

УДК 911.37, 332.132

В.В. Литовский
ГРАВИОГЕОГРАФИЯ СОЛЕННЫХ ОЗЕР УРАЛА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ:
I. ЧЕЛЯБИНСКАЯ И КУРГАНСКАЯ ОБЛАСТИ. ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИИ
И ГЕНЕЗИСА*

Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук, Екатеринбург

В статье представлены теоретико-методологические возможности гравииогеографического метода для изучения особенностей геохимии и генезиса озер как маркеров эволюции ландшафта.

Рассмотрена гравииогеография соленых озер Урала и сопредельных территорий на примере озер Челябинской и Курганской областей. С учетом географического фактора проанализированы их геохимические особенности. Установлено, что соленые озера тяготеют к зонам отрицательных гравииоаномалий и являются маркерами развития геохимических полей на территориях геохимических процессов и ландшафтогенеза. Отмечена тенденция увеличения отрицательных гравииоаномалий в районе исследованных озер при смещении к югу, что обусловлено усилением галогенеза и увеличением мощности залежей с ростом аридности климата. С гравиметрических позиций озера рассматриваются как отрицательные формы ландшафтогенеза и первичная фаза геохимического изостатического выравнивания территории.

Ключевые слова: гравииогеография, соленые озера, Урал, Западная Сибирь, Челябинская и Курганская области.

V.V. Litovsky
GRAVITY GEOGRAPHY OF SALT LAKES OF THE URAL MOUNTAINS AND ADJACENT
AREAS: I. CHELYABINSK AND KURGAN REGIONS. FEATURES OF GEOCHEMISTRY
AND GENESIS

Institute of Economics, UB RAS, Ekaterinburg

The article shows the theoretical and methodological capabilities of the gravity geographical method to study characteristics of geochemistry and genesis of lakes as markers of the landscape evolution. Gravity geography of salt lakes in the Urals and adjacent areas is considered by the example of lakes of the Chelyabinsk and Kurgan regions. Their geochemical features are analyzed taking into account geographical factors. It has been found that salt lakes tend to zones of negative gravitational anomalies and are markers of geochemical fields, development of geochemical processes in the territories and landscape genesis. A trend towards negative gravity anomalies increase in the vicinity of the studied lakes with offset to the South has been detected. This may be due to a greater development of the formation process and capacity increase with growing climate aridity. In the gravimetric terms, lakes are treated as negative forms of landscape evolution and the initial phase of the geochemical isostatic alignment of the territory.

Key words: gravity geography, salt lakes, Ural, Western Siberia, Chelyabinsk and Kurgan regions.

doi 10.17072/2079-7877-2017-4-12-21

Введение

Минеральные озера – это не только ландшафтный или биоресурсный, но и геохимический феномен. Как прямые источниками нерально-сырьевых ресурсов территории они являются ценными информативными географическими маркерами, позволяющими судить как об эволюции ландшафта, так и об эволюционной стадии минералогенеза на территории, а стало быть, могут быть маркерами хозяйственного потенциала территории.

Связь минеральных озер с месторождениями означает их привязку к геохимическим полям, которые, в свою очередь, картируемы по геофизическим данным, включая гравииоданные. В данной

© Литовский В.В., 2017

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (16-06-00324)

работе использован гравигеографический метод [17] для осмысления закономерностей размещения и эволюции озер Урала, их связи с геохимическим потенциалом территории. В целом метод с позиций фундаментальных представлений об изостазии или стремлении геосистем к наибольшей гравитационной устойчивости позволяет выявлять и геокибернетический статус озер, степень их устойчивости к воздействиям природных и антропогенных факторов, что актуально для построения гео-эколого-экономической парадигмы хозяйствования. В этом аспекте соленые озера, являясь источниками минеральных богатств [4] и потенциальными альтернативными источниками гелиогеотермальной энергии, а также как наиболее чувствительные к климатическим изменениям, влияющим на ландшафт [13], представляют особый интерес.

Методы и методика исследования

Ключевым параметром для исследования распределения разного рода минерализаций и интерпретации геохимического поля рудных тел и нерудных образований в методе является аномалия силы тяжести, обусловленная размерами и формой тела, глубиной его залегания и величиной так называемой избыточной или эффективной плотности $\Delta\sigma$, которая представляет собой разность плотности пород рудного или аномалообразующего тела и вмещающих пород:

$$\Delta\sigma = \sigma - \sigma_{вм}. \quad (1)$$

Аномальный эффект плоскопараллельного бесконечного слоя при этом в общепринятых гравиметрических единицах – миллиГалах (мГл) определяется выражением

$$\Delta g(\text{мГл}) = -0,0419 \times \Delta\sigma \times h, \quad (2)$$

которое, зная плотности рудных и вмещающих пород, а также Δg , позволяет при пространственно-экономических исследованиях определять степень доступности ресурсов (глубину залегания минеральных тел h). Практики в формуле (2) толщину слоя задают в метрах, а ее плотность – в г/см³.

Из приведенной формулы следует, что чем больше величина $\Delta\sigma$, тем лучше прогностические возможности метода для выявления во вмещающих породах рудных или аномалообразующих тел. Для осадочных бассейнов за величину средней плотности вмещающих пород традиционно берут значение 2300 кг/м³ или 2,3 г/см³, а для складчатых областей – 2670 кг/м³ или 2,67 г/см³. Выражение (2) точно совпадает с так называемой гравиметрической редукцией Буге. Соответственно, если для пространственно-экономических исследований использовать карты аномалий силы тяжести в данной редукции, то контрасты или градиенты значений Δg на ней будут указывать на вероятное присутствие в таких областях рудных, а в целом аномалообразующих тел. Так, известно, что при внедрении интрузий основного состава в осадочный чехол перепад плотности пород $\Delta\sigma$ достигает от 100 кг/м³ до 300 кг/м³. При минерализации хромитов со средней плотностью в 4000 кг/м³ и среднем значении плотности пород для складчатых областей в $\sigma=2670$ кг/м³ $\Delta\sigma$ составляет 1330 кг/м³. Благодаря такой высокой плотности хромитов гравiorазведка для их поисков практически оказывается единственным эффективным методом выявления. Сходная ситуация характерна для железорудных месторождений. Напротив, мощные, неглубоко залегающие угольные пласты хорошо выделяются минимумами Δg за счет их малой плотности (1100 кг/м³). То же имеет отношение к соленосным областям. Соответственно, их изъятие в промышленных масштабах критично для нарушения установившегося за миллионы лет равновесия горных пород и способно менять не только локальную гравиикартину, но и геоэкологические процессы.

Для проверки гипотезы о маркировании крупными минеральными озерами месторождений и генезиса их развития с учетом геохимических аспектов пространственного распределения соленых озер Урала и сопредельных территорий попытаемся исследовать их гравигеографию.

Для выполнения условия обеспечения гравитационного баланса вещества того или иного реального участка земной поверхности аномалией удельного веса Δg необходимо, чтобы его вес g был нормален и неизменен. Возможные изъятия или привнос массы Δm для уравнивания в упрощенном варианте можно оценить из условия приведения локальной силы тяжести к нормальной:

$$\Delta(mg) = 0 \text{ или } (\Delta m \times g_0 + m \times \Delta g) = 0, \quad (3)$$

Отсюда для допустимых изъятий или привноса массы, приводящих локальную поверхность к изостатическому равновесию, следует выражение:

$$\Delta m = -m \times \left(\frac{\Delta g}{g_0} \right) = -m \times \left(\frac{g - g_0}{g_0} \right), \quad (4)$$

где в гравиметрических единицах нормальная «сила тяжести» (ускорение свободного падения) $g_0 = 980665$ мГл, а отрицательный знак в правой части уравнения указывает на требуемую убыль массы при исходном положительном значении Δg и, наоборот, на необходимый привнос вещества при отрицательной аномалии Δg . В частности, при отрицательной аномалии $\Delta g = 1$ мГл в перерасчете на 1 млн т пород оказывается допустимым привнос лишь 1 т, а при аномалии в 10 мГл – 10 т недостающего веса.

В объемных единицах формула (4) может быть преобразована к виду

$$\Delta V = V_{\text{в.м}} \times \left(\frac{\sigma_{\text{в.м}}}{\sigma} \right) \times \left(\frac{\Delta g}{g_0} \right), \quad (5)$$

где ΔV – изменение объема вещества, соответствующее изменению Δm , а $V_{\text{в.м}}$ – объем вмещающей эталонной (изостатически уравновешенной) породы.

Для воды (плотность – 1000 кг/м³) в качестве привносного или извлекаемого вещества из вмещающей складчатой породы с эталонной плотностью 2670 кг/м³ или для осадочной породы с плотностью 2300 кг/м³ эта формула при аномалиях в 1 и 10 мГл дает необходимые для уравновешивания привно с или изъятие объема от 1 до 10 м³ на каждый миллион тонн вмещающей породы или на куб породы с ребром в 72 м (для осадочной – 75,7 м). При положительной аномалии $\Delta g = 1$ мГл на 1 км³ оказывается допустимым изъятие от 2670 т «лишней» воды, а при $\Delta g = 10$ мГл – 26700 т. Соответственно, на территорию с такими аномалиями для восстановления ее равновесного состояния требуется вливать от 2670 до 26700 м³ воды. Если это будет не вода, а, например, рассол с выпадением из него галита (плотность 2160 кг/м³) на финальной стадии насыщения, то при равной массе это обусловит уменьшение объема в 2,16 раза по сравнению с водой. Особенно это значимо в недрах – в связи с уменьшением затрат энергии на расширение пород, а на поверхности – в связи с проявлением в ландшафте купольных структур. Соответственно, промежуточные фазы такого перехода будут отражать и стадии минералогенеза, важного для предмета исследования – соленых озер. В целом влияние веса тел озер и особенно искусственных водохранилищ на равновесие геосред важно для хозяйства, а метод с информацией о площадях аномалий позволяет оценивать потенциал допустимого изъятия (внесения) вещества. Для построения карт с композитной грид-информацией и ГИС-гравигеографического анализа использовались программный пакет «GlobalMapper», ГИС-основа ВСЕГЕИ [2] с данными ИАЦ «Минерал» [14], Интерактивная электронная карта недропользования Российской Федерации [24], GIS-Lab [23], авторская теоретико-методологическая основа [18]. Исходные сведения по озерам брались из электронного справочника Института озероведения РАН «Озера России» [21].

Результаты и их обсуждение

Для наиболее масштабного гравигеографического охвата соляных озер по их генезису и региональному распределению в работе были использованы соответствующие материалы и классификация озер в связи с их бассейновой принадлежностью А.И. Дзенс-Литовского [4;5], положившего начало системному обследованию соляных озер в СССР и на Урале в частности. Согласно этим данным география соленых озер подчинена физико-географической зональности тяготением к аридным и полуаридным зонам, а в отдельных случаях и азональным факторам: орографии местности, геологическому строению, тектонике и антропогенному фактору. В частности, из трех основных типов бассейнов соляных озер бывшего СССР: приморских, смешанных и континентальных в работе были выделены (рис.1) либо непосредственно относящиеся к районам Урала, либо сопряженные с ним. По географическому признаку часть рассмотренных соленых озер относится к бассейнам внешнего морского, а часть – к бассейнам внутреннего континентального поверхностного и подземного стока. Среди первых выделялись сточные и бессточные, поскольку первые формируются под воздействием азональных факторов, а вторые только в климатических зонах, где испарение преобладает над осадками. В гравигеографическом аспекте было принято во внимание, что генезис соленых озер влияет на ландшафт (приводит к соляным «буграм» [6]), более чувствителен к вариациям климата и, в свою очередь, может обуславливать термохимические процессы в озерах со значительными перепадами температур у поверхности и на дне озер.

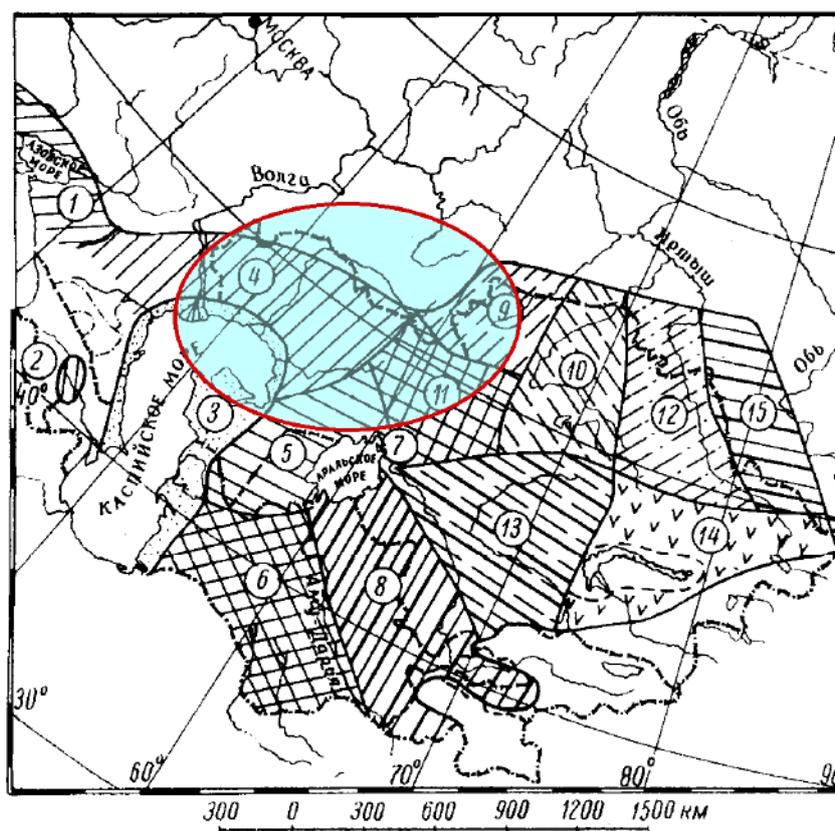


Рис.1. Бассейны соленых озер СССР (по Дзенс-Литовскому, 1957) с выделенной автором овальным контуром частью из них сопряженных с Уралом: 3 – Прикаспийский бассейн приморских и континентальных минеральных озёр, 4 – Урало-Эмбенский бассейн приморских, смешанных и континентальных солёных озёр, 5 – Усть-Уртский бассейн континентальных соляных озёр, а также Тоболо-Убаганский (9) и Тургайский бассейны приморских и континентальных соляных озёр (11)

В дальнейшем эти особенности были использованы для более детального уяснения генезиса соленых озер с ландшафтообразованием [16;19], а также с гидротермическими и электрохимическим процессами, для оценки потенциала озер в качестве естественных альтернативных источников тепловой и электрохимической энергии [7–10;12; 13]. Важный результат предшествующих исследований [1; 3; 8; 10; 13; 15; 16] заключался в том, что бассейны континентальных соляных озер расположены в современных и древних отложениях речных аллювиальных долин, на террасах, дельтах и побережьях солоноватых водоемов. Поэтому для наглядной фиксации этого факта при ГИС-моделировании изолинии гравеоаномалий наносились не только на гравеооснове, но и на карте рельефа местности. С учетом географии соленых озер и уяснения гравеогеографических особенностей как в долготном, так и широтном направлениях по отношению к главной водораздельной уральской оси с севера на юг в первой части исследования были последовательно рассмотрены наиболее значимые по морфометрическим данным и гидрохимическим показателям минеральные озера и группы озер сначала в Челябинской и Курганской областях, затем во второй части озера Оренбуржья и Северного и Западного Казахстана, наконец, в третьей части – соленые озера Прикаспия в Предуралье и Нижнем Поволжье.

Соленые озера Челябинской области

Из Челябинских озер, согласно [21], водоемы с повышенной минерализацией сосредоточены на юге и юго-востоке области, в зоне недостаточного увлажнения. Линия распространения соленых озер проходит примерно на широте г. Челябинска. Однако количество таких озер и их морфометрическая характеристика непостоянны, что обусловлено уменьшением осадков с запада на восток области (от 700 мм/год в наветренной части гор до 500–300 мм/год в равнинном Зауралье). В связи с циклическим колебанием водности размеры не только малых, но и крупных озер сильно меняются вплоть до полного усыхания. Соответственно с изменениями объема меняется и гидрохимическая характеристика воды этих озер. По степени минерализации вода в отдельные периоды изменяется в них от пресной до горько-соленой. В частности, из 17 солоноватых и соленых озер Зауралья в

Челябинской области с минерализацией более 30 г/л по сумме ионов у трех она достигает 100 г/л (Таузаткуль, Лаврушино, Солёный Куват). Из них должны быть рассмотрены характеристики, позволяющие их рассматривать с гравигеографических позиций, имеет лишь озеро Таузаткуль [21]. Поэтому для анализа в Челябинской области были взяты не отдельные озера, а подходящая для анализа группа минерализованных озёр, расположенная в его районе и на востоке, примыкающая к Курганской области (рис.2). Относится она к долинно-пойменному типу. Такого рода озера, имеющие малые размеры с глубинами от 0,5 до 2–3 м, образованы при вымывании рыхлых пород грунтовыми водами и оседанием грунта. В частности, выделенная группа озёр расположена в лесостепной зоне и приурочена к водораздельному пространству с замкнутым стоком между реками Уй и Миасс. Самое большое по площади озеро Таузаткуль (14,5 км²) расположено в Увельском районе, в 3 км к югу от д. Большое Шумаково. Уровень его уреза относительно уровня моря – 194 м. Озеро бессточное, а котловина имеет просадочное (суффозионное) происхождение с объемом водной массы примерно 4 млн м³. По водному балансу оно относится к испарительно-дождевому типу и при такой значительной площади водного зеркала имеет максимальную глубину 0,5 м, а среднюю – 0,3 м. Вода в нем прозрачная и очень соленая (минерализация 120–200 г/л), по преобладающим ионам относится к хлоридно-натриевому типу. Площадь водосбора озера – 159 км². Почвы, на которых образовалось озеро, представляют собой выщелоченные черноземы, солонцы и солонды. В засушливые годы из-за пересыщения солености раствора в озере происходит садка соли, зимой из-за высокой солености вода не замерзает. Дно озера ровное, илистое, а берега низкие (в северной части заболоченные).

Вследствие эпизодичности процесса осадки соли и отсутствия глубокой котловины озера ожидалось, что его гравигеографическая специфика и в целом Челябинских соленых озёр будет менее выраженной в сравнении с более южными солеными озерами Урала и Прикаспия с существенно более развитым генезисом солеобразования и отложениями соляных толщ. Оказалось, что территория озёр расположена в зоне с большим размахом значений отрицательных аномалий, а озера выполняют скорее всего маркирующую роль, свидетельствуя о скрытом минералогенезе в толще недр под дневной поверхностью, на которых находится эта озерная группа.

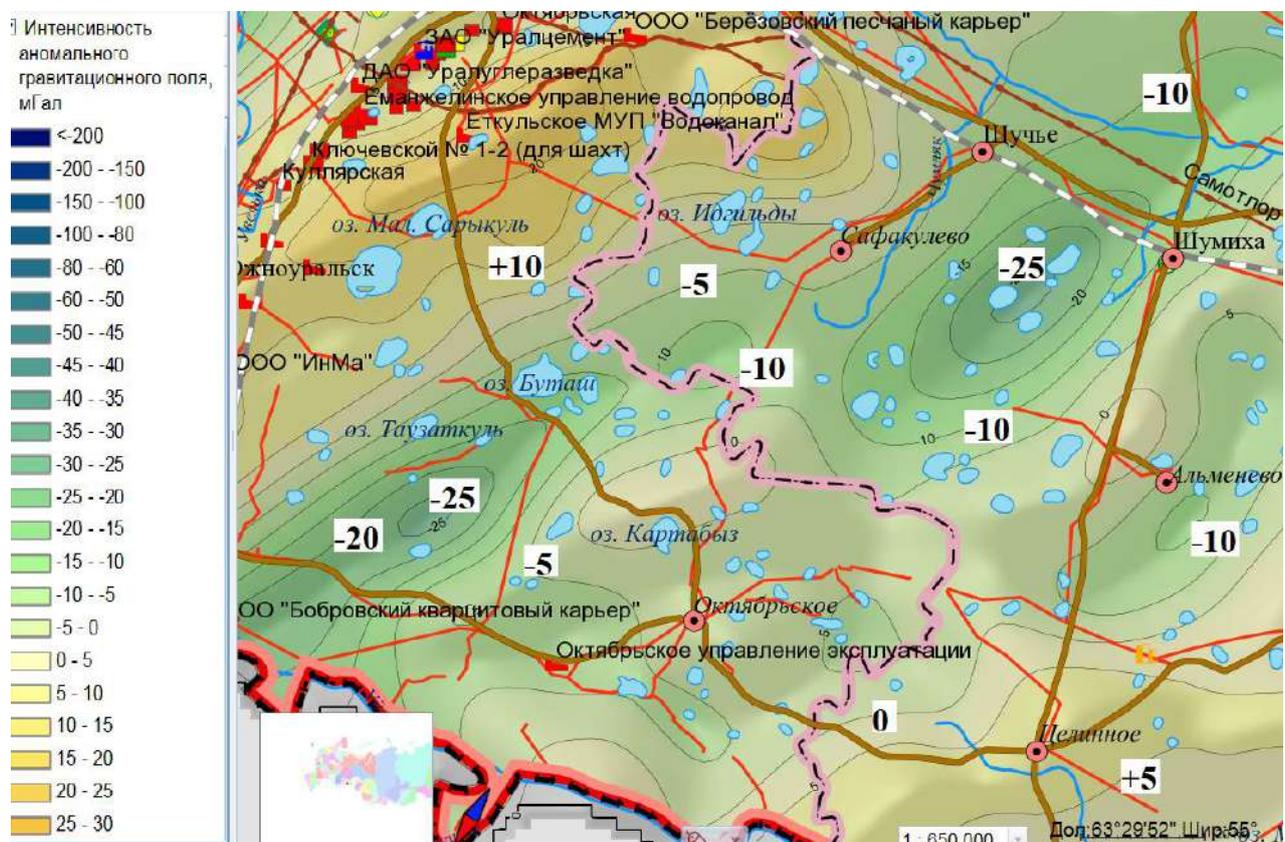


Рис. 2. Распределение озёр в юго-восточной части Челябинской и юго-западной части Курганской областей на гравигеографической основе (изолинии даны в мГал)

В частности, из рис.2 следует, что соленые озера юго-восточной части Челябинской области тяготеют к зонам отрицательных гравеоаномалий и в зависимости от их величины могут

свидетельствовать о разной степени площадного развития минералогенеза, толщине залежных «линз» и их геохимических особенностях, указывая также на возможность концентрации солей не столько в самих озерах, сколько в толще недр исследуемых территорий. Сами же озера из-за относительно малого веса (глубина оз. Таузакуль не превышает 0,5 м), как легко можно показать с помощью формул (4, 5), по сравнению с подземными залежами выполняют лишь роль маркеров, на что указывают большие величины гравеоаномалий (до -25 мГл), в частности, по соседству с оз. Таузакуль, а также в зоне Сафакулеевско-Шумихинской группы озер соседней Курганской области.

Более детально по периметру сконцентрированной группы озер Челябинской области информация представлена на рис.3. Из нее следует, что отрицательные аномалии возрастают к югу от Таузакуль, что, возможно, указывает на гравиеогеографическую тенденцию. И связано это не только с повышением влияния аридности климата на концентрирование соли в озерах, но и с фундаментальной тенденцией большего развития там минералогенеза. Таким образом, гравиеогеография территорий с маркерами в виде соленых озер в перспективе может представлять более общий научный и хозяйственный интерес.

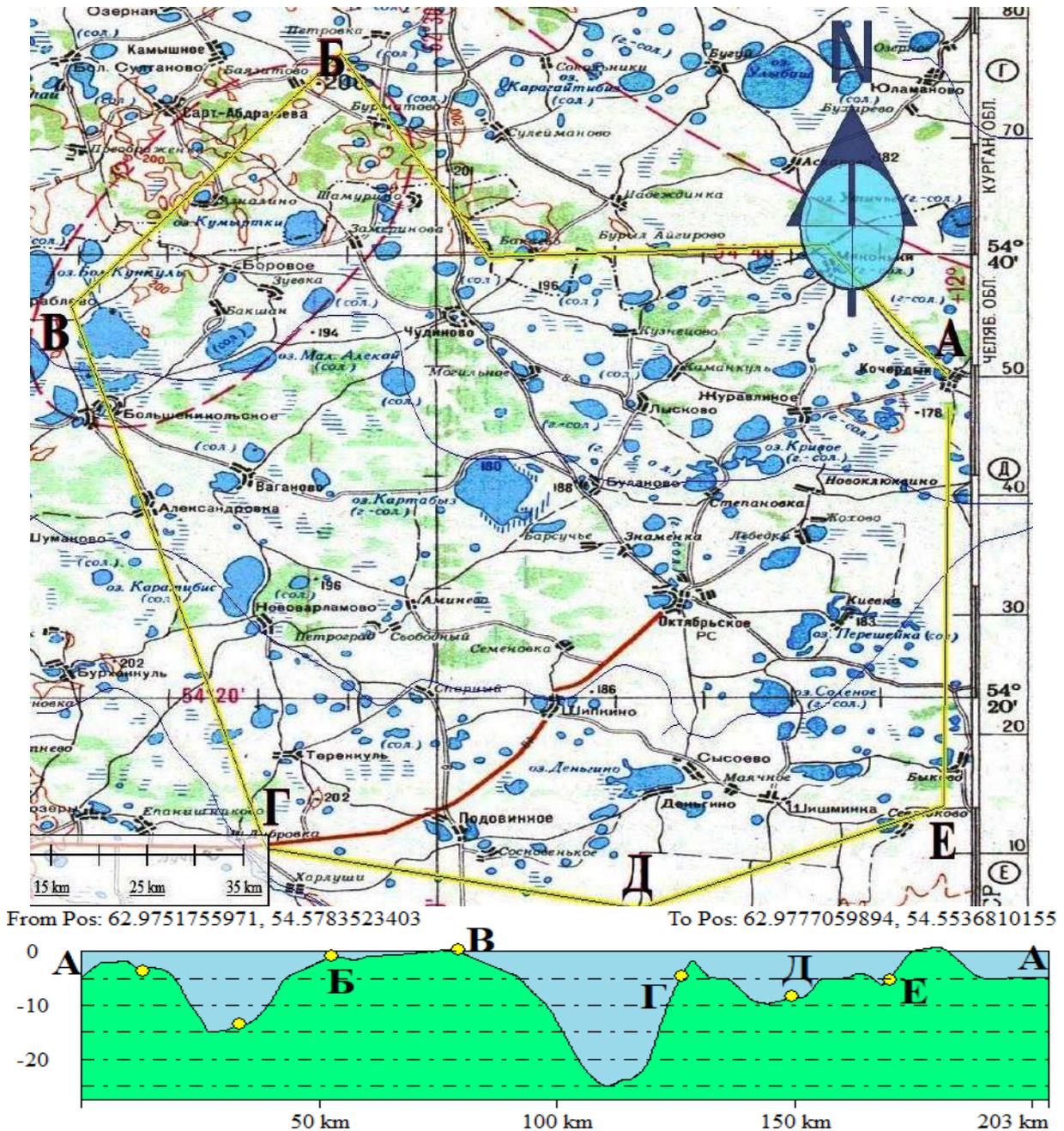


Рис.3. Распределение озер в юго-восточной части Челябинской области с гравипрофилем по периметру выделенной зоны, мГл

Минеральные озера Курганской области

Вследствие еще более континентального климата с жарким летом и слабой увлажненностью (величина среднегодовых осадков не превышает 350–400 мм), 83% озер – малые, с площадью менее 1 км², 15% – с площадью менее 10 км² и лишь 2% – более 10 км². По размерам и плотности локализации, кроме уже упомянутых озер Сафакулеевско-Шумихинской группы, выделяется субмеридиональная цепочка озер Куртамышского и Целинного районов: Большие и Малые Донки, Большое и Малое Горькое, а из достопримечательных минеральных озер в Петуховском районе – оз. Медвежье. Озера здесь, главным образом, находятся в западинах и образованы ветровой и водной эрозией, выщелачиванием грунтов подземными водами с последующим их оседанием и уплотнением. Часть находится в реликтовых озерных котловинах и в остатках древних речных долин. По химическому составу воды озера Курганской области очень различаются – от пресных до горько-соленых. При этом озера с минерализацией воды выше 10–15 г/л являются безрыбными. До 2005 г. уровень воды в озерах области повышался, но далее стал падать и к 2013 г. снизился от 0,5 до 1 м. В целях выяснения широтных особенностей гравииогеографии области с учетом соответствующих отличий в минерализации была рассмотрена цепочка озер Малые и Большие Донки [5], а также озера Большое и Малое Горькое, расположенных южнее (см. рис.2 – группа озер восточнее Альменево). Берега этих озер низкие и сильно заросшие тростником, а озерные котловины имеют блюдцеобразную форму с понижением донного уровня от периферии к центру. Озера заилены (мощность отложений – 1–1,5 м. и мелководны (до 4,5 м). Выделенная группа озер находится в пределах одного из крупнейших в Курганской области водно-болотных комплексов, где представлено все разнообразие водно-болотных местообитаний, характерных для солончатых водоемов южной подзоны лесостепи Зауралья. В совокупности с окружающими ландшафтами они являются охраняемой зоной гнездования и остановок на миграции уникального сообщества водно-болотных птиц. Самое крупное из озер – Малые Донки – это вытянутая с юго-запада на северо-восток озерная котловина древнего русла р. Тобол с отметкой уреза воды 94 м, отметки рельефа территории вдоль границ ООПТ находятся в пределах 100 м. Площадь озера – 41,8 км², водосбора – 197,8 км². Южнее его расположены оз. Большие Донки (высота – 98 м над уровнем моря, площадь озера – 11,5 км², водосбора – 48 км²). Вода оз. Большие Донки солончатая, очень жесткая, по водородному показателю нормальная либо подщелочная (опасная для рыб при длительном воздействии), минерализация – 2–5 г/л. Класс воды хлоридно-натриевый с повышением хлоридно-магниевого компонента в засушливые периоды. По развитию донной фауны оз. Большие Донки относится к высококормным (с продукцией зообентоса до 90 г/м²) [5].

Озера Большое и Малое Горькое имеют суффозионное происхождение. В целом для водоемов этой зональной группы характерно превышение предельно допустимой концентрации по хлоридам, сульфатам, магнию, натрию и калию, а ландшафт представляет собой древние ложбины стока, заболоченные озерные впадины с крупными зарастающими озерами, западины, невысокие гривы, чередующиеся с широкими ложбинами. Рассматриваемая территория расположена в лесостепной почвенно-климатической зоне, на водоразделе рек Тобол и Куртамыш с недостаточным увлажнением (среднегодовое количество осадков составляет 344 мм). Все слабоповышенные и плоские равнины здесь заняты выщелоченными и солонцеватыми черноземами. Соседствующие территории представляют собой реликтовую котловину, открывающуюся на восток, с выраженными бортами и плоским днищем. С северо-запада и юго-запада в нее впадают две ложбины («пади»), а на плоском днище ложбины есть холмы-останцы. Озера весьма различаются по химическому составу воды и донных отложений, но большинство из них характеризуется повышенной щелочностью воды. Выделяется оз. Горькое-Узково с соленостью 413 г/л (95% соды), а также сильноминерализованные хлоридные озера Земково и Мироновское с запасами сульфидных иловых грязей. Речная сеть представлена пересыхающей малой рекой Плоской, начинающейся двумя истоками из Узковской и Косулинской падей и впадающей в р. Куртамыш. В районе озер находится несколько курганов. Наглядное представление о гравииогеографии озер дает рис.4, где на рельеф местности наложены гравитационные аномалии с изолиниями (в мГл).

Южные более минерализованные (горькие) озера находятся в зоне малых, но отрицательных гравииоаномалий, в отличие от более пресных озер Большие и Малые Донки. В связи с этим в дальнейшем проанализируем гравииогеографию распределения соляных озер по отношению к оси Уральской горной системы в более широком плане – как по широте, так и по долготе с охватом озер Казахстана, Оренбуржья и Прикаспия.

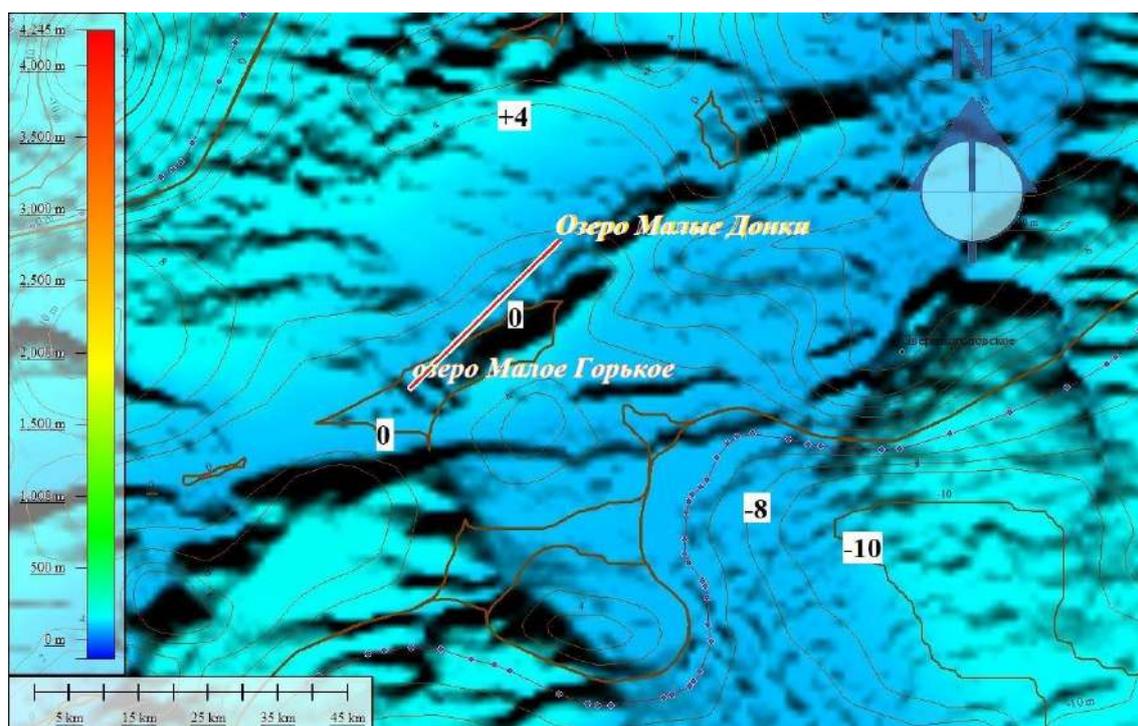


Рис.4. Озера (с юго-запада на северо-восток): Малое Горькое, Большое Горькое, Большие Донки и Малые Донки на карте рельефа местности с изолиниями гравеоаномалий, мГл

Выводы

Озера, и соленые озера, в частности, можно использовать в качестве маркера развития рельефа, в котором за счет их генезиса и вариации веса может осуществляться гравикокомпенсация более крупных форм рельефа, а также веса нижележащих толщ с использованием всей совокупности физических и геохимических процессов, включая минералогенез, для изостатического выравнивания дневной поверхности; разработана соответствующая методика и на примере изучения гравигеографии группы челябинских и курганских озер показано, что они тяготеют к зонам отрицательных аномалий или зонам дефицита веса, который компенсируется не только за счет воды, но и более тяжелых рассолов, а, возможно, и еще более тяжелых минерализаций в недрах.

Библиографический список

1. Андреева М.А. Озера Среднего и Южного Урала. Челябинск, 1973. 270 с
2. ВСЕГЕИ. Георесурсы. URL: <http://www.vsegei.ru/ru/info/georesource/> (дата обращения: 01.07.2017).
3. Дерягин В.В. Озерные геосистемы восточного склона Южного Урала и их изменение в зоне техногенного воздействия: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Пермь, 1999. 23 с.
4. Дзенс-Литовский А.И. Соляные озера СССР и их минеральные богатства. Л.:Недра, 1968. 120 с.
5. Дзенс-Литовский А.И. Методы комплексного исследования и разведки озерных соляных месторождений// Тр. ВНИИ Галургии. Л.: Госхимиздат, 1957. Вып. XXXIV. 212 с.
6. Дзенс-Литовский А.И. Соляные «горбы» минеральных озер // Природа. 1946. №5. С.56–58.
7. Егоров А.Н. Использование соленых озер России как альтернативных источников энергетических, биологических и минеральных ресурсов – залог устойчивого развития России. URL: <http://zodorov.ru/ispolezovanie-solenih-ozer-rossii-kak-aleternativnih-istochnik.html> (дата обращения: 01.07.2017).
8. Егоров А.Н. Лимногенез соленых озер: дис. ... докт. геогр. наук. СПб., 2001. 246 с.
9. Егоров А.Н. Парниковый эффект в соленых озерах // Водные ресурсы. 1991. №6. С.31–37.
10. Егоров А.Н. Соленые озера как структурообразующий фактор реального сектора экономики России // Вода и водные ресурсы: Системообразующие функции в природе и экономике. Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. С. 63–68.
11. Егоров А.Н., Захаров С.Г. Соленые озера Южного Урала // География и природные ресурсы. 2004. №1. С. 146–148.

12. Егоров А.Н., Зилинтикевич С.С. Термодинамическая структура соленого озера с парниковым эффектом//Метеорология и гидрология. 1999. №4. С.98–105.
13. Егоров А.Н., Космаков И.В. География и природопользование соленых озер. Новосибирск: Наука, 2010. 183 с
14. ИАЦ «Минерал». URL: <http://www.mineral.ru> (дата обращения: 01.07.2017).
15. Захаров С.Г. Озера Челябинской области. Челябинск: Абрис, 2010. 128 с.
16. Ландшафтный фактор в формировании гидрологии озер Южного Урала. Л.: Наука, 1978. 284 с.
17. Литовский В.В. Гравиогеография, проблемы инфраструктуры и размещения производительных сил // Теоретико-географические основы формирования доминантного урало-арктического пространства и его инфраструктуры (для задач формирования многофункционального базисного опорного внутреннего и континентального моста России по оси «Север-Юг»). М.: ГЕОС, 2016. С.143–225
18. Литовский В.В. Теория потока и некоторые ее приложения к экономической теории и проблемам размещения производительных сил // Журнал экономической теории. 2011. № 2. С. 94–103.
19. Петрищев В.П. Соляно-купольный ландшафтогенез: морфоструктурные особенности геосистем и последствия их техногенной трансформации: автореф. дис. ... докт. геогр. наук. Воронеж, 2012. 40 с.
20. Черняева Л.Е., Черняев А.М., Еремеева Т.Н. Гидрохимия озер (Урал и Приуралье). Л.: Гидрометеиздат, 1977. 335 с.
21. Электронный справочник «Озера России». URL: <http://www.limno.org.ru/win/rlake.php> (дата обращения: 01.07.2017).
22. Озеро Малые Донки. URL: http://www.region-kurtamysh.com/load_dokument/npa_doc/npa2017/ Мат. комплослед Донки. Т. 1. pdf (дата обращения: 01.07.2017).
23. GIS-Lab. Открытые данные лаборатории. URL: <http://gis-lab.info/qa/geology-geophysics-open-data-sources.html> (дата обращения: 01.07.2017).
24. Open Map Mineral. Интерактивная электронная карта недропользования Российской Федерации. URL: <https://openmap.mineral.ru/> (дата обращения: 01.07.2017).

References

1. Andreeva, M.A. (1973), *Ozera Srednego i Yuzhnogo Urala*, Chelyabinsk, USSR.
2. VSEGEI. Georesursy, available at: <http://www.vsegei.ru/ru/info/georesource/> (Accessed 1 July 2017).
3. Deryagin, V.V. (1999), “Ozernye geosistemy vostochnogo sklona Yuzhnogo Urala i ih izmenenie v zone tekhnogenno go vozdeystviya”, Ph.D. Thesis, Geography, PSU, Perm, Russia.
4. Dzents-Litovskij, A. I. (1968), *Solyanyezera SSSR i ih mineral'nye bogatstva*, Nedra, Leningrad, USSR.
5. Dzents-Litovskij, A.I. (1957), “Metody kompleksnogo issledovaniya i razvedki ozernyh solyanyh mestorozhdenij”, *Tr. VNII Galurgii*, vol. 34, Goskhimizdat, Leningrad, USSR.
6. Dzents-Litovskij, A.I. (1946), “Solyanye «gorby» mineral'nyhozer”, *Priroda*, no.5. pp.56–58.
7. Egorov, A.N. (2016), “Ispol'zovanie solenyh ozer Rossii kak al'ternativnyh istochnikov ehnergeticheskikh, biologicheskikh i mineral'nyh resursov – zalog ustojchivogo razvitiya Rossii”, available at: <http://zodorov.ru/ispolzovanie-solenih-ozer-rossii-kak-aleternativnih-istochnik.html>
8. Egorov, A.N. (2001), “Limnogenez solenyh ozer” D. Sc. Thesis, Geography, St-Petersburg, Russia.
9. Egorov, A.N. (1991), “Parnikovyy ehffekt v solenyh ozerah”, *Vodnye resursy*, no. 6, Moscow, USSR, pp.31–37.
10. Egorov, A.N. (2012), “Solentye ozera kak strukturoobrazuyushchij factor real'nogo sektora ehkonomiki Rossii”, *Nat. Conf. Proc. "Voda i vodnye resursy: Sistemoobrazuyushchie funkicii v prirode i ehkonomie"*, Novocherkassk, Russia, 23–28 July 2012, pp. 63–68.
11. Egorov, A.N. and Zaharov, S.G. (2004), “Solentye ozera Yuzhnogo Urala”, *Geografiya i prirodnye resursy*, no. 1, pp. 146 – 148.
12. Egorov, A.N. and Zilintikevich, S.S. (1999), “Termodinamicheskaya struktura solenogo ozera s parnikovym ehffektom”, *Meteorologiya i gidrologiya*, no. 4, pp.98–105.
13. Egorov A.N. and Kosmakov, I.V. (2010), *Geografiya i prirodo pol'zovanie solenyh ozer*, Nauka, Novosibirsk, Russia.

14. IAC «Mineral», available at: <http://www.mineral.ru> (Accessed 1 July 2017).
15. Zaharov, S.G. (2010), *Ozera Chelyabinskoy oblasti*, Abris, Chelyabinsk, Russia.
16. Nazarov, G.V. (1978), *Landshaftnyj faktor v formirovanii gidrologiiozer Yuzhnogo Urala*, Nauka, Leningrad, USSR.
17. Litovskij, V.V. (2016), “Graviogeografiya, problem infrastruktury i razmeshcheniya proizvoditel'nyh sil”, *Teoretiko-geograficheskie osnovy formirovaniya dominantnogo uralo-arkticheskogo prostranstva i ego infrastruktury (dlya zadach formirovaniya mnogofunktional'nogo bazisnogo opornogo vnutrennego i kontinental'nogo mosta Rossii po osi «Sever-Yug»)*, GEOS, Moscow, Russia, pp.143–225.
18. Litovskij, V.V. (2011), “Teoriya potoka i nekotorye ee prilozheniya k ehkonomicheskoy teorii i problemam razmeshcheniya proizvoditel'nyh sil”, *Zhurnal ehkonomicheskoy teorii*, no. 2, pp. 94–103.
19. Petrishchev, V.P. (2012), “Solyano-kupol'nyj landshaftogenez: morfostrukturnye osobennosti geosistem i posledstviya ih tekhnogennoj transformacii”, Abstract of D. Sc. dissertation, Geography, Voronezh, Russia.
20. Chernyaeva, L.E., Chernyaev, A.M. and Eremeeva, T.N. (1977), *Gidrohimiya ozer (Ural i Priural'e)*, Gidrometeoizdat, Leningrad, Russia.
21. Ehlektronnyj spravochnik «Ozera Rossii», available at: <http://www.limno.org.ru/win/rlake.php> (Accessed 1 July 2017).
22. Ozero Malye Donki, available at: http://www.region-kurtamysh.com/load_dokument/npa_doc/npa2017/Materialy_komplobsledDonki_tom1.pdf (Accessed 1 July 2017).
23. GIS-Lab. (Otkrytye dannye Laboratorii), available at: <http://gis-lab.info/qa/geology-geophysics-open-data-sources.html> (Accessed 1 July 2017).
24. Open Map Mineral (Interaktivnaya ehlektronnaya karta nedropol'zovaniya Rossijskoj Federacii), available at: <https://openmap.mineral.ru/> (Accessed 1 July 2017).

Поступила в редакцию: 26.07.2017

Сведения об авторе

Литовский Владимир Васильевич
доктор географических наук, заведующий
сектором размещения и развития
производительных сил Институт экономики
Уральского отделения Российской академии
наук;
Россия, 620014, г. Екатеринбург, ул. Московская,
д. 29;

e-mail: vlitovskiy1@yandex.ru; vlitovskiy@rambler.ru

About the author

Vladimir V. Litovsky
Doctor of Geographical Sciences, Head of the Sector
for Productive Forces Distribution and Development,
Institute of Economics of The Ural Branch of RAS;
29, Moscovskaya st., Ekaterinburg, 620014, Russia;

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Литовский В.В. Гравиогеография соленых озер Урала и сопредельных территорий: I. Челябинская и Курганская области. Особенности геохимии и генезиса // Географический вестник = Geographical bulletin. 2017. №4(43). С.12–21. doi 10.17072/2079-7877-2017-4-12-21

Please cite this article in English as:

Litovskiy V.V. Gravity geography of salt lakes of the Ural Mountains and adjacent areas: I. Chelyabinsk and Kurgan regions. Features of geochemistry and genesis // Geographical bulletin. 2017. №4(43). P. 12–21. doi 10.17072/2079-7877-2017-4-12-21