

УДК 614.31.011

¹С. Сырлыбеккызы*, ¹Н.Ш. Сулейменова, ²Г.Ж. Кенжетев¹Казахский национальный аграрный университет,
Республика Казахстан, г. Алматы²Каспийский государственный университет технологии и инжиниринга
им. Ш. Есенова, Республика Казахстан, г. Актау

*E-mail: Samal_86a@mail.ru

К вопросу испарения токсичных вод и влияния техногенного объекта на состояние прибрежной зоны Каспия

В статье представлены результаты исследований испарения с поверхности водной фазы хвостохранилища «Кошкар-Ата». Для оценки воздействия на здоровье людей пылевого фактора важны условия сухого жаркого климата Мангистауской области, определяющие степень потерь токсичной влаги. В этой связи были проведены работы по наблюдению за испарением влаги с поверхности водоемов и почвы в районе хвостохранилища. Установлено, с поверхности хвостохранилища сдувается пыль, в состав которой входят 13 наименований загрязняющих веществ и одна группа веществ, обладающих эффектом суммации вредного действия. Составлено уравнение водного баланса с учетом отсутствия поступающих в токсичный водоем стоков. Построена карта полей рассеивания пыли неорганической, обладающей эффектом суммации вредного воздействия.

Ключевые слова: хвостохранилище Кошкар-Ата, испарения, отходы производства, неорганическая пыль, ПК «ЭРА», радиационный риск, прибрежная зона Каспия.

S. Syrlybekkyzy, N.Sh. Syleimenova, G.Zh. Kenzhetaev

On the issue of toxic water evaporation and the impact of man-made objects on the state of the coastal zone of the Caspian sea

This article presents the results investigation of evaporation from surface of water phase talepiece-reservoir «Koshkar-Ata». To assess the impact on people's health conditions are important factors dust dry hot climate of Mangistau region determine the degree of loss of toxic moisture. In this regard, work was carried out to monitor the evaporation of moisture from water and soil in the area of the tailings. It is found on the surface of the tailings blown dust, which consists of 13 items pollutants and one group of substances having the effect of summation of the harmful effects. Compiled equiponderate of water balance with calculation absence acting in toxic basin flows. Constructing the map weald dissipation dust inorganic has the effect of harmful influence.

Key words: tailing Koshkar-Ata; evaporation; waste production; inorganic dust; PC «ERA»; radiation risk, the coastal zone of the Caspian Sea.

С. Сырлыбеккызы, Н.Ш. Сулейменова, Г.Ж. Кенжетев

Улы судың булануы және Каспий жағалауына техногенді объектілердің әсері туралы мәселе

Мақалада «Қошқар-Ата» қалдық сақтау қоймасының сулы фазасы бетінің булануының зерттеу нәтижелері көрсетілген. Адам өміріне шаңды фактордың әсерін бағалау үшін улы ылғалдың жойылу деңгейін анықтайтын Маңғыстау облысының құрғақ ыстық климатының шарттары маңызды. Осыған байланысты қалдық сақтау аймағының топырағы мен су қоймасының жоғарғы беті ылғалының булануын бақылау бойынша жұмыстар жүргізілді. Қалдық сақтау қоймасының жоғарғы бетінен құрамына 13 атаулы зиянды зат және зиянды әсердің суммация эффектісіне ие заттың бір тобы кіретін шаңның ұшатыны анықталды. Улы су айдынына түсетін ағынды есептемей су балансының

теңдеуі жасақталды. Зиянды әсердің суммация эффектісіне ие бейорганикалық шаңның шашырау ерісінің картасы жасалды.

Түйін сөздер: «Қошқар-Ата» қалдық сақтау қоймасы, булану, өндіріс қалдықтары, неорганикалық шаң, «ЭРА» ПК, радиациялық қауіп-қатер, Каспий жағалауы аймағы.

Введение

Хвостохранилище Кошкар-Ата образовано сбросами отходов производства Прикаспийского горно-металлургического комбината (ПГМК), перерабатывающего комплексные уранофосфорные руды, сбросных вод сернокислотного завода (СКЗ) и неочищенных хозяйственных сточных вод верхних микрорайонов г. Актау. Отходы переработки в виде пульпы сбрасывались в естественную бессточную впадину Кошкар-Ата. Объем накопленных отходов составляет 105 млн. т с суммарной активностью 11242 Ки. В период эксплуатации хвостохранилища объем сбросов пульпы и сточных вод превышал

объем испарения. В связи с этим водная площадь хвостохранилища постоянно росла и в 1992 г. достигла максимальной величины – 77,18 м². В последующие годы объем испарения превышал объем поступающих в хвостохранилище сбросов, и водная площадь к 2005 г. уменьшилась до 33,76 км² (рис. 1) [1].

При этом обнажилась значительная часть высохших пульпоотходов, образовав «пылящие пляжи», представляющие потенциальную опасность для здоровья населения близлежащих населенных пунктов. Площадь загрязненных пляжей, являющихся источником токсичной пыли, превышает 20 м², располагаясь, в основном, в южной части хвостохранилища.

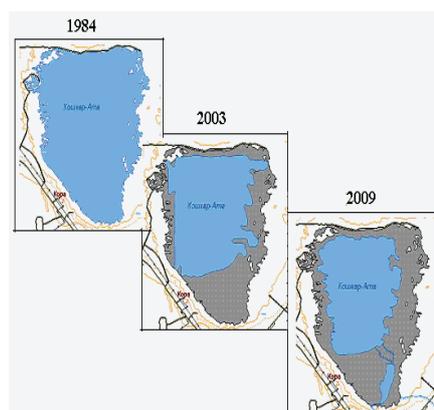
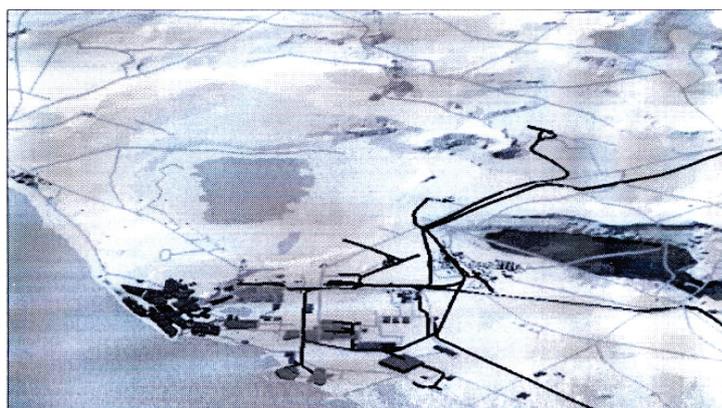


Рисунок 1 – Обзорная карта хвостохранилища Кошкар-Ата с видом обнажившейся в разные годы поверхности водной фазы

Материалы и методы

Жидкая фаза отходов, размещенных в хвостохранилище, представляет собою рассол, образованный за все время эксплуатации хвостохранилища в результате концентрации минеральных солей при постоянном испарении с поверхности накапливаемых промышленных стоков. Общая минерализация водной фазы в 2003 году составляла 168,0 – 200,8 г/дм³, в начале 2009 года – 234,4-248,0 г/дм³.

Отходы производства переработки ураносодержащих руд – фосфогипс, фосфомел, по гра-

нулометрическому составу классифицируются как пылеватый суглинок. Химический состав отходов следующий:

фосфогипс – CaSO₄ – 84-92% к весу; P₂O₅ общий – 1,5%; P₂O₅ – нерастворимый в воде – 1,7%, F – 0,3-0,4%, SiO₂ – 2,0%, Fe₂O₃ – 0,5%, Al₂O₃ – 0,5%, MgO – 1,0%, среда – слабокислый раствор.

фосфомел – CaCO₃ – 80-90%, CaSO₄ – 7-13%, среда – слабощелочной раствор.

Содержание ²²⁶Ra составляет в песках (2-3)·10⁻¹⁰, в шлаках – (10-13)·10⁻¹¹ г/г, отходы характеризуются повышенным уровнем радиоактивности, вызванной, в основном, присутствием радиоактивного изотопа ²²⁶Ra. Наряду с отно-

сительно повышенным содержанием в жидкой части пульпы ^{226}Ra степень минерализации её довольно высока. При распаде изотопа ^{226}Ra образуется радон ^{222}Rn , который выделяется в атмосферу, образуя при распаде несколько дочерних короткоживущих продуктов. Вдыхание радона ^{226}Ra может способствовать возникновению онкологических заболеваний. Интенсивность выделения радона зависит от многих факторов, таких, как концентрация, влажности отходов и воздуха и др.

Площадь загрязненных пляжей, являющихся источником токсичной пыли, превышает 20 км², располагаясь, в основном, в южной части хвостохранилища [2]. Оценка степени опасности РАО хвостохранилища Кошкар-Ата для здоровья жителей близлежащих населенных пунктов и г. Актау проводилась силами Института ядерной физики Национального ядерного центра РК в 2008 г. В 2009 году были выполнены мероприятия по реабилитации двух радиационно опасных участков хвостохранилища, расположенных в южной части впадины Кошкар-Ата, что обеспечило ликвидацию сложившейся аварийной ситуации – изоляцию радиоактивных отходов несанкционированно вскрытых на хвостохранилище, уменьшило площадь радиационного загрязнения хвостохранилища [3].

Результаты исследований

Для оценки воздействия на здоровье людей пылевого фактора важны условия сухого жаркого климата Мангистауской области, определяющие степень потерь токсичной влаги.

В этой связи в 2012 году исследовательской группой под руководством профессора Кенжетая Г.Ж. по бюджетной программе «Грантовое финансирование научных исследований» МОН РК по теме «Научное обоснование исследования компонентов окружающей среды при-

режной зоны Каспия и техногенных объектов» были проведены работы по наблюдению за испарением влаги с поверхности водоемов и почвы в районе хвостохранилища. Целью исследований было изучение возможности сокращения потерь воды из оставшегося отстойного пруда хвостохранилища. Водный объект – хвостохранилище в пределах впадины Кошкар-Ата с площадью водного зеркала около 18 км².

Энергетический потенциал данной территории, определяемый приходом солнечной радиации и турбулентным теплообменом, очень значительный – годовые величины суммарной солнечной радиации достигают 6500-7000 Мдж/м² при ясном небе. С апреля по сентябрь суммарная радиация за сутки изменяется от 20,4 до 29,7 Мдж/м². В районе метеостанции Форт-Шевченко нами эпизодически проводились наблюдения за испарением с водной поверхности по водно-испарительному бассейну площадью 20 м².

Данные были использованы при анализе районных значений испарения с водной поверхности [4]. Норма годовой суммы испарения с естественных водоемов для района составляет 1200 мм, многолетняя изменчивость годовых сумм испарения очень невелика и составляет $C_v = 0,1-0,12$.

При расчетах водного баланса впадины Кошкар-Ата, исходя из того, что испарение с водной поверхности и суши лимитируется не энергетическими возможностями территории, а ее увлажненностью, к расчету водного баланса принимались годовые суммы осадков и их распределение внутри года.

Коэффициент перехода от нормы испарения к годовому испарению 1%-й вероятностью превышения – 1,23, к 95%-й – 0,85. Исходя из этого, годовые величины испарения с естественных водоемов составили: P=50% – 1250 мм, P=1% – 1538 мм, P=95% – 1065 мм. Распределение испарения по месяцам приведено в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1 – Испарения по месяцам с водной поверхности хвостохранилища

Испарение с водной поверхности (мм), P=50%														
Месяцы												Год	Сезоны	
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		XII-III	IV – XII
25	37	62	100	150	188	200	187	138	88	38	37	1250	100	1150

Для естественных водоемов района и, безусловно, для хвостохранилища характерна высокая минерализация, что снижает испарение (таблица 2, рисунок 2).

Из-за отсутствия сведений о величине минерализации и химическом составе вод водоема введены ориентировочные поправки в годовые суммы испарения – во все годы $K=0,9$. Соответственно, годовые суммы испарения расчетных вероятностей составили: $P=50\%$ – 1125 мм, $P=1\%$ – 1384 мм, $P=95\%$ – 959 мм. Для ориентировочных оценок можно принять распределение в году для $P=1\%$ и $P=95\%$ по году, близкому к среднемноголетнему ($P=50\%$).

По сравнению с испарением с водной поверхности испарение с почвы незначительно, поскольку определяется не энергетическим потенциалом, а только наличием доступной влаги в почве.

Испарение с поверхности почвы оценивалось по данным фактических наблюдений по испарителям ГГИ 500-50 и ГГИ 500-100 на метеостанциях Форт-Шевченко (поле) и Тушибек. Продолжительность наблюдений невелика, поэтому определены только среднемноголетние величины испарения с поверхности почвы (табл. 3, рис. 2).

Расчет распределения испарения внутри года по районным коэффициентам достаточно надежно выполнен для года средней увлажненности ($P=50\%$). Из-за непродолжительных и неоднородных рядов наблюдений за испарением надежно оценить распределение испарения в годы 1% и 95% вероятностью превышения не представляется возможным. В расчетах водного баланса впадины Кошкар-Ата необходимо опираться на средние многолетние значения его составляющих.

Таблица 2 – Испарение с поверхности минерализованного водоема

Испарение с поверхности минерализованного водоема (мм), $P=50\%$														
Месяцы												Год	Сезоны	
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		XII-III	IV – XII
22	33,3	55	90	135	169	180	168	124	79	34	33	1125	90	1035

Таблица 3 – Испарение с поверхности почвы хвостохранилища

Испарение с поверхности почвы														
Месяцы												Год	Сезоны	
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		XII-III	IV – XII
10	12	15	22	25	36	23	19	15	17	10	6	210	43	167

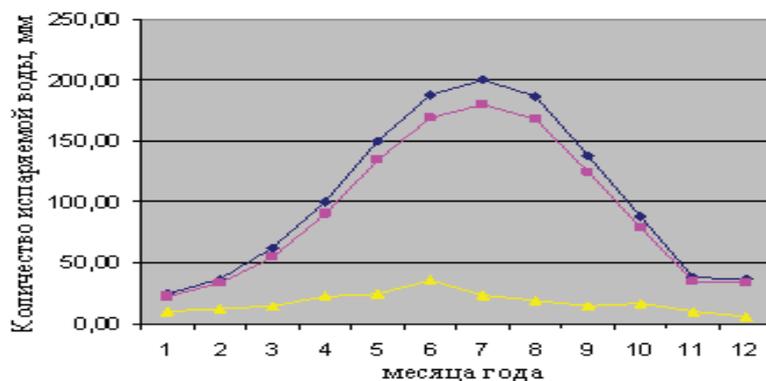


Рисунок 2 – Количество испаряемой влаги с поверхности водоемов и почвы

Что касается величины потерь на испарение, по данным расчетов, за последние 15 лет она составляет 1,201 м/год. Можно предположить, что на долю фильтрационных вод приходится около 9-10% от общей величины, тогда эти потери по высоте составят 0,106 м, то есть 8,8% от общего уровня [4, 5]. Изменения уровня воды в водоемах можно рассматривать как некоторые проявления глобального масштаба.

Так, для рассматриваемого отстойного водоема, может быть, справедливо уравнение водного баланса [5]:

$$\frac{dV}{dt} = \left(\frac{U_b(t)}{S(H)} - E_b(t) \right) \cdot S(t),$$

где V – объем водоема в момент времени t ; $U_b(t)$ – приток воды в единицу времени; $E_b(t)$ – слой видимого испарения ($E_b = E - P$), теряемый в единицу времени; E – испарение; P – осадки; $S(t)$ – площадь поверхности водоема.

Вместе с этим, учитывая отсутствие поступающих стоков, можно уравнение водного баланса представить в следующем виде [6]:

$$\frac{dH}{dt} = \frac{U_b(t)}{S(H)} - E_b(t),$$

где H – уровень воды в водоеме в момент времени t ; $S(H)$ – площадь поверхности водоема при определении значения H .

Успех исследования будет зависеть как от точности (методики) определения составляющих водного баланса, так и от выяснения

причин их изменения. Недостаточная изученность испарения определяет неопределенность при использовании уравнений водного баланса.

Для изучения элементного состава пыли с хвостохранилища был проведен анализ проб оседающих атмосферных примесей, отобранных вблизи хвостохранилища и на фоновом участке.

Установлено, с поверхности хвостохранилища сдувается пыль, в состав которой входят 13 наименований загрязняющих веществ и одна группа веществ, обладающих эффектом суммации вредного действия: пыль неорганическая с $\text{SiO}_2 < 20\%$ + пыль неорганическая с SiO_2 74,5% (рис. 3). Это, очевидно, объясняется погодными условиями (относительно высокая влажность воздуха и малые скорости ветра в период наблюдений) не способствующими пылению.

С помощью интерпретации данных космической съемки и рисовки контура водного бассейна озера Кошкар-Ата с применением прибора спутникового позиционирования GPS установлено состояние контура водного бассейна озера на август 2012 г. [7]. Для изучения многолетнего распространения пыления и загрязнения района хвостохранилища с использованием ПК «ЭРА» была построена карта полей рассеивания пыли неорганической с указанием изолиний ПДК (рис. 5).

Установлено, что высохшая поверхность на большей части покрыта фосфогипсовой коркой, препятствующей пылению.

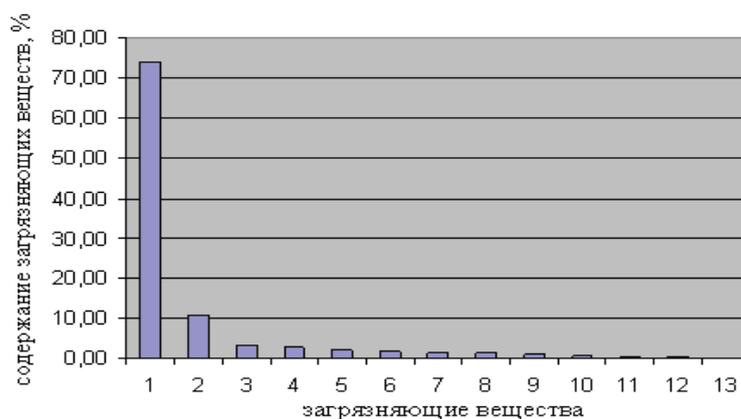


Рисунок 3 – Состав пыли сдуваемой с пляжной зоны хвостохранилища
 1 – пыль неорганическая с SiO_2 74,05%; 2 – тоже с $\text{SiO}_2 < 20\%$; 3 – калия хлорид;
 4 – цинк; 5 – железо; 6 – бария сульфат; 7 – марганец; 8 – натрия хлорид;
 9 – алюминий; 10 – кобальт; 11 – медь; 12 – никель; 13 – хром

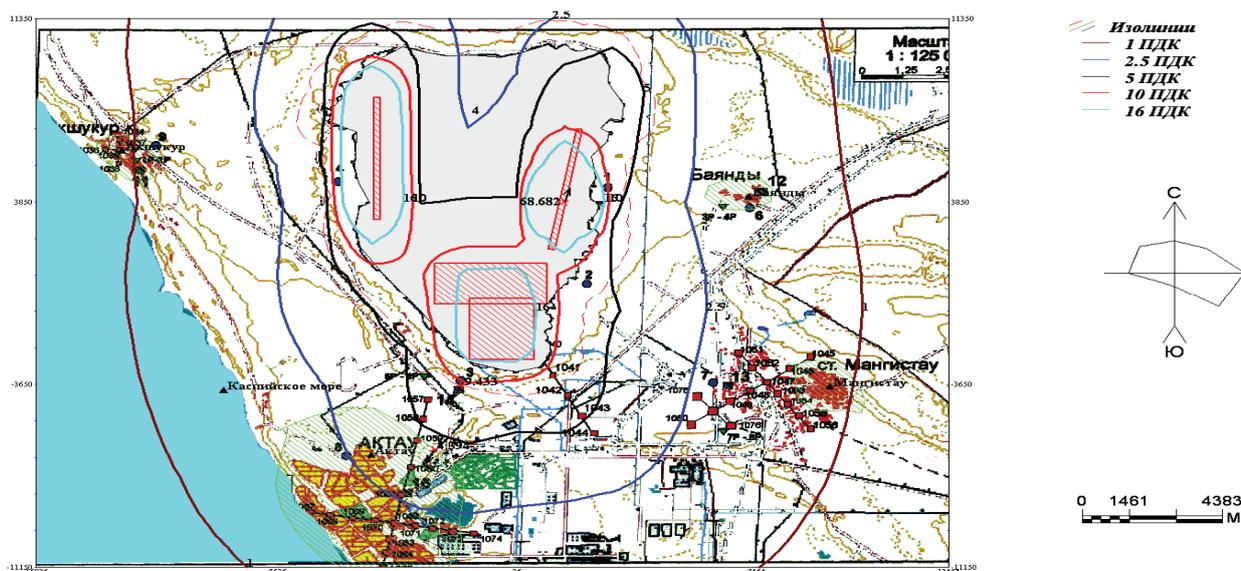


Рисунок 4 – Поля рассеивания пыли неорганической

Выводы

Во всяком случае, имеет место испарение воды с поверхности хвостохранилища в атмосферу, обмеление береговой зоны и обнажение песков, с образованием мелкодисперсной пыли, неблагоприятно влияющей на организм человека. При этом реальна возможность загрязнения прибрежной зоны Каспийского моря за счет переноса ветром неорганической пыли, так как площадь «пылящих» пляжей все более увели-

чивается. В этой связи необходима реализация проекта по рекультивации территории хвостохранилища и сокращению площадей пылящих пляжей, что позволит уменьшить потенциально возможные выбросы токсичных веществ в атмосферу и, соответственно, снизить до минимально возможного уровня негативное воздействие на состояние воздушной среды, почв, растительного мира прибрежной зоны Каспия. Кроме того, реализация проекта приведет к снижению фактора радиационного риска для населения.

Литература

- 1 Разработка комплекса мероприятий по предотвращению негативного влияния хвостохранилища Кошкар-Ата на окружающую среду с выдачей Технологического регламента рациональной эксплуатации хвостохранилища. ДГП ГНПОПЭ «Казмеханобр». – Алматы, 2000. – С. 101.
- 2 Отчет «Мониторинг исходного состояния и проведение НИР по определению химического состава береговых грунтов и донных отложений хвостохранилища Кошкар-Ата, проведение расчета рассеивания пыли с определением значений и расстояний достижения ПДК». ЗАО «Механобр Инжиниринг». – СПб., 2001. – С. 127.
- 3 Рекультивация двух радиационно опасных участков хвостохранилища Кошкар-Ата. ТОО «КАТЭП». – Алматы, 2007. – С. 105.
- 4 Указания по расчету испарения с поверхности водоемов. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – С. 83.
- 5 Проведение постоянного мониторинга за пылением радиоактивных и токсичных отходов хвостохранилища Кошкар-Ата. ЗАО «Механобр Инжиниринг». – СПб., 2002. – С. 98.
- 6 Кенжетаяв Г.Ж., Нурбаева Ф.К., Дюсенова Г.С., Жардем А.Г. Предотвращение испарения с поверхности токсичных вод // Материалы Международной научно-практической конференции КазНУ им. аль-Фараби «Проблемы экологической геоморфологии «IV-е Жандаевские чтения». Алматы, 17-19 апреля 2007 г. – С. 157-162.
- 7 Сырлыбеккызы С., Еликбаев Б.К., Тайжанова Л.С. Анализ результатов воздействия нефтедобывающих предприятий-промыслов на загрязнение почвы в прибрежной зоне Каспия // Материалы международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы нефтегазового комплекса». – Актау, 2012. – С. 253-261.

References

- 1 Razrabotka kompleksa meroprijatij po predotvrashheniju negativnogo vlijanija hvostohranilishha Koshkar-Ata na okruzhashhuyu sredu s vydachej Tehnologicheskogo reglamenta racional'noj jekspluatacii hvostohranilishha. DGP GNPOPJe «Kazmehanobr». – Almaty, 2000. – S. 101.
- 2 Otchet «Monitoring ishodnogo sostojanija i provedenie NIR po opredeleniju himicheskogo sostava beregovyh gruntov i donnyh otlozhenij hvostohranilishha Koshkar-Ata, provedenie rascheta rasseivaniya pyli s opredeleniem znachenij i rasstojanij dostizhenija PDK». ZAO «Mehanobr Inzhiniring». – SPb., 2001. – S. 127.
- 3 Rekul'tivacija dvuh radiacionno opasnyh uchastkov hvostohranilishha Koshkar-Ata. TOO «KATJeP». – Almaty, 2007. – S. 105.
- 4 Ukazaniya po raschetu isparenija s poverhnosti vodoemov. – L.: Gidrometeoizdat, 1969. – S. 83.
- 5 Provedenie postojannogo monitoringa za pyleniem radioaktivnyh i toksichnyh othodov hvostohranilishha Koshkar-Ata. ZAO «Mehanobr Inzhiniring». – SPb., 2002. – S. 98.
- 6 Kenzhetaev G.Zh., Nurbaeva F.K., Djusenova G.S., Zhardem A.G. Predotvrashhenie isparenija s poverhnosti toksichnyh vod // Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii KazNU im. al'-Farabi «Problemy jekologicheskoj geomorfologii «IV-e Zhandaevskie chtenija». Almaty, 17-19 aprelja 2007 g. – S. 157-162.
- 7 Syrlybekkыzy S., Elikbaev B.K., Tajzhanova L.S. Analiz rezul'tatov vozdejstvija nefte dobyvajushhih predpriyatij-promyslov na zagrjaznenie pochvy v pribrezhnoj zone Kaspija // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Aktual'nye problemy neftegazovogo kompleksa». – Aktau, 2012. – S. 253-261.