

## ПРОГНОЗ ВОДОПРИТОКОВ ПОДМЕРЗЛОТНЫХ ВОД В ШАХТУ «УГОЛЬНАЯ» (ЧУКОТКА)

В.Т. Рузанов

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило  
Дальневосточного отделения Российской академии наук  
(СВКНИИ ДВО РАН),  
*ул. Энергетиков, 15, Анадырь, Россия, 689000*

Рассматриваются методы прогноза водопритоков подмерзлотных вод в угольную шахту на Чукотке. Начальные и предельные водопритоки определены на основе использования карт «истинных» и обобщенных гидрогеологических параметров.

**Ключевые слова:** прогноз водопритоков, угольная шахта, подмерзлотные воды, Чукотка

Геологоразведочные работы — бурение скважин, каротаж, геотермия, гидрогеологические и гидрологические исследования — проводились на поле действующей шахты «Угольная» (ранее шахта «Анадырская»), в районе пос. Угольные Копи (Чукотка). Промышленная угленосность связана с продуктивной свитой эоцена ( $P_2pr$ ) [5; 10]. Пласты бурого угля отрабатываются в толще многолетнемерзлых пород (ТМП), часто вблизи нижней границы мерзлоты (НГМ). В перспективе намечается отработка пластов под мерзлотой, в водоносной зоне. Водоносными являются песчаники, а также конгломераты и угольные пласты.

В геоструктурном отношении Анадырское буроугольное месторождение, в северо-восточной части которого находится шахтное поле, приурочено к наложенной грабенообразной впадине на юго-западной оконечности Золотогорского поднятия. Впадина длиной 60, шириной 10—15 км системой разломов разбита на ряд блоков [5; 7].

Район относится к области сплошного распространения ТМП. Мощность ее от 70—100 м вблизи Анадырского лимана до 180—200 м в предгорной полосе, вдоль Золотого хребта. В долинах рек, ручьев и под озерами наблюдается уменьшение мощности ТМП. Сквозные талики установлены под лиманом, ледниковыми озерами и под руслами рек и ручьев в отрогах хребта Золотого. Под ТМП повсеместно вскрыты подмерзлотные воды: рассолы и соленые в полосе 1—5 км от лимана, пресные в предгорной и горной части района [6]. Отметки статических уровней на побережье близки к уровню моря, в предгорье и горах достигают 50—100 м и более (рис. 1).

Для изучения условий отработки пластов угля под мерзлотой пробурено около 200 гидрогеологических и геотермических скважин, проведено более 100 пробных и 10 кустовых откачек [7]. Детальная разведка проведена трестом «Дальво-стуглеразведка» в 1983—1990 гг. Использованы также результаты ранее проведен-

ных в районе геологических работ на уголь и для водоснабжения (Арктикпроект ГУСМП, Севостгеология и др.).

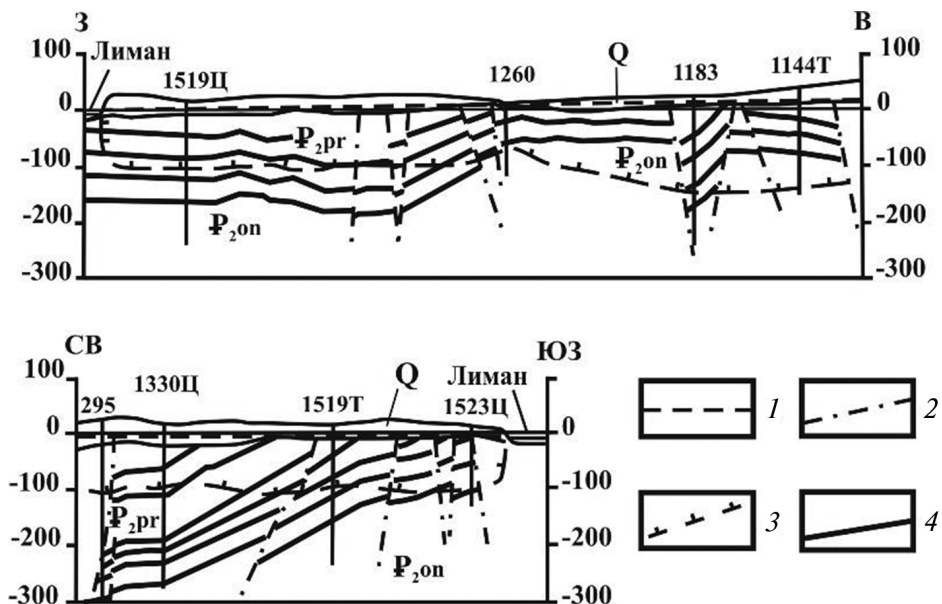


Рис. 1. Гидрогеологические разрезы:

1 — уровень подмерзлотных вод; 2 — разломы; 3 — НГМ; 4 — угольные пласты

В плане фильтрационные свойства пород резко изменчивы, но неоднородность их не хаотическая, а закономерная. Так, водопроницаемость продуктивного водоносного комплекса (ВК) плавно, но быстро увеличивается от первых до 80 м<sup>2</sup>/сут. в западном направлении, от предгорья в сторону Анадырского лимана.

В условиях Анадырского месторождения угля при подсчете водопритоков в горные выработки аналитическими методами необходимо использование величин коэффициентов водопроницаемости  $km$  и пьезопроводности  $a$ , обобщенных параметров  $km_{об}$  и  $a_{об}$ , понижения уровня  $S$  [1; 3]. Важнейшей задачей опытно-фильтрационных работ (ОФР) — основного метода полевого изучения — являлось получение представительных данных для определения основных гидрогеологических параметров. Изменение проницаемости с глубиной изучалось методами поинтервальных откачек и расходомерии [2; 4; 5].

На большей части шахтного поля, от р. Угольной до Анадырского лимана, под ТМП залегают подмерзлотные воды с минерализацией от 10 до 95 г/л. В верхней части разреза, у НГМ, вскрыты криопэги. Наиболее проницаемой в разрезе является зона мощностью до 30 м, залегающая непосредственно под мерзлотой, — зона криогенной дезинтеграции.

По данным расходомерии, выделенные водоносные зоны распределены по 10-метровым интервалам глубин (80—90 м, 90—100 м и т.д.), определены эффективная мощность и прирост осевого потока для каждого интервала в конкретной скважине и рассчитаны относительный вес по приросту потока и коэффициент фильтрации. Расчеты выполнены по методике, известной из работ [2; 4]. Модернизация этой методики заключалась в использовании не «фактических», а услов-

ных  $km$ , принятых для каждой скважины равными 1 [7. Кн. 2]. Это дало возможность установить характер изменения фильтрационных свойств в разрезе с использованием всех гидрогеологических скважин с расходомерией, несмотря на очень значительные изменения  $km$  в плане (от 10,2 до 79,6 м<sup>2</sup>/сут.). Из сводной фильтрационной схемы, построенной для продуктивного ВК, следует, что наиболее водообильным является интервал 110—130 м (рис. 2).

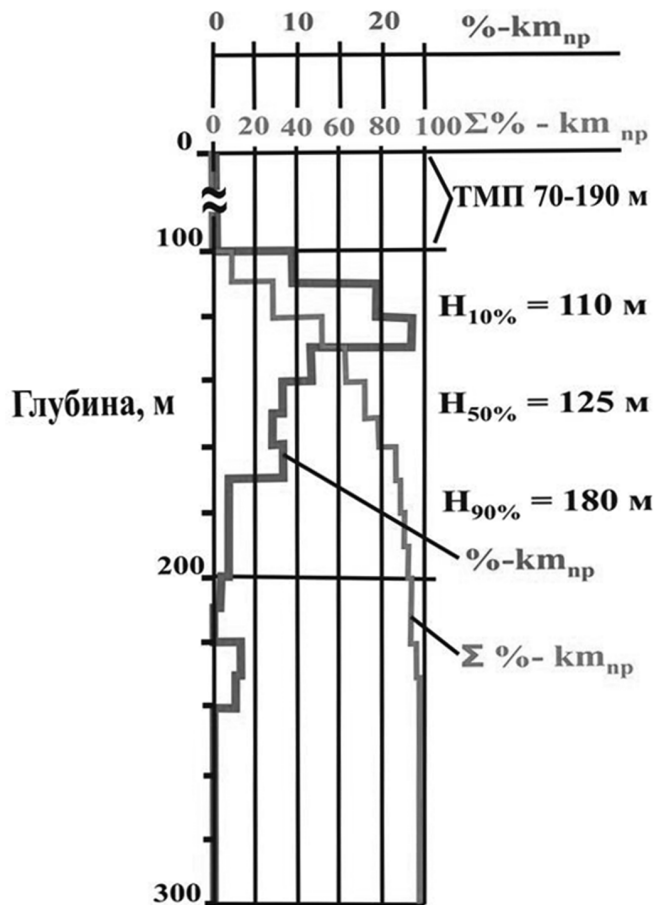
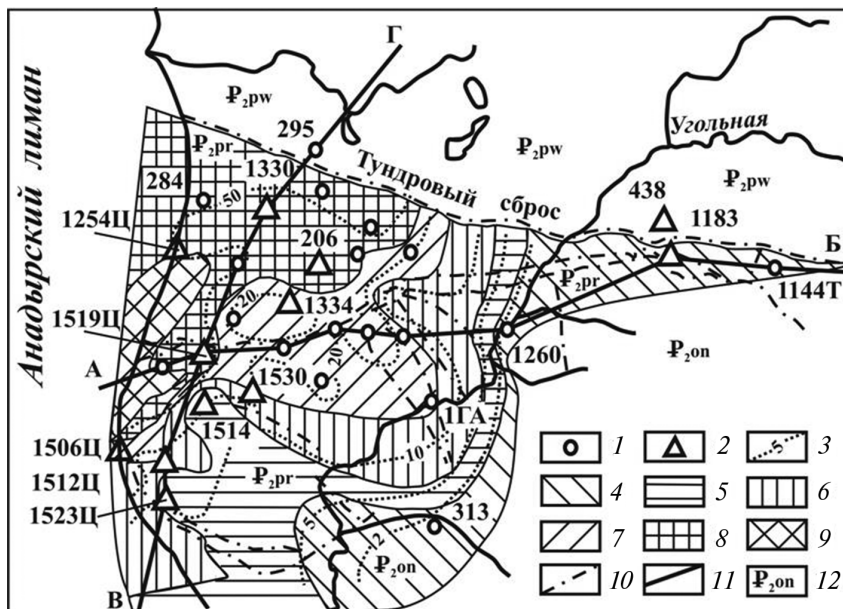


Рис. 2. Сводный геофильтрационный разрез

В целом, до глубины 125—130 м формируется около 50% притока воды в скважину. Ниже глубины 200 м водопроницаемость пласта практически затухает. При отметках поверхности большей части шахтного поля 15—25 м глубина 200 м примерно соответствует горизонту — 180 м.

Карта водопроницаемости и обобщенной водопроницаемости построена на базе интерпретации результатов опытных кустовых откачек (рис. 3).

Использование данных многочисленных пробных откачек из одиночных скважин для уточнения карты  $km$  и  $km_{об}$  оказалось возможным после установления корреляционных связей между  $km$  или  $km_{об}$  и удельным дебитом  $q$  кустовых откачек [5]. На шахтном поле указанные связи, при удельном дебите  $q > 0,006$  л/с, выглядят так:  $km = 8 + 333q$ ,  $km_{об} = 3,5 + 94q$ .



**Рис. 3.** Схематическая карта водопроницаемости

и обобщенной водопроницаемости поля шахты «Угольная»:

- 1 — скважина с пробной откачкой; 2 — гидрогеологический куст;  
 3 — изолиния водопроницаемости  $km$ ,  $m^2/сут.$ : 4—9 — площади с обобщенной водопроницаемостью,  $km_{об}$ ,  $m^2/сут.$ : 4 — 0—1; 5 — 1—2; 6 — 2—5; 7 — 5—10; 8 — 10—20; 9 — 20—30; 10 — разломы; 11 — линия разреза; 12 — индекс водоносного комплекса эоцена ( $P_{2on}$  — онеменский ВК,  $P_{2pr}$ ) — продуктивный ВК,  $P_{2pr}$  — первореченский ВК)

Вследствие закономерной и в то же время крайне неоднородной изменчивости пласта по водопроницаемости в значительной мере оказалась изменчива и пьезопроницаемость. Более стабильным оказался показатель упругой водоотдачи  $\mu$  (в том числе и обобщенной) по результатам кустовых откачек. Средние значения  $\mu_{ср} = 1,1 \cdot 10^{-4}$  и  $\mu_{об.ср} = 4,4 \cdot 10^{-4}$  приняты как расчетные параметры для всего диапазона  $km$  или  $km_{об}$  на шахтном поле. Расчетные коэффициенты пьезопроводимости  $a$  и  $a_{об}$  определены по формулам:  $a = km/\mu_{ср}$ ;  $a_{об} = km_{об}/\mu_{об.ср}$ .

### Прогноз водопритоков

*Начальные водопритоки* — при вскрытии или в случае прорыва подмерзлотных вод при нарушении охранного целика на НГМ — рассчитаны по схеме неограниченного напорного пласта с использованием «истинных» фильтрационных параметров.

Водоприток  $Q$  при вскрытии подмерзлотных вод определен гидродинамическим методом по формуле из Инструкции ВНИГРИУголь [4]:

$$Q = \frac{5,46kmS}{\lg \frac{2,25at}{r^2}}$$

где  $t$  — время вскрытия, условно принятое равным 0,042 сут. (1 ч);  $r$  — приведенный радиус выработки, м.

При ширине выработки типа штрека, равной 3,8 м, радиус  $r = 0,565\sqrt{3,8 \cdot 3,8} = 2,15$  м. Расчет начальных водопритоков для различных градаций  $km$  (см. рис. 3) по среднему значению внутри диапазона приведен в табл. 1.

Таблица 1

**Водопритоки при вскрытии подмерзлотных вод**

$km, \text{ м}^2/\text{сут}$		$a, \text{ м}^2/\text{сут.}$	$S, \text{ м}$	Водоприток	
от—до	средн.			$\text{м}^3/\text{сут.}$	$\text{м}^3/\text{ч}$
50—80	65	$5,5 \cdot 10^5$	100	8 785	366
20—50	35	$3,2 \cdot 10^5$	100	5 029	209
10—20	15	$1,4 \cdot 10^5$	100	2 374	99
5—10	7,5	$6,8 \cdot 10^4$	110	1 439	60
2—5	3,5	$3,2 \cdot 10^4$	110	751	31
0—2	1	$9,1 \cdot 10^3$	170	411	17

*Предельные водопритоки* — при отработке угольных пластов в подмерзлотной водоносной зоне — определены гидродинамическим методом с использованием обобщенных параметров по формуле из работы [8]:

$$Q = \frac{4\pi km_{об} S}{\ln \frac{2,25\pi a_{об}}{\nu}}$$

где  $\nu$  — площадьная скорость развития выработок,  $\text{м}^2/\text{сут.}$

Расчетная скорость  $\nu$ , по данным института «Дальгипрошахт», составит  $176 \text{ м}^2/\text{сут.}$  Расчет водопритоков для различных технологических вариантов по глубине отработки приведен ниже (табл. 2).

Таблица 2

**Предельные водопритоки при расчете гидродинамическим методом**

$km_{об}, \text{ м}^2/\text{сут.}$		$a_{об}, \text{ м}^2/\text{сут.}$	Водоприток, $\text{м}^3/\text{ч}$ , при понижении, м				
от—до	средн.		100	120	140	160	180
20—30	23	$5,2 \cdot 10^4$	161	194	226	259	291
10—20	15	$3,4 \cdot 10^4$	112	135	157	180	202
5—10	7,5	$1,7 \cdot 10^4$	62	74	87	99	111
2—5	3,5	$8,0 \cdot 10^3$	33	39	46	53	60
1—2	1,5	$3,4 \cdot 10^3$	17	20	23	27	30
0—1	0,5	$1,1 \cdot 10^3$	7,3	9	10	12	13

Методом аналогии предельный водоприток можно определить по эмпирической зависимости вида  $\lg Q = 0,85 + 0,83 \lg(kmS)$ , полученной В.Г. Самсоновым и М.А. Рогожиной на основании сопоставления фактических и расчетных водопритоков по 15 объектам [9]. Авторы указанной работы сделали вывод о том, что на величину предельного водопритока в определенных условиях, в частности в диапазоне значений  $a > 5 \cdot 10^2 \text{ м}^2/\text{сут.}$ , особенности водоприемных систем влияют мало. Она зависит в основном от фильтрационных свойств водоносного горизонта и понижения уровня, т.е. от показателя  $kmS$  (или  $km_{об}S$ ) — коэффициента обводненности. Расчеты водопритоков приведены в табл. 3.

Предельные водопритоки при расчете методом аналогии

$km_{об}$ , м <sup>2</sup> /сут.		$km_{об}S$ , м <sup>3</sup> /ч, при понижении, м				Водоприток, м <sup>3</sup> /ч, при понижении, м			
от—до	средн.	100	120	140	180	100	120	140	180
20—30	23	2 300	2 760	3 220	4 140	182	212	241	296
10—20	15	1 500	1 800	2 100	2 700	128	148	169	208
5—10	7,5	750	900	1 050	1 350	72	84	95	117
2,5	3,5	350	420	490	630	38	44	50	62
1—2	1,5	150	180	210	270	19	22	25	31
0—1	0,5	50	60	70	90	8	9	10	12

При сопоставлении результатов расчетов предельных водопритоков двумя методами отмечается высокая степень их сходимости. Относительное отклонение величин водопритоков по методу аналогии, являющемуся вспомогательным, от значений, полученных гидродинамическим методом, колеблется в пределах от +12,4 до –6,9%. Для большей части территории, где угольные пласты, залегающие ниже ТМП, приурочены к обводненной зоне, предельные водопритоки составят 111–291 м<sup>3</sup>/ч (от 2,7 до 7,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут.). Это центральная, северо-западная и «прилиманная» части участка с водопроницаемостью  $km_{об} > 5$  м<sup>2</sup>/сут. (см. рис. 3) и наиболее минерализованными подземными водами. Для любой части шахтного поля легко определить водоприток, пользуясь картой водопроницаемости и табл. 2. Для оценки понижения следует также учитывать положение любого угольного пласта, НГМ и статического уровня подземных вод, для чего удобно воспользоваться геологическими разрезами по шахтному полю из [5].

При прогнозе водопритоков *методом математического моделирования* [7. Кн. 3] составлена геофильтрационная модель шахтного поля. На основе эпигноза кустовых откачек по программам «ПРОГОН» и «ТОРАЗ-7», разработанным во ВСЕГИНГЕО, определены упругая водоотдача и коэффициенты водопроницаемости  $km$  подмерзлотного пласта (продуктивный ВК). Распределение  $km$  по площади в целом близко к значениям водопроницаемости, определенным по методике с использованием результатов обработки кустовых откачек графоаналитическими способами Джейкоба и корреляционной связи между удельным дебитом и водопроницаемостью [7. Кн. 2].

Результаты моделирования подтвердили предположения о весьма низкой водопроницаемости дизъюнктивных нарушений (1–5 м<sup>2</sup>/сут.), блоковом строении водовмещающей толщи и чрезвычайно слабой взаимосвязи (или полном отсутствии) подмерзлотных вод с водами лимана.

Ожидаемые водопритоки в отдельные лавы при прорыве или вскрытии подмерзлотных вод в начальный период (первые сутки) составят от 100 до 300 м<sup>3</sup>/ч, но затем резко упадут до 10–20 м<sup>3</sup>/ч уже через полгода. Общий приток на период полного развития горных пород (до горизонта –200 м) по моделированию не превысит 600–900 м<sup>3</sup>/ч. По опыту работ на аналогичных месторождениях, по данным Т.Н. Елисафенко, наиболее реальными будут предельные водопритоки от 300 до 500 м<sup>3</sup>/ч [7. Кн. 1; 11; 12].

В целом величины водопритоков, определенных методом моделирования, сопоставимы с результатами расчетов аналитическими методами, что свидетель-

ствует о правильности выбранных расчетных фильтрационных схем в обоих случаях.

При написании статьи применены некоторые авторские, во многом оригинальные, разработки: модернизация методики построения геофильтрационного разреза по данным расходомерии с применением условных (единичных)  $kt$  и  $kt_{об}$ ; корреляция  $q-kt$  по данным одиночных и кустовых откачек; выявление роли разломов как слабопроницаемых линеаментов и отсутствия взаимосвязи Анадырского лимана и подмерзлотных вод и др. В работе также впервые для прогнозов водопритоков на Анадырском угольном месторождении апробирован метод обобщенных параметров.

### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Боровский Б.В., Самсонов Б.Г., Язвин Л.С. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек. Изд. 2-е. М.: Недра, 1979. 326 с.
- [2] Боровский Б.В., Хордицайнен М.А., Язвин Л.С. Разведка и оценка эксплуатационных запасов месторождений подземных вод в трещинно-карстовых пластах. М.: Недра, 1976. 247 с.
- [3] Воробьев А.Е., Джалил Мд.А., Джалил И.Ф. К курсовому проекту по дисциплине «Гидрогеология» — расчет притока воды при отработке угольного забоя: материалы III Международной конференции «Горное, нефтяное, геологическое и геоэкологическое образование в XXI веке», Москва — Горно-Алтайск, 2008. М.: РУДН, 2008. С. 92—96.
- [4] Воробьев А.Е., Пятницкий К. Подземная разработка угля в условиях вечной мерзлоты на ОАО «Шахта “Угольная”» Чукотского автономного округа: материалы Международной научно-технической конференции «Современные техника и технологии горно-металлургической отрасли и пути их развития». Навойский горно-металлургический комбинат — Навойский государственный горный университет. Навои, 12—14 мая 2010. С. 71.
- [5] Инструкция по изучению и прогнозированию гидрогеологических условий угольных месторождений при геологоразведочных работах. Ростов-на-Дону: ВНИГРИуголь, 1985. 138 с.
- [6] Кузьменко Э.Д. Обработка данных расходомерии методом регулирования // Разведка и охрана недр. 1978. № 8. С. 51—53.
- [7] Отчет о геологоразведочных работах на поле шахты «Анадырская» и участке прирезки Тундровом Анадырского бурогоугольного месторождения с подсчетом запасов угля по состоянию на 01.01.1990 г.: отчет в 8 кн. Владивосток: Трест «Дальвостуглеразведка», 1990.
- [8] Рузанов В.Т. Геохимия подмерзлотных вод района г. Анадыря // Подземная гидросфера: материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. С. 108—110.
- [9] Рузанов В.Т. О гидрогеологической роли разломов на угольных месторождениях Юго-Востока Чукотки // Подземные воды Востока России: материалы Всероссийского совещания по подземным водам Востока России (XIX Совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока). Тюмень: Тюменский дом печати, 2009. С. 277—280.
- [10] Самсонов Б.Г., Рогожина М.А. Расчет предельного водопритока в развивающуюся подземную выработку // Гидрогеология и инженерная геология. Экспресс-информация. 1983. № 4. С. 1—8.
- [11] Самсонов Б.Г., Рогожина М.А. Закономерности формирования водопритока в подземные выработки // Разведка и охрана недр. 1986. № 3. С. 46—51.
- [12] Фандюшкин Г.А. Закономерности углеобразования на Северо-Востоке России. Губкин: ОАО «Губкинская типография», 2006. 344 с.

## PROGNOZ WATER INFLOWS OF SUBPERMAFROST WATER IN COAL MINE “UGOL’NAYA” (CHUKOTKA)

V.T. Ruzanov

A staff scientist of the North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute  
n. a. N.A. Shilo of the Far East Branch of the Russian Academy of Science  
(NEISRI FEB RAS)  
*Energetikov str., 15, Anadyr, Russia, 689000*

Methods of prognosis water inflows of subpermafrost waters into coal mine on Chukotka are investigated. Initial and utmost water inflows estimated on base maps “true” and generalized hydrogeological parameter.

**Key words:** water inflow prognosis, coal mine, subpermafrost waters, Chukotka

### REFERENCES

- [1] Borevsky B.V., Samsonov B.G., Yazvin L.S. Methods for determining the parameters of aquifers by pumping data. Ed. 2-e. M.: Nedra, 1979. 326 p. [Borevskij B.V., Samsonov B.G., Jazvin L.S. Metodika opredelenija parametrov vodonosnyh gorizontov po dannym otkachek. Izd. 2-e. M.: Nedra, 1979. 326 s.]
- [2] Borevsky B.V., Hartikainen M.A., Yazvin L.S. Exploration for and evaluation of operational reserves of groundwater in fractured and karst formations. M.: Nedra, 1976. 247 p. [Borevskij B.V., Hordikajnen M.A., Jazvin L.S. Razvedka i ocenka jekspluatacionnyh zapasov mestorozhdenij podzemnyh vod v treshhinno-karstovyh plastah. M.: Nedra, 1976. 247 s.]
- [3] Vorobyev A.E., Jalil Md.A., Jalil I.F. To the course project on discipline “Hydrogeology” — calculation of water flow at the coal face. Proceedings of the III International conference “Mining, oil, geological and geo-ecological education in the XXI century”, Moscow — Gorno-Altajsk, 2008. M.: PFUR, 2008. P. 92—96. [Vorob’ev A.E., Dzhilil Md.A., Dzhilil I.F. K kursovomu projektu po discipline «Gidrogeologija» — raschet pritoka vody pri otrabotke ugol’nogo zaboja. Materialy III Mezhdunarodnoj konferencii «Gornoe, neftjanoe, geologicheskoe i geojekologicheskoe obrazovanie v XXI veke», Moskva — Gorno-Altajsk, 2008. M.: RUDN, 2008. S. 92—96.]
- [4] Vorobyev A.E., Piatnitski K. Underground coal-mining in permafrost conditions at JSC “mine ‘Coal’” Chukot Autonomous area. Materials of International scientific-technical conference “Modern technique and technologies of mining and metallurgical industry and ways of their development”. — Navoyskiy mining and metallurgical Combinat — Navoi state mining University. Navoi (Uzbekistan), May 12—14, 2010. P. 71. [Vorob’ev A.E., Pjatnickij K. Podzemnaja razrabotka uglja v uslovijah vечноj merzloty na OAO «Shahta “Ugol’naja”» Chukotskogo avtonomnogo okruga. Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Sovremennye tehnika I tehnologii gorno-metallurgicheskoy otrasli i puti ih razvitija». — Navoijskij gorno-metallurgicheskij kombinat — Novoijskij gosudarstvennyj gornyj universitet. — Navoi (Uzbekistan), 12—14 maja 2010. S. 71.]
- [5] Manual for the study and forecasting of hydro-geological conditions of coal deposits in exploration work. Rostov-on-don: Vnigriugol, 1985. 138 p. [Instrukcija po izucheniju i prognozirovaniju gidrogeologicheskikh uslovij ugol’nyh mestorozhdenij pri geologorazvedochnyh rabotah. Rostov-na-Donu: VNIGRIugol’, 1985. 138 s.]
- [6] Kuzmenko E.D. data Processing of flow regulation method. Exploration and conservation of mineral resources. 1978. No. 8. P. 51—53. [Kuz’menko Je.D. Obrabotka dannyh rashodometrii metodom regulirovanija. Razvedka i ohrana nedr. 1978. № 8. S. 51—53.]



- [7] Report on geological exploration at the mine “Anadyr” and prirezki land the Tundra of Anadyr coal deposits with estimated reserves of coal as of 01.01.1990 / Report at 8 kN. Vladivostok: Trust “Deliveryperson”, 1990. [Otchet o geologorazvedochnyh rabotah na pole shahty «Anadyrskaja» i uchastke prirezki Tundrovom Anadyrskogo burougol'nogo mestorozhdenija s podschetom zapasov uglja po sostojaniju na 01.01.1990 g. / Otchet v 8 kn. Vladivostok: Trest «Dal'vostuglerazvedka», 1990.]
- [8] Ruzanov T.V. Geochemistry of subpermafrost water of district of Anadyr. Underground hydrosphere: Materials of all-Russian conference on groundwater East of Russia. Irkutsk: Publishing house of ISTU, 2006. P. 108—110. [Ruzanov V.T. Geohimija podmerzlotnyh vod rajona g. Anadyrja. Podzemnaja gidrosfera: Materialy Vserossijskogo soveshhanija po podzemnym vodam Vostoka Rossii. Irkutsk: Izd-vo IrGTU, 2006. S. 108—110.]
- [9] Ruzanov T.V. On the hydrogeological role of faults in coal deposits of the South-East of Chukotka. Groundwater East of Russia. Materials of all-Russian conference on groundwater East of Russia. (The XIX Meeting on ground waters of Siberia and the Far East). Tyumen: Tyumen print house, 2009. P. 277—280. [Ruzanov V.T. O gidrogeologicheskoj roli razlomov na ugl'nyh mestorozhdenijah Jugo-Vostoka Chukotki. Podzemnye vody Vostoka Rossii. Materialy Vserossijskogo Soveshhanija po podzemnym vodam Vostoka Rossii. (XIX Soveshhanie po podzemnym vodam Sibiri i Dal'nego Vostoka). Tjumen': Tjumenskij dom pečati, 2009. S. 277—280.]
- [10] Samsonov B.G., Rogozhina M.A. Calculation of extreme water inflow in developing excavation. Hydrogeology and engineering Geology. Express-information. M.: VIMS, 1983. No. 4. P. 1—8. [Samsonov B.G., Rogozhina M.A. Raschet predel'nogo vodopritoka v razvivajushhujusja podzemnuju vyrabotku. Gidrogeologija i inzhenernaja geologija. Jekspress-informacija. M.:VIJEMS, 1983. № 4. S. 1—8.]
- [11] Samsonov B.G., Rogozhina M.A. Regularities of formation of water inflow into underground excavation. Exploration and conservation of mineral resources. 1986. No. 3. P. 46—51. [Samsonov B.G., Rogozhina M.A. Zakonomernosti formirovanija vodopritoka v podzemnyje vyrabotki. Razvedka i ohrana neдр. 1986. № 3. S. 46—51.]
- [12] Fedushkin G.A. Patterns of coal formation in the North-East of Russia. Gubkin: OJSC “Gubkin printing house”, 2006. 344 p. [Fandjushkin G.A. Zakonomernosti Ugleobrazovanija na Severo-Vostoke Rossii. Gubkin: OAO «Gubkinskaja tipografija», 2006. 344 s.]