

# О ВЛИЯНИИ ГОЛОЦЕНОВОЙ ТЕКТониКИ НА ФОРМИРОВАНИЕ РЕЧНОЙ СЕТИ АЛЬПИЙСКО- ГИМАЛАЙСКОГО И ТИХООКЕАНСКОГО ПОДВИЖНЫХ ПОЯСОВ ЕВРАЗИИ

А.А. Коковкин\*

Статья продолжает цикл публикаций по индикаторам голоценовой активизации. На примерах Волги и Амура с их притоками, реки Раздольной исследовано взаимодействие речной сети с голоценовой орогенной системой Альпийско-Гималайского и Тихоокеанского подвижных поясов Евразии. Речная сеть конформна их орогенной системе. Приведены примеры контроля речных долин активными разломами. Исследовано влияние рек на формирование рельефа. Показано, что рыхлые осадки взброшенных в голоцене мезозойско-кайнозойских рифтогенов активно разрушаются речной сетью и синхронной площадной эрозией со срезом до многих сотен метров. Поднятия на обрамлении рифтогенов и их внутренние поднятия, сложенные крепкими домезозойскими породами, эродированы слабо. У многих из них контрастный, неравновесный рельеф. Исследование проведено в рамках разрабатываемой автором модели пульсационно расширяющейся Земли.

**Ключевые слова:** реки, голоцен, глобальная активизация, орогенез, рифтогенез, эрозия, абразия, ротация, трансгрессия.

**Ссылка для цитирования:** Коковкин А.А. О влиянии голоценовой тектоники на формирование речной сети Альпийско-Гималайского и Тихоокеанского подвижных поясов Евразии // Жизнь Земли. 2024. Т. 46, № 4. С. 455–471. DOI: 10.29003/m4334.0514-7468.2020\_46\_4/455-471.

Поступила 22.10.2024 / Принята к публикации 04.12.2024

## ON THE INFLUENCE OF HOLOCENE TECTONICS ON THE FORMATION OF THE RIVER NETWORK OF THE ALPINE-HIMALAYAN AND PACIFIC MOBILE BELTS OF EURASIA

A.A. Kokovkin, Dr. Sci (Geol.)

Yu.A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, Far East Branch,  
Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, Russian Federation

This article continues the series of publications on the indicators of Holocene activation. Using the examples of the Volga and Amur rivers with their tributaries and the Razdolnaya River, the interaction of the river network with the Holocene orogenic system of the Alpine-Himalayan and Pacific mobile belts of Eurasia was studied. The river network is conformal to their orogenic system. Examples of the control of river valleys by shear systems of active faults are given. The influence of the rivers on the formation of erosional relief was studied. It is shown that loose sediments of the Mesozoic-Cenozoic rifts thrown up in the Holocene are actively destroyed by the river network, with a shear of up to many hundreds of meters. The rises on the riftogen framing and their internal rises, composed of strong pre-Mesozoic rocks, are weakly eroded. Many of them have a contrasting, nonequilibrium relief. The study was conducted within the framework of the pulsatingly expanding Earth model developed by the author.

\* Коковкин Александр Александрович – д.г.-м.н, в.н.с., Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, Хабаровск, kokovkin@itig.as.khb.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1735-1600>.

**Keywords:** rivers, Holocene, global activation, orogenesis, rifting, erosion, abrasion, rotation, transgression.

**For citation:** Kokovkin, A.A., “On the influence of Holocene tectonics on the formation of the river network of the Alpine-Himalayan and Pacific mobile belts of Eurasia”, *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **46**, no 4, 455–471 (2024) (in Russ., abstr. in Engl.). DOI: 10.29003/m4334.0514-7468.2020\_46\_4/455-471.

**Введение в проблему.** Выделение голоценовой активизации в качестве явления глобального уровня [6, 11] обозначило необходимость отказа от сложившегося в геологии стереотипа относиться к голоценовой истории Земли как к незначимому явлению. Этой активизации в ней «по умолчанию» не существует. Но как ни парадоксально, она оставила в земной коре многочисленные следы, выраженные к тому же достаточно ярко.

Изучение этих следов привело к необходимости исследований на стыке геологии и тектоники с другими дисциплинами – с геоморфологией, спелеологией и археологией. Эти исследования проводятся в рамках разрабатываемой автором модели *пульсационно расширяющейся Земли*, подкреплённой системой частных моделей, характеризующих ход структурирования земной коры волновыми тектоническими и сейсмическими процессами. По этой модели Земля перешла на рубеже плейстоцен–голоцен в режим импульсного, в геологическом понимании, сжатия.

Океанические суперплюмы с этого времени сжимаются, океаны наращивают свою глубину с развитием глобальной трансгрессии. На континентах резко активизировался орогенез с взбросо-сдвиговой и надвиговой тектоникой, синхронно развивающейся эрозией, обновился рельеф континентов и океанического ложа. Под воздействием всех этих глобальных процессов радикально изменилась среда обитания. Сложноорганизованный режим голоценовой активизации определил состояние земного климата и гидросферы. Под обновлённую голоценовую орогенную структуру континентов была перестроена и речная сеть.

Масштабность и многообразие голоценовых процессов требует корректировки многих устоявшихся в геологии представлений. Проблемы начинаются здесь с определения времени старта и скорости развития процессов голоценовой активизации, исследования характера их пространственно-временных взаимосвязей.

*Основными индикаторами* голоценовой активизации континентов являются *структуры мезозойско-кайнозойских рифтогенных впадин*. В своём современном состоянии они представляют собой реликтовые образования. Все они были взброшены на рубеже плейстоцен–голоцен, деформированы тектоникой и подвержены масштабной избирательной эрозии, со срезом до километровых величин. Эрозией с них сняты осадки доголоценового возраста, начиная с *неоплейстоцена*.

И наиболее существенную роль в формировании реликтового облика этих рифтогенов сыграла именно *речная сеть*. Реки, вложенные в орогенную голоценовую систему, избирательно препарируют взброшенные структуры рифтогенов, интенсивно размывая их рыхлые осадки. У этих реликтовых структур равнинный и полого всхолмленный эрозионный рельеф. В то же время поднятия их фундамента, сложенные крепкими, механически устойчивыми породами, менее подвержены эрозии. У них контрастный, часто неравновесный рельеф. При этом наиболее взброшенные поднятия (Альпы, Кавказ, Памир, Тянь-Шань, Гималаи, Кордильеры, Анды и др.) трансформированы до

состояния *тектонического коллажа*.

Целью данной статьи является исследование взаимосвязей современной речной сети с голоценовой тектоникой на примерах рек Альпийско-Гималайского и Тихоокеанского подвижных поясов Евразии.

**Особенности методологии и методики.** Наша планета, системно наращивающая от ядра к коре свою сферически зональную структуру, является, по определению, расширяющейся системой [9, 10]. Модель пульсационно расширяющейся Земли (далее *волновая модель*) развивает представления Е.Е. Милановского [12], В.Е. Хаина [17], А.Л. Чижевского [18] и Н.Е. Мартъянова [11] о пульсационном характере структурирующих её процессов.

Волновая модель начала разрабатываться автором при изучении окраинно-континентальной структуры востока Азии [3, 8 и др.] и была существенным образом пополнена в ходе исследования новейших структур Поволжья, юго-запада Африки и Тихоокеанской впадины. Подготовлена она для *мезозойско-кайнозойского* этапа, в течение которого Земля в общем виде сохранила структуру своей коры. Геологическое признаковое пространство этого временного интервала обеспечивает возможность достаточно уверенно реконструировать ход её развития. В данной главе представлены основные элементы волновой модели, необходимые для понимания излагаемого материала. Земля представлена в ней как *открытая, самоорганизующаяся, пульсационно расширяющаяся система*.

Проводимые исследования выполняются на *эволюционной междисциплинарной основе, на принципах и подходах синергетики*. Такой подход позволяет рассматривать любую геологическую систему в развитии, во взаимосвязи с другими синхронно развивающимися системами. Каждая геологическая система в её современном состоянии представляет собой сложно построенное образование с интерферированной внутренней структурой, в которой наиболее выраженные следы оставили события самого молодого (голоценового) возраста.

В соответствии с волновой моделью, в мезозое-кайнозое проявлено два ритма глобального расширения (раннемезозойский, эоцен-плейстоценовый) и два ритма сжатия (позднемиоценовой-палеоценовый и голоценовый). В континентальной коре они инициируют возвратно-поступательные перемещения крупных жёстких блоков и сопряжённые с ними знакопеременно-сдвиговые (ЗПС) перемещения по разломам более мелких блоков. Эти перемещения сопровождаются, в свою очередь, развитием волновых систем землетрясений, с формированием сейсмодислокаций. Модели ЗПС-режима, его структур-индикаторов и волновых сейсмических деформаций были разработаны на примерах реальных объектов.

На границе палеозой-мезозой в результате удара гигантского астероида в Тихоокеанский сектор Земли часть его коры была удалена за её пределы с образованием Тихоокеанского суперплюма. Э.М. Галимов с этим ударом связывает образование Луны [1].

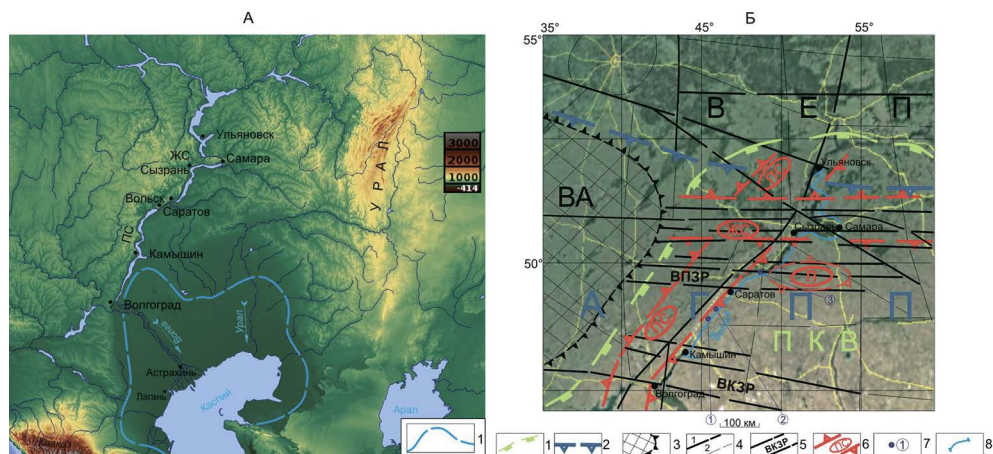
А на рубеже *плейстоцен-голоцен* Земля была подвержена массивной бомбардировке потоком менее крупных астероидов, оставивших на поверхности континентов хорошо сохранившиеся следы в виде многочисленных астроблем [8, 13], после чего перешла в режим сжатия. В этих условиях апикальные части суперплюмов были резко просажены, с заполнением океанами. Воздействие глобального сжатия на их несжимаемую водную среду вызвало продолжающуюся до настоящего времени трансгрессию. На востоке Азии трансгрессия сопровождается развитием рифтогенов Охотского и Японского морей. Мощность сплошного покрова голоценовых осадков не превышает в них первых десятков сантиметров.

На континентах переход в режим сжатия вызвал вспышку орогенеза. Взброшенные в ходе этого орогенеза мезозойско-кайнозойские впадины были выведены из седиментации, деформированы взбросо-сдвиговой тектоникой, их осадки подверглись масштабной

площадной эрозии и речной абразии. На этом фоне свойственная природным системам нелинейность, с проявлением полярных режимов структурирования, обусловила синхронное развитие в голоценовой орогенной системе внутриконтинентальных рифтогенов (морей, озёр) с их *раздвиговым* режимом. В центре и на востоке Азии примерами являются озёра Иссык-Куль, Балхаш, Байкал, Хубсугул и Ханка, а западнее – Арал, Каспий, Средиземноморско-Черноморская рифтогенная система.

В этой обновлённой орогенной системе и сформировалась конформная ей речная сеть, развивающаяся до настоящего времени во взаимосвязи с её внутренними рифтогенами и с трансгрессией Мирового океана.

**Результаты исследования.** Речная сеть в системе Альпийско-Гималайского и восточного сегмента Тихоокеанского подвижных поясов Евразии (**рис. 1**) развивается весьма энергично. Реки в сочетании с площадной эрозией активно разрушают рыхлые осадки взброшенных, деформированных ЗПС-тектоникой мезозойско-кайнозойских рифтогенных впадин, с формированием на них равнинного и полого всхолмлённого рельефа. Морфология этого рельефа отражает строение блоковой матрицы их неоднородно взброшенного



**Рис. 1.** Волга в голоценовой орогенной структуре центральной части АГПП. А. Современный рельеф, по данным радарной съёмки<sup>1</sup>. 1 – граница Прикаспийской низменности. Б. Схема новейшей тектоники Среднего Поволжья. 1 – реконструированный контур Прикаспийской впадины (ПКВ); 2 – граница Альпийско-Гималайского подвижного пояса (АГПП) с Восточно-Европейской плитой (ВЕП); 3 – контур Воронежской антеклизы (ВА); 4 – активизированные в голоцене разломы: 1) первого порядка, 2) прочие; 5 – зоны глубинных разломов: ВПЗР – Вольско-Пугачевская, ВКЗР – Волгоградско-Камышинская; 6 – Контуров новейших сводов: ПС – Правобережного, ЖС – Жигулевского, П – Пугачёвского; 7 – индикаторы голоценового возраста Уступа, цифры в кружках: 1 – см. рис. 2А–Б; 2 – см. рис. 2В; 3 – см. рис. 2Г–Д; 8 – линия маршрута 2015–16 гг. (по [4], с изменениями).

**Fig. 1.** The Volga River in the Holocene orogenic structure of the central part of the AHMB. A. Modern relief according to radar survey data. 1 – boundary of the Caspian lowland. Б. Scheme of the newest tectonics of the Middle Volga region. 1 – reconstructed outline of the Caspian Sea Basin (CSB); 2 – boundary of the Alpine–Himalayan mobile belt (AHMB) with the East European Plate (EEP); 3 – outline of the Voronezh antecline (VA); 4 – faults activated in the Holocene: 1) first order, 2) others; 5 – zones of deep faults: VPZ – Vol'sko–Pugachevskaya zone, VKZ – Volgogradsko–Kamyshinskaya zone; 6 – Contours of the newest arches: PA – Pravoberezhny arch, ZA – Zhigulevsky arch, P – Pugachevsky arch; 7 – indicators of the Holocene age of the Escarpment, numbers in circles: 1 – see Fig. 2A–B; 2 – see Fig. 2B; 3 – see Fig. 2G–D; 8 – route line in 2015–16 (According to Ref. [4], with changes).

<sup>1</sup> <https://maps-for-free.com>

фундамента. Разрушаемые реками осадки впадин выносятся во внутриконтинентальные (озёрные, морские) голоценовые бассейны и на периферию, в рифтогены Охотского и Японского морей.

Активизированные в голоцене поднятия на обрамлении рифтогенов и их внутренние поднятия, сложенные крепкими породами их фундамента, были взброшены с амплитудами до километров. Эродированы они слабо и характеризуются нередко контрастным, неравновесным рельефом. Склоны многих поднятий крутые (до вертикальных). Времени голоцена для их выравнивания оказалось недостаточно. Реки, вложенные в эти поднятия, отличаются активной динамикой своих потоков. Их долины узки, у них крутые, зачастую вертикальные борта. Нередко они вложены в активные разломы.

Значительная роль в эрозионно-абразионной работе рек в реликтовых структурах крупных мезозойско-кайнозойских рифтогенов принадлежит *ротационному эффекту*. Это явление описано известным законом *Бэра–Бабине*, выведенного в свою очередь из закона *Кориолиса*. Согласно этим законам, реки, текущие в северном полушарии, подмывают правые берега, а в южном полушарии – левые, с формированием соответствующего *асимметричного поперечного профиля* своих долин. Имеются, впрочем, и многочисленные исключения из этих правил, вызывающие определённые сомнения в их объективности.

Особенности формирования речной сети в голоценовой орогенной структуре Альпийско-Гималайского и Тихоокеанского подвижных поясов рассмотрены ниже на примерах Волги, Амура с его притоками и реки Раздольной на юге Приморья.

**Волга** (см. рис. 1). Её водная система была исследована в интервале от Ново-Ульяновска до устья на протяжении более 1000 км в экспедициях Гагаринского плавучего университета [2, 15, 21]. По результатам этих исследований была сформирована эволюционная модель новейшей структуры Среднего-Нижнего Поволжья, занимающей западную часть Прикаспийской впадины. Элементы этой модели представлены в работе [2]. Исследования Поволжской структуры послужили отправной точкой для выделения явления голоценовой активизации.

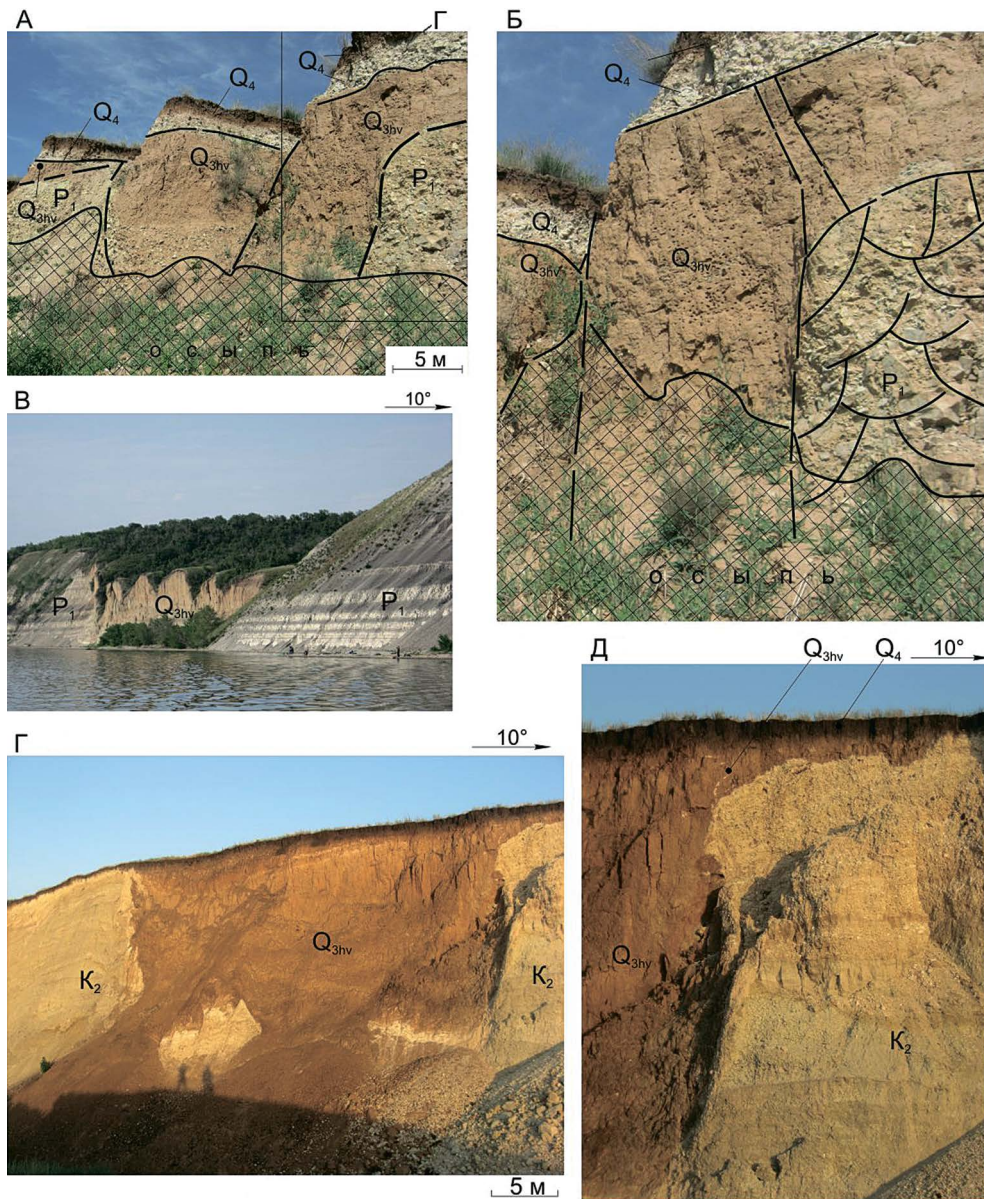
В неоплейстоцене на поверхности Прикаспийской впадины, взброшенной и эродированной ранее в олигоцене–плейстоцене, сформировался *Хвалынский бассейн*, выполненный красноцветными осадками [16, 20]. Но на рубеже плейстоцен–голоцен этот бассейн вместе с вмещающей его структурой Прикаспийской впадины был взброшен, выведен из седиментации, а его осадки деформированы сдвиг-надвиговой тектоникой и эродированы.

Водная система Волги смещается под влиянием глобальной ротации к западу, с формированием на её левобережье абразионной структуры *Правобережного уступа* (далее просто Уступ) с цепью его свежих обнажений высотой до 60 м. С появлением водохранилищ действие ротационного эффекта и волжской абразии усилилось.

Возраст заложения Волги датируется обычно плейстоценом [14]. Однако её долина вложена в *реликтовую* структуру хвалынского рифтогена с его осадками, датированными возрастом 10–30 тыс. лет [20]. Уступ же наложен на активизированные в голоцене структуры Правобережного и Жигулевского сводов.

На восточном борту Правобережного свода Уступом повсеместно вскрыты реликты хвалынских красноцветов, взброшенных при активизации этого свода и деформированных сдвиговой системой широтных (голоценовых) разломов (рис. 2). С поверхности эти реликты эродированы, перекрыты голоценовым элювиально-делювиальным слоем и современной почвой.

В начале голоцена по территории Поволжья прошла волна мощных землетрясений магнитудой до 10. На всём протяжении Уступом вскрыты многочисленные сейсмо-



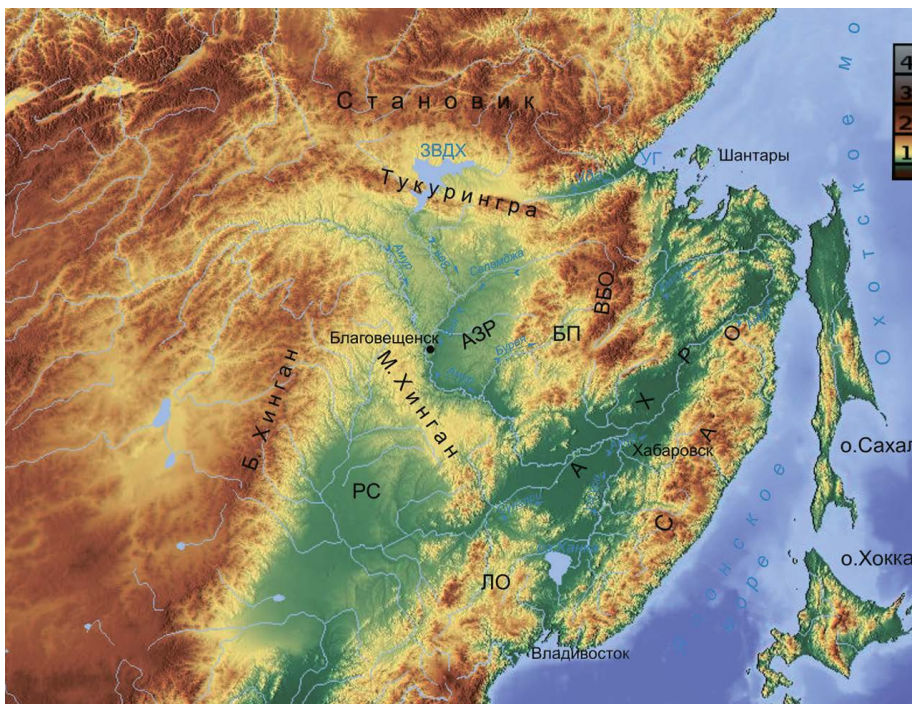
**Рис. 2.** Индикаторы голоценового возраста волжского абразионного Уступа (по [8]). **А-Б** – реликты хвалыньских красноцветов на Уступе в районе села Белогорского; **В** – фрагмент взброшенного неоплейстоценового палеовреза в районе села Ахмат; **Г-Д** – взброс и эрозия хвалыньских красноцветов в районе села Широкий Буерак: **Г** – общий вид обнажения, **Д** – детализация. Фото автора, 2017 г.

**Fig. 2.** Indicators of the Holocene age of the Volga abrasion Escarpment (according to Ref. [8]). **А-Б** – relics of Khvalynsk red-stones on the Escarpment in the area of the village of Belogorskoye; **В** – a fragment of the upthrown Neopleistocene paleo-incision in the area of the village of Akhmat; **Г-Д** – upthrust and erosion of Khvalynsk red-stones in the area of the village of Shirokiy Buerak; **Г** – general view of the outcrop, **Д** – details. Photo by the author, 2017.

дислокации, наложенные в т. ч. и на хвалынские осадки. С поверхности они также эродированы.

Блок Жигулёвского свода на пересечении его со структурой ПС был взброшен в голоцене с амплитудой более 3 км. Эрозией в его ядерной части на поверхность выведены известняки карбонового фундамента Прикаспийской впадины. Волга огибает этот жёсткий блок с формированием Самарской Луки, прорезая его по активизированным в голоцене меридиональным разломам.

**Реки окраинно-континентальной структуры (ОКС) востока Азии (рис. 3).** Эта структура формировалась в процессе взаимодействия Альпийско-Гималайского (АГПП) и Тихоокеанского (ТОПП) подвижных поясов. В мезозое–кайнозое формирование ОКС определил пульсационный пресс двух кратонов (Сибирского, Китайского) и Тихоокеанского суперплюма, дополненный в голоцене мощным прессом Индийской плиты.



**Рис. 3.** Реки и рельеф востока Азии (по: <https://maps-for-free.com/>). Сокращения: ЗВДХ – Зейское водохранилище, УГ – Удская губа, АЗР – Амуро-Зейский рифтоген, РС – рифтоген Сунляо, ВБО – Восточно-Буреинский ороген, ЛО – Ляолинский ороген, АХР – Амуро-Ханкайский рифтоген, CAO – Сихотэ-Алинский ороген.

**Fig. 3.** Rivers and relief of East Asia (from: <https://maps-for-free.com/>). Abbreviations: ЗВДХ – Zeya Reservoir, УГ – Uda Bay, АЗР – Amur-Zeya riftogen, РС – Songliao riftogen, ВБО – East Bureya Orogen, ЛО – Liaolin Orogen, АХР – Amur-Khanka riftogen, CAO – Sikhote-Alin Orogen.

В структуре АГПП к западу от ОКС получили развитие рифтогены юрского и раннемелового заложения. В пределах ОКС ареал их развития заканчивается Сунляо-Амуро-Зейским рифтогеном, с субмеридиональной ориентировкой его структуры, сформировавшейся уже под доминирующим влиянием ТОПП.

Восточнее в новейшее время в ОКС сформировалась крупная меридиональная структура *Амура-Ханкайского рифтогена* и система новейших *инверсионных (приразломных) впадин* – Верхне-Зейская, Эхилканская, Сутарская, Нижне-Бикинская и др.

В *плиоцене–плейстоцене* вся ОКС была активизирована на мантийном уровне. Следы этой активизации отмечены реликтивными полями платобазальтов, прослеживающимися по АГПП от окраины в глубину континента до Витимского плато.

В ходе *голоценовой активизации* в ОКС была сформирована сложноорганизованная *орогенная система*, конформная упомянутому трёхстороннему прессу и прессу Индийской плиты. Она наложена на всё более ранние структуры (в т. ч. на новейшие впадины, на *плиоцен–плейстоценовые платобазальты*) и препарирована эрозией.

ОКС отличается высокой сейсмичностью. Она насыщена эпицентрами современных землетрясений и многочисленными (голоценовыми) палеосейсмодислокациями. С ней совмещён узел сочленения Трансъевразийского и Тихоокеанского сейсмических поясов. Сейсмичность этого узла отчётливо конформна голоценовой *орогенной* структуре ОКС.

Глубинные разломы АГПП и ТОПП были резко активизированы в голоцене. Они были фрагментированы и превращены в сложно построенные системы шириной до первых сотен километров. Эти разломы раскрыты, в них действуют многочисленные минеральные источники – холодные и термальные, с водами пёстрого флюидного состава.

*Современная речная сеть ОКС*, так же как и Волга, конформна вмещающей её голоценовой орогенной системе. Реки активно разрушают мезозойско-кайнозойские осадки её реликтовых впадин. А на поднятиях их фундамента они вложены в голоценовые разломы.

Эти их качества в полной мере иллюстрирует *Амур* с его притоками. Его региональная артерия пересекает всю окраинно-континентальную структуру (см. рис. 3). Амур, как и Волга, – транзитная голоценовая река. Он дискордантен доголоценовой структуре. Его долина вложена в активизированные разломы Намурхэ-Амурской системы и в разломы Танлу. Амур врзается в реликтовые структуры Амура-Зейского и Амура-Ханкайского рифтогенов и «пропиливает» разделяющую их структуру Буреинского массива по разломам активизированного в голоцене Восточно-Буреинского орогена.

О молодости Амура свидетельствуют и обнажённые на его береговых уступах *раннеголоценовые сейсмодислокации* (СД). Ими, в частности, насыщены абразионные уступы его основного русла и Амурской протоки, наложенные на активизированную в голоцене Хабаровско-Хехцирскую систему инверсионных поднятий [8]. Здесь на рубеже плейстоцен–голоцен, как и в Поволжье, прошла волна мощных землетрясений магнитудой более 10. Характерно то, что голоценовой тектоникой и этими СД деформирован и культурный слой «осиповских» поселений начального неолита.

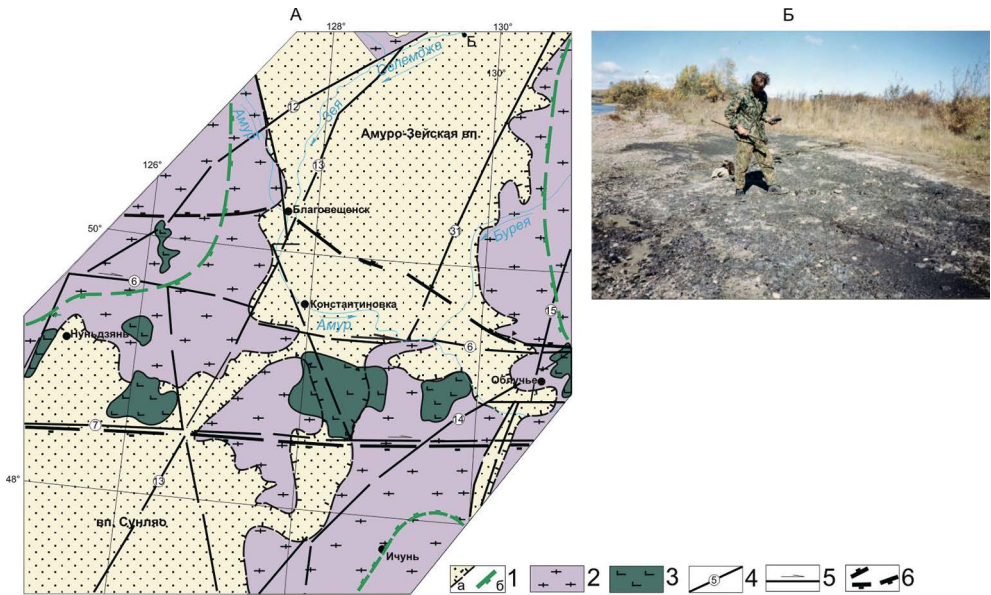
В ходе голоценовой активизации и сопряжённой с ней эрозии в структуре ОКС сформировался *современный рельеф* – равнинный и полого-всхолмлённый на неоднородно взброшенных и эродированных в голоцене мезозойско-кайнозойских впадинах, контрастный и неравновесный на поднятиях их фундамента. Деформированные взбросо-сдвиговой тектоникой впадины в результате эрозии и речной абразии существенным образом сократили свои контуры.

Мобильная кора *зоны перехода континент–океан* прогнулась в голоцене под пресом Тихоокеанской плиты, субдуцирующей под влиянием сжимающегося Тихоокеанского суперплюма. Здесь развивается трансгрессия с формированием рифтогенов *Охотского и Японского морей*.

Трансгрессия сопровождается абразией континента, усиленной здесь глобальной ротацией. Абразия развивается избирательно, с максимальной проработкой механически неустойчивых пород, формированием бухт, лиманов, заливов и губ. Со стороны Татарского пролива трансгрессия наложена на водную систему Амура, с формированием лимана, вложенного в широтный разлом, пересекающий голоценовую структуру Сихотэ-Алинского орогена. Водное зеркало Амура имеет здесь нулевые абсолютные отметки на протяжении 34 км от устья до Николаевска.

**Зея и Селемджа (рис. 4).** Голоценовый возраст этих рек достаточно надёжно датируется на участке, где они пересекают мезозойско-кайнозойскую структуру Амуро-Зейской впадины, представляющей собой северную часть Сунля-Амура-Зейского рифтогена (рис. 4А). Структура этой впадины была изучена автором в ходе прогнозно-поисковых работ на уран.

Впадина выполнена преимущественно сероцветными аллювиальными осадками мощностью до 2 км. До голоцена её структура развивалась в условиях гумидного климата. В олигоцене она была отделена от Сунля Константиновско-Скобельцинским сводом, контро-



**Рис. 4.** Амур с притоками в структуре Амуро-Зейской впадины. А. Схема новейшей тектоники центральной и южной части впадины. 1. Контуры впадины: а – современный, б – реконструированный; 2. Породы домезозойского фундамента; 3. Реликтовые поля плиоцен-плейстоценовых платобазальтов; 4. Активизированные в голоцене разломы, цифры в кружках: 6) Намурхе-Бирский, 7) Намурхе-Амурский, 12) Цицикар-Селемджинский, 13) Шанси-Селемджинский, 14) Инкоу-Хинганский, 31) Западно-Туранский; 5. Направление сдвиговых смещений; 6. Контур Константиновско-Скобельцинского свода (по [6], с изменениями). Б. Выход пласта бурого угля на южном берегу Селемджи. Фото автора, 1999 г.

**Fig. 4.** The Amur river with its tributaries in the structure of the Amur-Zeya Depression. A. Scheme of the latest tectonics of the central and southern parts of the depression. 1. Depression contours: a – modern, b – reconstructed; 2. Rocks of the pre-Mesozoic basement; 3. Relict fields of Pliocene-Pleistocene plateau basalts; 4. Faults activated in the Holocene, numbers in circles: 6) Namurhe-Birsky, 7) Namurhe-Amursky, 12) Qiqihar-Selemdzhinsky, 13) Shanxi-Selemdzhinsky, 14) Yingkou-Khingansky, 31) West Turansky fault; 5. Direction of strike-slip displacements; 6. Contour of the Konstantinovskiy-Skobel'tsin'skiy arch (according to Ref. [6], with modifications). B. Outcrop of a brown coal seam on the southern bank of the Selemdzha river. Photo by the author, 1999.

лируемым разломами широтной Намурхэ-Амурской системы (НАС) [6]. Амуро-Зейский блок был при этом смещён относительно блока Сунляо левым сдвигом. В ходе *плиоцен-плейстоценовой мантийной активизации* этот свод был перекрыт платобазальтами.

В *голоцене* весь Сунляо-Амуро-Зейский рифтоген был взброшен, выведен из седиментации и вовлечён в масштабную эрозию. В настоящее время это отчётливо реликтовая структура. Разломы НАС на рубеже плейстоцен-голоцен были резко активизированы. Был взброшен и эродирован Константиновско-Скобельцинский свод. Амуро-Зейский блок был дополнительно смещён в голоцене левым сдвигом по разломам НАС, с конечной амплитудой до 100 км.

На северном борту свода были взброшены и выведены эрозией на поверхность локальные поднятия фундамента впадины (Константиновское, Скобельцинское, Шапка, Богучанское и др.). Перекрывавшие свод плиоцен-плейстоценовые платобазальты были эродированы, от них на территории Китая сохранились отдельные фрагменты. Эта последняя активизация свода продолжается до настоящего времени. Современные подземные воды его северного борта насыщены газовыми аномалиями (He, HF, Rn, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO) [6]. Разломы НАС ведут себя здесь как раскрытые, эманулирующие структуры.

Активизированный в голоцене северный борт свода был подвержен масштабной площадной эрозии и амурской абразии. На нём обнажены *верхнемеловые* осадки (завитинская свита). Эрозионный срез впадины здесь максимален, достигает километровой величины. Севернее, в междуречье Зeya-Бурея, впадина эродирована в меньшей степени, но также достаточно интенсивно. Поверхность её разреза омолаживается к Селемдже *до олигоцена-миоцена*. Осадки плейстоцена и плиоцена сняты на этом интервале абразионными системами Зеи с её левыми притоками. Зeya, как и Волга, смещается под влиянием глобальной ротации к западу. Полого-всхолмлённый рельеф Зее-Буреинского междуречья отражает строение неоднородно взброшенного в голоцене фундамента Амуро-Зейской впадины.

На южном берегу *Селемджи*, левого притока Зеи (район пос. Майского), автором в 2000 г. наблюдался выход пласта миоценового бурого угля видимой мощностью более 5 м (рис. 4Б). Этот уголь не несёт следов поверхностного окисления.

Долина Селемджи контролируется одноимённым широтным разломом. По нему центральная часть Амуро-Зейской впадины была взброшена в голоцене с амплитудой в сотни метров. Голоценовой эрозией и речной абразией снята здесь вся плиоцен-плейстоценовая (безугольная) часть её осадочного чехла. Современная долина Селемджи врезается в эту эродированную структуру.

На *правобережье Зеи* поверхность впадины поднята по отношению к левобережью до 100 м. Но эродирована она в меньшей степени. Здесь эрозией сняты лишь плейстоценовые осадки. Относительно невысокий уровень эрозионного среза объясняется тем, что эта часть впадины ещё не захвачена смещающейся к западу зейской абразией. Верхняя часть осадочного чехла Амуро-Зейской впадины на правобережье Зеи сложена отложениями *плиоцена*. Эти осадки содержат силлы плиоцен-плейстоценовых платобазальтов.

Строение осадочного чехла Амуро-Зейской впадины, характер её эрозии и абразии, её полого-всхолмлённый эрозионный рельеф – всё это свидетельствует о голоценовом времени её взброса и о *голоценовом* возрасте разрушающей её осадки речной сети Амура и Зеи.

**Бурея.** С этим притоком Амура автор познакомился в процессе поисковых работ на уран в 1975–98 гг. и в 2019 г. при изучении Буреинского оползня [7]. В своих низовьях Бурея врезается в реликтовую структуру Амуро-Зейской впадины, транспортируя её осадки в Амур. В среднем течении она вложена в субмеридиональную структуру *Буреинского про-*

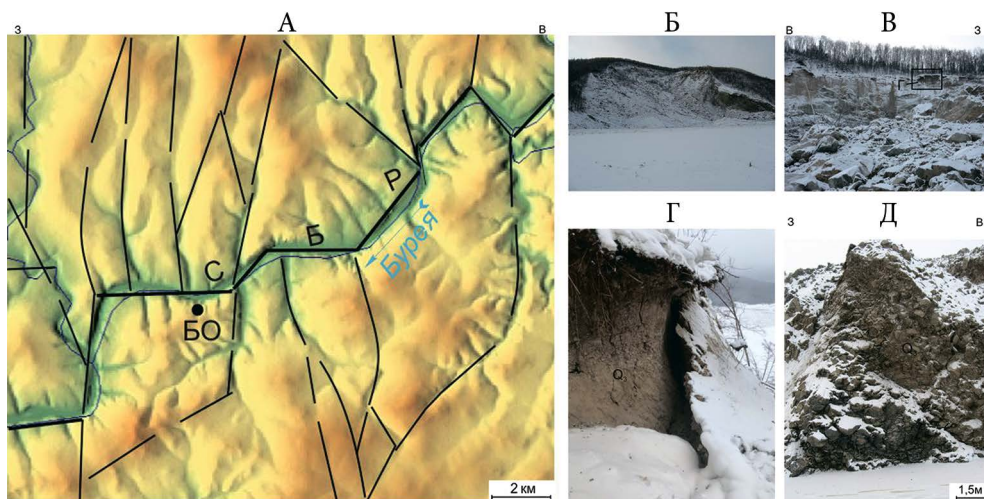
гиба. Этот прогиб, выполненный осадками юры и мела, представляет собой реликтовую структуру с полого-всхолмлённым эрозионным рельефом. На его поверхности сохранились и небольшие эрозионные останцы плиоцен-плейстоценовых платобазальтов. Долина Буреи смещена здесь к западному борту прогиба.

Ниже по течению Бурея резко поворачивает к западу. Она «пропиливает» палеозойские метаморфиты и гранитоиды Мельгинского блока Буреинского массива. Узкая долина реки вложена здесь в активный субширотный разлом, осложнённый кулисообразными меридиональными сдвигами (рис. 5).

Глубина реки до образования Буреинского водохранилища достигала на этом фрагменте 30 м. Склоны её высокого левого борта здесь крутые, не выработанные ещё эрозией до равновесного состояния. Голоценовый возраст вмещающего Бурею разлома идентифицируется смещением по нему осадков плейстоцена.

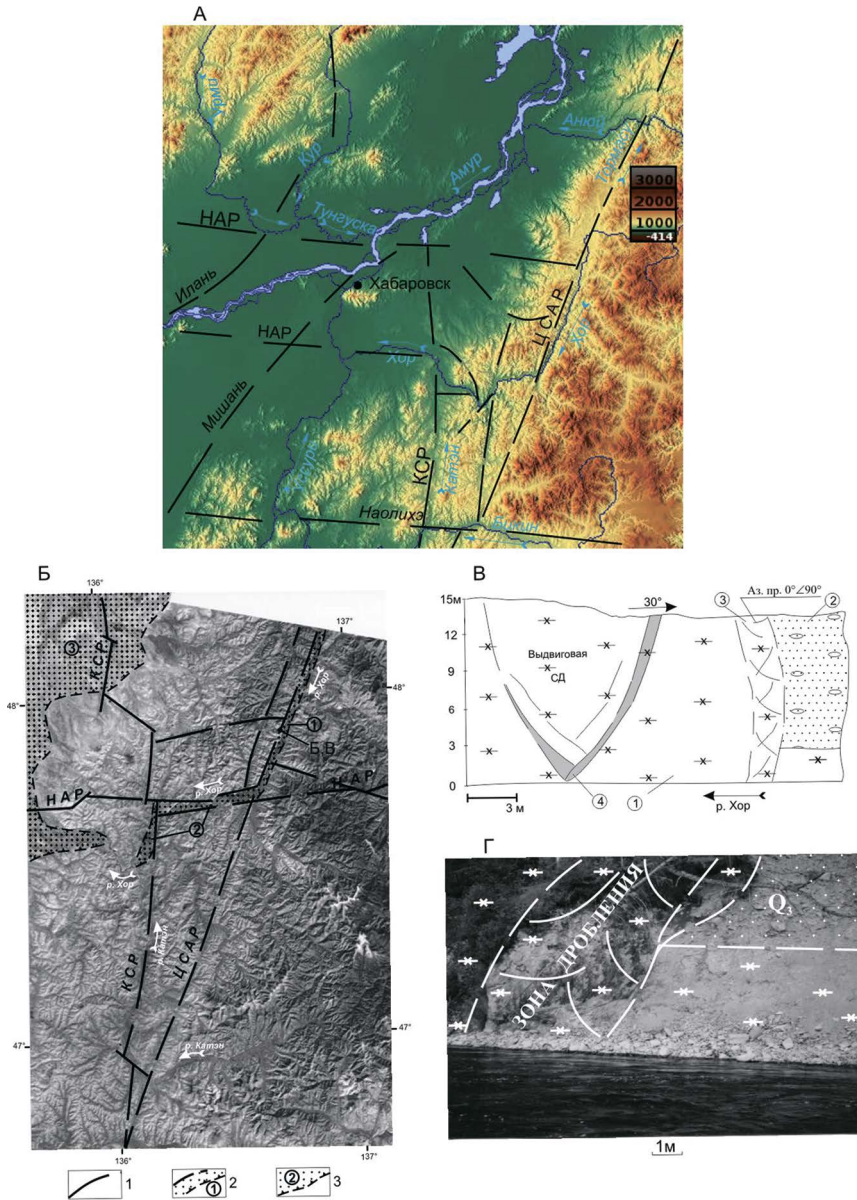
Южный борт разлома был взброшен по отношению к его северному борту вместе с плащом плейстоценовых осадков ещё в начале голоцена, с амплитудой около 200 м (рис. 5Б–Г). На северном борту Буреи осадки этого плаща были деформированы голоценовой тектоникой и эродированы с поверхности (рис. 5Д). От него сохранились здесь лишь фрагменты.

**Хор** (рис. 6) – внучатный приток Амура, впадающий в реку Уссури вблизи её устья. Автором эта река была изучена двумя сплавыми маршрутами [3]. Хор берёт свое нача-



**Рис. 5.** Русло Буреи, вложенное в сдвиговую систему голоценового разлома, деформирующего палеозойские метаморфиты Мельгинского блока и перекрывающие их осадки плейстоцена в районе Буреинского оползня (по [7]). Фото автора, 01.2019 г. А. Схема голоценовой разломной тектоники оползневого узла по данным радарной съёмки, дешифрирование автора. СРБ – Средне-Буреинский разлом, БО – позиция Буреинского оползня. Б. Цирк оползня, вид с юго-востока. В–Г. Реликты осадков плейстоцена на южном борту СРБ. Д. Реликты плейстоценовых осадков на северном борту.

**Fig. 5.** The Bureya riverbed embedded into the strike-slip system of the Holocene fault, deforming the Paleozoic metamorphic rocks of the Melginsky block and the overlying Pleistocene sediments in the area of the Bureya landslide (according [7]). Photo by the author, January 2019. А. Holocene fault tectonics scheme of the landslide node based on radar survey data, interpreted by the author. СРБ – Middle-Bureya Fault, БО – position of the Bureya landslide. Б. Landslide cirque, view from the southeast. В–Г. Relics of Pleistocene sediments on the southern side of the СРБ. Д. Relics of Pleistocene sediments on the northern side.



**Рис. 6.** Река Хор в голоценовой орогенной системе Сихотэ-Алиния и реликтовой структуре Переясловского грабена. **А.** Современный рельеф орогенной системы (по <https://maps-for-free.com/>, дешифрирование автора). 1. Линии разломов: Центральный Сихотэ-Алинский (ЦСАР), Намурхэ-Амурский (НАР), Катэн-Ситинский (КСР). **Б-Г** (из [3]). **Б.** Космоснимок (LANDSAT 1999 г. в палитре GRAY SCALE, разрешение 15 м в пикселе). Цифры в кружках: реликтовые плейстоценовые впадины 1) Средне-Хорская, 2) Нижне-Хорская. 3. Переясловский грабен. **В-Г.** Реликт плейстоценовых осадков на левом берегу Хора, в его среднем течении. Документация и фото автора, 2004 г. **В.** Общий вид обнажения. Слева – голоценовая выдвиговая структура. Цифры в кружках: 1) кремнистые алевролиты мезозоя; 2) песчано-гравийно-галечные отложения плейстоцена; 3) зона тектонического нарушения; 4) трещина отрыва выдвиги. **Г.** Фото взброшенных осадков.

ло в активизированной в голоцене структуре Сихотэ-Алинского орогена, где вложен в небольшой широтный разлом. Ниже по течению он смещается в субмеридиональный линейный шов Центрального Сихотэ-Алинского разлома (ЦСАР), прорабатывая его на протяжении около 100 км.

Здесь ещё в плейстоцене в ЦСАР была вложена узкая линейная структура Верхне-Хорской впадины (рис. 6Б). В голоцене, при активизации Сихотэ-Алинского орогена, эта впадина была взброшена, выведена из седиментации и деформирована взбросо-сдвиговой системой. Её деформированные осадки сохранились на бортах современной долины Хора лишь в локальных взброшенных блоках (рис. 6В–Г).

Ниже по течению долина Хора смещается в реликтовую новейшую структуру Средне-Амурской впадины. Хор размывает её осадки, с выносом материала в Уссури. Динамика водного потока Хора здесь падает, его русло осложняется меандрами, долина расширяется.

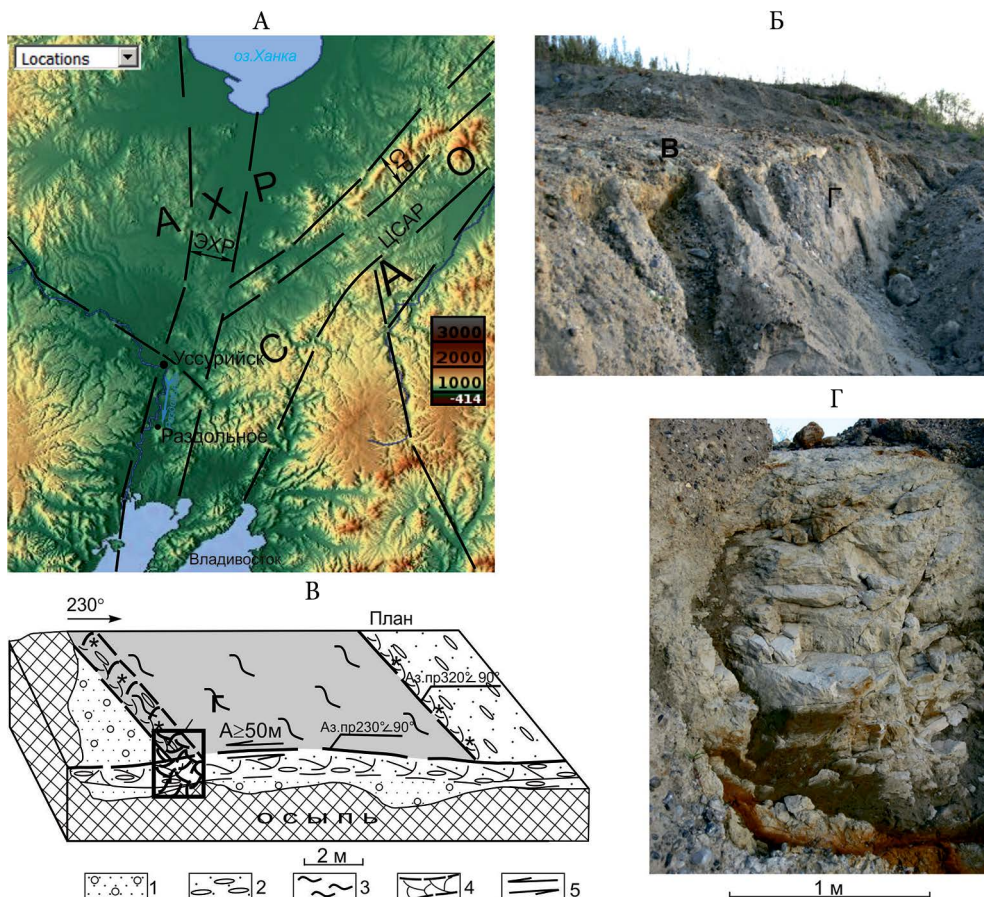
**Река Раздольная (рис. 7).** Вмещающая эту реку орогенная структура с системой реликтовых Приханкайских новейших впадин южной части Амуро-Ханкайского рифтогена была изучена автором в ходе прогнозно-поисковых работ в Синегорском ураново-рудном районе. Впадины были взброшены в голоцене Сихотэ-Алинским и Ляолинским орогенами, деформированы и эродированы. Сеть вложенных в них рек разделена на две части. Южные реки имеют сток на юг, в бассейн Японского моря, северные принадлежат бассейну озера Ханка.

Раздольная впадает в залив Петра Великого Японского моря. В верхнем течении её контролирует разлом северо-западной ориентировки. А южнее она размывает новейшие осадки реликтовой *Раздольненской впадины*, вложенной в активизированную в голоцене зону Эхилкан-Ханкайского разлома. У северной границы села Раздольного на восточном борту долины Раздольной, взброшенном в начале голоцена с амплитудой более 50 м относительно её (современного) русла, карьером вскрыты деформированные сдвиговой тектоникой, эродированные с поверхности плиоцен-плейстоценовые осадки преимущественно песчаного состава, с прослоем глин, проработанных аргиллизитовым метасоматозом (рис. 7Б–Г).

Далее к югу Раздольненская впадина продолжается более крупными, также реликтовыми структурами Надеждынской и Тавричанской впадин. С юга на структуру Тавричанской впадины накладывается голоценовый *рифтоген Японского моря*. Осадки этой впадины перекрыты водами залива Петра Великого.

К северу по реке Раздольной следы этой трансгрессии отмечены Е.А. Элбакидзе [19] *ингрессией* на расстояние до 20 км от устья. Нулевые абсолютные отметки зеркала этой реки прослеживаются к северу от устья на 29 км – ситуация, аналогичная приустьевой части Амура.

**Fig. 6.** The Khor River in the Holocene orogenic system of the Sikhote-Alin and the relict structure of the Pereyaslov graben. **A.** Modern relief of the orogenic system (according to <https://maps-for-free.com/>, interpreted by the author). 1. Fault lines: Central Sikhote-Alin (ЦСАР), Namurkhe-Amur (НАР), Katen-Sitinsky (КСР). **Б–Г** (from [3]). **Б.** Space photo (LANDSAT 1999 in GRAY SCALE palette, 15 m resolution per pixel). Numbers in circles: relict Pleistocene depressions 1) Sredne-Khorskaya, 2) Nizhne-Khorskaya depression. 3. Pereyaslovskiy graben. **В–Г.** Relict of Pleistocene sediments on the left side of the Khor River, in its middle reaches. Documentation and photos by the author, 2004. **В.** General view of the outcrop. On the left – a Holocene thrust structure. Numbers in circles: 1) Mesozoic siliceous siltstones; 2) Pleistocene sand-gravel-pebble deposits; 3) tectonic fault zone; 4) thrust detachment crack. **Г.** Photo of upthrown sediments.



**Рис. 7.** Река Раздольная в голоценовой орогенной системе Южного Приморья. **А.** Современный рельеф (по <https://maps-for-free.com/>). Сокращения: АХР – Амуро-Ханкайский рифтоген, САО – Сихотэ-Алинский ороген, ЦСАР – Центральный Сихотэ-Алинский разлом, ЭХР – зона Эхилкан-Ханкайского разлома, СР – Синегорский разлом. **Б.** Голоценовый взброс осадков Раздольненской впадины. Карьер на восточном берегу реки Раздольной в северной части села Раздольного. **В.** План верхнего уступа северо-восточной части карьера. 1. Гравелистые пески. 2. Гравийно-галечные отложения. 3. Деформированный при сдвиге прослой аргиллизированных глин. 4. Шов сдвига. 5. Направление сдвига. **Г.** «Бульдозинговая» чешуя на фронте сдвига с сорванным контактом глин и гравелистых песков. Фото и документация автора, 2009 г.

**Fig. 7.** The Razdolnaya River in the Holocene orogenic system of Southern Primorye. **A.** Modern relief (according to <https://maps-for-free.com/>). Abbreviations: АХР – Amur-Khanka riftogen, САО – Sikhote-Alin orogen, ЦСАР – Central Sikhote-Alin fault, ЭХР – Ekhilkan-Khanka fault zone, СР SF – Sinegorsk fault. **Б.** Holocene reverse fault of sediments of the Razdolnenskaya depression. Quarry on the eastern side of the Razdolnaya River in the northern part of the village of Razdolnoye. **В.** Plan of the upper bench of the northeastern part of the quarry. 1. Gravelly sands. 2. Gravel and pebble deposits. 3. Interlayer of argillized clays deformed by shear. 4. Shear suture. 5. Direction of shear. **Г.** "Bulldozing" scales on the shear front with a torn contact of clays and gravelly sands. Photos and documentation by the author, 2009.

**Закключение.** Приведённая информация свидетельствует о том, что современная речная сеть Альпийско-Гималайского и Тихоокеанского подвижных поясов конформна их голоценовой орогенной системе. Их реки являются продуктами и индикаторами голоценового орогенеза.

Они активно разрушают рыхлые осадки реликтовых мезозойско-кайнозойских (в т. ч. новейших) впадин. Под влиянием речной абразии и площадной эрозии срез их осадков достигает километровых величин. Разрушаемый реками осадочный материал выносится в морские и озёрные бассейны (голоценовых) рифтогенов, а на востоке Азии – в голоценовые моря зоны перехода.

Определяющее влияние на развитие абразионных систем крупных рек оказывает глобальная ротация. Ротационный эффект сопровождается формированием протяжённых абразионных уступов. Примерами являются правобережные уступы Волги и Зеи.

Влияние голоценовой тектоники на характер развития речной сети выражено в контроле современной позиции рек и отдельных их фрагментов активными разломами. А полого всхолмлённый рельеф рифтогенов, формируемый речной абразией и площадной эрозией, определяется строением блоковой матрицы их неоднородно взброшенного в голоцене фундамента.

Обозначенные выше закономерности развития водных систем Волги и Амура, реки Раздольной, анализ их взаимосвязей с вмещающей (голоценовой) орогенной структурой указывают на необходимость корректировки сложившихся представлений о времени заложения и механизме формирования современной речной сети.

**Благодарности и источники финансирования.** Исследование проведено в соответствии с тематикой государственного задания Института тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН. Автор благодарит сотрудника лаборатории «Сейсмологии и сеймотектоники» ИТиГ ДВО РАН Н.В. Сатонину за помощь в подготовке статьи.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Галимов Э.М. Проблема происхождения Луны // Основные направления геохимии. М.: Наука, 1995. С. 8–43.
2. Иванов А.В., Яшков И.А., Захаров Е.Е. Экспедиции по Поволжью и Прикаспию. Этюды половины тысячелетия. От первых путешественников до «Флотилии плавучих университетов». М.: Русский Миръ, 2021. 224 с. (Труды «Флотилии плавучих университетов». Т. 1).
3. Коковкин А.А. Новейшая структура Сихотэ-Алинского орогена: эволюционная модель // Региональная геология и металлогения. 2012. № 52. С. 39–48.
4. Коковкин А.А., Иванов А.В., Тюленева В.М., Яшков И.А. Тектоника, сеймотектоника и гидротермальный метасоматоз в новейшей структуре Волжского (Саратовско-Камышинского) Правобережья: новые данные // Отечественная геология. 2018. № 6. С. 51–66.
5. Коковкин А.А. Парадоксы голоцена и роль неоплейстоцен-голоценового рубежа в развитии Земли // Мат-лы совещ. «Проблемы тектоники и геодинамики земной коры и мантии». М., 1918. Т. 1. С. 287–291.
6. Коковкин А.А. Намурхэ-Амурская система разломов в окраинно-континентальной структуре востока Азии // Отечественная геология. № 6. 2019. С. 29–41.
7. Коковкин А.А. Феномен Бурейского оползня: данные полевых исследований и модель формирования // Отечественная геология. 2020. № 4–5. С. 48–63.
8. Коковкин А.А. Феномен глобальной голоценовой активизации на примерах новейших структур востока Азии, Среднего Поволжья и Намибии: индикаторы, проблемные вопросы и природа явления // Вестник ДВО РАН. 2023. № 2. С. 5–41.
9. Кэри У. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной: История догм в науках о Земле: Пер. с англ. М.: Мир, 1991. 447 с.

10. Ларин В.Н. Наша Земля (происхождение, состав, строение и развитие изначально гидридной Земли). М.: Агар, 2005. 248 с.
11. Мартыанов Н.Е. Размышления о пульсациях Земли. Красноярск: КНИИГиМС, 2002. 72 с.
12. Милановский Е.Е. Новейшая фаза активизации процессов расширения Земли // Геотектоника, 1996. № 3. С. 3–12.
13. Михеева А.В. Полный каталог импактных структур Земли. ИВМиМГ СО РАН. 2020. 1526 записей (<https://ru.wikipedia.org/wiki>).
14. Обедиентова Г.В. Из глубины веков. Геологическая история и природа Жигулей. Куйбышевское кн. изд-во, 1988. 216 с.
15. Паничев А.М., Иванов А.В., Чекрыжов И.Ю., Яшков И.А., Иванов В.В. Геохимические особенности кремнистых и кремнисто-карбонатных метасоматитов в меловых и палеогеновых отложениях Нижнего Поволжья // Жизнь Земли. 2021. Т. 43, № 1. С. 4–19.
16. Свиточ А.А. Всемирный потоп и великая Хвалынская трансгрессия Каспия // Природа. 2006. № 1. С. 20–24.
17. Хаин В.Е. Об основных принципах построения подлинно глобальной модели динамики Земли // Геология и геофизика. 2010. Т. 51, № 6. С. 753–760.
18. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни: Земля в объятиях Солнца. Гелиотараксия / Сост., вступ. ст., комментарии, подбор илл. Л. В. Голованова. М.: Мысль, 1995. 767 с.
19. Элбакидзе Е.А. Масштабы голоценовой ингрессии Японского моря в Южном Приморье (по данным диатомового анализа) // Тихоокеанская геология. 2014. Т. 33, № 2. С. 102–108.
20. Янина Т.А. Неоплейстоцен Понто-Каспия: биостратиграфия, палеогеография, корреляция. М: Географический ф-т МГУ, 2012. 264 с.
21. Gabdullin R.R., Puzik A.Yu., Merenkova S.I., Migranov I.R., Badulina N.V., Ivanov A.V., Kazurov M.D. The Lithological and Geochemical Characteristics and Paleoclimatic Conditions of the Formation of Upper Cretaceous Sediments of the Russian Plate Epicontinental Basin in the Region of the Ul'yanovsk-Saratov Trough // Moscow University Geology Bulletin. 2021. V. 76, № 3. P. 257–269.

## REFERENCES

1. Galimov, E.M., "Problem of the origin of Moon", *Main directions of geochemistry* (Moscow: Nauka, 1995) (in Russian).
2. Ivanov, A.V., Yashkov, I.A., Zakharov, E.E., *Expeditions to the Volga region and the Caspian Sea. Sketches of the half of the millennium. From the first travelers to the "Flotilla of floating universities"* (Moscow: Russian World, 2021) (in Russian).
3. Kokovkin, A.A., "The newest structure of the Sikhote-Alin orogen: an evolutionary model", *Regional Geology and Metallogeny* 52, 39–48 (2012) (in Russian).
4. Kokovkin, A.A., Ivanov, A.V., Tyuleneva, V.M., Yashkov, I.A., "Tectonics, seismotectonics and hydrothermal metasomatism in the newest structure of the Volga (Saratov–Kamyshin) Right Bank: new data", *Russian geology* 6, 51–66 (2018) (in Russian).
5. Kokovkin, A.A., "Paradoxes of the Holocene and the role of the Neo-Pleistocene–Holocene boundary in the Earth development", *Proc. of the meeting "Problems of tectonics and geodynamics of the Earth's crust and mantle"* (Moscow, 1918. V. 1, p. 287–291) (in Russian).
6. Kokovkin, A.A., "Namurkhe–Amur fault system in the marginal continental structure of East Asia", *Domestic Geology* 6, 29–41 (2019) (in Russian).
7. Kokovkin, A.A., "Bureya landslide phenomenon: field research data and a formation model", *Russian Geology* 4–5, 48–63 (2020) (in Russian).
8. Kokovkin, A.A., "Phenomenon of global Holocene activation on the examples of the newest structures of East Asia, the Middle Volga region and Namibia: indicators, problematic issues and the nature of the phenomenon", *Bull. of the FEB RAS* 2, 5–41 (2023) (in Russian).
9. Carey, S.W., *Theories of the Earth and Universe: A history of dogma in the Earth Science* (Stanford: Stanford University Press, 1988).

10. Larin, V.N., *Our Earth (origin, composition, structure and development of the initially hydride Earth)* (Moscow: Agar, 2005) (in Russian).
11. Martianov, N.E., *Reflections on the pulsations of the Earth* (Krasnoyarsk: KNIIGIMS, 2002) (in Russian).
12. Milanovsky, E.E., "Newest phase of activation of the processes of expansion of the Earth", *Geotectonics* **3**, 3–12 (1996) (in Russian).
13. Mikheyeva, A.V., *Complete catalog of impact structures of the Earth* (IVMiMG SB RAS. 2020. 1526 entries (<https://ru.wikipedia.org/wik>) (in Russian).
14. Obedientova, G.V., *From the depths of centuries. Geological history and nature of Zhiguli* (Kuibyshev Publishing house, 1988) (in Russian).
15. Panichev, A.M., Ivanov, A.V., Chekryzhov, I.Yu., Yashkov, I.A., Ivanov, V.V., "Geochemical features of siliceous and siliceous–carbonate metasomatites in Cretaceous and Paleogene deposits of the Lower Volga region", *Zhizn Zemli [Life of the Earth]* **43** (1), 4–19 (2021) (in Russian).
16. Svitoch, A.A., "The World Flood and the great Khvalyn transgression of the Caspian Sea", *Priroda* **1**, 20–24 (2006) (in Russian).
17. Hain, V.E., "On the basic principles of building a truly global model of Earth dynamics", *Geology and Geophysics* **51** (6), 753–760 (2010) (in Russian).
18. Chizhevsky, A. L., *Cosmic pulse of life: The Earth in the Sun's arms. Heliotaraxia* (Moscow: Mysl, 1995) (in Russian).
19. Elbakidze, E.A., "Scale of Holocene ingression of the Sea of Japan in Southern Primorye (according to diatom analysis)", *Pacific Geology* **33** (2), 102–108 (2014) (in Russian).
20. Yanina, T.A., *Neopleistocene of the Ponto-Caspian: biostratigraphy, paleogeography, correlation* (Moscow: Geographical Faculty of Moscow State University, 2012) (in Russian).
21. Gabdullin, R.R., Puzik, A.Yu., Merenkova, S.I., Migranov, I.R., Badulina, N.V., Ivanov, A.V., Kazurov, M.D., "The Lithological and Geochemical Characteristics and Paleoclimatic Conditions of the Formation of Upper Cretaceous Sediments of the Russian Plate Epicontinental Basin in the Region of the Ul'yanovsk–Saratov Trough", *Moscow University Geology Bulletin* **76** (3), 257–269 (2021).