

**ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ И ГЕОМОРФОЛОГИЯ**

УДК 911.37, 332.132

DOI 10.17072/2079-7877-2018-3-5-16

**ГРАВИОГЕОГРАФИЯ СОЛЕННЫХ ОЗЕР УРАЛА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ:  
II. СЕВЕРНЫЙ И ЗАПАДНЫЙ КАЗАХСТАН, ОРЕНБУРЖЬЕ. ОСОБЕННОСТИ ГЕОХИМИИ  
И ГЕНЕЗИСА\*****Владимир Васильевич Литовский**

SPIN-код: 3388-6480

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

*Институт экономики Уральского отделения РАН, Екатеринбург*

В статье исследуются теоретико-методологические возможности гравииогеографического метода для задач изучения особенностей геохимии и генезиса озер как маркеров эволюции ландшафта. Изучена гравииогеография соленых озер Урала и сопредельных территорий на примере озер Северного и Западного Казахстана, Оренбуржья. С учетом географического фактора проанализированы их геохимические особенности. Установлено, что соленые озера тяготеют к зонам отрицательных гравииоаномалий и являются маркерами геохимических полей развития на территориях геохимических процессов и ландшафтогенеза. Выявлена тенденция увеличения отрицательных гравииоаномалий в районе исследованных озер при смещении к югу, что может быть связано с усилением галогенеза и увеличением мощности залежей с ростом аридности климата. С гравиметрических позиций показано, что озера выполняют функции изостатического выравнивания веса территории не только вследствие формирования отрицательных форм ландшафта, но и за счет геохимической трансформации вещества в них и подстилающих слоев.

**Ключевые слова:** гравииогеография, соленые озера, Урал, Северный и Западный Казахстан, Оренбургская область.

**GRAVITY GEOGRAPHY OF SALT LAKES OF THE URAL MOUNTAINS AND ADJACENT  
AREAS: II. NORTH AND WEST KAZAKHSTAN AND THE ORENBURG REGION. FEATURES  
OF GEOCHEMISTRY AND GENESIS****Vladimir V. Litovskiy**

SPIN-code: 3388-6480

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

*Institute of Economics of the Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg*

The article analyzes the theoretical and methodological potential 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 is studied in the Urals and adjacent areas through the example of the lakes of North and West Kazakhstan, as well as the Orenburg region. Their geochemical features are analyzed taking into account the geographical factors. It has been established that salt lakes tend to zones of negative gravitational anomalies and they are markers of geochemical fields of the geochemical processes development and landscape genesis in the territories. A trend of increasing negative gravity anomalies in the vicinity of the studied lakes with offset to the South has been detected. This may be due to the intensifying salt formation process and increasing deposit thickness caused by the increasing 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, Urals, Orenburg region, North Kazakhstan, West Kazakhstan.

### Введение

Минеральные озера, являясь источниками минерально-сырьевых ресурсов территории, обладают ценными информативными географическими маркерами, позволяющими судить об эволюции ландшафта и стадии минералогенеза. Это обуславливает их роль в качестве маркеров хозяйственного потенциала территории.

Связь минеральных озер с геохимическими полями прослеживается по геофизическим данным, включая гравиданные. Это определило применение гравигеографического метода для осмысления закономерностей размещения и эволюции озер Урала [15, 16]. В целом такой подход с учетом стремления геосистем к наибольшей гравитационной устойчивости позволяет выявлять и геокрибнетический статус озер, степень их устойчивости к воздействиям природных и антропогенных факторов, что актуально для построения современной геоэкологоэкономической парадигмы хозяйствования. Методика исследования приведена в работе [16]. Для построения карт с композитной грид-информацией и ГИС-гравигеографического анализа использовались программный пакет «Global Mapper», ГИС-основа ВСЕГЕИ [1] с данными ИАЦ «Минерал» [13], Интерактивная электронная карта недропользования Российской Федерации [21], GIS-Лав [21], авторская теоретико-методологическая основа [15, 16]. Исходные сведения об озерах были взяты из справочника ИО РАН [20].

### Результаты и их обсуждение

*1. Соленые озера Северного Казахстана.* Из соленых озер Северного Казахстана при смещении на восток и к югу от Челябинской области прежде всего следует обратить внимание на крупное соленое озеро Кушмурун, а также на группу более мелких соляных озер, расположенных южнее Рудного.

Проточное оз. **Кушмурун** (рис. 1) расположено на севере Казахстана в северной части Тургайской ложбины на высоте 103 м. В административном отношении оно находится на границе Аулиекольского и Карасуского районов в Костанайской области в 9 км к северу от пос. Кушмурун. Через Кушмурун протекает р. Убаган. Весной в период половодья вода озера становится пресной и пригодной для питья. В остальную часть года заметно осолонена. Площадь озера варьирует в пределах от 400 до 415 км<sup>2</sup>, а площадь водосбора составляет 10,5 тыс. км<sup>2</sup>. Котловина озера простирается на 60 км с юго-запада на северо-восток. Ее ширина достигает 15 км, средняя глубина 1–3 м, а максимальная глубина – 3,5 м. Плоское дно озера сложено глинистыми и суглинистыми грунтами, покрытыми слоями ила. Берега в средней части имеют высоту до 5–7 м. Вода в озере зеленовато-жёлтого цвета с минерализацией от 1–25 г/л; питание снеговое. Озеро издревле было богато рыбой и птицей. Это отражено и в его названии: у скифов (саков) означает «птичий клюв». С учетом нынешних реалий его следовало бы трактовать как «Цапельное» – по скоплению здесь цапель. По свидетельствам местных жителей некогда здесь располагался стан Среднего казахского жуза, что предполагало обеспечение водой и кормом орды численностью до 10 тыс. чел. и на порядок большего количества скота. Без должного водоема с плотиной, позволявшей распреснять воду, это, вероятно, было бы невозможно.

Российское освоение этой территории началось лишь с середины 1840-х гг., когда по соседству с озером была заложена крепость Кушмурун, а ниже на месте еще более древних запруд<sup>1</sup> устроена глиняная плотина, которая во время гражданской войны была разрушена. Временно это привело к деградации озера. Его восстановление началось с 1939 г., когда через Кушмурун от ст. Карталы была протянута железная дорога, соединившая заводы Южного Урала (Магнитогорск) с угольными бассейнами Караганды, а для дозаправки паровозов и освоения местных запасов бурого угля потребовалась более основательная плотина, существенно поднявшая уровень озера. Во время Великой Отечественной войны это привело к оживлению не только озера, но и к бурному зарыблению и заселению птицами окрестных водоемов. Это позволило решить продовольственную проблему местного населения и Челябинска. Однако в начале 1960-х гг. временную плотину

<sup>1</sup> О существовании плотины времен жузов в оз. Кушмурун может указывать то обстоятельство, что для содержания даже десятитысячной орды среднего жуза здесь необходимо было иметь не менее чем сотысячные табуны выпасного скота, а это предполагало наличие большой воды, аналогично тому, как это имело место в орде малого жуза (в Приаралье) и в орде большого жуза (в Прибалхашье). Для сносного же существования нужны были обильные пастбища и водопой для скота, а для питания людей не только мясо, но и рыба, причем много рыбы, что и было в этих трех приозерных регионах.

размыло, уровень воды в озере значительно сократился. В последующем ее так и не восстановили в связи с планами переброски вод сибирских рек, которые не были реализованы.

На рис. 1 озеро показано как на топографической карте, так и на композитной карте, где на рельеф наложены изолинии гравеоаномалий. Там же даны соответствующие профили по периметру озера.

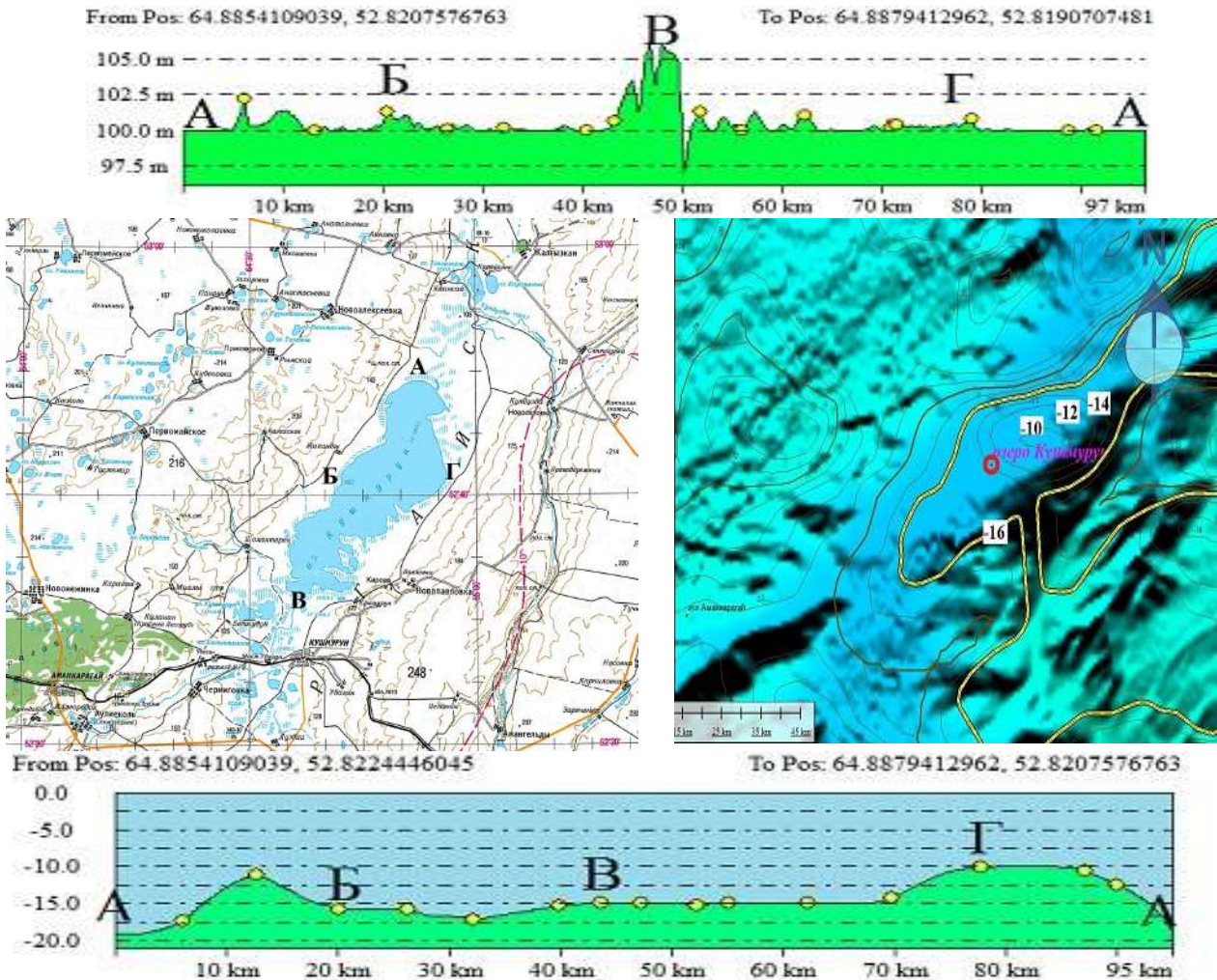


Рис.1. Оз. Кушмурун к юго-востоку от Костаная и Рудного. Вверху показан профиль рельефа по периметру озера, в середине слева – рельеф с реперными точками, справа – рельеф с наложением изолиний гравеоаномалий, а внизу – гравипрофиль местности по периметру, мГл

Значительные отрицательные аномалии на гравеогеографической картине в районе озера (от -10 до -20 мГл по его периметру) указывают не только на процессы активного галогенеза, но и на вероятную причину образования здесь на основе некогда погребенной в котловине озера при Тургайской ложбине фитомассы месторождения бурых углей. Так, на правом рисунке явно просматривается как сама ложбина, так и «купол» – область с концентрическими изолиниями и уменьшением значений гравеоаномалии к его центру. Таким образом, ныне Кушмурун следует рассматривать не только как месторождение бурого угля (разрез «Приозерный») с запасами в 5 млрд т, но и потенциально значимое место для решения проблемы продовольственного обеспечения и безопасности.

В качестве сходных маркеров минерализации юго-западнее от оз. Кушмурун можно рассматривать и группу сезонно изменяющихся, отчасти эпизодически пересыхающих озер, расположенных к юго-востоку от г. Рудного Костанайской области Казахстана (рис. 2).

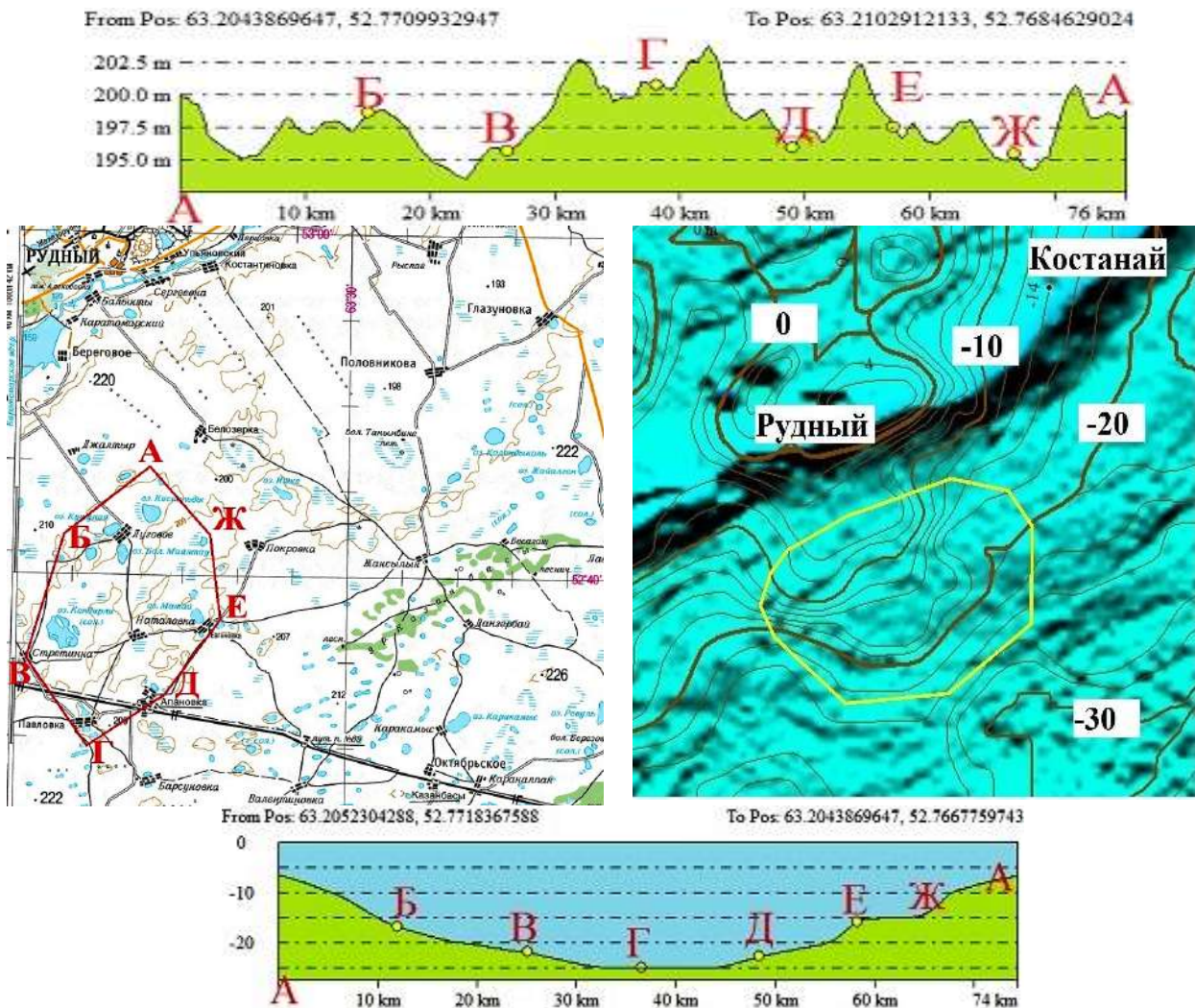


Рис. 2. Соленые озера в районе Рудного: в центре слева – на топооснове, справа – на карте рельефа с изолиниями аномального гравииополя. Вверху представлен профиль рельефа, а внизу – гравипрофиль местности, мГл

Из рис. 2 видно, что в районе группы озер имеет место сгущение изолиний гравииоаномалий. Это указывает на наличие здесь значительных градиентов в плотности верхних слоев земной коры и их относительную неустойчивость. Существенные отрицательные значения гравииоаномалий (от  $-5$  до  $-25$  мГл) связаны здесь, судя по всему, не столько с относительно неглубокими котловинами озер и текущими процессами их генезиса, сколько с результатом действия сопряженных факторов, например, того же углеобразования или иного минералогенеза с накоплением различных солей, на что может указывать нахождение рядом Соколово-Сарбайского месторождения железных руд. На рис. 3 показано распределение рассмотренных озер Казахстана на карте рельефа с гравииоизолиниями.

II. Исходные представления о соляных структурах Оренбуржья и Приуралья. Для уяснения сложившихся представлений о соляных озерах и структурах южнее Челябинской области в Оренбуржье и Приуралье рассмотрим результаты новейших исследований В.П. Петрищева [18, 19] и более ранних исследований А.И. Дзенс-Литовского [2–11].

О влиянии соленых озер Оренбуржья на ландшафтогенез известно давно, но наиболее современное и детальное представление дано в работах В.П. Петрищева. В Оренбуржье автор выделил 8 основных типов ландшафтного проявления соляных структур: Сулакский, Боевогорский, Илецкий, Линевский, Салмышский, Букобайский, Надеждинский и Тузлуккульский [18]. В основном они тяготеют к Соль-Илецкой гравитационной депрессии. Данным автором отмечено влияние солянокупольной тектоники и соляной толщи на эволюцию ландшафта. При этом указана особая роль соляного зеркала (положения контактной зоны соляного массива к надсолевым отложениям), во многом предопределяющего ландшафтную выраженность соляной структуры. Это влияние соляного зеркала на ландшафт определяется комплексом условий: амплитудой, мощностью надсолевых

отложений и высотой дневной поверхности над уровнем моря. С учетом этого в пределах Оренбургского Приуралья В.П. Петрищев выделил 4 основных типа рельефа, обусловленных процессами соляного тектогенеза с приоритетом структурно-грядового рельефа синклиналей оседания Предуральяского краевого прогиба. Так, среди характерных форм рельефа, которыми выражены морфоструктуры соляных поднятий, выделены куэстовые гряды, денудационные и эрозионные останцы, впадины карстово-тектонического происхождения, карстовые котловины, карстовые поля, карстовые и антропогенно-карстовые озера, предопределенные разломами речные долины, заболоченные или засоленные низины. Отмечено, что именно соляная тектоника в Оренбургском Приуралье является ведущим фактором карстообразования. В связи с чем они играют роль маркеров карстовых участков и солянокупольной тектоники. К числу наиболее динамичных ландшафтов в пределах открытых соляных структур были отнесены те, где активно велась карьерная добыча соли. Основным источником выноса соли из соляных структур на поверхность являются речные долины, расположенные непосредственно в пределах соляного тела, или выходы высокоминерализованных вод, тогда как роль фильтрации вод, контактирующих с соляным телом, в засолении речных долин относительно невелика и проявляется в виде галофитизации и фитоаномалий.

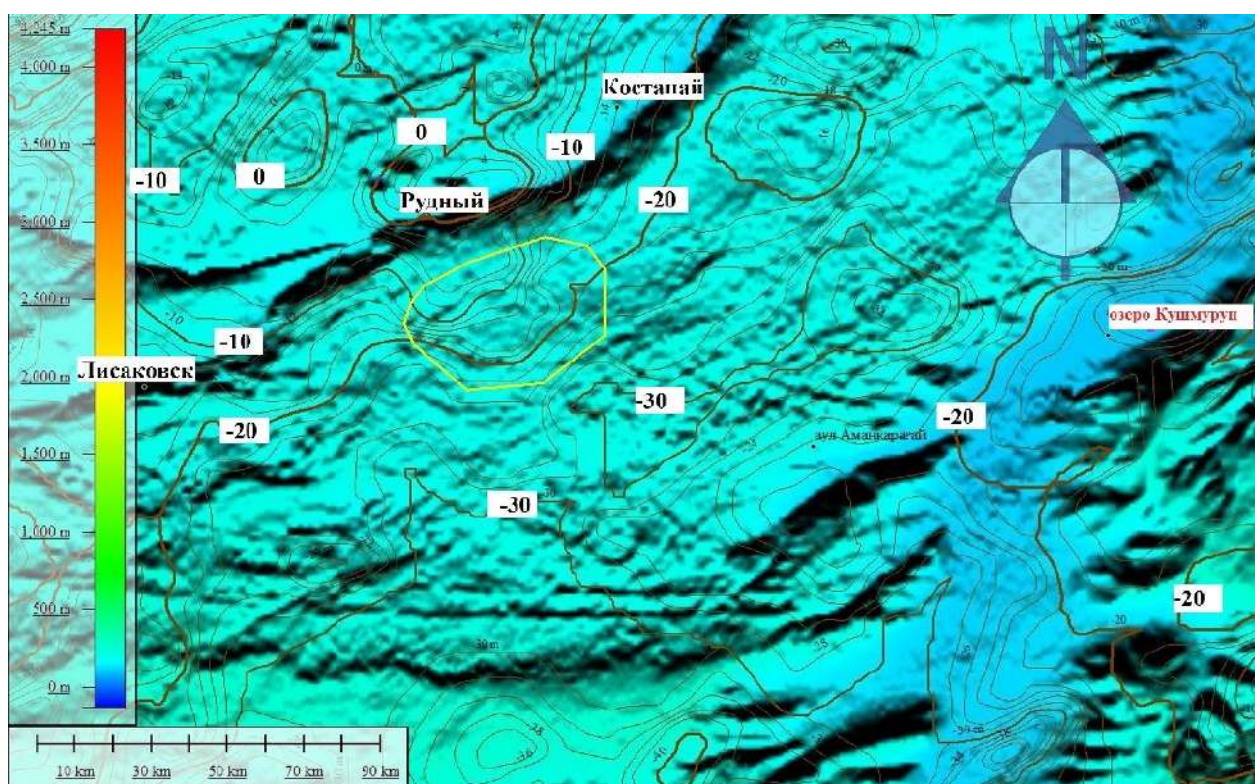


Рис. 3. Группа озер в районе Рудного (выделена желтым контуром) и оз. Кушмурун на композитной карте рельефа с гравиизолиниями, мГЛ

Более развернутое представление об эволюции солянокупольных структур и механизмов образования котловин соляных озер представлено в работе [19]. Так, разрастание соляных структур к поверхности В.П. Петрищев связал с несколькими градиентами, ключевым (ландшафтообразующим) из которых считается структурно-геологический градиент. Сам этот градиент обусловлен геофизическим (гравитационным) градиентом, создаваемым разностью плотностей каменной соли и несолевых пород из-за внедренных в надсолевые толщи эвапоритов.

В качестве еще одного важного для солянокупольных геосистем градиента Петрищевым выделен «структурно-гидрогеологический», обусловленный взаимодействием соляного ядра с пресными подземными водами, который фиксируется по урону соляного зеркала. Его роль важна, поскольку при снижении уровня околосолевых рассолов происходят обнажение соленосных пород и быстрое разрушение соляного ядра с последующими кардинальными и быстрыми изменениями в структуре геосистемы. Третьим по значению Петрищев считает градиент, связанный с взаимодействием соленосной толщи с поверхностными водами и атмосферными осадками, в результате чего

образуются важнейшие морфологические элементы солянокупольных ландшафтов – урочища поверхностных карстовых форм, а также эрозионные формы надсолевых отложений.

Результирующим маркером действия этих градиентов и развития соляного карста на поверхности является образование соляных озер. В частности, локальные мелкие соленые озера в районе Соль-Илецка на границе с Казахстаном оказались (по Петрищеву) связаны с ландшафтогенезом в рамках данной схемы и уже де-факто с крупными залежами древней соли. Рассмотрим это на примере.

Оз. Развал образовалось на месте выхода на дневную поверхность соляного ядра, там, где еще в XVIII в. возвышалась гора Туз-Тюбе. Причиной его образования стала разработка с середины XVIII в. Илецкого соляного купола, которая к концу XIX в. привела к разрушению купола и образованию котловины глубиной до 35 м, длиной 300 и шириной 240 м. В начале XX в. в результате затопления котловины паводковыми водами р. Песчанки образовалось это озеро площадью 6,8 га и глубинами до 22 м. Вода в нем имеет минерализацию свыше 200 г/л. Следует отметить, что по данным А.И. Дзенс-Литовского, комплексно обследовавшего Илецкое месторождение и его гидрогеологические условия по предложению «Главсоли» летом 1936 г. и составившего карты изобат и гидроизотерм, наибольшая глубина озера составляла лишь 17,6 м [2], а температура на глубине 3 м была отрицательной, у дна достигала  $-7^{\circ}\text{C}$ . Сравнение с современными данными указывает на активную трансформацию водоема. Впервые же изучением Илецкого соляного купола Дзенс-Литовский занялся в 1931 г. [7], что позже (в период с 1930 по 1970-е гг.) привело к фундаментальному описанию минеральных озер СССР [8, 11] и наиболее полному и всестороннему осмыслению на тот период явлений галогенеза, на что, в частности, указывает в своих работах и В.П. Петрищев [18, 19]. Так, в [18, с. 8] он пишет: «Особо ценными являются работы по галогенному карсту, геологическим и гидрогеологическим условиям на Илецком месторождении, гидрологии и гидрохимии Илецких озер А.И. Дзенс-Литовского (1939, 1966, 1968)» [5, 8, 11]. В 1970 г. на примере гидрохимического исследования озер Развал, Тузлучное, Дунино, Новое более подробно закономерности карстообразования на Илецком куполе были описаны Г.В. Короткевичем [14]. Следует указать на то, что еще в 1937 г. в работе [10] А.И. Дзенс-Литовский отметил важную деталь, касающуюся полосчатых прожилков каменной соли Илецкого месторождения. Их толщина в среднем варьировалась от 10 до 12 см, тогда как смежных ангидритово-глинистых прослоек – в пределах сантиметра. В некоторых местах последние истончались вообще до полного исчезновения, тогда как в стенах соляных куполов Южного Таджикистана прослойки достигали 7 см. Четко они наблюдались и в соляных рудниках Донбасса. Более того, в некоторых полосках соли Илецка были обнаружены включения мелких обуглившихся остатков древесины и включения целых кусков каменного угля [10, с. 46]. Этот феномен он объяснить не стал, заметив лишь, что генезис годовых слоев соли ныне связывают с тем, что с повышением температуры повышается растворимость  $\text{NaCl}$ , а растворимость  $\text{CaSO}_4$  резко понижается. При понижении температуры все идет в обратном порядке. Соответственно, в летний период в насыщенных соляных растворах выпадает  $\text{NaCl}$ , а в зимний –  $\text{CaSO}_4$ . Вместе с тем он указал на то, что годовые слои каменной соли представляют образования, аналогичные донным илам, ленточным глинам и, вообще, осадочным породам [10, с. 47]. Эту важную деталь позже с позиций гипотезы спонтанного метаморфизма в горных породах использовал П.А. Корольков для выявления причинно-следственных связей образования соляных полей и денудационного процесса. К проблемам Илецкого соляного месторождения А.И. Дзенс-Литовский обращался и позже, например, в 1939 г. [5], 1942 г. [3], 1946 г. [4, 9], 1953 г. [6].

Изучение Соль-Илецкого района с позиций гравигеографии показывает (рис.4), что территории с выходами соляных куполов попадают в зону отрицательных гравеоаномалий, причем все соляные озера естественного и искусственного происхождения находятся в зоне значительных отрицательных аномалий (от  $-20$  до  $-60$  мГл). Связано это с наличием глубинных соляных пластов, прослеживающихся по данным гравиметрии до 2600 м [12, с. 93].

Другое естественное соленое озеро в бассейне реки Урал – оз. Шалкар находится уже на территории Казахстана несколько южнее Уральска. Его гравигеографическая картина представлена на рис. 5.

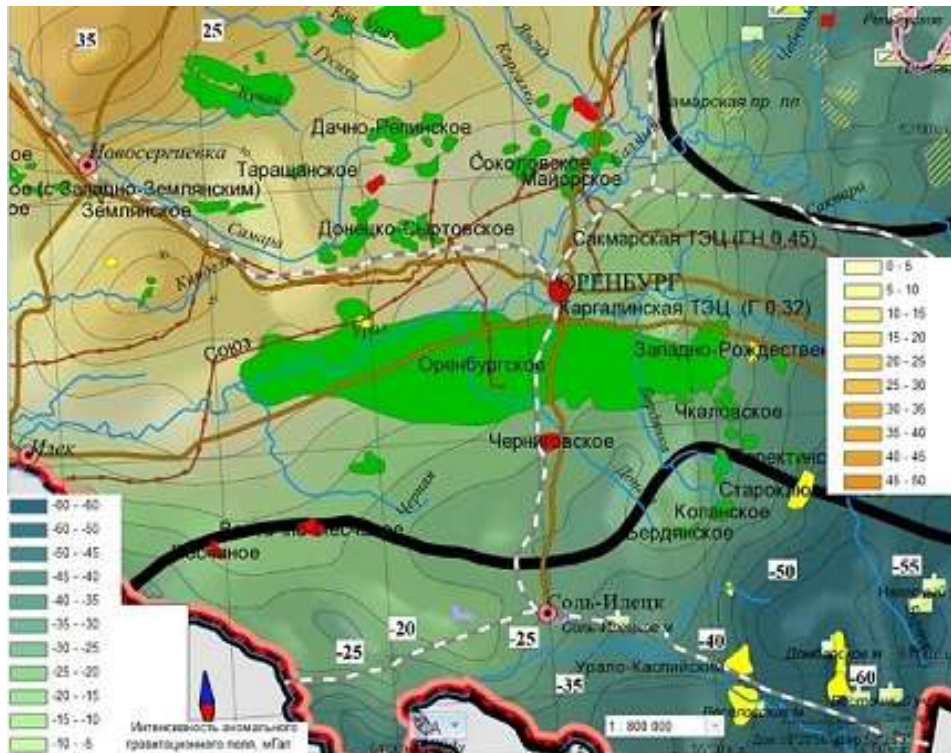


Рис. 4. Гравиогеографическая картина в районе Соль-Илецка и соляных озер юга Оренбургской области (значения изолиний даны в мГл). Пятнами выделены газоконденсатные месторождения

Солоноватое озеро Шалкар (Челкар) с варьирующей площадью зеркала в разные годы от 190 до 200 км<sup>2</sup> и более расположено на территории Теректинского района Западно-Казахстанской области к востоку от р. Урал и к югу от г. Уральска. Оно находится на высоте 17,5 м над уровнем моря (43 м над уровнем Каспия). Площадь озера составляет 205,8 км<sup>2</sup>, средняя глубина – 5 м (при максимальной в 13 м), ширина достигает 14,7 км, а по наибольшей оси – 18,4 км. Питание этого озера – снеговое и подземное. С севера оно окружено солончаками. Сезонные колебания уровня воды в озере достигают 1,8–2,0 м (с наивысшими показателями в мае). Шалкар замерзает с ноября по май, его вода непригодна для питья. Озеро имеет маловодный сток в Урал. По этой причине весной во время стока его вода на вкус солоноватая, а к концу лета становится горько-солёной. В озеро впадают маловодные реки Шолаканкаты и Есенанкаты, а вытекает одна пересыхающая р. Солянка, относящаяся к бассейну Урала.

В гравиогеографическом отношении озеро расположено в зоне отрицательной гравиидепрессии с большим градиентом аномалии, наблюдающимся вдоль оси с запада на восток: от –10 мГл (пос. Малый Шалкар) до –60 мГл (пос. Шалкар) (рис. 5).

**Оз. Индер** или Туздыколь – самое крупное самосадочное, бессточное, соляное озеро в северной части Атырауской области Казахстана и в бассейне р. Урал. Оно расположено в северной части Прикаспийской низменности в 150 км к северу от береговой линии Каспийского моря, а также в 10 км к востоку от р. Урал и в 5 км от южной границы Западно-Казахстанской области. Его северные и северо-восточные берега окаймляют Индерские горы. Карстовое поле этих гор – крупнейшее в Прикаспийской низменности, а количество карстовых воронок достигает 5 тыс. Размеры наиболее заметных из них в диаметре достигают 40 м, глубина – 20 м. В физико-географическом отношении территория относится к Урало-Эмбенской плоскоравнинной пустынной провинции.

Площадь зеркала озера составляет примерно 110 км<sup>2</sup>. По форме озеро округлое, слегка вытянутое с северо-запада на юго-восток. Диаметр варьирует от 10 до 13,5 км. Реки в озеро не впадают, так что питание его в основном подземное, обусловленное наличием многочисленных соляных ключей, и тало-дождевое в весенний период. Форма озера округлой формы с обрывистыми берегами указывает на возможность его образования вследствие провала соляного купола (карст), а полупустынная территория с большим засолением почв на левобережье Урала указывает на то, что некогда здесь было дно Каспийского моря. Ближайший к озеру населённый пункт – пгт Индерборский, центр Индерского района Атырауской области, возник в 1935 г. в связи с разработкой солей озера.

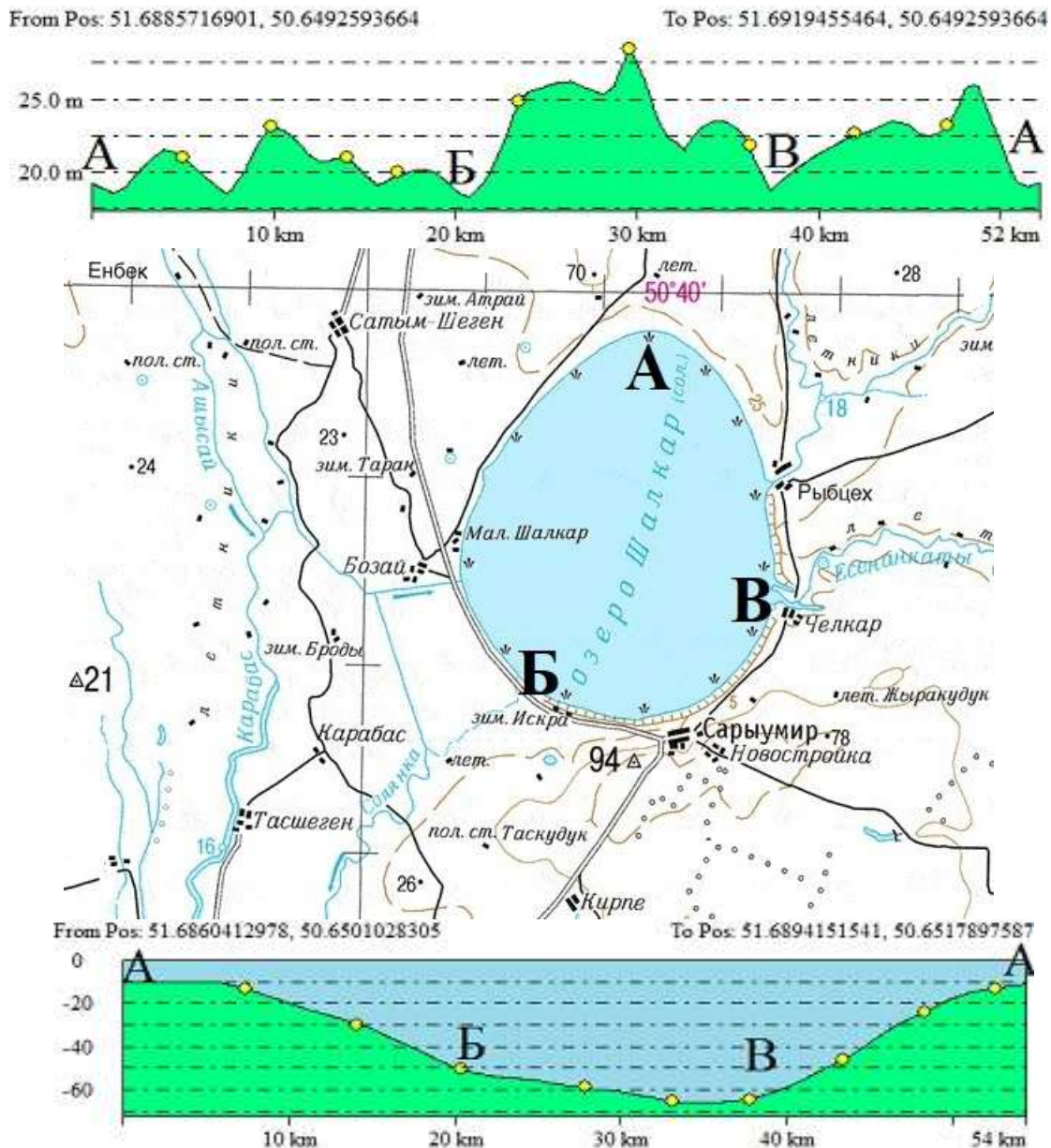


Рис. 5. Озеро Шалкар к югу от Уральска. Вверху представлен профиль рельефа, а внизу – гравипрофиль местности по периметру, мГл

В водах озера помимо обычной соли содержатся калий, бром и бор. В частности, еще в 1868 г. было установлено содержание  $\text{NaCl}$  – 97,26%;  $\text{MgCl}_2$  – 0,10;  $\text{CaCl}_2$  – 0,18;  $\text{CaSO}_4$  – 0,20; песка – 0,06 и воды – 2,20%. Рапа же имеет близкий к насыщению раствор  $\text{NaCl}$ , содержащий до 2%  $\text{KCl}$ . Толщина соляного пласта в отдельных местах достигает 10–15 м. Вследствие этого там ведется добыча соли, а для ее транспортировки от станции Макат в 1930-е гг. была проложена промышленная железная дорога. Ныне Индерборский связан также автомобильной дорогой с Атырау и водным путем по Уралу с Уральском. Гравиогеография территории в районе озера представлена на рис. 6.

Как видно из рис. 6, оз. Индер находится в зоне отрицательных гравеоаномалий в диапазоне от -20 до -30 мГл. Диапазон аномалий, хотя и меньше, чем в районе оз. Шалкар, но сами аномалии по абсолютным значениям велики. Уменьшение диапазона, возможно, связано с гравимодерирующим действием песка и его влагонасыщенностью, приводящих к более «мобильной» компенсации недостающего для изостатического выравнивания веса дневной поверхности за счет накопления на ней дополнительных масс песка и вариаций его плотности в возможных пределах: от  $1200 \text{ кг/м}^3$  (для неуплотненного сухого песка) и  $1700 \text{ кг/м}^3$  (для сухого уплотненного песка) до  $1900\text{--}2080 \text{ кг/м}^3$  для мокрого неуплотненного и мокрого уплотненного песка. В целом же механизм компенсации гравидепрессии и степень аридности климата, вероятно, определяют географию наступления и



отступления песков в регионе и, стало быть, географию природных зон, распространение пустынных и полупустынных территорий.

Отметим, что натриевая соль (плотность – 2,1–2,2 кг/м<sup>3</sup>) более тяжела по отношению к пескам, а также к воде (1000 кг/м<sup>3</sup>) и ее солевым растворам (до 1300 кг/м<sup>3</sup>), что предопределяет ее весовое преимущество к ним для изостазийного выравнивания локальных участков земной поверхности.

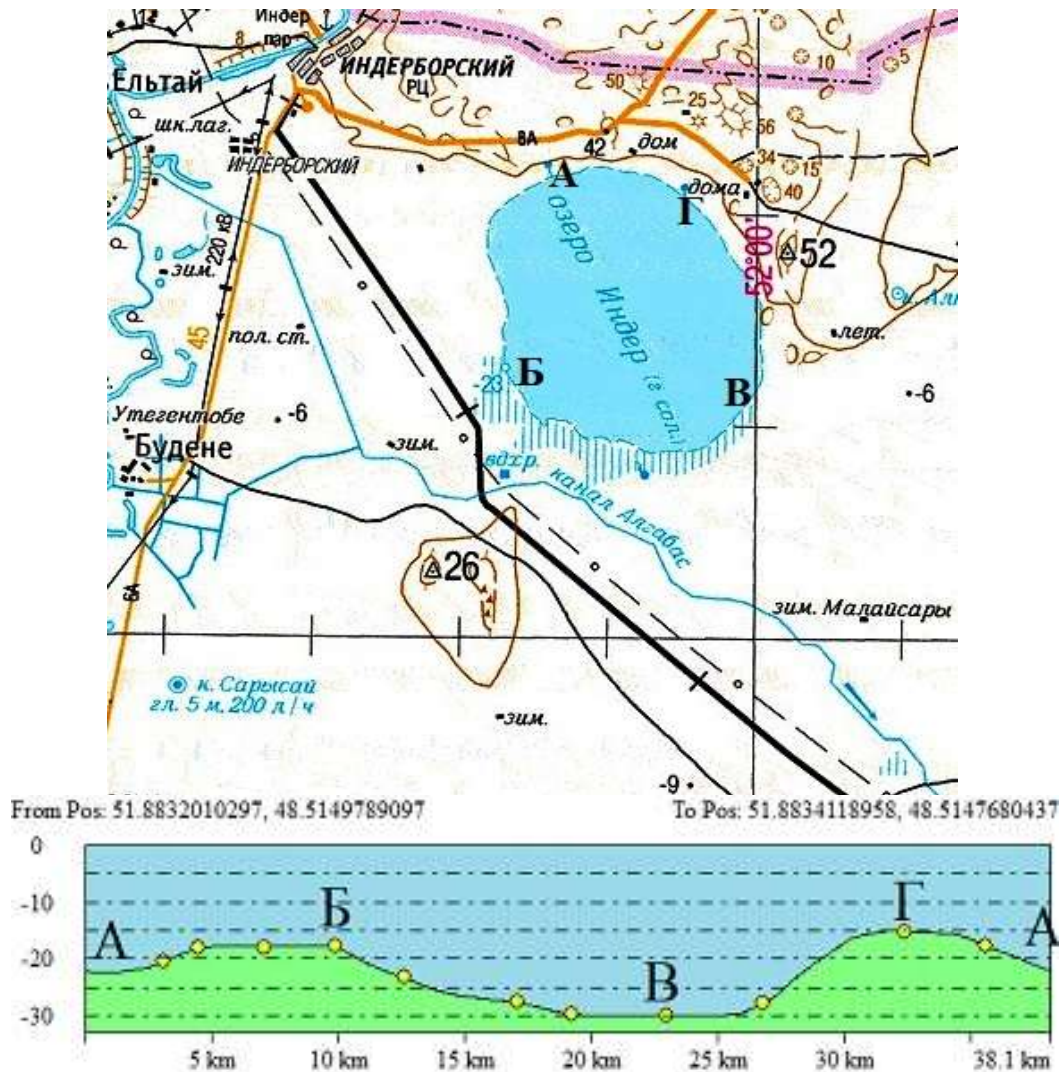


Рис. 6. Озеро Индер. Вверху представлен профиль рельефа, а внизу – гравипрофиль местности по периметру, мГл

Для менее аридных зон более эффективным инструментом такого выравнивания в депрессиях является угленакопление, поскольку плотность углей варьирует от 1000 до 1700 кг/м<sup>3</sup>. При этом если у каменного угля она составляет 1200–1300 кг/м<sup>3</sup>, то у антрацитов варьирует в диапазоне от 1500 до 1700 кг/м<sup>3</sup>, а у графита – и вовсе от 2080 до 2230 кг/м<sup>3</sup>, что в менее аридных зонах, вероятно, и предопределяет конкуренцию в пространственном распределении и накоплении между ними. Если для хлоридов натрия и калия плотности варьируют в близких пределах (плотность от галита к гидрогалиту уменьшается от 2200 до 1600 кг/м<sup>3</sup>, а для калийных солей от сильвина до карналлита от 2000 до 1600 кг/м<sup>3</sup>), то для карбонатных и гидрокарбонатных солей размах вариации несколько шире (от 2600 до 1400 кг/м<sup>3</sup>). Наибольшая плотность у сульфатных солей: от 3000 (астраханит) до 1500 кг/м<sup>3</sup> (мирабилит), что предопределяет и более вариативную географию их распределения.

### 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. На примере изучения гравииогеографии группы озер Северного и Западного Казахстана, а также Оренбуржья показано, что они тяготеют к зонам отрицательных аномалий или зонам дефицита веса, который компенсируется не только за счет воды, но и образования более тяжелых рассолов, а, возможно, и еще более тяжелых минерализаций в недрах. Выявлена тенденция увеличения отрицательных гравииоаномалий в районе исследованных озер при смещении к югу. Это может быть связано не только с предысторией дневной поверхности (отступлением моря), но и с более инертным гравииокомпенсирующим механизмом галогенеза, накопления и переноса песка при нарастании аридности климата. С гравиметрических позиций показано, что озера выполняют функции изостатического выравнивания веса территории не только вследствие формирования отрицательных форм ландшафта, но и за счет геохимической трансформации вещества в них и в подстилающих слоях.

#### Библиографический список

1. *ВСЕГЕИ. Георесурсы.* URL: <http://www.vsegei.ru/ru/info/georesource/> (дата обращения: 01.07.2017).
2. *Дзенс-Литовский А.И.* Геологический возраст донных соляных залежей минеральных озер // *Природа.* 1936. №12. С. 42–57.
3. *Дзенс-Литовский А.И.* Геологическое строение и структура Илецкого соляного купола // *Известия АН СССР. Сер. Геологическая.* 1942. Вып.5–6. С. 83–98.
4. *Дзенс-Литовский А.И.* История геологического изучения минеральных озер СССР // *Природа.* 1946. №9. С. 59 – 65
5. *Дзенс-Литовский А.И., Карегунова Г.В., Орлянкин О.М., Мажерова Е.И.* Илецкое месторождение каменной соли и его гидрогеологические условия. Оренбург, 1939.
6. *Дзенс-Литовский А.И.* Минеральные озера Илецкого соляного купола и их термический режим // *Труды лаборатории озероведения.* Л.: Наука, 1953. Т.2. С. 108–138.
7. *Дзенс-Литовский А.И.* О возможности горных работ по добыче соли под соляным озером Развал в Илецке // *Разведка недр.* 1931. №14.
8. *Дзенс-Литовский А.И.* Соляной карст СССР. Л.: Недра, 1966. 168 с.
9. *Дзенс-Литовский А.И.* Соляные «горбы» минеральных озер // *Природа.* 1946. №5. С. 56–58
10. *Дзенс-Литовский А.И.* Соляные купола и полосчатость каменной соли // *Природа.* 1937. №8. С. 39–50.
11. *Дзенс-Литовский А.И.* Соляные озера СССР и их минеральные богатства. Л.: Недра, 1968, 119 с
12. *Еремин Н.И.* Неметаллические полезные ископаемые. М.: Изд-во Моск. ун-та; ИКЦ «Академкнига», 2007. 459 с.
13. *ИАЦ «Минерал».* URL: <http://www.mineral.ru> (дата обращения: 01.07.2017).
14. *Короткевич Г.В.* Соляной карст. Л.: Недра, 1970. 256 с.
15. *Литовский В.В.* Гравииогеография, проблемы инфраструктуры и размещения производительных сил. Гл.3. // *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.
16. *Литовский В.В.* Гравииогеография соленых озер Урала и сопредельных территорий: I. Челябинская и Курганская область. Особенности геохимии и генезиса // *Географический вестник.* 2017. №4(43). С. 12–21
17. *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.
18. *Петрищев В.П.* Солянокупольный ландшафтогенез: морфоструктурные особенности геосистем и последствия их техногенной трансформации: автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23. Оренбург, 2000. 22 с.
19. *Петрищев В.П.* Солянокупольный ландшафтогенез: морфоструктурные особенности геосистем и последствия их техногенной трансформации: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.23. Воронеж, 2012. 40 с.
20. *Электронный справочник «Озера России».* URL: <http://www.limno.org.ru/win/rlake.php> (дата обращения: 01.07.2017).

21. GIS-Lab. Открытые данные Лаборатории. URL: <http://gis-lab.info/qa/geology-geophysics-open-data-sources.html> (дата обращения: 01.07.2017).
22. Open Map Mineral. Интерактивная электронная карта недропользования Российской Федерации. URL: <https://openmap.mineral.ru/> (дата обращения: 01.07.2017).

### References

1. VSEGEI. Georesursy, available at: <http://www.vsegei.ru/ru/info/georesource/> (Accessed 1 July 2017).
2. Dzents-Litovskiy, A.I. (1936), "Geologicheskij vozrast donnykh solyanykh zalezhey mineralnykh ozer", *Priroda*, no. №12. pp.42-57.
3. Dzents-Litovskiy, A.I. (1942), "Geologicheskoye stroeniye i struktura Iletsogo solyanogo kupola", *Izv. AN SSSR. Ser. Geologicheskaya*. Vol. 5-6, pp.83-98.
4. Dzents-Litovskiy, A.I. (1946), "Istoriya geologicheskogo izucheniya mineralnykh ozer SSSR", *Priroda*, no. 9, pp. 59-65
5. Dzents-Litovskiy, A.I., Karegunova, G.V., Orlyankin, O.M. and Mazherova, E.I. (1939), *Iletskoye mestorozhdeniye kamennoy soli i ego gidrogeologicheskoye usloviya*, Orenburg, USSR.
6. Dzents-Litovskiy, A.I. (1953), "Mineralnyye ozera Iletsogo solyanogo kupola i ikh termicheskij rezhim. Trudy laboratorii ozerovedeniya", Nauka Publ., Leningrad, URSS. Vol. 2., pp.108-138.
7. Dzents-Litovskiy, A.I. (1931), "O vozmozhnosti gornnykh rabot po dobyche soli pod solyanym ozerom Razval v Iletse", *Razvedka nedr*, no.14.
8. Dzents-Litovskiy, A.I. (1966), *Solyanoy karst SSSR*, Nauka Publ., Leningrad, URSS.
9. Dzents-Litovskiy, A.I. (1946), "Solyanyye «gorby» mineralnykh ozer", *Priroda*, no.5. pp.56-58.
10. Dzents-Litovskiy, A.I. (1937), "Solyanyye kupola i poloschatost kamennoy soli", *Priroda*, no.8, pp.39-50.
11. Dzents-Litovskiy, A.I. (1968), *Solyanyye ozera SSSR i ikh mineralnyye bogatstva*. Nauka Publ., Leningrad, URSS.
12. Eremin, N.I. (2007), *Nemetallicheskiye poleznyye iskopayemye*. Moscow State University Publ, Akademkniga Publ., Moscow, Russia.
13. IATs «Mineral», available at: <http://www.mineral.ru> (Accessed 1 July 2017).
14. Korotkevich, G.V. (1970), *Solyanoy karst*. Nedra Publ., Leningrad, URSS.
15. Litovskiy, V.V. (2016), "Graviogeografiya. problemy infrastruktury i razmeshcheniya proizvoditelnykh sil", *Teoretiko-geograficheskiye osnovy formirovaniya dominantnogo uralo-arkticheskogo prostranstva i ego infrastruktury (dlya zadach formirovaniya mnogofunktsionalnogo bazisnogo opornogo vnutrennego i kontinentalnogo mosta Rossii po osi «Sever-Yug»)*, GEOS, Moscow, Russia, pp.143-225.
16. Litovskiy, V.V. (2017), "Graviogeografiya solenykh ozer Urala i sopredelnykh territoriy: I. Chelyabinskaya i Kurganskaya oblast. Osobennosti geokhimii i genezisa", *Geograficheskij vestnik*, no.4 (43), pp. 12-21.
17. Litovskiy, V.V. (2011), "Teoriya potoka i nekotoryye eye prilozheniya k ekonomicheskoy teorii i problemam razmeshcheniya proizvoditelnykh sil", *Zhurnal ekonomicheskoy teorii*, no.2, pp. 94-103.
18. Petrishchev, V.P. (2000), "Solyanokupolnyy landshaftogenez: morfostrukturnyye osobennosti geosistem i posledstviya ikh tekhnogennoy transformatsii", Abstract of Cand.Sc. dissertation, Geography, Orenburg, Russia.
19. Petrishchev, V.P. (2012), "Solyanokupolnyy landshaftogenez: morfostrukturnyye osobennosti geosistem i posledstviya ikh tekhnogennoy transformatsii", Abstract of D.Sc. dissertation, Geography, Voronezh, Russia.
20. Elektronnyy spravochnik «Ozera Rossii», available at: <http://www.limno.org.ru/win/rlake.php> (Accessed 1 July 2017).
21. GIS-Lab. Otkrytyye dannyye Laboratorii, available at: <http://gis-lab.info/qa/geology-geophysics-open-data-sources.html> (Accessed 1 July 2017).
22. Open Map Mineral (Interaktivnaya elektronnyaya karta nedropolzovaniya Rossiyskoy Federatsii), 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

**About the author****Vladimir V. Litovskiy**

Doctor of Geographical Sciences, Head of Sector of Productive Forces Distribution and Territorial Planning, Institute of Economics of The Ural Branch of RAS;  
29, Moscow st., Ekaterinburg, 620014, Russia

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

**Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

*Литовский В.В.* Гравиигеография соленых озер Урала и сопредельных территорий. II. Северный и Западный Казахстан, Оренбуржье. Особенности геохимии и генезис // Географический вестник = Geographical bulletin. 2018. №3(46). С. 5–16. doi 10.17072/2079-7877-2018-3-5-16

**Please cite this article in English as:**

*Litovskiy V.V.* Gravity geography of salt lakes of the Ural mountains and adjacent areas: II. North and West Kazakhstan and the Orenburg region. Features of geochemistry and genesis // Geographical bulletin. 2018. №3(46). P. 5–16. doi 10.17072/2079-7877-2018-3-5-16

УДК 911.3

DOI 10.17072/2079-7877-2018-3-16-23

**АДАПТАЦИЯ СХЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ РЕГИОНА К ЗАДАЧАМ РАЗВИТИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ РЕКРЕАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)****Юлия Юрьевна Калюжная**

e-mail: 1905.18@mail.ru

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск*

Рассмотрены необходимость и подходы к адаптации схемы комплексного физико-географического районирования региона пионерного рекреационного освоения для создания территориальных рекреационных систем на примере Томской области. В принятой схеме физико-географического районирования выделены 2 зоны, 3 подзоны, 2 физико-географических страны, 9 провинций и 30 физико-географических районов. По степени природно-рекреационного потенциала и потребностям рекреационной сферы деятельности территория Томской области разделена на 6 природно-рекреационных районов.

Ключевые слова: комплексное физико-географическое районирование, адаптация, рекреация, территориальная рекреационная система Томской области, пионерное освоение.

**ADAPTING THE SCHEME OF COMPLEX PHYSICO-GEOGRAPHICAL ZONING TO THE OBJECTIVES OF THE TERRITORIAL RECREATIONAL SYSTEM DEVELOPMENT (A CASE STUDY OF THE TOMSK REGION)****Yuliya Yu. Kalyzhnaya**

e-mail: 1905.18@mail.ru

*National Research Tomsk State University, Tomsk*

The paper considers the necessity and approaches to adaptation of the scheme of complex physico-geographical zoning of the region of pioneering recreational development for the creation of territorial recreational systems. The analysis is performed on the example of the Tomsk region. In the adopted scheme