

вычислительной математики и математического моделирования : в 2 т. – М. : Наука, 2005. – Т. 2 : Математическое моделирование. – С. 38–175.

4. Руководство по климатологической практике. ВМО-№ 100 / Всемир. метеорол. орг. – Женева, 2011. – 158 с.

5. Дорожко, Н. В. Вопросы моделирования регионального климата на территории Беларуси / Н. В. Дорожко // *Acta Geographica Silesiana*. – 2019. – Vol. 13/4 (36). – P. 5–12.

6. Логинов, В. Ф. Изменение площадей агроклиматических областей на территории Беларуси / В. Ф. Логинов, Т. Г. Табальчук // *Природопользование : сб. науч. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т природопользования ; редкол.: А. К. Карабанов (гл. ред.) [и др.]*. – Минск, 2014. – Вып. 25. – С. 47–52.

УДК 556.531.4(282.250.86)

В. Е. ГЛОТОВ, Л. П. ГЛОТОВА

Россия, Магадан, СВКНИИ имени Н. А. Шило ДВО РАН

E-mail: geocol@neisri.ru, glotova@neisri.ru

ХОЛОДНЫЙ КЛИМАТ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ – УСЛОВИЕ ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРОВ ДЛЯ МЕЖДУНАРОДНОГО РЫНКА

Сложившаяся в XXI в. социально-экономическая ситуация в мире однозначно указывает на связь ее с востребованностью продукции, производимой в отдельных странах или в регионах страны, на международном рынке. Примером этого утверждения может быть Кемеровская область Российской Федерации, материальное благополучие жителей которой контролируется востребованностью производимого здесь каменного угля. На российском и мировом рынках востребованы добываемые в нашем регионе, прежде всего в Магаданской области и в Чукотском автономном округе, золото и серебро, в ближайшие годы дополнительно станут востребованы олово и медь. Из числа морских биологических ресурсов – рыба и рыбопродукция, крабы. Вместе с тем существует географо-экономическое правило, что себестоимость любой продукции будет минимальной, если климатические условия благоприятствуют ее производству. Северо-Восток России, расположенный в высоких северных широтах, омываемый морями Северного Ледовитого и Тихого океанов, отличается холодным климатом со среднегодовой температурой от $-2,5^{\circ}\text{C}$ до -17°C , длинным холодным периодом (более семи месяцев). На большей

части его площади среднемесячная температуры воздуха в январе колеблется от $-25,8^{\circ}\text{C}$ (пос. Палатка) в южных до $-39,6^{\circ}\text{C}$ (пос. Сугой) во внутриконтинентальных частях региона. Длительность периода с температурой воздуха ниже -21°C – до пяти месяцев (с ноября до марта). На охотоморском побережье региона температуры воздуха в холодный период выше указанных, но и здесь средняя месячная температура воздуха в январе от $-19,8^{\circ}\text{C}$ до $-24,1^{\circ}\text{C}$. Низкая температура атмосферы благоприятна для товаров, производство которых связано с обезвоживанием, охлаждением или замораживанием и получением ледяных массивов. Последние являются природными аккумуляторами пресной воды, благоприятными для ее транспортировки в качестве товара, который в ближайшем будущем станет востребованным на международном рынке. Реки региона с наступлением зимы (ноябрь) большей частью перемерзают или пересыхают. Надо заметить, что территория северо-востока богата пресными водами в теплое время года, но при промерзании сезонно-водоносного слоя регион становится вододефицитным. Только в реках, питаемых подземными водами большеобъемных таликов, сток сохраняется в течение всего холодного периода года. При этом по правилам региональных рыбонадзорных органов, безвозвратный отбор воды из таких рек не должен превышать 10 % минимального стока. По нашим подсчетам, соблюдая это правило, на побережье северного сектора Охотского моря можно за зимний период добывать и экспортировать на международный рынок около 3 млн м^3 воды, отбираемой из аллювиальных отложений в приустьевых участках рек с круглогодичным стоком (Тауй, Яна, Ола, Яма и др.) при средней суммарной производительности водозаборов за ноябрь – март в $0,23 \text{ м}^3/\text{с}$.

Транспортировку воды можно осуществлять или крупнотоннажными танкерами, или в виде искусственно создаваемых ледяных массивов [1]. Работу по созданию таких массивов следует начинать в конце октября при достижении температур воздуха -10°C . Накапливаются ледяные блоки пресной воды объемом $0,5 \text{ м}^3$ каждый. При промерзании моря у берегового припая до толщины более 50 см на ледовой поверхности из этих блоков собирают плиту, цементируя их замерзающей пресной водой. Для предупреждения загрязнения искусственного ледового массива нефтепродуктами при транспортировке по морю, блоки укладывают на полотнище из нетканого геотекстильного материала, которым закрывают весь массив. В плиту вмораживают радиобуй и систему для буксировки. Поскольку глубина моря у морского побережья около 40 м, толщина собираемой плиты льда должна быть не более указанной величины. При сборке ледяной плиты (айсфельда) придают ей форму наименьшего сопротивления при буксировке. При площади айсфельда в 5000 м^2

его объем составит 200 000 м³, что близко к объему крупнотоннажного танкера. За сезон можно произвести 15 айсфельдов в приустьевых участках вышеуказанных рек.

Так как общее движение полей льда в море направлено от северного побережья к острову Сахалин, то собранный айсфельд выводят в открытое море для дрейфа в южном направлении к острову Сахалин. В акватории этого острова искусственные поля выявляют по сигналам радиобуев и осуществляют дальнейшую транспортировку на буксире потребителям в южные районы Китая, Индии, возможно, в страны Персидского залива. Себестоимость доставленной воды около 5 долл. за 1 м³, из которых 20 % – затраты на транспортировку [1]. Стоимость экспортируемой воды у потребителей не установлена. По данным СМИ, в Дании платят 12,9 долл. за 1 м³ питьевой воды. Если и в странах-импортерах она не превышает эту оценку, выручка за один айсфельд составит 1,58 млн долл. За возможные 15 ледяных полей 23,7 млн долл., эквивалентных 250 кг золота, что является привлекательным показателем для будущих работ в данном направлении.

Другим способом использования холода зимней атмосферы является производство востребованных в СПА-салонах всех стран концентратов морской воды Охотского и арктических морей. Этот способ хорошо известен. Вымораживанием морской воды с последующим выпариванием рассолов получали соль поморы более 600 лет назад. При нашем экспериментальном вымораживании 5 кг охотоморской воды при температуре –25 °С (на 2,2 °С ниже точки эвтектики) в смеси рассола, кристаллов NaCl и льда количество жидкой фазы составило 250 г, т. е. 5 % от исходной массы морской воды. В СПА и аптеках известна, например, вода Мертвого моря из Израиля. Состав этой воды отвечает формуле M342 Cl98/Mg52Na29Ca10, содержание брома 5,92 г/дм³, калия 7,96 г/дм³. Формула воды Охотского моря, охлажденной до –26 °С, M456 Cl97/Mg52Na28Ca10, содержание брома 3,43 г/дм³, калия 16,3 г/дм³. При полном сходстве составов рассола охотоморская вода более богата калием, и из нее можно изготовить больше растворов с меньшей минерализацией. Конкурентное преимущество криогенного рассола в том, что водорастворенные органические вещества при вымораживании не меняют свой состав. Рассол Мертвого моря получен за счет испарительной концентрации, при которой происходит денатурация части водорастворенных органических веществ и изменение лечебных свойств воды. Конкурентов по производству криогенных концентратов морской воды будет мало, поскольку многомесячные зимние температуры воздуха ниже –20 °С свойственны только североазиатским побережьям арктических морей.

Наиболее практически значимым товаром мы считаем россыпное золото, которое можно выращивать в криогенных условиях северо-востока Российской Федерации [2]. Основанием для подобного предложения послужили факты находок зерен золота на поверхности железных изделий. Одна из этих находок хранится в геологическом музее Северо-Восточного комплексного НИИ в г. Магадане. Это фрагмент совковой лопаты, поднятой А. В. Альшевым, старшим научным сотрудником института, на площади отработанного месторождения россыпного золота в долине ручья Сентябрьский. По его словам, лопата найдена им в толще песчано-гравийно-галечного отвала. После отмывки грязи оказалось, что поверхность покрыта зернами золота. Опасаясь обвинений в незаконной добыче золота, он соскреб золотые зерна в отвал, а лопату со следами золота по прибытии в институт отдал работникам музея.

В период изучения геоэкологических следствий отработки россыпей золота в бассейне р. Колымы в 2001–2005 гг. мы собрали данные о современной миграции и переотложении золота, которые приводят к вторичному обогащению отработанных россыпей, делающему экономически выгодной их многократные переработки. При этом обратили внимание на предпочтительное обогащение железосодержащих изделий или скоплений охры.

Источниками золота могут быть криогенно дезинтегрированные породы черносланцевых глинистых толщ верхнепалеозойско-мезозойского возраста [3], зоны сульфидной гидротермальной минерализации и образования окolorудных зон. Переход золота в миграционную форму связан с повышенной выщелачивающей способностью талой воды, ионов окисного железа и сульфат-иона [4]. В процессе перехода ионов золота в воду и выделения его на поверхность минералов большую роль играют сезонные изменения естественного электрического поля, вызываемые процессами замерзания-оттаивания водоносных слоев. Так, в Анадырской тундре разность электропотенциалов между оттаявшим грунтом или торфом и теми же образованиями в мерзлом состоянии достигает 1050 мВ. Граница разности потенциалов проходит через сезонно-талый слой дважды – при оттаивании в начале теплого и при промерзании в холодный период года. Осаждению золота из растворов способствует и криогенное повышение минерализации замерзающей воды. В совокупности все эти факторы позволили нам обосновать предложение по созданию искусственных полигонов выращивания россыпей золота.

В целом отметим, что с большим положительным социальным и экономическим эффектом может использоваться и такой природный ресурс, как холод атмосферы и верхнего слоя литосферы, для повышения геоэкологической эффективности производственной деятельности.

Теоретические проблемы данного направления решаются в рамках новой научной отрасли знания – криософии, развиваемой академиком РАН В. П. Мельниковым [5].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Глотов, В. Е. Синкриогенные полезные ископаемые на Северо-Востоке России / В. Е. Глотов, Л. П. Глотова // Криосфера Земли. – 2016. – Т. XX, № 2. – С. 106–109.
2. Глотов, В. Е. Природные воды Северо-Востока России как перспективный товар для международного рынка / В. Е. Глотов // Экология и развитие общества. – 2020. – № 2–3 (33). – С. 65–73.
3. Плюснин, А. М. Экспериментальное изучение поведения золота в условиях зоны окисления сульфидных месторождений / А. М. Плюснин, Ю. Ф. Погребняк // Геология рудных месторождений. – 1979. – № 1. – С. 106–109.
4. Сидоров, А. А. Рудоносность черносланцевых толщ: сближение альтернативных концепций / А. А. Сидоров, И. Н. Томсон // Вестник Российской академии наук. – 2000. – Т. 70, № 8. – С. 719–724.
5. Мельников, В. П. К развитию холистического образа криосферы / В. П. Мельников, А. В. Брушков, Р. Ф. Федоров // Арктика: экология и экономика. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 519–528.

УДК 551.583.1

Н. П. ГРИЦУК, П. С. ЛОПУХ

Беларусь, Минск, БГУ

E-mail: meteonataly@vk.com

ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ВЕСНОЙ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ЗА ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ

Беларусь находится в умеренном климате, поэтому имеет четко выраженные переходные сезоны, но из-за изменения климата их длительность и характеристики меняются. В последние десятилетия заметно увеличение экстремальных явлений в весенний период: резкие перепады температур, поздние заморозки весной, ливневые осадки и засухи. Понимание особенностей изменения климатических условий весной становится важным для оценки последствий изменений и адаптации к климатическим рискам.

В большинстве научных работ наибольший интерес для исследователей представляет современный период потепления климата, который