

УДК 504.06:504.4.054

¹Л.М. Павличенко*, ¹Д.А. Джунусова, ²М.М. Бураков¹Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы²ТОО Научно-производственная проектная фирма «КазГИДЭК», Казахстан, г. Алматы

E-mail: luydmula.pavluchenko@gmail.ru

Экологическое воздействие ликвидации карьера Шаймерден на окружающую среду

Изложены общая гидролого-гидрогеологическая характеристика и результаты прогнозных гидрогеологических оценок скорости затопления карьера Шаймерден свинцово-цинкового месторождения Шаймерден в Костанайской области и технических решений по первому этапу рекультивации территории. На основе анализа химического состава естественных озер в районе расположения месторождения и наблюдений за изменением минерализации воды в приемнике водоотлива оз. Кояндыкопа производится оценка изменения минерализации его вод после прекращения водоотлива, показывающая рост минерализации при увеличении испарения с поверхности. Прогнозная оценка минерализации и химического состава вновь образованного озера на месте карьера строится на основе долевого участия в водопиток подземных вод различных водоносных горизонтов и их химического состава. Качество воды ограничивает его использование только в качестве природоохранного. Приводятся результаты оценок воздействия на окружающую среду рекультивационных мероприятий, оказывающих временное негативное (пыление) и позитивное (восстановление эстетического вида нарушенных земель) влияние.

Ключевые слова: водопитки в карьеры, скорость затопления, изменения минерализации и химического состава, экологические последствия рекультивационных работ.

L.M. Pavlichenko, D.A. Dzhususova, M.M. Burakov

Ecological impact of elimination career Shaimerden on the environment

Contained a general hydrological and hydrogeological characteristics and the results of hydrogeological forecast of the rate of sinking career Shaimerden lead-zinc deposit in Shaimerden Kostanai region and technical solutions for the first phase of land reclamation. Based on the analysis of the chemical composition of the natural lakes in the research area of the field and observing the change in salinity of the lake water drainage receiver lake Koyandykopa carried out is assess changes in salinity of its waters after the cessation of pumping, showing an increase in mineralization with increasing evaporation from the surface. Forecast assessment of mineralization and chemical composition of the newly formed lake on the site of a career built on the basis of its share in the groundwater inflow of water of different aquifers and their chemical composition. The water quality limits its use only as conservation nature. The results of evaluation of the environmental impact of remediation, providing temporary negative (dust) and positive (recovery of the aesthetic appearance of damaged land) effects.

Keywords: water production in the career, the rate of flooding, changes in salinity and chemical composition, the environmental remediation.

Л.М. Павличенко, Д.А. Джунусова, М.М. Бураков

Қоршаған ортадағы Шаймерден карьерді жою кезеңіндегі экологиялық әсері

Аумақтың топырақ құнарлылығын қалпына келтіру бірінші кезең бойынша техникалық шешімдер мен Қостанай облысындағы Шаймерден қорғасын-мырыш кен орны Шаймерден карьерін су басу жылдамдығы болжамды гидрогеологиялық бағалау нәтижесі мен жалпы гидрологиялық-гидрогеологиялық сипаттама берілді. Беткейден буланудың жоғарылауы кезінде минерализацияның өсуін көрсететін, кен орындары орналасқан аумақтардағы табиғи көлдердің химиялық құрамын талдау негізінде және су төкпе тоқтаған соң сутөкпе қабылдағышының Қояндықопа көлі суының минерализациясының өзгеруін бағалау жүргізіледі.

Карьер орынында жаңадан пайда болған көлдің суының құрамы жер асты суларының әртүрлі сулы қабаттарында және олардың химиялық құрамына байланысты, оның болжамдық минерализациясы мен химиялық құрамын

бағалауы барлықтарының бөлігінен құрылады. Табиғат қорғау мақсатында су сапасы арқылы пайдалануы шектеледі. Рекультивация шараларының қоршаған ортаға әсерінің бағалау нәтижелері көрсетілген, ауқытша кері әсер етеді (шаң-тозаң) және жағымды (бұзылған жерлердің эстетикалық түрін қалпына келтіру).

Түйін сөздер: Су ағында және карьерлер, су басу жылдамдығы, минерализацияның өзгеруі, химиялық құрамы, рекультивация жұмысының экологиялық салдары.

Как и все в природе, месторождение полезных ископаемых имеет свой жизненный цикл и проходит все стадии от рождения (утверждения запасов) до смерти (ликвидации предприятия) [1, 2]. В терминах жизненного цикла АО «Шаймерден» переживает этап поздней зрелости: карьер полностью отработан и подлежит ликвидации, но сформированные рудные отвалы будут еще 8 лет перерабатываться на дробильном участке и вывозиться по железной дороге.

Следует отдать должное этому предприятию: в условиях экономического кризиса оно в течение 6 лет обеспечивало работой порядка 400 человек из г. Лисаковска и окружающих населенных пунктов. После прекращения выемки руды на предприятии останутся 150 человек, остальным в соответствии с Трудовым кодексом будут выплачены единовременные компенсации, намного превышающие предусмотренные статьей 157 этого кодекса компенсационные выплаты в связи с потерей работы в размере средней заработной платы за месяц.

Но каждое предприятие обязано компенсировать долги не только людям, но и природе. Что же ждет ее в период ликвидации карьера, какие мероприятия, смягчающие антропогенное воздействие, предусмотрены проектом ликвидации? Рассмотрим подробнее основные экологические последствия ликвидационных работ.

Любое горнодобывающее предприятие основное воздействие оказывает на водную среду, поэтому при проектировании огромное внимание уделяется вопросам возможного негативного влияния на подземные воды хозяйственного значения. Гидрогеологические условия свинцово-цинкового месторождения Шаймерден изначально обеспечили отсутствие его влияния на месторождение пресных подземных вод. Однако воздействие в целом на водную среду окружающей территории оказывается заметным. Попытаемся провести прогнозные оценки этого воздействия.

Район месторождения находится в пределах Тургайской равнины, на стыке Зауральского и

Северо-Тургайского плато. Поверхность участка Шаймерден представляет аккумулятивно-денудационную волнисто-котловинную равнину с абсолютными отметками 246-238 м. Изучаемая территория характеризуется абсолютными отметками рельефа от 266,4 до 233,1 м [3].

Основными положительными элементами рельефа являются низкие, мягко очерченные увалы, холмы, гряды плосковершинных бугров. По отношению к днищам ложбин, разделяющих увалы и гривы, высота последних варьирует от 2 до 6 м при ширине 300-1000 м и длине несколько километров.

К отрицательным формам относятся ложбины, староречья, древнеозерные котловины, в которых формируются соленые, реже пресные озера. Плоские и нетеррасированные озерные котловины занимают большие площади, но глубина вреза их весьма незначительна (до 5,0 м). Крупные озера располагаются в обширных понижениях, мелкие же – в межгрядных понижениях. Очертания зеркала водной поверхности очень изменчивы как в течение года, так и по отдельным годам.

Постоянно действующая гидрографическая сеть находится в 45 км к западу и в 60 км к северу от рассматриваемой площади, где протекает р. Тобол. На площади участка Шаймерден имеются лишь сухие лога, являющиеся проводниками местного стока к бессточным озерным котловинам, беспорядочно расположенным на равнинной местности. Временные водотоки формируются, как правило, в период весеннего снеготаяния, а иногда и летних ливневых дождей.

Формы озерных котловин разнообразны, но чаще они овальные, несколько вытянуты в разных направлениях. Береговые склоны низкие, пологие, слабо расчлененные. Крутые склоны изредка имеются только вблизи уреза воды, здесь склоны могут достигать в высоту 5-6 м, но, как правило, не превышают 2-3 м. Террасы на склонах незаметны либо слабо различимы. Берега озер сложены, как правило, песчано-гли-

нистыми отложениями четвертичного возраста и покрыты степной растительностью. Дно озер плоское, слабо пологое, кочковатое, сложено иловыми отложениями. Большинство водоемов, за исключением озер с горько-соленой водой, покрыто густым камышом, тростником, рогозом. Воды пресных и слабосоленых озер используются для водопоя скота и в небольших количествах для полива огородов.

Характерной особенностью этих водоемов является изменчивый (в зависимости от водности и периода года) химический состав и минерализация вод. Вода в озерах – от пресной до горько-соленой. Минерализация озерных вод зависит от водности года и изменяется по месяцам [4-6].

Большинство озер имеет неглубокие котловины. В период таяния снега водоемы пополняются талыми водами. Подъем уровня вод начинается в первых числах апреля, редко в конце марта, высота подъема составляет в среднем 0,2-0,3 м. В снежные годы, при дружной весне, уровень воды в озерах поднимается на 1,0-1,5 м, при продолжительности стояния высокого уровня 5-10 дней. Засушливый климат района размещения и рельеф местности создают благоприятные условия для потерь атмосферных осадков и поверхностного стока за счет испарения. Оставшаяся часть (до 30%) идет на пополнение подземных вод в очагах инфильтрации.

Ближайшие наиболее значительные водоемы, расположенные на территории рассматриваемого района, – озера: Сорколь, Караколь, Суналы, Кояндыкопа, Тункуюкты, Кожа, Шужук. Имеются более мелкие озера, существование которых носит временный характер. Практически все озера вокруг карьера пересыхают в маловодные и засушливые годы, имеют изменчивый химический состав и минерализацию в зависимости от сезона и водности года. Озера, дно которых представлено песчано-глинистыми отложениями, более крупные.

Следует отметить, что уже до начала эксплуатации карьера некоторые из них испытали техногенное влияние расположенных рядом бокситовых карьеров, в частности карьера № 3, с которым карьер Шаймерден гидравлически связан. Так, оз. Сорколь в настоящее время принимает дренажные карьерные воды из разрабатываемого карьера № 3, поэтому почти не имеет

водосборной площади, бывшее оз. Калимбетсор из-за освоения карьера № 3 было осушено (б-я часть его площади расположена в пределах карьера), бывшее оз. Соткай в настоящее время засыпано техногенными породами карьера № 3.

Основной водоносной системой, обеспечивающей обводнение полезного ископаемого и затрудняющей ведение открытых горных работ, являются зоны трещиноватости и закарстованности палеозойских известняков (PZ) и слабОВОДОНОСНЫЕ зоны трещиноватости палеозойских некарстующихся пород (PZ). Палеозойские породы подстилают рудные залежи. Наиболее обводнены из них зоны трещиноватости и закарстованности палеозойских известняков, залегающих в виде линз и полос среди толщи эффузивных (порфириты, туфы, песчаники, алевролиты, аргиллиты) и интрузивных пород.

Закарстованные известняки по данным региональных гидрогеологических исследований имеют значительно более высокую проницаемость, чем некарстующиеся палеозойские породы (коэффициент фильтрации, как минимум, на порядок выше), и поэтому образуют водоносную зону трещиноватости и закарстованности (гидрогеологическое подразделение), а в структурном отношении бассейн трещинно-карстовых вод. В естественных гидрогеологических условиях этот бассейн пропускал через себя транзитом региональный подземный сток палеозойских пород, имевший преимущественно северо-западное направление [3].

Воды напорные, величина напора в зоне нарушенного режима по всей полосе известняков по состоянию на 25.08.1998 г. в среднем составляет 50 м, уровни вод устанавливаются на отметках 220-230 м (абс.). На тот период в линзе известняков сформировалась депрессионная воронка с центром в карьере № 3. При этом понижения напоров на месторождении Шаймерден и крайнем юго-западном фланге полосы известняков достигли 15-20 м. На конец отработки в районе месторождения Шаймерден сформирована еще одна крупная депрессионная воронка с центром в карьере «Шаймерден», соответственно подземные воды зоны трещиноватости и закарстованности палеозойских известняков разгружаются в этот карьер.

Важнейшей задачей прогнозирования про-

цессов затопления горных выработок при ликвидации карьеров и рудников является оценка скорости их затопления и изменения химического состава поверхностных вод вновь образованных озер или подземных емкостей затопляемых шахт. Определяющим является прогноз скорости затопления, т.е. прогноз водопритоков в нашем случае в карьер.

Знание этого параметра ликвидации обеспечивает планирование других ликвидационных работ. Сама возможность выполнения необходимых для технического этапа ликвидационных работ демонтажа и вывоза оборудования определяется затоплением горных выработок и ее скоростью. Поскольку с увеличением глубины карьера соответственно увеличивалась и мощность вскрываемой части мелового трещиноватого водоносного горизонта, то скорость затопления его нижней части (меньшая площадь при

максимальном вскрытии) очень высокая и все эти работы надо выполнять за 1-2 дня.

Для анализа и прогнозирования закономерностей затопления карьера Шаймерден в проекте ликвидации карьера Шаймерден месторождения Шаймерден Костанайской области М.М. Бураковым обоснована аналитическая модель подъема (восстановления) уровня подземных вод в горных выработках после прекращения рудничного водоотлива. Расчетная модель обобщенно учитывает весь комплекс вероятных проявлений внутренних и внешних границ водоносной системы, тем или иным образом сказывающихся на закономерностях подъема уровня [7-14]. Расчеты с использованием этой модели позволили установить, что наиболее вероятная продолжительность затопления карьера Шаймерден составляет 308,6 соток, или почти 10 месяцев (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты прогноза сроков затопления карьера Шаймерден

Отметка середины расчетного этажа, м	Расчетный диаметр отработанного этажа, м	Расчетный объем затопляемого этажа, м ³	Расчетный приток подземных вод в карьер на уровне отметки подошвы этажа		Время, необходимое для затопления условного этажа, сут.	Суммарная продолжительность затопления карьера на разные его отметки, t, сут.
			м ³ /ч	м ³ /сут		
-	419	1656276	-	-	-	-
191,5	387	1278566	403	9679	79,260	308,646
185	362	1103861	839	20148	74,019	229,385
175	349	993999	1117	26799	42,345	155,367
165	314	866316	1338	32101	29,417	113,021
155	291	719858	1527	36643	20,943	83,605
145	278	637405	1695	40681	16,486	62,662
135	241	531695	1848	44354	12,505	46,175
125	220	417654	1989	47744	9,070	33,670
115	206	357683	2121	50909	7,251	24,600
105	191	310648	2245	53889	5,929	17,349
95	152	234078	2363	56712	4,233	11,420
85	137	164001	2475	59401	2,825	7,187
75	114	124360	2582	61974	2,049	4,363
65	92	84499	2685	64444	1,337	2,313
55	62	48639	2784	66823	0,741	0,977
45	15	16014	2880	69120	0,236	0,236

Другой основной задачей прогнозирования затопления горных выработок ставится оценка вероятного качества вод в выработках после их затопления для определения воздействия на окружающую среду. Ясно, что химический состав и минерализация подземных вод в карьере на весь период его затопления будет точно

отвечать характеристикам подземных вод из зон открытой трещиноватости и закарстованности палеозойских известняков и подземных вод водоносного локально-слабоводоносного олигоценного горизонта, данные по которым регистрировались в водосборнике карьера (табл. 2).

Таблица 2 – Средние за 2005-2009 гг. значения концентраций компонентов химического состава подземных вод карьера (по данным производственного экологического мониторинга АО «Шаймерден»)

№№ п/п	Наименование компонента	Среднее содержание компонентов, мг/дм ³				ПДК для водоемов хозяйственно- бытового пользования
		2005	2006	2007	2009	
1	Водородный показатель (<i>pH</i>)	7,6	7,9	7,6	7,6	6-9
2	Сухой остаток	1117,8	3097,0	3547,1	5300,7	1500
3	Окисляемость перманганатная	1,94	2,14	3,20	5,21	30
4	Кальций	39,6	191,3	235,6	708,0	40
5	Свинец	0,04	0,016	0,0004	0,0047	0,03
6	Алюминий	0,08	0,006	0,008	0,0031	0,5
7	Кадмий	0,0001	0,0006	0,0001	0,0002	0,001
8	Нитриты (по <i>NO</i> ₂)	0,003	0,007	0,004	0,006	3,3
9	Аммиак (по азоту)	0,19	0,87	0,47	0,37	2
10	Железо (по <i>Fe</i>)	0,23	0,70	0,82	0,19	0,3
11	Нитраты (по <i>NO</i> ₃)	2,90	1,05	0,62	9,96	45
12	Магний	25,0	97,0	83,4	262,3	20
13	Никель	0,008	0,006	< 0,005	< 0,005	0,1
14	Медь	0,022	0,250	0,231	0,002	1
15	Цинк	0,047	0,260	0,014	0,027	5
16	Марганец	0,370	0,236	0,005	0,005	0,1
17	Сульфаты (<i>SO</i> ₄)	58,5	348,8	483,4	450,7	500
18	Хлориды (по <i>Cl</i>)	265,0	1357,0	1990,6	2739,3	350
19	Нефтепродукты	н.о.	н.о.	0,245	0,016	0,3
20	Натрий+калий	690,0	795,8	933,5	885,5	-
21	Взвешенные вещества	-	-	0,468	5,061	+0,75 к фону

После завершения затопления карьера Шаймерден соотношение площади водной поверхности сформировавшегося в карьере озера (в дальнейшем его целесообразно назвать оз. Шаймерден) и площади водосбора будет примерно соответствовать соотношению среднегодовых величин выпадающих на водосборную площадь атмосферных осадков и испарения с поверхности озера. Это обеспечит, во-первых, водный баланс оз. Шаймерден, который будет выражаться в колебаниях уровня озера около средней годовой величины (за многолетний период), а, во-вторых, солевой баланс озера. Последний будет выражаться в колебаниях минерализации и концентраций компонентов химического состава около их средних годовых величин с небольшой тенденцией к возрастанию минерализации за счет поступления в карьер солей, растворенных в атмосферных осадках [15-16].

Таким образом, прогнозная минерализация

вод в оз. Шаймерден, которая будет сформирована в карьере Шаймерден после его затопления, составит 5,3-6,0 г/дм³ с концентрациями отдельных компонентов, отвечающими концентрациям, приведенным в таблице 2. Ни по общей минерализации, ни по значениям концентраций отдельных компонентов химического состава вод последние не пригодны ни для использования в питьевых целях, ни для озера культурно-бытового пользования озера.

Оценим теперь изменения минерализации и химического состава вод оз. Кояндыкопа, в которое ранее осуществлялся водоотлив, в процессе затопления карьера.

В результате сброса карьерных вод в озеро произошло заметное изменение минерализации и качества вод оз. Кояндыкопа. Если до начала разработки карьера Шаймерден минерализация вод озерных вод составляла в среднем 1,7 г/дм³ (по состоянию на 1998 г.), то по состоянию на

2009 г. минерализация и сухой остаток возросли до 5,07-5,75 г/дм³ за счет сброса в озеро вод карьерного водоотлива, имеющих минерализацию и сухой остаток, превышающие 5 г/дм³.

С началом затопления карьера Шаймерден (и, соответственно, с прекращением карьерного водоотлива) сброс этих минерализованных вод в оз. Кояндыкопа прекратится. Однако это не приведет к опреснению озерных вод. Дело в том, что за счет сброса карьерных вод в оз. Кояндыкопа резко возросла площадь его водной поверхности. Это привело к нарушению соотношения площадей водосбора и испарения, которое обеспечивало водный и солевой баланс озера в ненарушенных условиях и соответствующую минерализацию озерных вод. В настоящее время площадь испарения значительно (не менее чем в 2 раза) превышает исходную, обеспечивающую баланс, при неизменной площади водосбора.

С прекращением сброса карьерных вод в оз. Кояндыкопа испарение будет преобладать над поступлением атмосферных осадков в озеро. Следствием этого будет уменьшение площади его водной поверхности, сначала быстро, а затем с постоянно уменьшающейся скоростью. В обратной пропорции начнет возрастать минерализация и концентрации химического состава озерных вод. К моменту, когда установится баланс испарения и поступления атмосферных вод в оз. Кояндыкопа, озерные воды будут иметь минерализацию 9-12 г/дм³, и будут по своим параметрам отвечать современному состоянию вод оз. Сорколь.

Как и воды оз. Шаймерден, ни по общей минерализации, ни по значениям концентраций отдельных компонентов химического состава воды оз. Кояндыкопа не пригодны ни для использования в питьевых целях, ни для нужд коммунально-бытового пользования озера (минерализация воды превышает 9 г/дм³) [17-18].

В результате прогнозных оценок, выполненных на основе теоретической динамической модели заполнения карьера Шаймерден, можно отметить, что на месте отработки цинковой руды образуется новое глубокое озеро. Минерализация в нем составит 5,3-6,0 г/дм³, т.е. воды в новом озере не пригодны ни для использования в питьевых целях, ни для озера культурно-бытового пользования. Однако условия его образования из подземных вод определяют условия

его постоянного существования при наличии многочисленных пересыхающих озер в его окружении. Таким образом, возможным использованием его можно считать природоохранное (как водоем для водоплавающих птиц). Однако бедность микрофауны и микрофлоры, особенно в первое время, значительно ограничат его значение. Обогащение биотой в естественных условиях будет осуществляться с помощью личинок рыб и микрофлоры, переносимых перелетными птицами.

Большая масса воды дольше будет сохранять тепло, поэтому замерзать оно будет позднее других озер. В то же время испарение воды летом будет понижать температуру воздуха и увеличивать его влажность, т.е. вокруг нового озера (как и вокруг всех природных водоемов) сформируется микроклимат, смягчающий региональный аридный климат. Однако это озеро будет испытывать влияние водоотлива карьера №3 КБРУ, поэтому уровень его установится на отметке 194 м, т.е. для людей оно будет недоступно до конца отработки этого бокситового карьера.

Кроме заполнения карьера, проектом ликвидации предусматриваются работы по демонтажу горизонтальных и погружных насосов, обеспечивающих водоотлив из карьера, а также труб наземного водовода откачиваемых в карьере подземных вод. Неизбежные при горных работах нарушения земель подлежат рекультивации, поэтому проектом первого этапа ликвидации также предусматриваются работы по рекультивации не только переливного канала и отвала рыхлых пород с землеванием склада ПСП №1 (склад длительного хранения снятого на начальном этапе формирования карьера и сопутствующих сооружений плодородного слоя почвы), но и рекультивация нарушенных при демонтаже труб земель вдоль водовода.

Однако применение в процессе демонтажа и рекультивации строительной техники и передвижаемые ею большие объемы грунтов также вызовут неизбежные выбросы в атмосферу пыли и загрязняющих веществ. Выполненные расчеты показали, что суммы величин валовых выбросов строительной техники и автотранспорта для 1 этапа ликвидации карьера Шаймерден в 328 раз по пыли неорганической с SiO₂ < 20%; в 49 раз – по оксиду углерода, в 135 раз – по диоксиду азота ниже, чем в утвержден-

ных на 2010 г. лимитов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (при продолжении добычи руды). Для максимальных выбросов эти соотношения увеличиваются на порядок [19-20].

Поскольку лимиты утверждаются с условием не превышения концентраций загрязняющих веществ на границе СЗЗ и контролируются производственным экологическим мониторингом, можно утверждать, что влияние выбросов при рекультивационных работах на окружающую среду окажется ничтожным.

В целом результаты прогнозирования затопления карьера и выбросов загрязняющих веществ свидетельствуют о практическом отсутствии отрицательного влияния демонтажных и рекультивационных работ на все составляющие природной среды, т.к. результаты шестилетнего производственного экологического контроля показали, что все среды даже при активной разра-

ботке карьера практически сохраняют исходное их фоновое состояние.

К самым значимым положительным воздействиям ликвидации карьера и рекультивационных работ следует отнести практически полное (за исключением небольшого влияния карьера № 3 Костанайского бокситового рудоуправления) восстановление естественных уровней подземных вод, увеличение площади плодородных земель (за счет землевания склада ПСП №1), уменьшение пыления отвала рыхлых пород, восстановление эстетического вида трасс переливного канала и демонтированного наземного водовода карьерных вод.

Статья написана по фондовым материалам АО «Шаймерден» и проекта ОВОС первого этапа ликвидации карьера Шаймерден свинцово-цинкового месторождения Шаймерден в Костанайской области, в составлении которого участвовали все авторы.

Литература

- 1 Челноков А.А., Ющенко Л.Ф. Основы промышленной экологии: учеб. пособие. – Мн.: Вышш.шк., 2001. – 343 с.
- 2 Смирнова О.В. Теоретические основы единой стратегии охраны природы и природопользования, 2012: <http://www.transparentworld.ru/ru/education/lect-smirnova/program/>
- 3 Водные ресурсы Казахстана (Поверхностные и подземные воды, современное состояние). Справочник. – Алматы: Гылым, 2002. – 596 с.
- 4 Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
- 5 Авакян А.Б., Салтанкин В.П., Шарапов В.А. Водохранилища. – М.: Мысль, 1987. – 325 с.
- 6 Теоретические вопросы классификации озер / отв. ред. Н.П. Смирнов – СПб.: Наука, 1993. – 185 с.
- 7 Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Движение жидкостей и газов в природных пластах. – М.: Недра, 1984. – 211 с.
- 8 Абрамов С.К., Скиргелло О.Б. Способы, системы и расчеты осушения шахтных и карьерных полей. – М.: Недра, 1968. – 254 с.
- 9 Бураков М.М. Об оценках достоверности фильтрационных и емкостных параметров, полученных по данным прослеживания восстановления уровня подземных вод // Гидрометеорология и экология. – 2005. – № 2. – С. 153-170.
- 10 Бураков М.М. Случайные погрешности параметров слоистых водоносных систем, установленных по данным откачек. – Алматы: «ProService LTD», 2007. – 113 с.
- 11 Бураков М.М., Хабиев С.Х. Методика интерпретации результатов опытных откачек из слоистых систем с перетеканием при реакции смежных горизонтов на возмущение. – Алматы: АО «НЦНТИ», 2011. – 88 с.
- 12 Водоватова З.А., Гохберг Л.К., Ефремов Д.И. и др. Методика обоснования региональных гидрогеологических моделей многослойных систем. – М.: Недра, 1982. – 147 с.
- 13 Лапшова Л.П. Методы оценки инфильтрационного питания подземных вод // Обзор. Гидрогеология и инженерная геология. – М.: ВИЭМС, 1982. – 60 с.
- 14 Бураков М.М., Павличенко Л.М., Хабиев С.Х. Основы гидродинамического анализа режима подземных вод. – Алматы: АО «НЦНТИ», 2012. – 228 с.
- 15 Павличенко Л.М. К технологии построения моделей прогноза изменений экогеосистем // Гидрометеорол. и экол. – 2000. – № 1. – С. 37-60.
- 16 Pavlichenko Ludmila M. Application of an estimation and prognosis of compound natural objects condition technique for solving mass transfer in underground waters problem // Natural science series the second issue: Bul. KSNU – Almaty, 1998. – P. 63-66.
- 17 Фрумин Г.Т. Экологически допустимые уровни воздействия металлами на водные экосистемы // Биол. внутр. вод. – 2000. – № 1. – С. 125-134.
- 18 Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы / Т. В. Гусева, Я. П. Молчанова, Е. А. Заика, В.Н. Винченко, Е. М. Аверочкин; под. ред. Т. В. Гусевой. – М.: Социально-экологический союз, 2000. – 148 с.

19 Приложение к приказу Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 16 апреля 2012 года № 110-п: Методика определения нормативов эмиссий в окружающую среду

20 Методические указания по проведению оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду (Утверждены приказом МООС РК 29 октября 2010 г. № 270-П).

Reference

- 1 Chelnokov A.A., Jushhenko L.F. Osnovy promyshlennoj jekologii: Ucheb. posobie. Mn.: Vysh.shk., 2001. 343 s.
- 2 Smirnova O.V. Teoreticheskie osnovy edinoj strategii ohrany prirody i prirodopol'zovanija, 2012: <http://www.transparentworld.ru/ru/education/lect-smirnova/program/>
- 3 Vodnye resursy Kazahstana (Poverhnostnye i podzemnye vody, sovremennoe sostojanie). Spravochnik. Almaty, «Gylym», 2002 – 596 s.
- 4 Shitikov V.K., Rozenberg G.S., Zinchenko T.D. Kolichestvennaja gidrojekologija: metody sistemnoj identifikacii. – Tol'jatti: IJeVB RAN, 2003. – 463 s.
- 5 Avakjan A.B., Saltankin V.P., Sharapov V.A. Vodohranilishha. – M.: Mysl', 1987. – 325 s.
- 6 Teoreticheskie voprosy klassifikacii ozer / Otv. red. N.P. Smirnov – SPb.: Nauka, 1993. – 185 s.
- 7 Barenblatt G.I., Entov V.M., Ryzhik V.M. Dvizhenie zhidkostej i gazov v prirodnyh plastah. M.: Nedra, 1984. 211 s.
- 8 Abramov S.K., Skirgello O.B. Sposoby, sistemy i raschety osusheniya shahtnyh i kar'ernyh polej. M.: Nedra, 1968. 254 s.
- 9 Burakov M.M. Ob ocenah dostovernosti fil'tracionnyh i emkostnyh parametrov, poluchennyh po dannym proslezhivaniya vosstanovlenija urovnja podzemnyh vod // Gidrometeorologija i jekologija. 2005. № 2. S. 153-170.
- 10 Burakov M.M. Sluchajnye pogreshnosti parametrov sloistyh vodonosnyh sistem, ustanovlennyh po dannym otkachek. Almaty: «ProService LTD», 2007. 113 s.
- 11 Burakov M.M., Habiev S.H. Metodika interpretacii rezul'tatov opytnyh otkachek iz sloistyh sistem s peretekaniem pri reakcii smezhnyh gorizontov na vozmushhenie. Almaty: AO «NCNTI», 2011. 88 s.
- 12 Vodovatova Z.A., Gohberg L.K., Efremov D.I. i dr. Melodika obosnovanija regional'nyh gidrogeologicheskikh modelej mnogoslojnyh sistem. M.: Nedra, 1982. 147 s.
- 13 Lapshova L.P. Metody ocenki infil'tracionnogo pitaniya podzemnyh vod // Obzor. Gidrogeologija i inzhenernaja geologija. M.: VIJeMS, 1982. 60 s.
- 14 Burakov M.M., Pavlichenko L.M., Habiev S.H. Osnovy gidrodinamicheskogo analiza rezhima podzemnyh vod. Almaty: AO «NCNTI», 2012. – 228 s.
- 15 Pavlichenko L.M. K tehnologii postroenija modelej prognoza izmenenij jekogeosistem // Gidrometeorol. i jekol. – 2000. – № 1. – S.37-60.
- 16 Pavlichenko Ludmila M. Application of an estimation and prognosis of compound natural objects condition technique for solving mass transfer in underground waters problem // Natural science series the second issue: Bul. KSNU – Almaty, 1998. – P. 63-66.
- 17 Frumin G.T. Jekologicheski dopustimye urovni vozdejstvija metallami na vodnye jekosistemy // Biol. vnutr. vod. 2000. № 1. S. 125-134.
- 18 Gidrohimicheskie pokazateli sostojanija okruzhajushhej sredy: spravochnye materialy / T. V. Guseva, Ja. P. Molchanova, E. A. Zaika, V.N. Vinchenko, E. M. Averochkin; Pod. red. T. V. Gusevoj. – M.: Social'no-jekologicheskij sojuz, 2000. – 148 s.
- 19 Prilozhenie k prikazu Ministra ohrany okruzhajushhej sredy Respubliki Kazahstan ot 16 aprelja 2012 goda № 110-p: Metodika opredelenija normativov jemissij v okruzhajushhuju sredu
- 20 Metodicheskie ukazanija po provedeniju ocenki vozdejstvija hozjajstvennoj dejatel'nosti na okruzhajushhuju sredu (Utverzhdeny prikazom MOOS RK 29 oktjabrja 2010 g. № 270-P).