

УДК 551.1/4:556
DOI 10.17513/use.38119

РАЗВИТИЕ БАСЕЙНОВ РЕК В УСЛОВИЯХ НЕПРЕРЫВНОЙ ГЕОДИНАМИКИ

Соколова Н.В.

*ФГБУН Институт проблем нефти и газа Российской академии наук, Москва,
e-mail: sona@ipng.ru*

В статье показано значение речных бассейнов для практики землепользования. Отмечается, что реки необходимо рассматривать как гидро- и литодинамические потоки. Цель исследования – выявить особенности развития бассейнов конкретных рек в условиях непрерывной геодинамики с учетом транзитных тальвегов – индикаторов процесса увеличения уплотнения вещества по направлению к центру Земли. Транзитные тальвеги – уникальные природные объекты, демонстрирующие уровни естественного управления гидро- и литодинамическими потоками. К этим уровням относятся области денудации, оконтуренные транзитными тальвегами разного ранга. Такая область денудации ограничивает не только врезание крупной реки, но и расширение ее бассейна. Показаны участки денудации, ограничивающие развитие бассейнов рек Волги (до Прикаспийской впадины), Дона (субмеридионального простирания), Северного Донца и Самары. Форма областей денудации отражает характер их непрерывной деформации при вращении Земли вокруг своей оси. Деформация зоны денудации свидетельствует о развитии наиболее уязвимых мест, где возможны разрядки геодинамических напряжений и сопутствующие им природные катаклизмы. Полученная новая информация об особенностях развития речных бассейнов важна в практическом и методическом плане для выявления сфер влияния разуплотненных вертикальных каналов. С такими каналами связано формирование месторождений углеводородов. Эта информация необходима для разработки новых технологий землепользования, которые позволят снять геодинамические напряжения и предотвратить развитие землетрясений большой магнитуды и крупных зон затопления.

Ключевые слова: бассейн реки, непрерывная геодинамика, ротационный фактор, транзитные тальвеги, уровни естественного управления гидро- и литодинамическими потоками и речными бассейнами, геодинамические напряжения

Статья написана в рамках выполнения госзадания (тема № 122022800270-0).

RIVER BASINS DEVELOPMENT IN CONDITIONS OF CONTINUOUS GEODYNAMICS

Sokolova N.V.

Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, e-mail: sona@ipng.ru

The article shows the importance of river basins for land use practices. It is noted that rivers must be considered as hydro- and lithodynamic flows. The study purpose was to identify the features of the specific river basins development under conditions of continuous geodynamics, taking into account transit thalwegs – indicators of the matter increasing compaction process towards the Earth center. Transit thalwegs are unique natural objects that demonstrate the levels of hydro- and lithodynamic flows natural control. These levels include denudation areas outlined by transit thalwegs of different ranks. Such an area of denudation limits not only the incision of a large river, but also the expansion process its basin. Areas of denudation that limit the development of the Volga (up to the Caspian depression), Don (submeridional), Northern Donets and Samara river basins are shown. The denudation areas shape reflects the nature of their continuous deformation during the rotation of the Earth around its axis. The deformation of the denudation area indicates the development of the most vulnerable places where geodynamic stress discharges and accompanying natural disasters are possible. The new information obtained about the river basins development features is important in practical and methodological terms for identifying the influence spheres of decompacted vertical channels. The formation of hydrocarbon deposits is associated with such channels. This information is necessary for the development of new land use technologies that will relieve geodynamic stresses and prevent the development of highmagnitude earthquakes and large flood zones.

Keywords: river basin, continuous geodynamics, rotation factor, transit thalwegs, levels of natural control of hydro- and lithodynamic flows and river basins, geodynamic stresses

The article was written as part of a state assignment (topic No. 122022800270-0).

Водосборные бассейны рек в целом являются относительно устойчивыми природными образованиями. И, естественно, социум старается эффективно использовать их на практике.

В настоящее время бассейновые округа – это основные единицы управления в области использования и охраны водных

объектов, состоящие из речных бассейнов и связанных с ними подземных водных объектов и морей [1]. Однако при этом в нашей стране и за рубежом пока не учитываются те непрерывные геодинамические процессы, которые отражают уровни естественного управления как самими реками, так и их водосборными бассейнами.

Для большей эффективности реки необходимо рассматривать в качестве гидро- и литодинамических потоков, так как в определенном направлении движется не только вода, но и литочастицы. Эта проблема, в частности, рассматривается в работе [2].

Цель настоящего исследования – выявление особенностей развития бассейнов конкретных рек в условиях непрерывной геодинамики, с учетом уровней естественного управления гидро- и литодинамическими потоками.

Материалы и методы исследования

Геофизические данные и результаты исследований глубоких и сверхглубоких скважин показали, что земная кора обладает сложной структурой. Она разделена многочисленными трещиновато-пористыми слоями, насыщенными флюидами [3].

Формирование слоистой структуры литосферы происходит в условиях действия господствующего процесса усиления уплотнения земного вещества к центру Земли, без которого планета не может развиваться. Индикаторами его являются транзитные тальвеги на разных горизонтах [4]. Согласно [5], тальвег – это линия, соединяющая наиболее низкие отметки дна долины или русла реки, ложбин, лощин, суходолов.

Транзитные тальвеги разного ранга обладают свойством непрерывности, структурированы воронками с местными базисами денудации [4]. Такие линии не абстрактные, они являются уникальными природными объектами. С одной стороны, транзитные тальвеги позволяют веществу аккумулироваться, а с другой стороны, не дают ему рассеиваться при движении по земной поверхности и способствуют образованию гидро- и литодинамического потока с его приточной системой. Как показывает моделирование непрерывного движения вещества, в том числе воды, река не может функционировать без транзитного тальвега.

При изучении условий непрерывности потока вещества было доказано, что распределение скоростей отдельных его частей, движущихся в одном направлении, закономерно. На пути транзитного потока всегда формируются барьеры. Чем больше скорость потока, тем больший барьер создается на его пути при сохранении направления транзитного движения. При этом формируются транзитный поток и обратный ему зависимый приток к местному базису денудации. Местные базисы денудации в узлах тальвегов связаны с нижними пределами

склонов, где начинается аккумуляция и кардинально меняется направление движения вещества [6].

В этих условиях индикаторами положения транзитных тальвегов являются сами гидро- и литодинамические потоки, в том числе реки. Реки могут функционировать только при уплотнении придонной части их русел и закономерном понижении местных базисов денудации в узлах тальвегов в соответствующих воронках. При изучении транзитных тальвегов в качестве самостоятельных природных объектов появляется возможность получить новую прогнозную информацию об изменениях рельефа земной поверхности и глубоких горизонтов [4, 7], а также и о водосборных бассейнах рек.

Границы смежных водосборных бассейнов отражают взаимодействия противоположных по направлению водотоков, являющихся притоками к разным узлам тальвегов. Эти водотоки претерпевают изменения во времени и в пространстве, развиваются в разных условиях усиления сноса и усиления накопления вещества [6]. Целесообразно выявить характер непрерывного развития водосборных бассейнов с учетом узлов тальвегов разного ранга, где сочленяется транзитный поток с активным своим притоком и фиксируется первый уровень естественного управления реками [4]. Согласно [8], подобные узлы слияния рек достаточно мобильны.

На земной поверхности действует глобальная система дренирования, состоящая из течения Западных Ветров (ТЗВ), окаймляющего Антарктиду, и двух его противоположных притоков в Тихом и Атлантическом океанах [9, 4]. Фиксируется самый крупный узел сочленения ТЗВ с атлантическим притоком в Южно-Сандвичевой впадине на глубине 8862 м.

В то же самое время узел сочленения ТЗВ с тихоокеанским притоком (проходящим через впадины Марианскую, Тонга и Кермадек) функционирует на меньшей глубине. Выделяются на земной поверхности только два крупнейших водосборных бассейна: атлантический и тихоокеанский. Каждый из них является системой взаимосвязей подобных бассейнов более низкого ранга.

В пределах атлантического водосборного бассейна развивается его составная часть, связанная с местным базисом денудации во впадине Пуэрто-Рико (на глубине 9218 м). Эта часть захватывает и бассейн Северного Ледовитого океана. Ранее связь

впадины Пуэрто-Рико с узлом тальвегов в Южно-Сандвичевой впадине была минимальна. В современных условиях рассматриваемая впадина переполнена водой (данное состояние у нее в ходе прогрессивного развития Атлантического океана уже постоянное), и на глубинах порядка 5 км вдоль Евразии действует транзитный гидро- и литодинамический поток к Южно-Сандвичевой впадине (в ТЗВ) [9, 4].

Известно, что в океанах формируются послонные перетоки воды в зависимости от рельефа океанического дна [10].

Согласно [4] второй уровень естественного управления отражает область денудации, оконтуренную системами относительно независимых гидро- и литодинамических потоков, в ортогональных плоскостях. Все активные притоки к таким транзитным потокам развиваются внутри отмеченной области, морфологически выраженной поднятием. В то же время внутри нее развивается наиболее крупный приток, глубина врезания которого может быть количественно больше, чем подобный показатель на конкретной границе такой области денудации. Эти границы выявляются с помощью общегеографических карт разного масштаба из [9] и приемов районирования [11]. Необходимо также отметить, что используемый картографический материал является кладзем бесценной неустаревающей информации о земной поверхности и о Земле в целом.

Господствующий процесс усиления уплотнения земного вещества к центру планеты способствует также формированию вертикальных каналов разуплотнения земного вещества разного ранга. Такая особенность проявляется в результате снятия геодинамических внутриземных напряжений при взаимодействии противоположных процессов усиления уплотнения и зависимого разуплотнения вещества.

Третий уровень естественного управления гидро- и литодинамическими потоками реализуется при объединении пяти областей денудации (одна из них – центральная) в подобную более крупную. При этом центральная структура является проекцией вертикального канала разуплотнения внутриземного вещества. Данный уровень естественного управления отражает непрерывную динамику и ранг таких каналов [7].

Развитие водосборного бассейна той или иной реки зависит от соответствующей области денудации, в пределах которой этот

поток развивается как относительно более крупный. Такая область денудации ограничивает не только врезание крупной реки, но и, естественно, процесс расширения ее бассейна.

С учетом непрерывной геодинамики выделяются два типа водосборных бассейнов. Первый тип их определяют реки, являющиеся только границами областей денудации разного ранга. К ним относятся, к примеру, Днепр, Даугава (участки субмеридионального простирания), Макензи, Янцзы, Инд, Амур, Сев. Двина и др. Второй тип водосборных бассейнов связан не только с границей области денудации, но и, главное, с формированием центральных областей денудации (проекции вертикальных каналов разуплотнения разного ранга). Это водосборные бассейны Волги (до Прикаспийской впадины), Миссисипи, Дуная, Лены, Печоры и др. В связи с вышеизложенным нецелесообразно подходить формально ко всем участкам реки. Например, Обь субмеридионального простирания от узла с Иртышом участвует в формировании водосборного бассейна 1-го типа, а Обь до узла с Иртышом – водосборного бассейна 2-го типа.

Вращение Земли вокруг своей оси накладывает свой отпечаток на дренирующую способность крупнейших (атлантического и тихоокеанского) бассейнов и их составных частей. В течение суток действуют, сменяя друг друга, два противоположных режима дренирования приповерхностного слоя Земли. При усилении тихоокеанского притока ТЗВ и ослаблении противоположного атлантического фиксируется 12-часовой первый режим, а при усилении атлантического притока и ослаблении тихоокеанского – 12-часовой второй режим. Подробнее это изложено в [4].

Результаты исследования и их обсуждение

Водосборный бассейн Волги развивается в пределах области денудации условно первого ранга (с учетом [9, 11, 12]) в границах транзитных тальвегов в р. Тобол, Иртыш, Обь, Надымской и Обской губах, в котловине Северного Ледовитого океана, в Северном, Балтийском морях, р. Западная Двина, Днепр, Черном, Азовском морях, р. Дон (участок широтного простирания), Волга (субмеридионального простирания в Прикаспийской впадине), в Каспийском море, р. Узбой, Аму-Дарья, Тургай, Убаган, котловине бывшего Аральского моря (рис. 1).

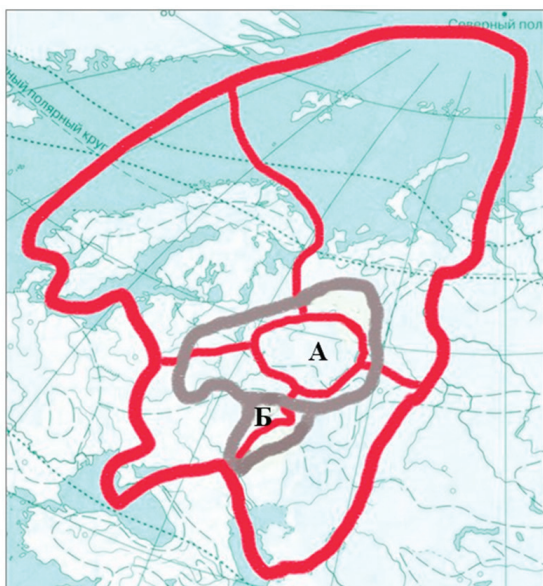


Рис. 1. Водосборный бассейн Волги до Прикаспийской впадины (граница – серая линия), состоящий из двух частей (А и Б), развивающийся в области денудации условно первого (жирные красные линии) ранга, при этом (А) – сфера влияния центральной области денудации второго ранга (окинтурена относительно тонкой красной линией), с использованием [9, 11, 12]

Данная область денудации первого (условно) ранга состоит из пяти подобных более низкого второго ранга. Одна из них – центральная, которая окинтурена транзитными тальвегами в р. Волга (широтного простирания), Сухона, Вычегда, Кама. Замкнутая серая линия на рис. 1 показывает границу водосборного бассейна Волги (до Прикаспийской впадины), состоящего из двух частей (А и Б), при этом (А) отражает сферу действия приточной системы к центральной области денудации второго ранга. Как показали исследования в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции [7], такая центральная область отражает проекцию вертикального канала разуплотнения вещества первого (условно) ранга на земную поверхность.

При вращении Земли вокруг своей оси территория всего водосборного бассейна Волги до Прикаспийской впадины (рис. 1) во вторую половину второго режима и в первую половину первого режима (с 12 ч дня до 12 ч ночи по местному времени) слабо дренируется (и то за счет канала Волга-Дон) в сторону Атлантики. А во вторую половину первого режима и в первую половину второго режима (с 12 ч ночи до 12 ч дня)

этот бассейн активно дренируется в противоположном направлении в зависимости от непрерывной динамики местного базиса денудации в Каспийском море.

Развитием водосборного бассейна реки Дон (рис. 2) управляет в естественных условиях область денудации второго ранга, окинтуренная транзитными тальвегами в р. Волга (широтного и меридионального простирания), Вазуза, Днепр, Дон (участок субширотного простирания), в Азовском и Черном морях (рис. 1). Граница данной области денудации в р. Днепр, Вазуза, Волга (субширотного простирания) ограничивает врезание р. Десны и Дона (субмеридионального простирания). Центральная область денудации третьего ранга окинтурена р. Дон (субмеридионального простирания), Ока (субширотного простирания), Хопер, Ворона, Цна. На рис. 2 показана сфера влияния данной центральной области (серая линия), которая захватывает большую часть площади водосборного бассейна Дона (субмеридионального простирания) [9, 11, 13]. При ротации Земли вокруг своей оси часть (А) водосборного бассейна Дона субмеридионального простирания – сфера влияния центральной области денудации (вертикального канала) имеет свои региональные особенности дренирования, с 12 ч дня до 12 ч ночи по местному времени оно минимально.

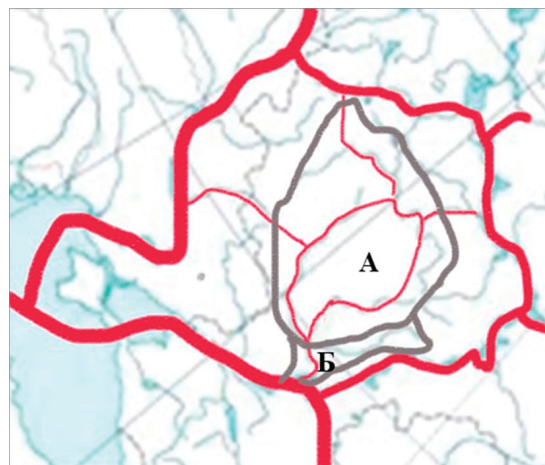


Рис. 2. Водосборный бассейн р. Дон субмеридионального простирания (граница – серая линия), состоящий из двух частей (А и Б), развивающийся в области денудации условно второго (относительно жирные красные линии) ранга, при этом (А) – сфера влияния центральной области денудации третьего ранга (окинтурена относительно тонкой красной линией), см. рис. 1, а также [9, 11, 13]

Водосборный бассейн реки Северный Донец (рис. 3, а) зависит от непрерывной динамики области денудации третьего ранга, которая оконтурена транзитными тальвегами в р. Днепр, Дон (широтного и меридионального простирания), в Азовском и Черном морях, р. Десна, Сейм, Сосна (рис. 1, 2). Система транзитных тальвегов в р. Десна, Сейм и Сосна ограничивает врезание р. Северный Донец и Оскол [9, 11, 14].

В области денудации третьего ранга центральная структура четвертого ранга оконтурена р. Северный Донец, Оскол и связующими их потоками (на рис. 3, а – жирная лиловая линия). Также замкнутой серой линией показана сфера влияния (А) данной центральной области, часть водосборного бассейна Северного Донца.

При вращении Земли вокруг своей оси водосборный бассейн Северного Донца развивается в тех же режимах, что и подобный бассейн Дона. Область денудации третьего ранга сильно деформирована. Такая деформация происходит в первую половину второго режима и вторую половину первого режима вращения Земли вокруг своей оси, когда усиливается движение вещества в сторону Каспия. Наибольший сброс геодинамических напряжений при этом происходит по линии наименьших сопротивлений в зоне транзитных тальвегов, связующих р. Конскую (приток Днепра) и Молочную (бассейн Азовского моря).

Наиболее сильно деформирована область денудации четвертого ранга (рис. 3, б), от которой зависит развитие водосборного бассейна р. Самары (притока Днепра). Данная область оконтурена транзитными тальвегами в р. Днепр, Северный Донец, Дон (широтного простирания), Ворскла, в Азовском и Черном морях. В водосборном бассейне Самары развивается центральная область денудации пятого ранга, которая оконтурена р. Самара, Волчья и связующими их притоками. На рис. 3, б, показана сфера влияния данной центральной области. Транзитные тальвеги в р. Северный Донец и в Азовском море ограничивают врезание р. Самары и ее притоков.

Область денудации пятого ранга оконтурена транзитными тальвегами в р. Днепр, Черном и Азовском морях в р. Конская, Волчья, Мокрые Ялы, Кальчик (рис. 3, б). В этой области развивается и Крымский п-ов. В ней функционируют четыре крупных вреза, связанных с транзитными тальвегами в р. Молочной, Азовском и Черном морях, Сиваше (на рис. 3, б – тонкие лиловые линии). На их стыке в области Арабатской стрелки развивается центральная область денудации шестого ранга (показана замкнутой тонкой лиловой линией). Эта область отражает проекцию вертикального канала пятого ранга, от которого зависит развитие Сиваша.

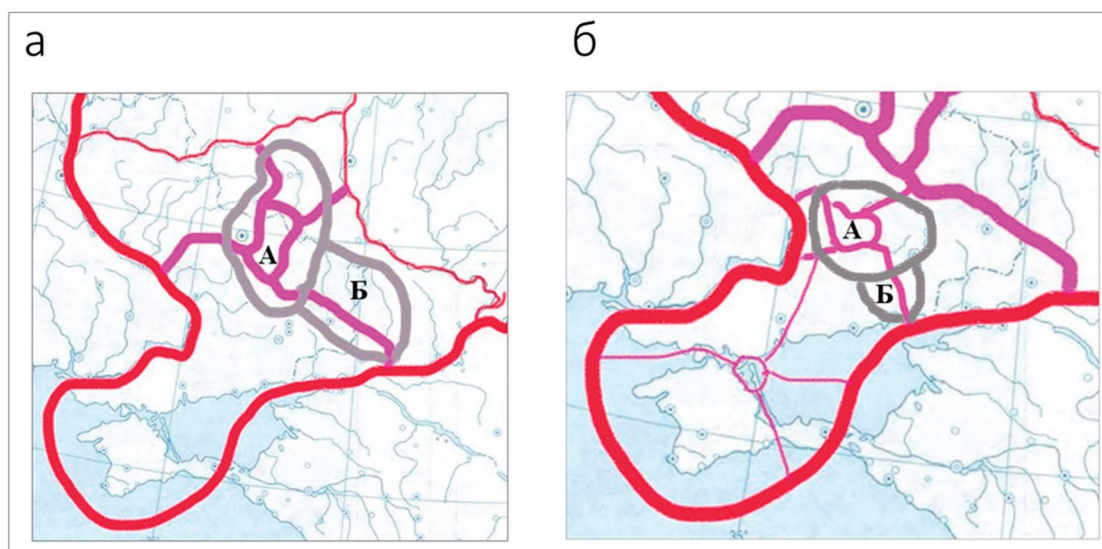


Рис. 3. Области денудации третьего (а) и четвертого (б) ранга, ограничивающие развитие водосборных бассейнов (серые линии) р. Северного Донца (а) и Самары (б), каждый из которых включает сферу влияния (А) центральной области денудации четвертого (а) и пятого (б) ранга (оконтуренных лиловыми линиями разной толщины), другие обозначения см. на рис. 1, 2.

Использованы данные [9, 11, 14]

Характерные однотипные изгибы р. Днепра, Сев. Донца, Дона [9] не случайны, они отражают процесс разрядки геодинамических напряжений при усилении потоков в сторону Каспия. С 12 ч ночи до 12 ч дня (по местному времени) такая разрядка происходит с учетом наименьшего сопротивления по зонам транзитных тальвегов в определенных реках (Ворскла – Сев. Донец; Самара – Сев. Донец; Самара – Волчья – Мокрые Ялы – Кальчик; Конская – Молочная). С 12 ч дня до 12 ч ночи при усилении противоположных потоков в сторону Атлантики сброс напряжений происходит за пределами области денудации условно первого ранга (рис. 1) по системе взаимосвязей транзитных тальвегов в р. Южный Буг и Россь (правом притоке Днепра). Здесь резко меняется характер сброса геодинамических напряжений, имеются четкие признаки постепенного формирования линии отклонения меандра (спрямления Днепра). В этой зоне необходимо проводить сейсмический мониторинг, в котором учитываются облака низкомагнитудных событий [4].

Пока геодинамические напряжения в области денудации четвертого ранга (рис. 3, б) накапливаются в слабых звеньях (точках пересечения границы сферы влияния центральной области денудации с транзитными тальвегами пятого ранга) больше, чем сбрасываются при ротации Земли. Это также в конечном итоге может привести там к развитию сейсмических событий, хотя и меньшей магнитуды. Необходима технология снятия таких напряжений, в которой целесообразно учитывать естественный опыт самой Земли по предотвращению разрушительных для нее землетрясений.

Заключение

Получена новая информация об особенностях развития бассейнов р. Днепр, Дон, Северный Донец, Самара, которая важна в практическом и методическом планах для выявления сфер влияния вертикальных каналов разуплотнения внутриземного вещества. С такими каналами, в частности, связано формирование залежей УВ. Исследования показали, что развитие водосборного бассейна конкретной реки зависит от определенной области денудации, которая ограничивает его расширение по площади.

Выделены два типа бассейнов рек. Первый тип связан с границей области денудации, а второй – одновременно и с центральной подобной структурой. Каждый

водосборный бассейн второго типа состоит из двух частей, одна из которых является сферой влияния центральной области денудации соответствующего ранга. С одной стороны, это область аккумуляции потенциального загрязнения. С другой стороны, это сфера влияния вертикального канала разуплотнения внутриземного вещества. Проведенные исследования показали приуроченность месторождений УВ к границе данной сферы. К примеру, на периферии сферы влияния центральной области денудации второго ранга (рис. 1) развивается Ромашкинское нефтяное месторождение. Эта перспективная проблема, отраженная еще в работе [7], требует более широких исследований.

Одновременно предлагаемая информация о типах бассейнов рек может быть полезной для прогнозирования наводнений, которые, согласно предварительным результатам исследований, также зависят от диапазона изменений скорости вращения Земли. Поэтому целесообразно дополнительно использовать и данные [15].

Форма областей денудации отражает характер непрерывной их деформации при вращении Земли вокруг своей оси. Такая деформация показывает развитие наиболее уязвимых мест, где возможны разрядки геодинамических напряжений и сопутствующие им стихийные бедствия.

Полученная новая информация необходима для разработки таких прогрессивных технологий землепользования, которые позволят снимать загодя геодинамические напряжения, не допуская развития землетрясений высокой магнитуды и крупных зон затопления.

Список литературы

1. Бассейновые округа [Электронный ресурс]. URL: <https://bigenc.ru> (дата обращения: 10.08.2023).
2. Шмакова М.В., Кондратьев С.А. Сток наносов и мутность воды основных притоков Ладожского озера // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2021. № 3. С. 71–84.
3. Дмитриевский А.Н., Баланюк И.Е., Каракин А.В. Механизм формирования гигантских скоплений нефти и газа // Приоритетные направления поисков крупных и уникальных месторождений нефти и газа: сб. науч. тр. М., 2004. С. 3–7.
4. Соколова Н.В. О многопараметрических индикаторах неустойчивости геологической среды // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. № 7–1. С. 77–83.
5. Lexikon «Строительный словарь». [Электронный ресурс]. URL: <https://lexicon.ru> (дата обращения: 01.09.2023).
6. Орлов В.И. Динамическая география. М.: Научный мир, 2006. 594 с.

7. Соколова Н.В. О системах взаимосвязей тальвегов одного ранга на земной поверхности и поверхности фундамента // Новые идеи в геологии нефти и газа. Новая реальность 2021: сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции (Москва 27–28 мая 2021 г.) / Отв. ред. А.В. Ступакова. М.: Перо, 2021. С. 545–549.
8. Чалов Р.С. География русел рек, разветвленных на рукава, на территории России // Известия Русского географического общества. 2019. Т. 151, № 6. С. 20–34.
9. Атлас мира / Отв. ред. А.Н. Баранов. М.: Главное управление геодезии и картографии при Министерстве внутренних дел СССР, 1954.
10. Влияние рельефа дна на течения. [Электронный ресурс]. URL: <https://topogis.ru> (дата обращения: 05.09.2023).
11. Соколова Н.В. Районирование территорий с учетом природных структур управления гидро- и литодинамическими потоками // Успехи современного естествознания. 2020. № 9. С. 100–105.
12. Контурная карта Евразии. [Электронный ресурс]. URL: <https://konturmap.ru> (дата обращения: 11.09.2023).
13. Контурная карта РФ. [Электронный ресурс]. URL: <https://fedoroff.ru> (дата обращения: 11.09.2023).
14. Контурная карта Европейского юга России. [Электронный ресурс]. URL: <https://stylishbag.ru> (дата обращения: 13.09.2023).
15. Jones G., Bikos K., Hocken V. A Day is Not Exactly 24 Hours. [Электронный ресурс]. URL: <https://timeanddate.com/time/earth-rotation.html#cals-daylength> (дата обращения: 20.05.2023).