6]. В таблице 1 представлены результаты расчетов средней годовой температуры, скорость (темпы) ее роста в разные

временные периоды и прогноз на 2050 г. В расчетах взята скорость роста температуры за период 2001-2017 гг.

Методы прогноза на такой длительный период (32 года) рекомендуется принимать как ориентировочные значения, составленные на основании ретроспективного анализа данных среднегодовой температуры периода наблюдений при условии сохраняющейся тенденции и темпов потепления климата (роста среднегодовой температуры) в течение прогнозируемого периода, инерционность изменения и экстраполяция на прогнозируемый период до 2050 г.

По данному прогнозу темп роста среднегодовой температуры будет не столь значительным, по сравнению с климатическими сценариями по рамочной конвенции ПРООН [4]. По прогнозу авторов повышение температуры составит 0,6-1,6⁰С в зависимости от высотного и географического положения.

Основной сток рек Шуйского бассейна формируется на территории соседнего Кыргызстана и по этой причине анализ динамики и оценка водных ресурсов в основном проведена в границах формирования стока (табл. 2).

Таблица 1 - Среднегодовая температура по МС и прогноз на 2050 г.

Расчетный период	Количество лет	Среднее за период	Разность температур	Скорость роста, ⁰ С/год	Прогноз на 2050 рост/темп.	
МС Бишкек						
1959-2017	59	11,1				
1959-1972	14	10,3	-0,8	-0,057		
1973-2000	28	11,0	0,7	0,025		
2001-2017	17	11,9	0,9	0,036		
прогноз 2018-2050	33	13,1			1,6	13,1
МС Байтик						
1959-2017	59	6,8				
1959-1972	14	6,4	-0,4	-0,029		
1973-2000	28	6,7	0,3	0,011		
2001-2017	17	7,1	0,4	0,024		
прогноз 2018-2050	33	7,9			0,8	7,9
МС Тюя-Ашу						
1959-2017	59	-3,5				
1959-1972	14	-3,8	-0,3	-0,021		
1973-2000	28	-3,7	0,1	0,004		
2001-2017	17	-3,1	0,6	0,035		
прогноз 2018-2050	33	-2,5			0,6	-2,5

Таблица 2 - Основные гидрографические характеристики Шуйского бассейна в пределах Кыргызстана

Характеристики							
Ф, тыс.км ²	Н сред. высота, м	Т ⁰ С	Р мм	Е мм	Q км ³	М л/скм ²	К - коэф. увлажнения
22,3	2166	2,45	552	364	4,03	5,73	0,566

В таблице приведены характеристики бассейнов, рассчитанные Кузьмиченком В.А. картографическим методом по цифровой математической модели.

Основными источниками питания рек бассейна являются талые воды сезонных снегов (А) и талые воды снегов и ледников высокогорья (Б). Дождевые воды в стоке рек имеют второстепенное значение и не превышают 1% - на реках с высоко расположенными водосборами, возрастая до 10% - на реках с низкими водосборами (не более 2000 м). Это в основном реки равнинной части Казахстана (междуречье Шу-Таласа). Подземные воды играют в питании рек значительную роль и имеют решающее значение в меженный период. Во внутригодовом распределении стока основной объем приходится на летние месяцы - VI-IX (табл. 3).

Шуйский бассейн окружен высокими горными хребтами и имеет хорошо развитое оледенение. О динамике оледенения в Шуйском бассейне можно судить по данным, полученным В.А. Кузьмиченком по состоянию на 2003 г. для бассейна р. Алаарча (Кыргызский хребет) и бассейна р. Чон-Кемин (хребты Кунгей Ала-тоо и Заилийский) [3].

Таблица 3 - Внутригодовое распределение стока рек ледниково-снегового питания по сезонам (%)

Река - гидрометрический створ	Показатель типа питания - δ	Зима XII-II	Весна III-V	Лето VI-IX	Осень X-XII
Иссык-Ата-с.Юрьевка	2,40	12,9	12,5	49,6	25,0
Аламедин-у. р. Чункурчак	2,70	8,0	20,2	61,3	10,5
Алаарча-у. р.Кашка-Суу	2,24	7,0	22,0	58,0	13,0

Динамика площади ледников в бассейне реки Алаарча:

- в 1963 г. составляла - 42,83 км², в 1981 г. - 40,62 км², в 2003 г. - 36,31 км².

За весь период 1963-2003 гг. площадь ледников уменьшилась на 15,2% (средняя за год - 0,38%).

Динамика площади ледников верховьев бассейна реки Чон-Кемин:

- с 1955 по 1979 гг. сократилась на 9,3% (средняя за год скорость сокращения - 0,46%); с 1979 по 1999 гг. - на 7,8% (средняя за год - 0,32%); за весь период с 1955 по 1999 гг. - на 16,4% (средняя за год - 0,37%).

Анализ среднегодовых расходов воды был сделан по трем наиболее характерным для Шуйского бассейна рекам: Шу - с. Кочкорка, Чон-Кемин - устье и Алаарча - у р. Кашкасу (табл. 4).

Из данных таблицы можно сделать следующий вывод: после 70-х годов прошлого века на фоне климатических изменений (потепления) началось увеличение водности реки, которое сохраняется и более динамично развивается в настоящий период. Наиболее значимая скорость увеличения стока отмечена в период 2001-2017 гг. по р. Шу – 0,124, по р. Чон-Кемин – 0,159, по р. Алаарча – 0,091 м³/с/год. В этот же период отмечен и наиболее значимый рост температуры воздуха.

Таблица 4 - Среднегодовые расходы воды за сравниваемые периоды
и скорости их увеличения

Характеристики	Период	Число лет	Сред. расход м ³ /с	Разность м ³ /с	Скорость м ³ /с/год
Шу – с. Кочкорка					
норма стока	1937-2017	81	28,7		
базовый	1937-1972	36	28,3	-0,4	
	1973-2000	28	28,2	-0,5	-0,018
	2001-2017	17	30,4	2,1	0,124
% от нормы	1973-2017	42	29,0	0,3	1,1
Чон-Кемин					
норма стока	1929-2017	88	22,5		
базовый	1929-1972	43	21,5	-1,0	
	1973-2000	28	23,2	1,7	0,061
	2001-2017	17	24,2	2,7	0,159
% от нормы	1973-2017	45	23,5	1,0	4,4
Алаарча					
норма стока	1928-2017	90	4,72		
базовый	1928-1972	45	4,19	-0,53	
	1973-2000	28	4,95	0,76	0,027
	2001-2017	17	5,73	1,54	0,091
% от нормы	1973-2017	45	5,24	0,52	11

Прогноз среднегодового расхода воды на период до 2050 г.

Сущность гидрологического прогнозирования заключается в расчете с определенной заблаговременностью и степенью точности величины того или иного элемента режима стока, основанного на знании закономерностей развития данного процесса [2].

При экстраполяции до прогнозируемого 2050 г. в расчетах принята скорость (темпы увеличения расходов воды за период 2001-2017 гг.): для р. Шу – 0,124, для Чон-Кемин – 0,159, для р. Алаарча – 0,091 м³/с/год. При такой тенденции роста к 2050 году средний годовой расход по р. Шу должен составить 32,3; по р. Чон-Кемин - 29,3; по р. Алаарча – 8,64 м³/с. Однако такие величины могли бы иметь место при сохраняющейся тенденции и интенсивности (темпов) роста температуры воздуха, рассчитанной по трендовому анализу и имеющейся в настоящее время степени оледенения водосборов.

Опираясь на прогноз (Кузьмиченок В.А., 2003) сокращения оледенения к 2050 г. до минимума, также до минимума сократится сток рек, т.е. на ледниковую составляющую.

По данным [5] в год средней водности доля ледникового стока (июль-сентябрь) составляет по р. Шу – 35, р. Чон-Кемин – 44, по р. Алаарча – 57%. Принимая эти данные при расчетах потери ледникового стока, условно можно считать, что именно на такую величину сократится прогнозируемый сток к 2050 г. (табл. 5).

По р. Шу согласно прогнозу на 2050 г. средний годовой расход воды составит 21,3 м³/с, при норме за период наблюдений 28,7 м³/с (сократится на

26%). Для сведения, за период наблюдений минимальные среднегодовые расходы воды 95 и 99% обеспеченности - 22,6 и 20,6 м³/с соответственно.

По р. Чон-Кемин по прогнозу среднегодовой расход составит 16,3 м³/с, за период наблюдений 22,5 (сокращение на 28%), минимальные расходы за период наблюдений 95 и 99% обеспеченности - 17,6 и 16,1 м³/с соответственно.

По р. Алаарча – по прогнозу 3,73 м³/с, средний многолетний за период наблюдений - 4,72 м³/с (сокращение на 21 %), минимальные расходы 95 и 99% обеспеченности - 3,39 и 3,10 м³/с.

Сравнение с минимальными расходами воды сделано не случайно, чтобы показать на какие в среднем величины стока можно ориентироваться в будущем при разработке адаптационных мер. Такие ситуации в отдельные годы периода наблюдений уже случались и водопользователи, водопотребители к ним приспосабливались, принимали необходимые меры и договоренности при водораспределении стока.

Таблица 5 - Прогноз среднего годового расхода воды рек на 2050 г.

Характеристика	Период	Количество лет	Расход воды, м ³ /с
Шу			
1	2	3	4
прогноз	2018-2050	32	32,3
сокращение сток	VII-IX	35%	11,0
прогноз	2050		21,3
расход 95%			22,6
расход 99%			20,5
Чон-Кемин			
прогноз	2018-2050	32	29,3
сток	VII-IX	44,4%	13,0
прогноз	2050		16,3
расход 95%			17,6
1	2	3	4
расход 99%			16,1
Алаарча			
прогноз	2018-2050	32	8,64
сокращение стока	VII-IX	57%	4,91
прогноз	2050		3,73
расход 95%			3,39
Расход 99%			3,10

Список использованных источников

1. Будыко М.Н., Винников К.Я., Дроздов О.М. и другие. Предстоящие изменения климата. Известия АН СССР. Серия География. Выпуск 6. 1978 с. 5-20.
2. Бажанова Л.В. Прогноз водности рек и распределение водных ресурсов на 2020 год. Отчет по проекту ГЭФ ПРООН КҮР |00|G31| Бишкек. 2002. 47 с.
3. Кузьмиченок В.А. Математико-картографическое моделирование возможных изменений водных ресурсов и оледенения Кыргызстана при изменении климата. //Вестн. Кыргызско-Российского Славянского Университета. Т.3. №6, 2003. С.53-64.

4. 1 и 2-е Национальное сообщение КР по рамочной конвенции ПРООН об изменении климата в Кыргызстане. Бишкек, 2003, 2009
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.14, вып.2. Бассейн озера Иссык-Куль, рек Чу, Талас, Тарим. Гидрометеиздат. Л. 1973. 308 с.
6. Чеботарев А.И. Гидрологический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. 222 с.

Reference

1. Budyko M.N., Vinnikov K.Ya., Drozdov O.M. other. Upcoming Climate Change. Proceedings of the USSR Academy of Sciences. Series Geography. Issue 6. 1978 p. 5-20.
2. Bazhanova L.V. Forecast of river water content and distribution of water resources for 2020. UNDP GEF Project Report KYR | 00 | G31 | Bishkek. 2002.47 p.
3. Kuzmichenok V.A. Mathematical and cartographic modeling of possible changes in water resources and glaciation of Kyrgyzstan with climate change. // Vestn. Kyrgyz-Russian Slavic University. Т.3. No. 6, 2003. P.53-64.
4. The 1st and 2nd National Communication of the Kyrgyz Republic on the UNDP Framework Convention on Climate Change in Kyrgyzstan. Bishkek, 2003, 2009
5. Resources of surface waters of the USSR. Т.14, issue 2. Basin of Issyk-Kul Lake, Chu, Talas, Tarim rivers. Hydrometeoizdat. L. 1973. 308 p.
6. Chebotarev A.I. Hydrological dictionary. - L. : Gidrometeoizdat, 1964. 222 p.

УДК 574

DOI 10.37738/VNIIGiM.2020.24.32.010

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ХВОСТОХРАНИЛИЩА ЯРОСЛАВСКОГО ГОКА И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Зайцев А.И.

Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

***Аннотация:** в данной работе рассматриваются возможные риски при эксплуатации хвостохранилищ Ярославского горно-обогатительного комбината в связи с возможными климатическими изменениями, а также пути предотвращения некоторых из этих рисков*

***Ключевые слова:** хвостохранилище, гидротехнические сооружения, изменение климата, природоохранное строительство, охрана окружающей среды, промышленная экология*

THE CLIMATE CHANGE INFLUENCE ON YAROSLAVL GOK TAILINGS DAMS AND GOR IMPACT ON THE ENVIRONMENT

Zaitsev A. I.

Kostyakov Institute of land reclamation, water management and construction of the Russian state agrarian University -Timiryazev Moscow state agricultural Academy, Moscow, Russia

***Annotation:** this paper discusses the possible risks associated with the operation of the Yaroslavl mining and processing plant's tailings storage facilities due to possible climate changes, as well as ways to prevent some of these risks.*

***Key word:** tailings storage, hydraulic structures, climate change, environmental construction, environmental protection, industrial ecology*