

УДК: 911.52

В.В. Литовский

Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург

**ГРАВИОГЕОГРАФИЯ РЕК ВОСТОЧНОГО СКЛОНА УРАЛА. ЧАСТЬ II
ЕСТЕСТВЕННО-ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ**

Ключевые слова: гравииогеография, реки, Урал, Восточный склон, Западная Сибирь, Ямал.

Представлены результаты моделирования изменений рельефа Ямала при подъеме уровня воды на 20, 30, 40 и 50 м и каналов выхода вод из Обской Губы в Байдарацкую Губу, роль в этом гравитационного фактора. О необходимости учета гравитационного фактора искусственных водоемов показано на примере Аргазинского водохранилища Челябинской области. Показано, что гравииогеографический подход позволяет количественно определять потенциал допустимого изъятия (внесения) вещества, что важно для задач пространственно-экономического планирования.

V.V. Litovskiy

**GRAVITATIONAL GEOGRAPHY OF RIVERS. THE EASTERN SLOPE OF
THE URAL MOUNTAINS. PART II. NATURAL AND HISTORICAL ASPECTS**

Key words: gravitational geography, rivers, Ural, East slope, West Siberia, Yamal.

The results of modelling changes of a relief of Yamal when lifting the water level at 20, 30, 40 and 50 meters are represented. Channels of water output from the Ob Guba to Bajdarata Guba are identified as well the role of gravity-factor is shown. In the case of artificial Argazinsky reservoir of the Chelyabinsk region the need of taking into account of the gravitational factor is shown as well as that gravitational geographical approach allows us to quantify the potential allowable exemption or making substances. This is important for spatial economic planning tasks.

Гравииогеография речных долин в существенной мере определяется естественной историей их образования. В этом плане наиболее отчетливо на картах рельефа и гравииокартах отражаются долины современных рек, совпадающие с руслами палеорек, где проявляется суммарный эффект и итог кибернетической работы их стока.

В частности, в работе Н.Н. Куликова и В.Т. Мартынова (1961) отмечается, что положение древних береговых линий арктических морей России в геохронологии четвертичного периода было установлено впервые В.Н. Саксом еще в 1960-е гг. Наиболее древняя линия располагается в границах материкового склона за пределами Карского моря, которая отделяет области, бывшие под водой в течение всего четвертичного периода. Вторая погруженная береговая линия, которую В.Н. Сакс отнес по возрасту ко времени около 40 000 лет назад, оконтуривает Северную Землю, желоб Воронина и Центральную Карскую возвышенность. Третья же, наиболее молодая из древних береговых линий по времени, сформировалась 20 000 лет назад и была проведена В.Н. Саксом по восточным берегам Новой Земли и Вайгача, а также по границе Прибрежной мелководной зоны с глубинами от 70 до 100 м к северу от Байдарацкой губы. Согласно его исследованиям большая часть Центральной Карской возвышенности была тогда отделена от материка проливом. В пределах береговой линии им были выделены также древние долины Оби и Енисея, которые позже были уточнены В.Н. Ласточкиным (1977, 1984). Оказалось, что на глубинах около 100 м в древней долине Оби, простирающейся на дне моря в северо-западном направлении до Новоземельской впадины, отчетливо выражены «устьевые» участки (рис. 1). То же было выявлено и для Енисея. Помимо устьевых участков на дне Карского моря на продолжении от материка совре-

менных фиордов были выявлены морфоструктуры, состоящие из холмов, гряд, западин и глубоких вытянутых желобов (трогов), тяготеющих к районам древнего и современного оледенения или с учетом трансформации научных представлений – ледоводными (Кузин, 2013), что свидетельствовало об субэаральном генезисе этого рельефа. В частности, таковой был выявлен у восточного берега Новой Земли, где он прослеживается с глубин от 30-50 до 250- 275 м. В целом же причиной «движения» береговой линии, по В.Н. Саксу, стали регрессии и трансгрессии моря, причем те, которые имели место в четвертичном периоде и были связаны с межледниковыми сезонами.

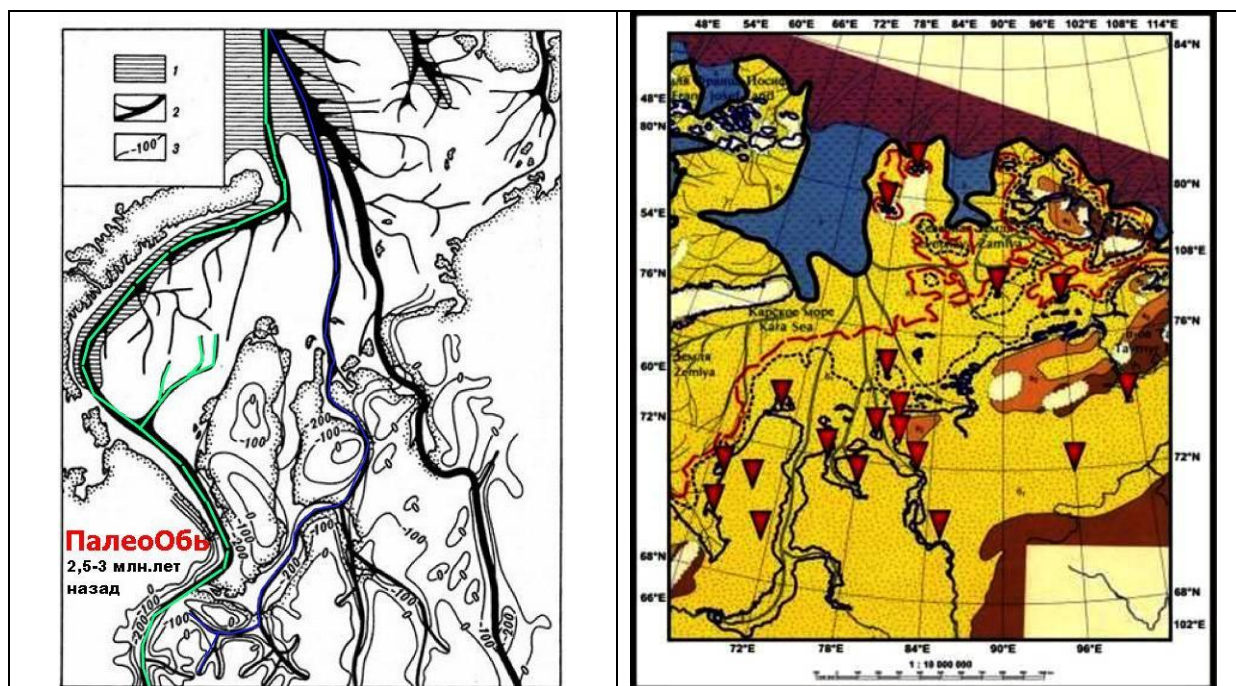


Рис. 1. Основной палеосток рек в районе современного Ямала (слева) и зоны трансгрессий и регрессий с береговыми линиями по Саксу (справа).

В итоге, с учетом установления возраста грунтов Карского моря, ныне затопленный рельеф субэарального происхождения и древние береговые линии на дне, выявленные на глубине порядка 500 м, Сакс отнес к эпохе максимального оледенения (от 105 до 65 тыс. лет назад), линию с глубинами – (200-300) м – к зырянскому (от 65 до 32 тыс. лет), а линии с глубинами до 50 м – к сартанскому оледенению (от 20 до 9 тыс. лет назад). При этом наиболее мощное оледенение в зырянскую эпоху, длившееся около 33 тыс. лет, шло на протяжении первых 20 тыс. лет, затем 8 тыс. лет шло межстадиальное потепление и оставшееся время - вторая стадия оледенения. В промежуточный период, то есть в интервале времени от 32 до 20 тыс. лет назад, имела место так называемая каргинская трансгрессия.

В максимальную эпоху вся площадь современного Карского моря, за исключением северной части желоба «Святой Анны», бывшего заливом Северного Ледовитого океана, по Саксу, являлась сушей. В последующее межледниковое время трансгрессия моря переместила береговую линию далеко на юг, вглубь материка, а регрессия моря на первой стадии зырянского оледенения (с пиком около 50 тыс. лет назад) сместила береговую линию на север, до нынешних глубин 200–300 м. В тот период существовало лишь два глубоко вдающихся в сушу залива, один из которых находился на месте желоба Воронина, а второй (особенно далеко заходящий вглубь суши) – на месте желоба «Святой Анны» и Новоземельской впадины, которая тогда не была отделена от желоба «Святой Анны» порогом, и между ними существовала связь.

Саксом было показано, что замкнутое озеро на месте современной Новоземельской впадины было недостаточным резервуаром для концентрации огромных масс речных вод, поставлявшихся в него многочисленными реками, включая древнюю Обь, и имело связь с озером-заливом на месте нынешней котловины к востоку от острова Вайгач, куда впадали древние реки, долины которых ныне прослеживаются на дне Байдарацкой губы к западу от полуострова Ямал. Затем в результате поднятия дна в районе нынешнего порога между впадиной и желобом «Святой Анны» произошло обособление Новоземельской впадины и Палео-Обь изменила русло, что важно для предмета исследования.

К концу каргинского межледниковья (примерно 20 тыс. лет назад) трансгрессия моря охватила значительно большую площадь современного Карского моря, чем в предшествующее межстадиальное время, а его береговая линия достигала, видимо, положения современных глубин порядка 20 м. Наконец, новая регрессия моря, наступившая в сартанское время, снова понизила его уровень примерно на 100 м ниже современного (Куликов, 1961). Именно с тех пор вышедшее из-под уровня моря дно стало вновь подвергаться эрозионному расчленению, а его береговая линия, сформировавшаяся более 9 тыс. лет назад, оказалась на глубинах около 100 м.

Итак, исходно русло Палео-Оби проходило через Байдарацкую губу (см. рис. 1), а река впадала в Палео-Енисей севернее Новой Земли. Таким образом, ключевой сток в Приуралье не был обским. Тем не менее, детали трансформации русла Палео-Оби к его современному виду из известных автору материалов не вполне ясны.

С учетом этого для понимания предшествующей современной эпохе гравинагрузки на территорию и стимуляции ею процессов изостатического выравнивания веса дневной поверхности земли в регионе было также обращено внимание на работы, касающиеся проблемы выравнивания поверхности на Западносибирской равнине. В частности, наглядное представление о стадиях выравнивания поверхности на Западносибирской равнине и осадках ее заполняющих (рис. 2) дает академическая монография «Урал и Приуралье» (1968).

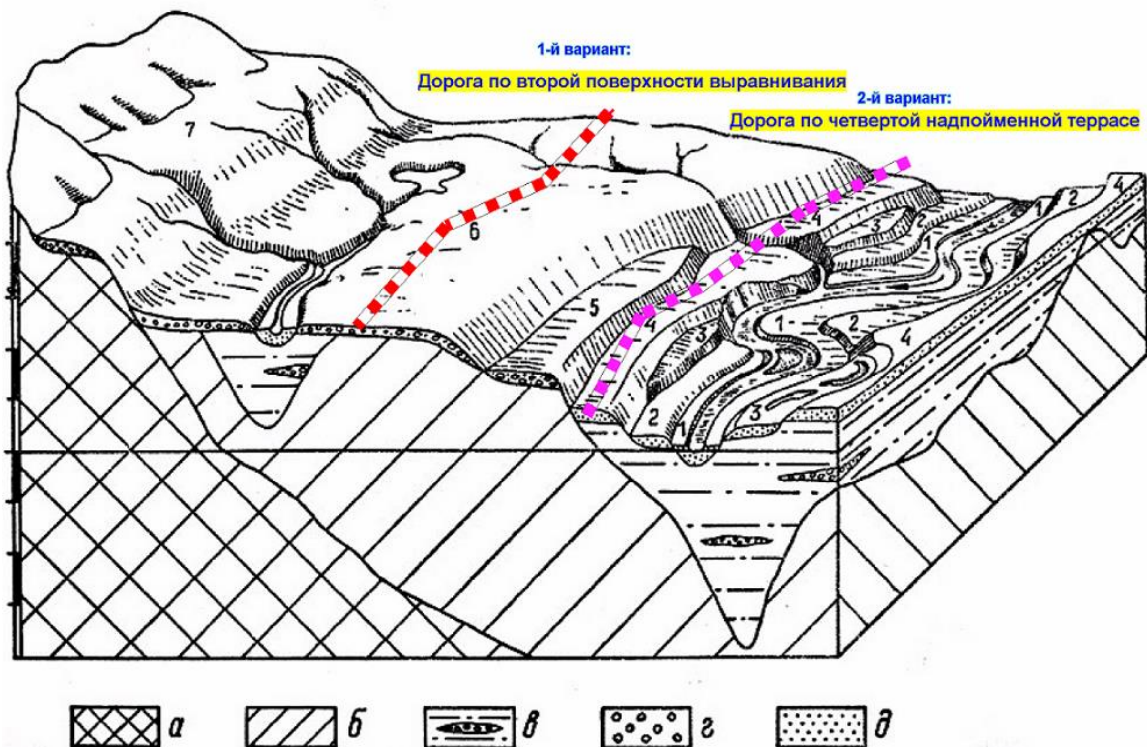


Рис. 2. Поверхности выравнивания и их геологическая основа в долине Оби, по И.Л.Кузину (Урал и Приуралье, с. 53).

На рис. 2 цифрами обозначены надпойменные террасы (1 – пойма; 2 – первая надпойменная терраса; 3 – то же, вторая; 4 – третья; 5 – четвертая морская терраса, или прибрежно-морская равнина; 6 и 7 – то же, пятая и шестая). Буквами обозначены слагающие их породы разных формаций (*a* – кристаллические породы, *b* – дочетвертичные породы, *v* – отложения ямальской трансгрессии; *z* – аккумулятивная часть морской террасы; *d* – аллювиальные отложения).

На рис. 2 автором были также выделены уровни, наиболее подходящие для размещения дорог вдоль восточного склона Урала, что актуально в связи с современными потребностями развития в УрФО кратчайших меридиональных ходов вдоль склонов Урала. В частности, для наиболее высокой части водоразделов на рис. 2 отмечены небольшие плоские участки первичной палеогеновой (66-23 млн лет назад) морской и озерной равнины с ее ниже расположенными делювиальными склонами, образованными плоскостным смывом. Эта озерно-аллювиальная равнина, простирающаяся почти до Тюмени, была образована существенно позднее: в так называемую эпоху самаровского оледенения² (от 230 до 170 тыс. лет назад). Полоса этой денудационной равнины выклинивается там в направлении к Ивделю и занимает правобережья Туры, Сосьвы, Лозьвы, а также участок Тавда-Туринского междуречья. Мощность ее осадочных тонкозернистых пылеватых пород составляет от 5 до 15 м, а высота равнины над уровнем моря колеблется в пределах 80-100 м. По долинам Туры и Тавды, а также в низовьях их притоков прослеживаются также широкие аллювиальные террасы эпох тазовского (170–130 тыс. лет назад) и зырянского оледенений.

В целом, формирование рельефа в долине Оби, согласно Кузину³ (Кузин, 1963), началось в конце неогена (5,0-2,5 млн лет назад) глубоким врезом (до 350-400 м) речных долин. Последовавшая Ямальская трансгрессия привела к заполнению этих долин толщами морских отложений, по завершению которой сформировалась шестая морская

² Оледенение своим названием связано с селением Самарово (Ханты Мансийском), где и было впервые обнаружено.

³ Исследования И.Л. Кузина примечательны тем, что начались фактически сразу с открытия в 1953 г. первого в Западной Сибири Березовского месторождения газа, после чего в Нефтяном институте (ВНИГРИ) была создана Салехардская экспедиция, в которую на второй год ее работы были приняты и геоморфологи, включая Ивана Леонтьевича Кузина - выпускника Географического факультета ЛГУ. За несколько лет до начала работ экспедиции север Западной Сибири был покрыт геологической съемкой масштаба 1: 1 000 000. В соответствии с господствовавшими тогда научными представлениями, на составленных картах севера Западной Сибири четвертичные отложения и рельеф показались преимущественно как ледниковые и водно-ледниковые образования, что для объяснения широкого распространения эрратического валунно-галечного материала - мегакластов из двух выдвинутых еще в XIX веке гипотез - дрифтовой и ледниковой, было обусловлено доминированием представлений «ледниковой теории» (Кузин, 2013). Тем не менее, предпочтение одной гипотезы другой определялось не столько доказательной научной базой, сколько числом их сторонников (согласно первой из них, перенос мегакластов осуществлялся плавучими льдами, второй - материковыми ледниками. Гипотезу дрифта (термин «дрифт» в 1829 г. ввел в науку Р. Мурчисон) развивали и защищали от нападок сторонников материковых оледенений Ч. Лайель (1830), Ч. Дарвин (1839) и Р.Мурчисон, основываясь на материалах наблюдений за современным переносом валунов и галек морскими льдами (Ч. Дарвин (1831-1835 гг.) в ходе экспедиции на корабле «Бигль» в южной Атлантике сам наблюдал льдину, переносившую каменную глыбу около 4 м в поперечнике). Гипотеза же материковых оледенений основывалась на материалах наблюдений за переносом каменного материала горными ледниками в Альпах, где распространение эрратических мегакластов на равнинах, расположенных к северу от Альп, стали объяснять предположением о выходе в недавнем прошлом далеко за пределы гор ледников, оставивших валуны и гальки (Венец, 1821; Шарпантье, 1834; Агассис, 1841). После того как было установлено не альпийское, а скандинавское происхождение этих мегакластов, гипотеза была скорректирована предположением, что центр материкового оледенения находился не в Альпах, а в горах северной Европы, в то время совершенно не изученных. Согласно И.Л. Кузину, за прошедшие с тех пор полтора столетия никаких доказательств этого предположения так и не было получено, хотя сторонники ледникового учения о горах Фенноскандии, как о центре материковых оледенений Европы, по-прежнему пишут об этом как об установленном факте. Сходная ситуация (по И.Л. Кузину) сложилась и в современных работах по Уралу как центру былых широкомасштабных оледенений.

терраса или прибрежно-морская равнина шириной от 10 до 30 км. В предгорьях восточного склона Урала эта равнина фиксируется на высотах от 200 до 250 м. Образующие ее породы представлены гравием, гальками и валунами. По И.Л. Кузину (1963), этот уровень выравнивания – самый древний на восточном склоне Урала. В виде останцов - водоразделов рек в южной и приуральской частях района (в бассейнах рр. Казыма, Куновата, Сев. Сосьвы, Вогулки) он сохранился вдоль узкой полосы шириной 10-30 км. Ныне этот уровень сильно размывает. На Полярном Урале по мере смещения в горы (в бассейнах рр. Щучьей, Мал. Усы, Соби, Ельца и Войкара) он поднимается от отметок 200 – 300 м на границе с низменностью до высот 400- 500 м.

Пятая из морских террас представляет собой выровненные пространства с высотами порядка 100 м над ур. моря. Она сложена аккумулятивным субстратом: морскими супесчано-суглинистыми осадочными породами четвертичного возраста (песок с гравием, гальками и валунами, привнесенными ледником). Для большей части территории района эта терраса стала первичной поверхностью, куда начала врезаться современная гидрографическая сеть (см. рис. 2).

Четвертая и третья морские террасы образованы вследствие понижений уровня моря до высот 50–60 м и 30–45 м соответственно относительно современного. В основном, они отмечаются на Ямале и севере ЯНАО. Их аккумулятивный материал представлен песками и небольшими включениями гравийно-галечного материала. Наконец, вторая и первая морские террасы (с высотами от 18 до 25 м (для второй) и от 8 до 14 м – для первой) с супесчано-суглинистыми осадками и песками отчетливо прослеживаются по берегам Байдарацкой и Обской губ.

Что касается речных надпойменных террас, то четвертая из них хорошо представлена на севере в долинах рек Оби и Полуя, где отслеживается на высоте от 50 до 60 м. По происхождению она также является эрозионно-аккумулятивной, а ее характерными породами служат пески с глинистым компонентом палеогенового (66-23 млн лет назад) и четвертичного возрастов (с 2,6 млн лет назад по настоящее время). Третья надпойменная терраса расположена ниже (на высотах от 25 до 45 м) в долинах крупных рек. Изрезанность ее сетью притоков долин придает террасе увалистость. Здесь обнажаются аллювиальные породы не только палеогенового и четвертичного, но и мелового возрастов (145-66 млн лет назад). Их мощность - до 15- 20 м. Видимо, образование этой террасы происходило в условиях большого обводнения территории с сосредоточением в широких речных долинах озер и болот.

Сравнительно большие площади в долинах крупных рек на высотах от 18 до 25 м занимает и вторая надпойменная терраса, сложенная из песков с редкими включениями глины, гравия и гальки с мощностью слоя до 15 м. На поверхности этой террасы наблюдаются бугры пучения, а также просадочные западины и закрепленные древние эоловые бугры.

Первая надпойменная терраса с высотами 8-12 м относительно уровня моря, сложенная песками и небольшими включениями гравия и галек, широко распространена в долинах почти всех крупных рек района. В пределах этой террасы наблюдаются следы блуждания русел рек, переработанные к настоящему времени эрозионно-мерзлотными процессами.

Высокая пойменная часть с буграми пучения и просадочными западинами в долинах рек находится на отметках до 5–7 м. Она также сложена песками с прослоями гравийно-галечного материала, а также линзами иловатых песков и торфа.

Наконец, низкая пойма с наиболее пониженными, ежегодно заливаемыми водой участками (сорами) с густой кустарниковой и древесной растительностью, сложена, как правило, суглинками, супесями и песками и широко развита в долинах рек лесотундры и северной тайги. При этом соры выполняют функции регуляторов микроклимата и стока воды. Самые крупные из них сосредоточены в приустьевых участках рек.

Итак, в конце неогена (23,0–2,6 млн лет назад) уровень воды в акватории нынешнего Карского моря был на 250–300 м ниже современного, а его мелководные участки представляли сушу. Глубина речных долин на осушенном шельфе Карского моря не превышала 100–200 м. В последовавшую затем Ямальскую трансгрессию уровень моря поднялся до +200 м относительно современного уровня, что привело к перелестыванию морскими водами Сибирских Увалов в бассейны рек Сабун, Вах, Обь и Большой Юган с образованием крупного бассейна, почти в два раза превосходившего по размерам Каспийское море к югу от Сибирских Увалов. Другим фактором образования такого бассейна – Самаровского перигляциального – явились, по мнению ряда специалистов, и ледниковые воды. Последовавшие за трансгрессией понижения уровня моря от +200 м до современного сопровождалось, вероятно, задержками, что привело к появлению как вышеописанных морских, так и речных террас.

Вышеизложенные материалы были использованы для выяснения гравииогеографии рек и, в частности, для формирования речной сети с использованием современных возможностей визуализации в рамках ГИС-моделирования.

Оказалось, что ярусность хорошо отслеживается при ГИС-моделировании подъема вод на заданную высоту с использованием возможностей пакета Global Mapper, что наглядно отражает рис. 3, где представлены результаты проведенного автором моделирования изменений рельефа Ямала при подъеме уровня воды на 20, 30, 40 и 50 м и каналов выхода вод из Обской Губы в Байдарацкую. Также было проведено исследование на сопричастность к главным векторам такой «канализации» гравитационного фактора (рис. 4).

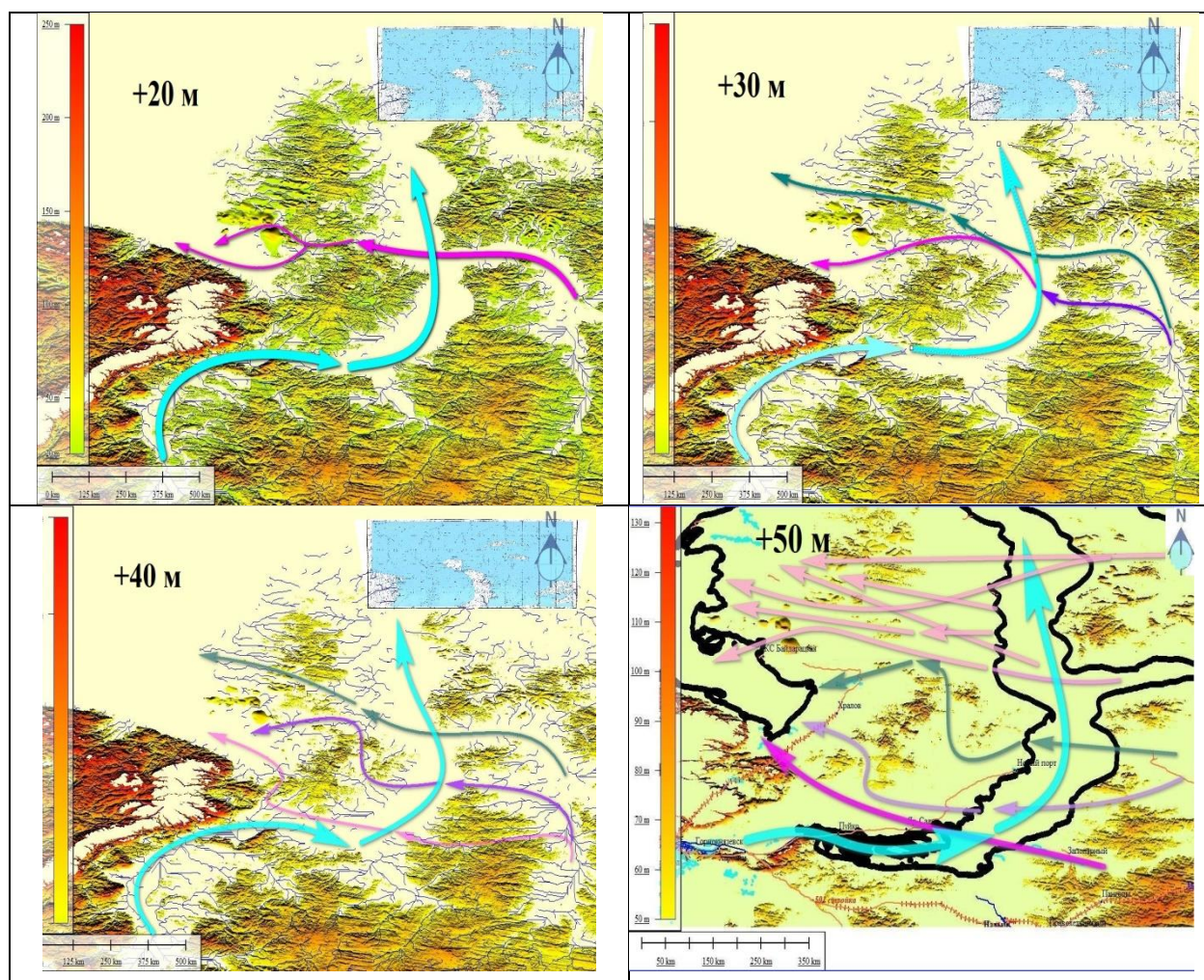


Рис. 3. Рельеф Ямала при подъеме уровня воды на 20, 30, 40 и 50 м.

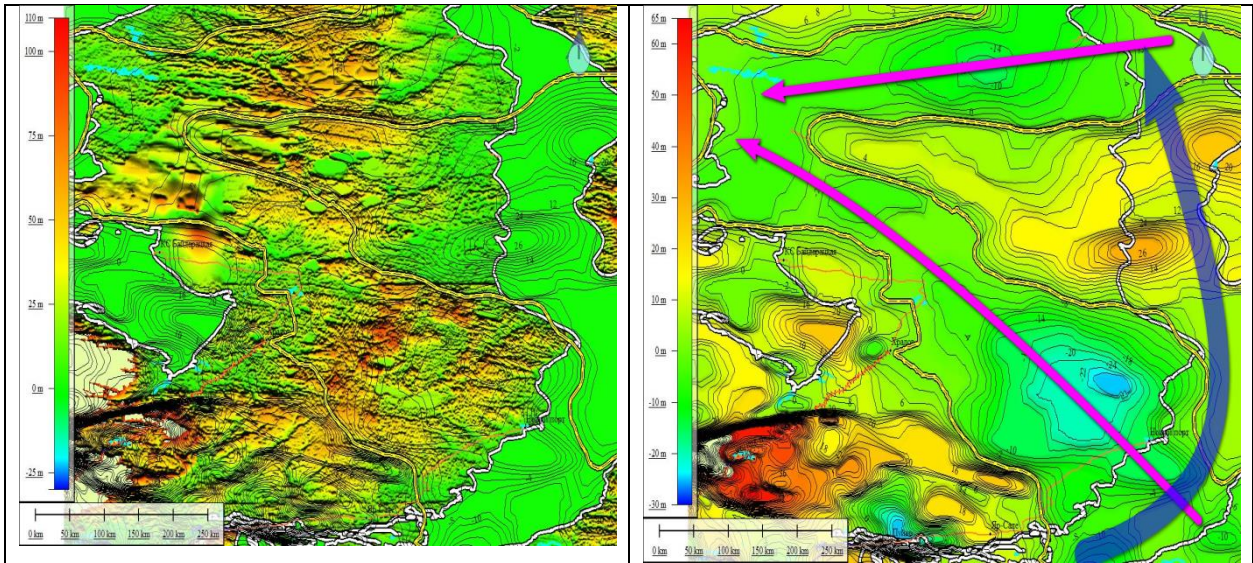


Рис. 4. Рельеф Ямала (слева) на гравииоснове с линиями изостатического выравнивания поверхности (нулевые изогравы - желтыми линиями), выделенными направлениями палеостока (розовые стрелки) и современным стоком Обской губы (синяя стрелка).

Из рис. 4 видно, что нулевая изограва, или линия изостатически выровненной поверхности, находит свое отражение в рельефе и линиях протекания или перколяции стока, показанных выше, а также на картах современной гидросети. Не менее наглядно это видно и на рис. 5, где на гравииоснове показан рельеф бассейна Северной Сосьвы, «подтопленный» слоем воды в 40 м. Более детальный послойный (томографический) анализ рельефа в перспективе может вскрыть и более тонкие аспекты генезиса ландшафта и правильности гипотез известных реставраций палеоландшафта.

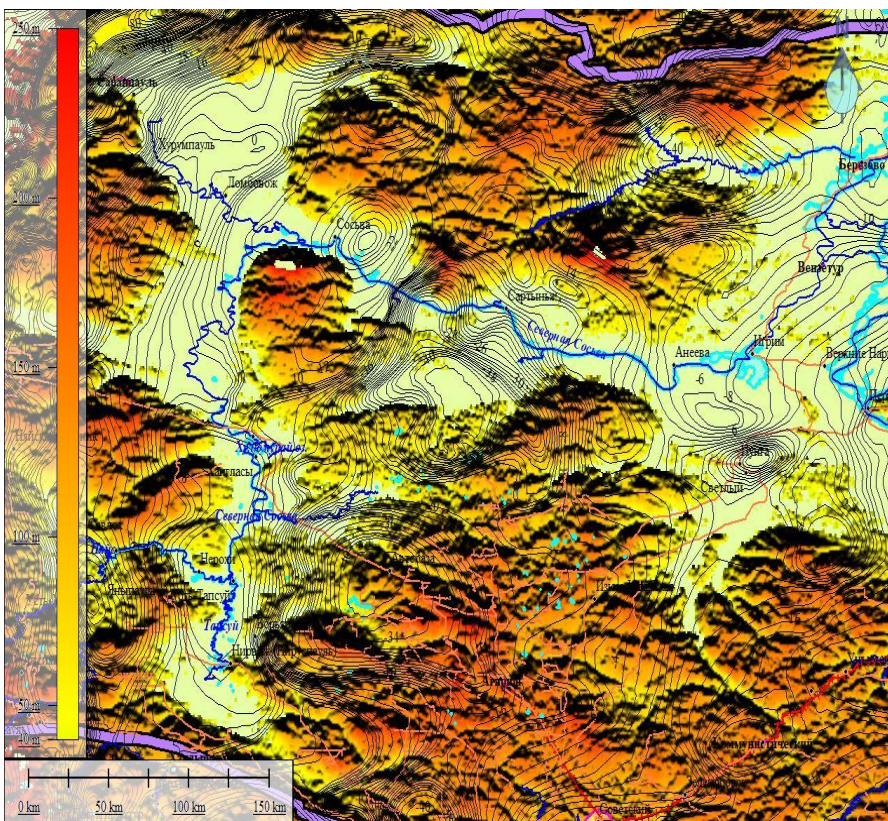


Рис. 5. Карта рельефа с бассейном реки Северная Сосьва с модельным поднятием уровня воды до 40 м и изолиниями аномального поля силы тяжести.

В гравииоспекте здесь хотелось бы обратить внимание не столько на факторы трансгрессии и регрессии воды, сколько на факторы локального концентрирования атмосферных осадков, и, прежде всего, в твердой фазе (снега и льда) с сопутствующими процессами их уплотнения-разуплотнения, оледенения, про-

мерзания грунтов, образования субаквальной мерзлоты, запирающих или (при растеплении), наоборот, открывающих локальные или региональные водоемы. Важно это по причине обеспечения ими изостатического выравнивания веса территорий с меньшими затратами гравioresурса для тех же площадей.

Так, для первичного или тонкого изостатического выравнивания территории наибольшего охвата площади наиболее эффективным является снег. Его плотность в зависимости от температуры может меняться, как известно, от 150 при 0°С до 800 кг/м³ при -120° С. Примерно в том же диапазоне плотность снега варьирует и по спрессованности. Плотность льда в меньшей степени зависит от температуры (от 917 при 0°С до 929 кг/м³ при -120° С). Тем не менее, в сравнении с практически несжимаемой водой (1000 кг/м³) лед при той же массе дает увеличение объема на 10 %, а снег – в несколько раз. Это делает их эффективными для изостатического выравнивания веса территорий за счет фазовых трансформаций одного и того же вещества «на месте», то есть депонирования сноса и его «запирания» в локальных резервуарах без привлечения гигантских экстерриториальных масс воды с повышением уровня воды в огромных (морских или океанических) акваториях, что весьма проблематично как по причине неясности источников образования необходимых объемов воды, так и с гравиипозиций.

О связи линейно грядового рельефа с тектоническими структурами на севере Западной Сибири также известно давно. Еще в 1960-е годы на эту особенность в формировании рельефа Западносибирской низменности указывали Ю.Ф. Андреев (1960) и И.Л. Кузин (1960,1961), а на роль основных стволов Мировой рифтовой системы на ключевые стоки Европейского Востока России и Западной Сибири относительно Урала – А.А. Соколов (1986), Д.В. Несмеянов (2002), А.А. и С.А. Маракушевы (2010, 2012). Согласно Соколову, фундаментальной причиной, обуславливающей основной сток в зоне Урала, является распределение основных стволов Мировой рифтовой системы, в частности, западный рифт Евразии, который проходит и по Уралу (рис. 6).

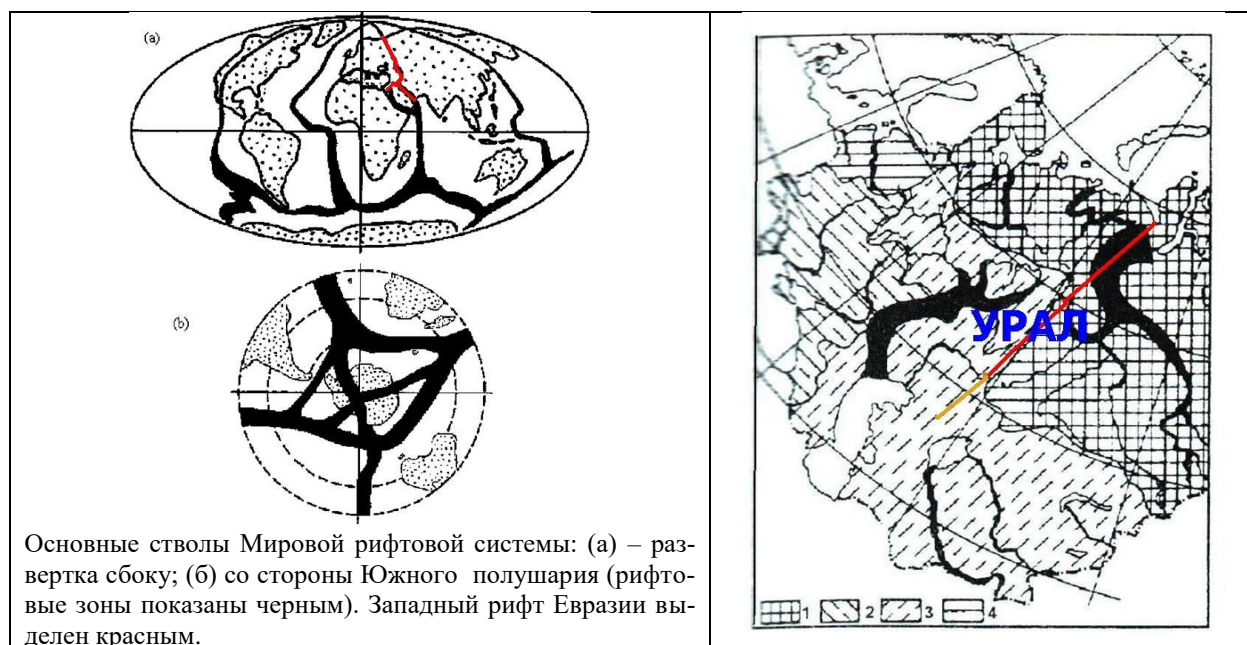


Рис. 6. Основные стволы Мировой рифтовой системы и ключевые стоки Европейского Востока России и Западной Сибири относительно Урала (Соколов, 1986).

В этом отношении примечательна эволюция взглядов на проблему уровней выравнивания в зоне Урала и Западной Сибири одного из ключевых специалистов по проблеме – И.Л. Кузина. По его мнению, исходно картина об уровнях выравнивания формировалась под влиянием развитых еще в 1920-е гг. французскими учеными идей о

высокотеррасированных поверхностях выравнивания («плато») Парижского бассейна как реликтах палеозойского рельефа, на которых залегают ледниковые и водноледниковые отложения. Позже эти представления (сохранившиеся и до наших дней) сторонниками ледникового учения были распространены и на разные по высоте «плато», которые также стали считать реликтами палеозойского (доледникового) рельефа. Так, вместо территорий с морскими и речными отложениями и террасами стали говорить о реликтовых «плато» разных уровней, а к доледниковым отложениям относить находящееся под мореной.

И.Л. Кузиным (2005, 2013) «доледниковый» рельеф северной части Уральских гор и Западной Сибири соотнесен с новейшим геологическим этапом при определяющей роли тектоно-эвстатических колебаний уровня Мирового океана, а не с палеозоем и мезозоем. Согласно ему, причиной резких преобразований рельефа с формированием высоких террасированных водоразделов и древних глубоких речных долин стали крупные и неоднократные изменения гипсометрического положения главного базиса денудации. В частности, по Кузину (2003): «Образование Уральских гор вызвано молодыми поднятиями земной коры вдоль системы глубинных разломов, протянувшихся с севера на юг почти на 2,5 тыс. км. На глубинную природу разломов наряду с геологическими данными указывают и выходы мантийного газа, установленные нами в русле р. Сосьва у подножия восточного склона Северного Урала. По нашему мнению, здесь развита одна поверхность выравнивания (пенеплен) длительного (поздняя юра - эоцен) формирования, испытывавшая в послеоценовое время *прерывистые глыбово-сводовые поднятия и эрозионное расчленение*. Если из современного рельефа Урала убрать эрозионные формы рельефа (речные долины), то за редким исключением окажется, что горы представляют собой длинную узкую складку – сводообразно изогнутую поверхность выравнивания, осложненную рядом небольших перегибов, связанных с литологическими особенностями пород и дизъюнктивными нарушениями (рис. 7). Высота складки изменяется от нескольких сотен метров на крайнем севере и юге горного хребта до 1000-1500 м - в его срединной части. Поперечный профиль складки асимметричен - ее восточное крыло (склон хребта) в 2-3 раза шире западного. О времени образования поверхности выравнивания, характере ее деформаций и расчленения можно судить по коррелятным отложениям, развитым на прилегающих равнинах. В Западной Сибири коррелятными развитой на Урале поверхности выравнивания являются отложения верхнеюрско-эоценового возраста, представленные монотонной толщей переслаивающихся песков, алевроитов и глин. Характер осадконакопления указывает на то, что на месте Уральских гор в условиях тектонического покоя или медленных поднятий длительное время существовала низкая денудационная равнина (пенеплен), окраинные части которой временами заливались морем».

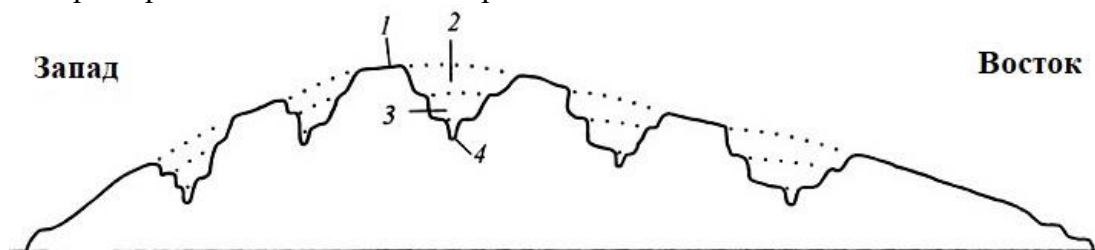


Рис. 7. Схема соотношения геоморфологических уровней северной части Уральских гор (Кузин, 2003): 1-юрско-эоценовый пенеплен, 2-олигоценовая долин, 3-позднемиоцен-раннеплиоценовая долина, 4-неоплейстоцен-голоценовая долина.

В неогене глубина эрозионного расчленения достигала здесь, как и на других равнинах Севера, 400–500 м. В этих условиях реликты палеозойского рельефа не могли сохраниться. Поэтому возраст широко распространенных абразионно-аккумулятивных террас (так называемых плато) рассматриваемого региона следует определять не по па-

леозойским породам цоколя, а по рыхлым осадкам их аккумулятивных частей. Развита на разной высоте, они имеют и разный возраст, выходящий за рамки не только последнего (валдайского) оледенения, как считают сторонники ледникового учения, но и всего «ледникового периода» (квартера) (Кузин, 2013).

Таким образом, по Кузину (2003), Урал не был центром материковых оледенений, а оледенение там имело горно-долинный характер. Основная масса гравийно-галечно-валунного материала уральских пород, распространенного на прилегающих равнинах, была вынесена туда задолго до начала четвертичного («ледникового») периода – в олигоцене и неогене. Центрами зарождения ледников стали самые высокие горные массивы, из которых ледники на прилегающие равнины выходили не более чем на 5-10 км, о чем свидетельствуют самые удаленные от гор гряды конечных морен. Сторонники ледниковой теории их образование связывают с эпохой сартанского (последнего) оледенения, их оппоненты – с более древними формами рельефа. Одним из центров оледенения был самый высокий на Полярном Урале горный массив Пай-Ер (высота 1499 м) у западного и восточного подножий которого на расстоянии 3-4 км от гор развиты гряды конечных морен, отвечающие по времени максимальному распространению ледников последнего оледенения (сартанскому горному оледенению, датированному в 13 300 лет, и зырянскому времени, по мнению одних и дозырянским оледенениям, по мнению других). Тем не менее, эволюция взглядов на генезис речных долин в зоне Урала и Западной Сибири привела исследователей к большему пониманию влияния на них рифта и вертикальных тектонических движений самой земной поверхности.

С учетом вышесказанного, эта ось является зоной повышенной концентрации не только стока и депонирования воды, но и углеводородов (нефти, газогидратов и природного газа). Наглядное представление об этом дает рис. 8.

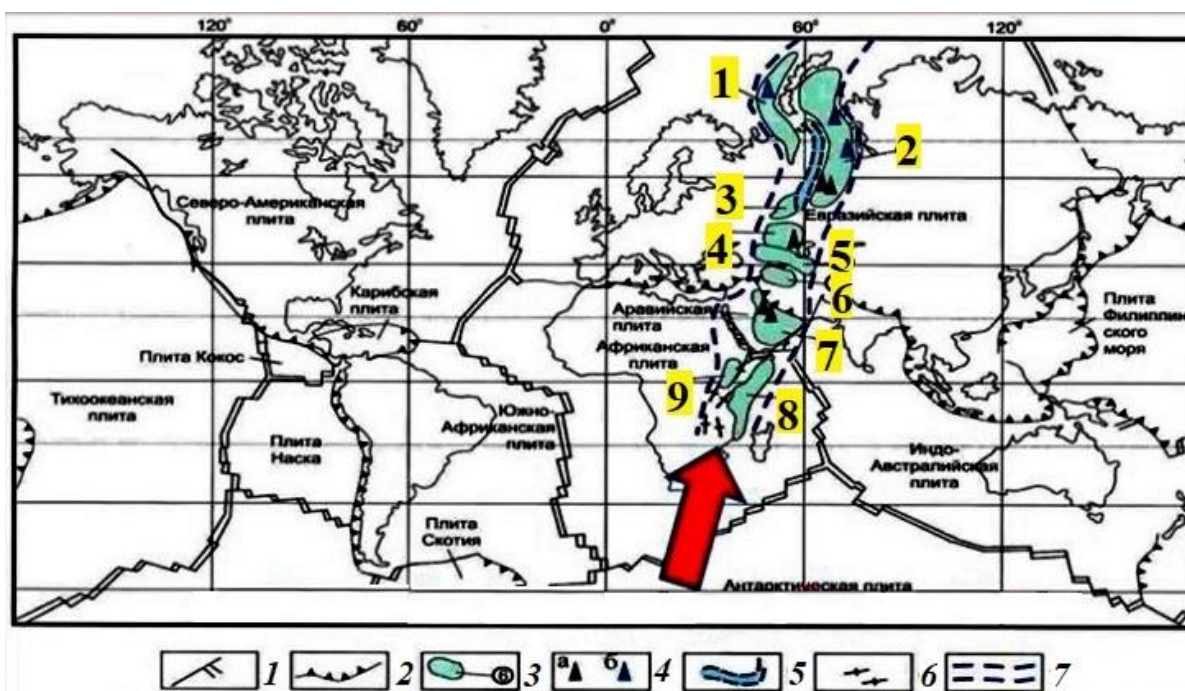


Рис. 8. Положение Урало-Африканского трансконтинентального нефтегазового пояса на схеме литосферных плит (Смыслов и др., 2003).

На рис. 8 цифрами курсивом обозначены: 1 - океанические рифты и трансформные разломы, 2 – границы литосферных плит в зонах поглощения и коллизий, 3 - осадочные бассейны с установленной нефтегазоносностью (1 - Тимано-Баренцевоморский, 2 - Западно-Сибирский, 3 - Волго-Уральский, 4 - Прикаспийский, 5 - западный фланг Амударьинского, 6 - Южно-Каспийский, 7 – Персидского залива, 8 -

Восточно-Африканский), 4-основные районы широкого развития уникальных месторождений нефти и газа, 5 - положение Уральской раздвигово-складчатой системы, 6 - фрагменты Восточноафриканского континентального рифта, 7 - граница ступени гравитационного потенциала Земли (граница перехода разуплотненных глубинных масс мантии к более плотным).

С учетом развития современных представлений о роли выделений водорода в недрах Земли и его влияния на формирование ее оболочек и геохимический состав (Ларин, 1975, 1980, 1993, 2005), а также последовавших на этой основе исследований В.Л. Сывороткина по влиянию глубинной дегазации рифтов на разрушение озонового слоя (рис. 9) и иные глобальные катастрофы (Сывороткин, 1996, 1997, 2002, 2006, 2013), исследований И.Н. Плотниковой, Д.К. Нургалиева и Р.Х. Муслимова по феномену природной и техногенной цикличности объемов и свойств добываемой нефти, наконец, ее воспроизводства (Плотникова и др., 2000; Сывороткин, Полеванов, 2015, Сывороткин, 2017), следует обратить внимание и на этот геофлюидный фактор вариации плотности коры и денудации, влияющий на сток.

В этой связи феномен образования «ямальской воронки» и «мгновенных» появлений и исчезновений озер, вероятно, является лишь частью более общего феномена – залпового грависброса и лимногенеза, обусловленного закономерностями дегазации недр, актуальными также и для хозяйства (Полеванов, Сывороткин, 2015), в частности, для искусственных водоемов-водохранилищ.

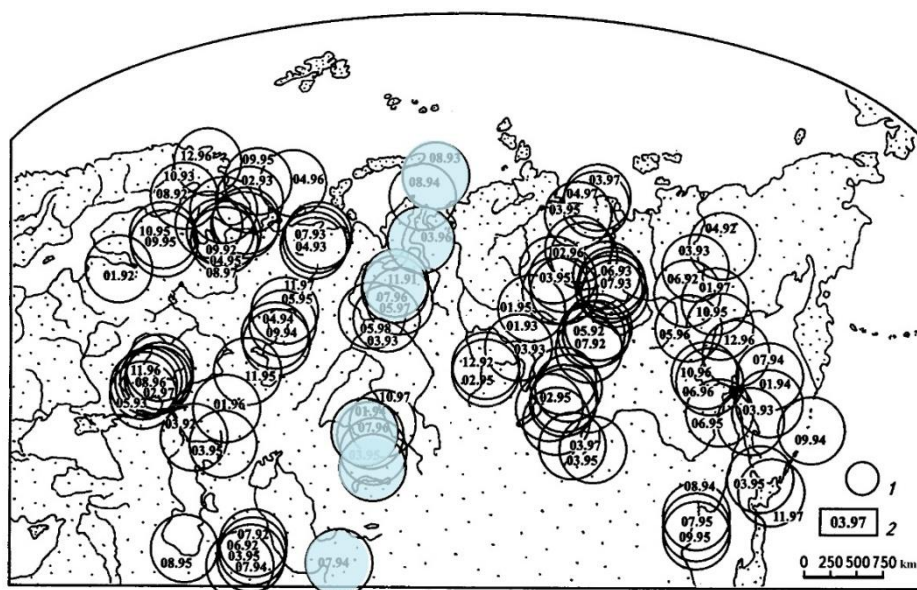


Рис. 9. Центры озоновых аномалий над Россией и сопредельными странами (в урало-западносибирской рифтовой зоне выделены голубым цветом) в 1991-2000 гг. (Сывороткин, 2013).

О влиянии гравитационного фактора на искусственные водоемы рассмотрим на примере крупнейшего водохранилища Челябинской области – Аргазинского, расположенного на реке Миасс.

Объем Аргазинского водохранилища – 966 млн м³, из него 800 млн м³ считается полезным. Площадь акватории 113,5 км², длина водохранилища 17,5 км, максимальная ширина 8,1 км, средняя глубина 8,5 м, максимальная – 14 м. Длина береговой линии 108 км. В гравииогеографическом отношении, как следует из рис. 10, водохранилище оказалось размещенным на территории положительного полюса аномального поля силы тяжести со значениями порядка +30 мГл.

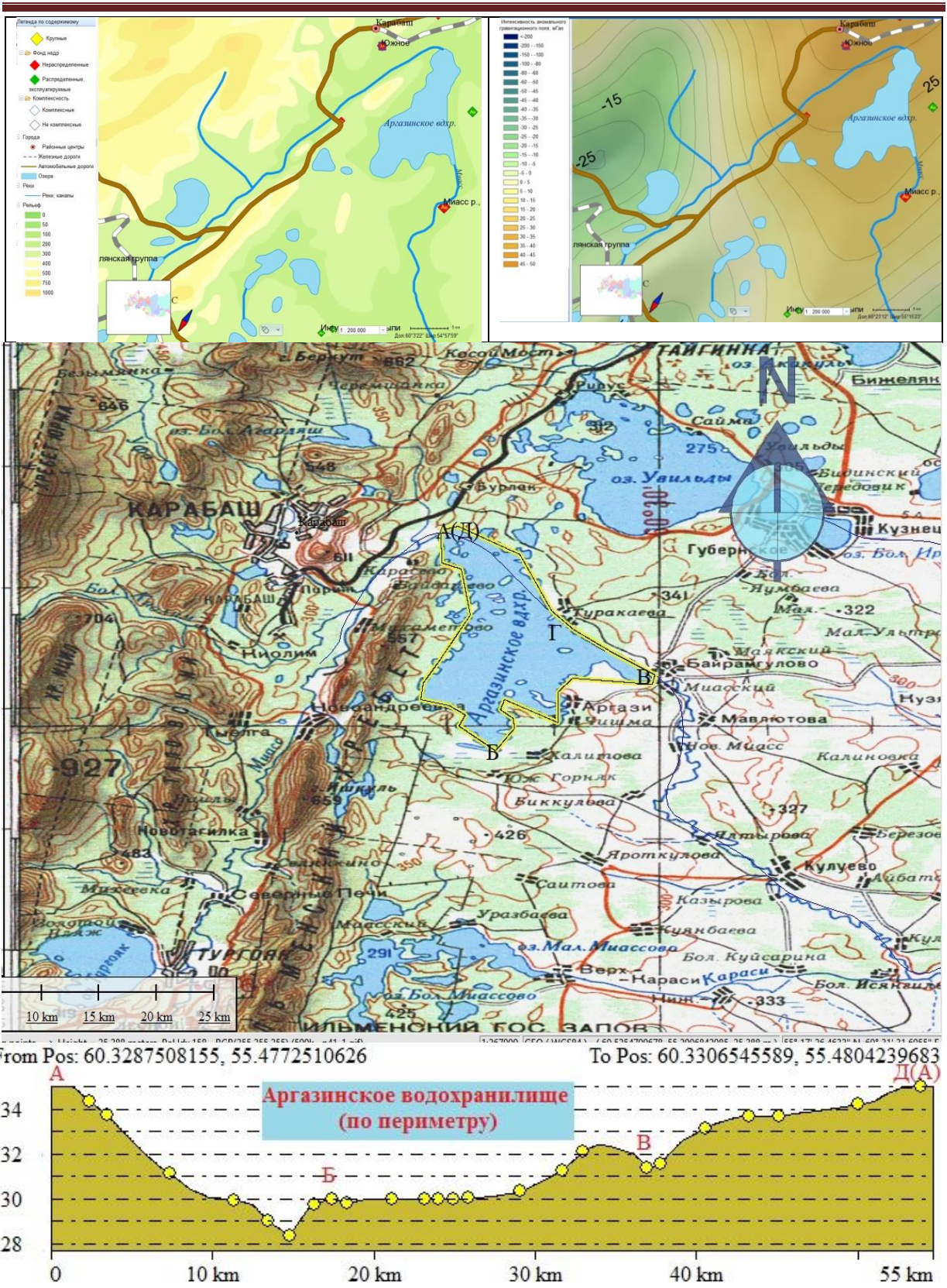


Рис. 10. Аргазинское водохранилище на гравии- и физической карте с представлением гравипрофиля по периметру (мГл).

Это позволяет оценить при известном объеме воды в водохранилище и его площади величину создаваемой искусственно дополнительной массы на подстилающей поверхности, уже и без того испытывающей избыточное давление вследствие нахождения в зоне положительной гравеоаномалии.

Количественный аспект необходимых изъятий массы Δm для изостатического выравнивания веса территории в упрощенном варианте можно оценить из условия приведения локальной силы тяжести к нормальной (Литовский, 2016):

$$\Delta(mg) = 0 \text{ или } (\Delta m \times g + \Delta g \times m) = 0 . \quad (1)$$

Отсюда для допустимых изъятий массы, приводящей локальную поверхность к изостатическому равновесию, следует простое выражение:

$$\Delta m = -m \times \left(\frac{\Delta g}{g_0}\right) = -m \times \frac{(g-g_0)}{g_0} , \quad (2)$$

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 положительной аномалии $\Delta g = 1$ мГл в перерасчете на 1 млн т пород в соответствии с выражением (2) оказывается допустимым изъятие лишь 1 т, а при аномалии в 10 мГл – 10 т «излишнего веса» и наоборот, при отрицательных аномалиях той же величины на 1 млн т необходим привнос от 1 до 10 т вещества. В объемных единицах в перерасчете на воду это означает, что при плотности воды в 1000 л/м³ необходим привнос от 1 до 10 м³ при аномалиях в 1 и 10 мГл, соответственно, на каждый миллион т вещества поверхности. При средней плотности пород складчатых областей (гор и предгорий) в 2670 кг/м³ это означает – на объем в 374532 м³ или на куб со стороной в 72 метра. В целом же (при аномалии $\Delta g = 1$ мГл) на 1 км³ оказывается допустимым изъятие от 2670 т «лишнего» вещества, а при $\Delta g = 10$ мГл - 26700 т.

Соответственно на территории с такими аномалиями для восстановления их равновесного состояния требуется изымать от 2670 до 26700 м³ воды. При значениях $\Delta g = 30-40$ мГл объем возрастает пропорционально: от 80100 м³ до 106800 м³. Иначе говоря, с каждого кубического км недр должно убираться вещество с весом, эквивалентным весу воды, создаваемого слоем от 8 до 10 см.

Поэтому даже при гипотетической глубине аномалообразующих пород до подошвы земной коры (в 30-50 км) это означает, что с каждого квадратного км поверхности таких столбов при аномалиях в 30 мГл должен убираться лишний вес, соответствующий объему воды от 2,4 млн. м³ для толщины коры в 30 км до 4 млн. м³ при толщине в 50 км. При аномалиях в 40 мГл должен убираться слой воды с объемом от 3,2 до 5,3 млн. м³ соответственно или соответствующая масса – в тоннах.

Для площади водохранилища в 113,5 км² эти значения увеличиваются пропорционально: от 0,27 до 0,455 млрд м³ при толщинах слоя от 30 до 50 км и аномалии в 30 мГл – до (0,36-0,60) млрд м³ при аномалии в 40 мГл. В реальности имеет место противоположная картина - на территорию с положительной аномалией был добавлен вес почти в 1 млрд т, соответствующий объему воды в водохранилище (966 млн м³).

Таким образом, гравигеографический подход позволяет количественно определять потенциал допустимого изъятия (внесения) вещества, а стало быть, и вещественно-ресурсного потенциала территории, важного для задач пространственно-экономического планирования.

Список использованной литературы

Андреев Ю.Ф. О связи линейно-грядового рельефа с тектоническими структурами на севере Западной Сибири (в области развития многолетней мерзлоты) // Геология и геохимия. 1960. Вып. 3 (IX). С. 76-94.

Сакс В.Н. (ред.). Влияние перераспределения стока вод на природные условия Сибири. Новосибирск: Наука, 1980. 180 с.

Сакс В.Н. (ред.). История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Т. 1-15. Новосибирск: Институт геологии и геофизики СО АН СССР, 1964–1976.

Кузин И.Л. Новейшая тектоника и ее проявления на северо-западе Западно-Сибирской низменности // Тр. ВНИГРИ, сб. Геология и геохимия. 1960. № 3 (IX).

Кузин И.Л. О роли движений земной коры и колебаний уровня океана в формировании рельефа севера Западно-Сибирской низменности // Тр. ВНИГРИ. 1961. Вып. 186.

Кузин И.Л. Геоморфологические уровни севера Западной Сибири // Тр. ВНИГРИ. Геология и нефтегазоносность севера Западной Сибири. 1963. Вып. 225. С. 330-339.

Кузин И.Л. Главные этапы формирования рельефа северной части Уральских гор // Известия Русского Географического общества. 2003. Т. 135. Вып. 3. С. 33-42. (<http://www.evengusev.narod.ru/spb/ikuzin-2003.html>).

Кузин И.Л. Геоморфология Западно-Сибирской равнины. СПб.: Изд-во ГПА, 2005. 160 с.

Кузин И.Л. «Ледниковые» формы рельефа Западно-Сибирской и Русской равнин // Известия Русского Географического общества. 2006. Т. 138. Вып. 3. С. 41-55.

Кузин И.Л. Мифы и реалии учения о материковых оледенениях. СПб.: Издательство СЗНИИ «Наследие», 2013. 178 с. (<http://evengusev.narod.ru/enlit/kuzin-2013.html>).

Куликов Н.Н., Мартынов В.Т. О древних береговых линиях на дне Карского моря. Морские берега // Тр. Ин-та геологии АН Эстонской ССР. 1961. Т. VIII. С. 147-154.

Ларин В.Н. Гипотеза изначально гидридной Земли (новая глобальная концепция). М.: Недра, 1975. 101 с.

Ларин В.Н. Гипотеза изначально гидридной Земли. 2-е изд., перераб. и доп.. М.: Недра, 1980. 216 с.

Ларин В.Н. Наша Земля (происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли). М.: «Агар» 2005, 248 с.

Ласточкин А.Н. Рельеф дна Карского моря // Геоморфология. 1977. № 2. С. 84-91.

Ласточкин А.Н. Морфология и генезис подводных долин северного шельфа Евразии // Возраст и генезис переуглублений на шельфах и история речных долин. М.: Наука, 1984. С. 22-28.

Литовский В.В. Гравиогеография, 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.

Маракушев А.А., Маракушев С.А. Происхождение и флюидная эволюция Земли // Пространство и Время. 2010. № 1. С. 98 – 118.

Маракушев А.А., Маракушев С.А. Природа ассоциации соляных и нефтяных залежей // Пространство и Время. 2012. № 1(7). С. 120 – 126.

Несмеянов Д.В. О региональном субмеридиональном поясе прогибания и уникального нефтегазоаккумуляции в Восточном полушарии Земли // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. К созданию общей теории нефтегазоносности недр. Кн. 2. М.: ГЕОС, 2002. С. 44–47.

Плотникова И.Н., Нургалиев Д.К., Муслимов Р.Х. Природная и техногенная цикличность свойств добываемой нефти (на примере Ромашкинского месторождения) // Новые идеи в геологии и геохимии нефти и газа. Нефтегазовая геология – итоги XX века. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. С. 250-251.

Полеванов В.П. Водородная "бомба" под ногами и под нефтяной экономикой // Нейромир-ТВ:30.10.2015.[Эл. ресурс]. (<https://www.youtube.com/watch?v=Rw3HmV4zO6E>).

Русловой режим рек Северной Евразии / Ред. Р.С. Чалов. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1994. 336 с.

Русловые процессы и русловые карьеры. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 109 с.

Смыслов А.А., Козлов А.В., Вяхирев Ю.Р. Проблемы нефтяной отрасли в XXI веке и пути их решения // Актуальные проблемы минерально-сырьевого комплекса. Приложение к Запискам Горного института, 2003. С. 1-12.

Соколов А.А. Вода: проблемы на рубеже XXI века. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 165 с.

Сывороткин В.Л. Мировая система рифтов - меридианов // Проблемы эволюции тектоносферы (к 90-летию со дня рождения В.В. Белоусова). М.: ОИФЗ РАН, 1997. С. 159-177.

Сывороткин В.Л. Рифтогенез и озоновый слой. М.: АОЗТ «Геоинформмарк», 1996. 62 с.

Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация и глобальные катастрофы. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2002. 250 с.

Сывороткин В.Л. Пространственно-временные закономерности водородной дегазации Земли // Кудрявцевские чтения. Материалы Всероссийской конференции по глубинному генезису нефти, 21-23 октября 2013 г. М., 2013. С. 98-103.

Сывороткин В.Л. Водородная "бомба" под ногами и под нефтяной экономикой // ОТВ. Нейромир - ТВ, 2015. № 29 (10). С. 112-125.

Сывороткин В.Л. Водородный механизм разрушения озонового слоя // Экология и жизнь. 2017. № 8. С. 17-29.

Урал и Приуралье. М.: Наука, 1968. 462 с.

Larin V.N. (ed.) C. Warren Hunt. Hydridic Earth: the New Geology of Our Primordially Hydrogen-Rich Planet. Polar Publishing, 1993. 242 p.

Open Map Mineral. Интерактивная электронная карта недропользования Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://openmap.mineral.ru/> (дата обращения 01.09.2017)

Syvorotkin V.L. Deep Degassing as a Reason for Abnormally High Bioproductivity of Paleobasins and Mass Destruction of Hydrobionts // Paleontological Journal. 2013 Vol. 47. № 10. P. 1205-1213.

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

Рецензент статьи: ведущий научный сотрудник Института экономики УрО РАН, д.ф.н., профессор Павлов Борис Сергеевич.