ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ

электронный научно-образовательный журнал

Кафедре динамической геологии - 80 лет!!!

2023/2

УДК 55
ББК 26.3я43
Д46

Под редакцией к.г.-мин. наук В.А.Зайцева
Редколлегия:
Л.В.Панина, А.И.Полетаев, А.О. Агибалов

Д46 **Динамическая геология. Электронный научно-образовательный журнал 2023/2.** – М.: Издательство «Перо», 2023. – Мб. [Электронное издание]. – Систем. требования: процессор x86 с тактовой частотой 500 МГц и выше; 512 Мб ОЗУ; Windows XP/7/8; видеокарта SVGA 1280x1024 High Color (32 bit). – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-00218-940-3

Электронный адрес журнала
http://www.geodisaster.ru/index.php?page=nomera-zhurnalov-za-2023-god

В этом выпуске особое внимание уделено 80-летию кафедры динамической геологии и 90-летию со дня рождения работавших на ней профессоров Н.В. Короновского, М.А. Гончарова и М.Г. Ломизе: статьи, посвященные их трудам, представили А.И. Гущин, Г.В. Брянцева и А.И. Полетаев. О перспективности динамической геологии как научного направления свидетельствуют в том числе вошедшие в представленный выпуск публикации студентов одноименной кафедры геологического факультета МГУ — К.В. Фадеевой, Н.Г. Кошевого, И.И. Иванова. В этих работах, выполненных в соавторстве и под руководством доцента В.А. Зайцева, проанализирована новейшая геодинамика разных регионов (Северо-Западного Кавказа, озера Хубсугул, юго-западной части Восточно-Европейской платформы).

УДК 55
ББК 26.32я43

ISBN 978-5-00218-940-3

© Авторы статей, 2023

Содержание

Гущин А.И., Брянцева Г.В. Кафедре динамической геологии 80 лет (1943–2023) **3**

Брянцева Г.В., Гущин А.И. Октавий Константинович Ланге — первый заведующий кафедрой динамической геологии **28**

Полетаев А.И. Вклад Н.В. Короновского (1933–2023) и М.Г. Ломизе (1933–2021) в развитие клиновидной тектоники **42**

Полетаев А.И. Н.В. Короновский (1933–2023) о сейсмотектонике **49**

Полетаев А.И. М.А. Гончаров (1933–2014) и его определение термина «линемаент»: за и против **58**

Зайцев В.А., Панина Л.В. Выявление новейших разрывных нарушенний на территории Озерского городского округа (Челябинская область) **76**

Научные работы студентов

Фадеева К.В., Зайцев В.А. Связь неотектоники и сейсмичности Абинского сегмента Северо-Западного Кавказа **85**

Кошевой Н.Г., Зайцев В.А. История неотектонического развития северо-западной части озера Хубсугул и ее связь с сейсмичностью **91**

Иванов И.И., Зайцев В.А. Новейшая геодинамика юго-западной части Восточно-Европейской платформы **104**

КАФЕДРЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ 80 ЛЕТ (1943–2023)

А.И.Гущин, Г.В.Брянцева

Московский Государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Осенью 2023 года одной из старейших кафедр геологического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова – кафедре динамической геологии исполнилось 80 лет.

Кафедра динамической геологии старше геологического факультета на шесть лет. Как самостоятельное структурное подразделение еще геолого-почвенного факультета она была создана в августе 1943 года. В результате разделения кафедры геологии, которую с 1932 года возглавлял ученик Алексея Петровича Павлова (1854–1929), основателя геологической школы Московского университета, профессор Александр Николаевич Мазарович (1886–1950), появились две самостоятельные – исторической геологии под руководством А.Н. Мазаровича и динамической геологии, заведующим которой стал другой ученик А.П. Павлова профессор Октавий Константинович Ланге (1883–1975).

Исторически обе явились преемницами кафедры минералогии и геогнозии (геологии), впервые организованной в Университете в 1835 году в связи реформой образования и введением нового «Общего устава императорских Российских университетов». До 1835 года специальной кафедры геологии в Московском университете не было, хотя элементы отдельных геологических дисциплин (минералогия, палеонтология) всегда присутствовали в курсе натуральной (естественной) истории, который существовал с момента основания Университета. Вновь образованную кафедру возглавил профессор Григорий Ефимович Щуровский (1803–1884), получивший медицинское образование в Московском университете и читавший до этого курс естественной истории.

С образованием специальной кафедры началась новая полоса в развитии геологии в Университете. Произошло отделение в самостоятельные учебные дисциплины геологии и палеонтологии от натуральной (естественной) истории, включавшей также ботанику и зоологию, а Г.Е. Щуровский стал первым профессором, читавшим с 1834/1835 года отдельный курс геогнозии (геологии) в Московском университете [Шевырев, 1998].

Г.Е. Щуровский в течение 45 лет был профессором геологии Московского университета, он вывел российскую геологию на соответствующий тому времени европейский уровень, заложил основы настоящего преподавания курса геологии в Университете, написал его первую программу [Мазарович и др., 1940]. Преподавательская, научная и общественная деятельность Г.Е. Щуровского положила начало создания Московской школы геологов

[Горшков и др.,1982]. Уйдя в отставку в 1880 году, Г.Е. Щуровский оставил хорошо налаженное дело, которое продолжил и развил его ученик профессор Алексей Петрович Павлов [История…, 1962].

А.П. Павлов, окончивший Московский университет в 1878 году, в 1880 году был приглашен Г.Е. Щуровским на должность хранителя геологического кабинета. Но так сложилось, что уже в 1884 году после защиты диссертации магистра и получения звания приват-доцента, А.П. Павлов возглавил кафедру геогнозии и палеонтологии и руководил ею так же, как и его учитель 45 лет до 1929 года.

С именем А.П. Павлова связана целая эпоха в становлении геологии не только в Московском университете, но и России в целом. Недаром это время часто называют «павловским». Кафедра стремительно развивалась. Создается московская школа геологов, количество учеников А.П. Павлова, оставивших яркий след в разработке традиционных и совершенно новых направлений геологии, исчисляется многими десятками. Практически не было отраслей геологии, которыми не интересовался бы сам Алексей Петрович. Как профессор А.П. Павлов читал лекции по исторической и динамической геологии, но, главное, им был создан фундаментальный курс общей геологии, который он около 30 лет мастерски и увлекательно читал [Якушова, 1967].

В 1930 году индустриализация страны потребовала форсировать массовую подготовку инженерных кадров высшей квалификации для различных отраслей тяжелой промышленности, в том числе резко возросла потребность в геологах-разведчиках для работы на производстве. В результате реорганизации высшей школы геология была выведена из системы университетского образования. Во вновь созданный Московский геологоразведочный институт (МГРИ) были переданы кафедры минералогии, геологии и палеонтологии целиком вместе с преподавателями, студентами, музеями, кабинетами, библиотеками и зданием геолого-минералогического корпуса на Моховой. Геология как специальность в Московском университете перестала существовать. Сохранились лишь учебные курсы геологического содержания, которые преподавались только на кафедре физической географии почвенно-географического факультета сотрудниками, переведенными в МГРИ.

Геология в Московском университете отсутствовала недолго, так как ошибочность исключения геологических наук из университетского образования стала понята практически сразу же. Весной 1931 года профессору МГРИ А.Н. Мазаровичу (рис. 1) было предложено восстановить кафедру геологии на географическом отделении. С 1932 года она стала

обслуживать географическое и почвенное отделения и отчасти отделения зоологии и ботаники.

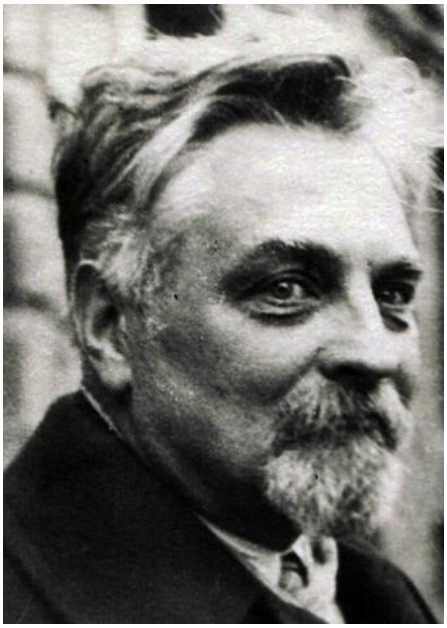


Рис. 1. Александр Николаевич Мазарович (1886–1950)

Весной 1933 года был создан почвенно-географический факультет, в состав которого и вошла кафедра геологии. В течение этого времени курс динамической геологии читали О.К. Ланге и А.В. Костюкевич-Тизенгаузен [Мазарович и др., 1940]. Летом 1938 года почвенно-географический факультет был разделен на два: географический и геолого-почвенный, на котором были открыты специальности геологическая, почвенная и грунтоведческая. В первый год приема на геологическую специальность не было, с третьего курса специальностей грунтоведения, почвоведения и географического факультета было переведено 14 человек, составивших первую группу геологов, которая в 1941 году успешно окончила полный курс обучения: 7 человек по специальности петрография и минералогия и 7 человек по специальности геология [История…, 1962]. Это был первый с 1930 года выпуск специалистов-геологов. Таким образом, геологическая специальность в Московском университете была восстановлена. Началось планомерное развитие геологического образования в МГУ с выделением из кафедры геологии, в связи с постепенным появлением большого количества различных новых учебных курсов, ряда самостоятельных кафедр геологического направления. В 1939 году от кафедры геологии отделились кафедры палеонтологии, минералогии и петрографии. А в августе 1943 г. единая кафедра геологии, после возвращения факультета из эвакуации, разделилась на две: исторической геологии, заведовать которой продолжал А.Н. Мазарович, и динамической геологии.

Кафедра динамической геологии начала свою деятельность под руководством ученика Алексея Петровича Павлова – профессора О.К. Ланге (1883–1975). В первый состав кафедры, кроме заведующего О.К. Ланге (рис. 2), входили: доценты Б.И. Куделин, Г.С. Золотарев и А.Ф. Якушова, ассистенты Г.А. Голодковская, М.Ф. Н.Б. Лебедева, А.М. Сычева-Михайлова и Н.А. Сягаев.

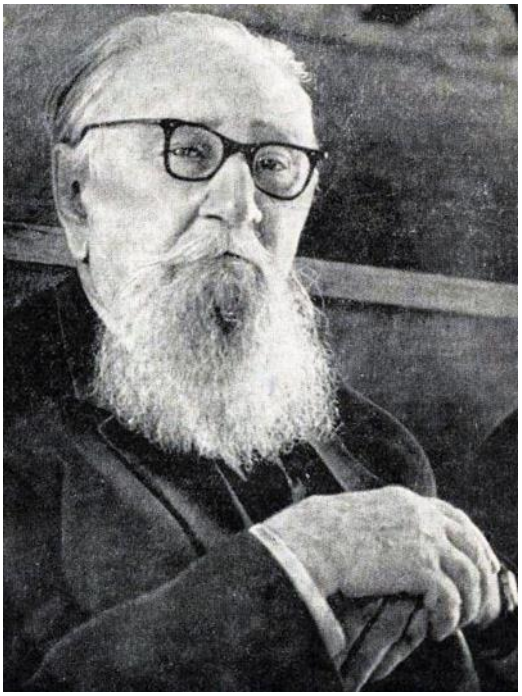


Рис. 2. Октавий Константинович Ланге (1883–1975)

Октавий Константинович был крупным ученым-гидрогеологом. В первые годы после образования кафедры научная деятельность сотрудников была направлена в основном на решение вопросов общей и региональной гидрогеологии и инженерной геологии, поскольку в это военное и послевоенное время требовалось геологическое обеспечение строительства крупных народнохозяйственных объектов. Возглавлял эти работы профессор О.К.Ланге, который занимался решением вопросов происхождения подземных вод, в частности, проблемой образования грунтовых вод в условиях засушливого климата, их динамики, режима, классификации, районирования и зональности, гидрогеологической терминологии. О.К. Ланге разработал методику гидрогеологического картирования. Вопросы инженерной геологии рассматривались главным образом применительно к Средней Азии в связи с проектированием гидроэлектростанций, ирригационных каналов, водоснабжения, железнодорожных путей в этом регионе [Брянцева, Гущин, 2016]. Кроме того, сотрудники кафедры вели научные исследования по трассе канала Волга–Дон, в районах, проектировавшихся на Волге гидроэлектростанций, занимались изучением современных

геодинамических процессов – карстовых, оползневых, новейших тектонических движений земной коры и их отражением в современном рельефе. На примере различных по геологическому строению районов разрабатывали методику структурно-геологических исследований в связи с поисками нефтяных и газовых месторождений Прикаспия, восточного Предкавказья, междуречий Волги и Дона и других регионов.

С 1943 по 1950 год О.К. Ланге читал основной курс общей геологии, затем переданный А.Ф. Якушовой [Якушова, 1967].

В 1949 году было принято важнейшее в истории университетского геологического образования решение – был создан самостоятельный геологический факультет. Это событие практически совпало с началом строительства нового главного здания Московского университета на Ленинских горах и с началом работы на кафедре динамической геологии молодого профессора *Георгия Петровича Горшкова* (1909–1984), который стал первым деканом геологического факультета (рис. 3).

Рис. 3. Георгий Петрович Горшков (1909–1984)

С приходом Г.П. Горшкова, одного из основателей нового в геологии направления – сейсмотектоники, тематика научных работ кафедры значительно расширилась, усилились исследования в области новейшей тектоники и геоморфологии, начались в области сейсмотектоники. Эти исследования легли в основу преподавательской работы. Георгий Петрович приступил к чтению курса общей геотектоники, а пришедшая на кафедру в 1950 году Н.П. Костенко – к чтению, созданного ею курса геоморфологии [Якушова, 1967].

До переезда геологического факультета в новое здание на Ленинских горах кафедра динамической геологии занимала одну небольшую комнату с несколькими столами в старом здании университета на Моховой улице. Переезд в новые здания МГУ в 1953 году открыл совершенно иные перспективы развития, как перед всем геологическим факультетом, так и перед кафедрой динамической геологии.

В том же 1953 году от кафедры динамической геологии отделилась самостоятельная кафедра гидрогеологии и инженерной геологии, заведующим которой стал О.К. Ланге. Кафедру динамической геологии возглавил Г.П. Горшков**.** В это время на кафедре вместе с Георгием Петровичем работали доцент А.Ф. Якушова (профессор с 1961 г.), ассистенты – Н.П. Костенко (профессор с 1973 г.), Н.Б. Лебедева (доцент с 1965 г.) А.М. Сычева-Михайлова, Н.А. Сягаев (доцент с 1954 г.), старший лаборант – секретарь кафедры Н.П. Шумова.

Кафедра получила совершенно несравнимые с прошедшим временем условия для роста. Вместо одной комнаты в старом здании МГУ для нее было выделено сразу 9 комнат на 7 и 16 этажах нового главного здания. Изменилась и научная тематика – значительно усилилось тектоническое направление исследований, которое в дальнейшем становилось все более определяющим в деятельности кафедры. Соответственно новым возможностям и задачам постепенно стал увеличиваться профессорско-преподавательский состав как за счет приглашения уже известных ученых, так и за счет профессионального роста уже работавших сотрудников. Были приглашены профессора В.В. Белоусов (1953) и В.И. Славин (1954), доценты Л.А. Рагозин (1955, профессор с 1964 г.) и М.Ф. Иванова (1959), ассистенты Е.А. Козловицкая и И.А. Семенова. В последующие годы преподавательский состав кафедры пополнили профессора В.Е. Хаин (1960), Н.И. Николаев (1964), Д.И. Гордеев (1968), ассистенты А.А. Апродова, А.П. Соловьева (ст. преподаватель с 1967 г.), В.Г. Чернов (1965, профессор с 1982 г.), С.Г. Рудаков (1967), ст. преподаватель М.Г. Ломизе (1967, профессор с 1985 г.), ассистент Н.А. Божко (1969, профессор с 1989 г.), доцент Н.В. Макарова (1984), ассистенты А.Н. Тихонов (1971–1977), А.Г. Рябухин (1977, профессор с 1991 г.) и В.В. Юцис (1983, доцент с 1988 г.) [Короновский Н.В., Рябухин А.Г., 2003].

В 1953 году чл.- корр. АН СССР В.В. Белоусов, который стал читать основной курс геотектоники, организовал при кафедре и возглавил одну из первых в стране лабораторию тектонофизики, где начались исследования в области экспериментальной тектоники. В 1970 году она была переименована в лабораторию тектонофизики и геотектоники, которую В.В. Белоусов возглавлял до 1990 года. Вместе с ним в лаборатории работали доктора геол.-мин.наук А.В. Вихерт (1959–2001), М.А. Гончаров (1964–2014), В.Г.Талицкий (1970–2006), В.А. Галкин (1983–1999), кандидаты наук А.М. Сычева-Михайлова (1953–1985), Н.Б.

Лебедева (1953–1991), Н.С.Фролова (с 1972 г.), Б.И. Дмитриева (1975–1988), научные сотрудники Т.М.Гептнер (1960–1998), Ю.М. Горелов (1965–1988), А.Г. Малюжинец (1970–1991) и др.

Кроме того, практически с момента своего образования кафедра динамической геологии располагала двумя кабинетами: геоморфологии, которым заведовала доцент Н. П. Костенко и геологии стран народной демократии, заведующий профессор В. И. Славин.

С середины 50-х годов многие сотрудники кафедры активно участвовали в работе многих экспедиций научно-исследовательского сектора (НИС) геологического факультета. Самыми крупными из них были Кавказская (1955–1961), Карпатская (1956–1974) и Енисейская (1956–1991). Кавказская была организована кафедрой исторической геологии, Карпатская и Енисейская – кафедрой динамической геологии. Карпатскую экспедицию возглавлял В.И. Славин. В ней работали сотрудники кафедры В.Е. Хаин, С.Г. Рудаков, В.Г. Чернов, М.Г. Ломизе, Н.Е. Фельдбарг, С.Л. Бызова, В.Я. Добрынина и др. Восстановление представлений о покровном строении Карпат, отрицавшееся в послевоенное время некоторыми геологами, стало главным научным достижением Карпатской экспедиции [Короновский Н.В., Рябухин А.Г., 2003].

Енисейская экспедиция при кафедре динамической геологии была организована по инициативе Л.А. Рагозина. В ее задачу входило комплексное изучение отдельных богатейших районов Красноярского края (Туруханская зона поднятий, Енисейский кряж, Восточный и Западный Саян), а также сопряженных предгорных и межгорных впадин – наиболее перспективных в отношении открытия месторождений полезных ископаемых. В разные годы экспедицией руководили Л.А. Рагозин (1956–1963), Н.А. Сягаев (1963–1970), М.И. Волобуев (1970–1985), В.П. Белов. В работе Енисейской экспедиции помимо профессорско-преподавательского состава кафедры динамической геологии и сотрудников НИС’а в разное время принимали участие другие сотрудники геологического факультета. Общая численность Енисейской экспедиции в 60–70-е годы достигала 60 и более человек.

В системе НИС’а факультета кафедрой динамической геологии были организованы и много лет работали относительно небольшие геологические партии, занимавшиеся изучением четвертичных отложений, геоморфологии и новейшей тектоники южных районов СССР: Киргизская партия (1957–1969), начальниками которой в разное время были К.С. Курдюков, Н.В. Макарова, С.Л. Романов; Таджикская партия (1970–1991) под руководством Б.Е. Акинина. По инициативе В.Е. Хаина для расшифровки структуры и происхождения офиолитов Северного Тянь-Шаня была создана Киргизская геодинамическая партия (1987–1991), работами которой руководил М.Г. Ломизе.

В 1964 году при кафедре были организованы две новые лаборатории: лаборатория геологии и полезных ископаемых зарубежных стран и лаборатория неотектоники.

Научным руководителем лаборатории геологии и полезных ископаемых зарубежных стран был В.Е. Хаин, заведующим – Я.Г. Кац. Лаборатория имела межкафедральный статус и поэтому в ее работе принимали активное участие не только сотрудники кафедры динамической геологии (Н.А. Божко, М.Г. Ломизе, Г.Ф. Макаренко, Д.М. Трофимов и др.) но и многих других кафедр факультета.

Лабораторию неотектоники (с 1970 года – лаборатория неотектоники и сейсмотектоники), главное направление исследований которой было направлено на изучение новейшей тектоники и современной тектонической активности, возглавил профессор Н.И. Николаев, крупнейший специалист в области неотектоники, один из ее основоположников и теоретиков. Разработанная Н.И. Николаевым методика составления карт новейшей тектоники позволило коллективу лаборатории составить серию карт для отдельных регионов страны (Крым, Забайкалье, северо-восток СССР, Камчатка), а в дальнейшем – общую карту новейшей тектоники СССР, Европы, юга Азии и сопредельных областей. Большим достижением работы лаборатории было составление карты неотектоники Мира. В первый состав лаборатории входили: старший научный сотрудник В.И. Бабак, мл. научный сотрудник А.П. Левина, геоморфолог А.И. Медянцев, геофизик Б.Л. Пивоваров, инженер Я.Я. Грасис, картографы и техники [Якушова, 1967]. В последующие годы коллектив лаборатории составляли старшие научные сотрудники А.П.Соловьева, А.А. Рыжова, А.А.Наймарк, В.И.Селиванов, Л.А.Сим, П.Н.Николаев, О.А. Воейкова, Ар. В.Тевелев и другие.

В 1972 году на кафедре была образована лаборатория геологических исследований космическими методами под руководством старшего научного сотрудника Я.Г. Каца, с 1992 года лабораторию возглавил А.И. Полетаев. В разные годы в лаборатории работали ст. научные сотрудники Д.М. Трофимов, С.Г. Рудаков, Н.В. Макарова, мнс А.Г. Рябухин, А.И. Полетаев и др.

Рис. 4. Малая часть сотрудников кафедры динамической геологии, 1978 год. (слева направо): *сидят – В.Е. Хаин, А.П. Соловьева, А.М. Сычева-Михайлова, М.Ф. Иванова, Д.И. Гордеев, Г.П. Горшков. Стоят: 1 ряд: Н.А. Божко, ……., М.Г. Гончаров, Н.С. Фролова, А.В. Вихерт, М.И. Волобуев; 2 ряд: С.Г. Рудаков, А.Г. Малюжинец, А.Г. Рябухин, …….*

В 1976 году на кафедру динамической геологии был передан межкафедральный кабинет истории и методологии геологических наук, которым с момента его организации в качестве отдельной кафедры истории геологических наук в 1949 году заведовал профессор Д.И. Гордеев. Он же читал одноименный курс лекций. С 1953 года Д.И. Гордееву активно помогала выпускница геологического факультета мнс К.П. Мельникова (старший научный сотрудник с 1963 г.). С 1978 года в чтение лекций по истории геологических наук активно включился В.Е. Хаин, вместе с Д.И. Гордеевым обновивший программу курса. В 1981 году заведывание кабинетом, а затем, с 1984 года, чтение курса лекций по истории геологических наук перешло к профессору В.Г. Чернову. При нем в 1988 г. кабинет истории геологии изменил название на лабораторию истории и методологии геологических наук, которую В.Г. Чернов возглавлял до 1990 года. До 1987 года отдельные лекции продолжал читать В.Е. Хаин.

В 1976 году в структуре кафедры появилась лаборатория морской геологии под руководством доцента П.Н. Куприна. В ней работали ст. науч. сотрудники С.Л. Бызова, В.В. Донцов, Ю.Г. Моргунов, Л.И. Потапова, Ф.А. Щербаков, М.Н. Щербакова, И.С. Чумаков, мл. науч. сотр. Е.В. Лесина, А.Ф. Лимонов, А.С. Поляков, В.М. Сорокин и др. [Горшков и

др.,1982]. В 1977 году на кафедре динамической геологии работало 199 человек, включая профессорско-преподавательский состав, научных сотрудников в штате кафедры, сотрудников НИС'а факультета и 52 сотрудников лаборатории морской геологии (рис.4).

В 1983 году лаборатория морской геологии вошла в состав новой кафедры литологии и морской геологии, организованной на геологическом факультете.

Очень важным событием в геологическом образовании студентов и для кафедры динамической геологии, и всего факультета явилась организация в 1957 году В.И. Славиным, естественно при активном содействии и поддержке со стороны Г.П. Горшкова, новой общефакультетской полевой учебной геологической практики в Крыму для студентов 1 курса. Новая практика, заменившая довольно ограниченные по геологическому содержанию экскурсии в окрестностях Москвы и ближайшему Подмосковью, позволяла знакомить учащихся со значительно более разнообразным кругом современных и древних геодинамических процессов, большим разнообразием горных пород и тектонических структур как во время переезда к месту практики по маршруту Москва – Симферополь, так и в самом Горном Крыму [Короновский и др., 1989]. Без преувеличения, практически все преподаватели и сотрудники кафедры участвовали в проведении Крымской практики. До 1967 года В.И. Славин был ее бессменным вдохновителем, начальником и научным руководителем. С 1967 по 1969 год его временно заменял В.Г. Чернов, а с 1970 по 1973 – Н.А. Божко. Только в 1980 году В.И. Славин окончательно передал руководство практикой Н.А. Божко.

В 1971 году по инициативе Н.И. Николаева и Н.П. Костенко кафедрой была организована еще одна полевая практика – геолого-геоморфологическая практика для студентов 1 курса почвенного отделения биолого-почвенного факультета, ставшая логичным завершением курса лекций по общей геологии с основами геоморфологии, который традиционно читали сотрудники кафедры динамической геологии. Сначала практика проводилась в районе города Пущино на Оке, затем на полигоне географического факультета МГУ «Сатино» в окрестностях города Боровска Калужской области. С 1978 года местом ее проведения стала территория на правом берегу реки Клязьмы, прилегающая к АгроБиоСтанции (АБС) – «Чашниково» факультета почвоведения. Первым начальником и научным руководителем практики стала профессор Н.П. Костенко, затем старший научный сотрудник Анна Михайловна Сычева-Михайлова, которую позже сменила доцент Н.В. Макарова. В первые годы практику вели А.В. Вихерт, Т.М. Гептнер, А.Г. Малюжинец, Ю.Г. Моргунов, А.А. Наймарк, А.И. Полетаев, А.П. Соловьева, Ар.В. Тевелев, Г.В.Брянцева, Н.С. Фролова и многие другие сотрудники кафедры.

Рис. 5. Сотрудники кафедры динамической геологии, 1983 год (слева направо). *Сидят: Ю.А. Ворончук, А.П. Соловьева, В.Е .Хаин, А.Ф. Якушова, Г.П. Горшков, Н.И. Николаев, Стоят: 1 ряд – М.Г. Ломизе, Л.А. Сим, М.И. Волобуев, И.В. Воробьев, В.Я. Добрынина, Н.А. Божко, А.М. Сычева-Михайлова, В.И. Славин, Галина Викторовна….., А.В. Вихерт, А.Г. Окнова, З. Кондрашова, Я.Г. Кац, ……., С.Г. Рудаков, В.П. Белов, Н.А. Солодкова; 2 ряд – Г.Ф. Макаренко, Я.Я. Грасис, …..., ……, М.Ф. Иванова, ……; 3 ряд – М.Г. Гончаров, Ч.Б. Борукаев, А.Г. Рябухин, О.А. Воейкова*

Георгий Петрович Горшков (1909–1984) заведовал кафедрой более 30 лет с 1953 по 1984 год. За это время она превратилась в крупное подразделение факультета с несколькими лабораториями и кабинетами, большими и не очень геологическими экспедициями и партиями. Общая численность сотрудников превышала 100 человек (рис.5). Сформировались и главные научные направления деятельности кафедры, определились основные учебные курсы – общая геология, геотектоника, геоморфология, неотектоника и сейсмотектоника, методы тектонофизики, космические методы в геологии, методы палеогеографии, история и методология геологических наук. Сотрудники кафедры читали лекции и вели практические занятия не только на геологическом, но и на географическом, почвенном и физическом факультетах МГУ, а также в ряде зарубежных учебных заведений. По большинству учебных дисциплин были написаны и изданы учебники и учебные пособия не только на русском, но и

на других языках. Классическим стал учебник по «Общей геологии», написанный Г.П. Горшковым и А.Ф. Якушовой в 1957 году. Учебник при жизни авторов трижды переиздавался и был переведен на английский и французский языки. Последнее 4-е стереотипное издание, перепечатанное с 3-его 1973 года, вышло в 2011 году, что свидетельствует о его востребованности и в наше время.

С 1986 года кафедру возглавил *Николай Владимирович Короновский* (1933–2023), доктор геолого-минералогических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, лауреат премии Президиума РАН им. А.Д. Архангельского, действительный член РАЕН – крупный специалист в области орогенного магматизма, тектоники и геодинамики Альпийского (Средиземноморского) пояса. Н.В. Короновский руководил кафедрой до февраля 2023 года (рис. 6).

Рис. 6. Николай Владимирович Короновский (1933-2023)

Начало этого периода развития кафедры совпало со сложными процессами, происходившими в то время в стране и связанными с распадом СССР, изменением системы производства и схем финансирования, появлением частного сектора экономики, реорганизацией высшей школы с переходом на многоступенчатое образование и т.п. В значительной мере научная деятельность факультета за редким исключением почти всегда была тесно связана с производством и обычно осуществлялась и финансировалась за счет договоров, заключавшихся с производственными геологическими организациями.

Начавшийся в конце 80-х и продолжившийся в 90-е годы развал геологической службы страны, отсутствие ее финансирования привели сначала к сокращению, а затем постепенной полной ликвидации научно-исследовательского сектора (НИС) факультета. Сотни высококлассных специалистов вынуждены были перейти в другие организации, не всегда связанные с геологией. Сократилась и численность сотрудников кафедры динамической геологии, если в 1986 году их было 102 человека, то в 1989 – уже только 81 [Короновский, 2004; Короновский и др., 1989]. Постепенно менялся преподавательский и научный состав кафедры. В конце 80-х на кафедре преподавали профессора Н.В. Короновский, В.В. Белоусов, В.Е. Хаин, Н.И. Николаев, В.Г. Чернов, М.Г. Ломизе, профессора-консультанты – Н.П. Костенко, А.Ф. Якушова, доценты Н.А. Божко (профессор с 1989 г.), А.Г. Рябухин (1984, профессор с 1991 г.), Н.В. Макарова (1984), Э.З. Кучуков (1988), В.В. Юцис (1988), ст. преподаватель А.П. Соловьева, ассистенты А.Н. Стафеев (1988, доцент с 1990 г.), Д.С. Зыков (1988). Курс «Общая геология» на геологическом факультете перешел к Н.В. Короновскому, на географическом, почвенном и физическом факультетах его продолжали читать А.Ф. Якушова, В.Г. Чернов, А.Г. Рябухин, Н.В. Макарова. Курс «История и методология геологических наук» с 1984 года стал читать В.Г. Чернов, но до 1987 г. отдельные лекции В.Е. Хаин. Курс «Геоморфология» продолжала читать Н.П. Костенко, курс «Неотектоника и сейсмотектоника» – Н.И. Николаев с привлечением своих сотрудников А.А. Наймарка и В.А. Зайцева. С 1984 года курс «Геотектоники» для геологов стал читать В.Е. Хаин, для студентов других геологических специальностей факультета – М.Г. Ломизе и Н.А. Божко. Помимо этих основных курсов сотрудники кафедры читали большое количество не только традиционных для кафедры, но и вновь создаваемых разнообразных специальных и факультативных курсов, курсов по выбору. Так с 1988 года вед. науч. сотрудник В.Н. Вадковский стал читать курс «Основы вычислительной техники и математики для геологов» [Короновский Н.В., Рябухин А.Г., 2003]. Сотрудники кафедры продолжали обеспечивать проведение полевых учебных практик в Крыму и Чашниково.

И в научном плане, несмотря на нарастающие трудности, на кафедре в конце 80-х шли исследования по нескольким крупным темам. В рамках этих тем сотрудниками было опубликовано несколько значимых научных работ. В 1985 году В.В. Белоусов выпустил монографию «Основы структурной геологии». В 1987 г. В.Е. Хаин завершил многолетнюю работу над монографией «Региональная геотектоника» в 5-ти томах, за которую был удостоен Государственной премии СССР. В том же году Н.А. Божко опубликовал монографию «Поздний докембрий Гондваны», получившую первую премию МОИП. Годом позже вышла из печати монография Н.И. Николаева «Новейшая тектоника и геодинамика литосферы». В

1988 году М.А. Гончаровым была опубликована монография «Механизм геосинклинального складкообразования». В этом же году вышла коллективная монография сотрудников лаборатории тектонофизики «Методы моделирования в структурной геологии». Сотрудники лаборатории геологических исследований Земли космическими методами опубликовали несколько крупных монографий. Среди которых «Сейсмотектоника зоны Главного Копетдагского разлома» (А.И. Полетаев, 1986), «Основы линеаментной тектоники» (Я.Г. Кац, А.И. Полетаев, Э.Ф. Румянцева, 1986), «Кольцевые структуры континентов Земли» (Я.Г. Кац, В.В. Козлов, Н.В. Макарова и др., 1987), а также учебные пособия: «Основы сравнительной геологии планет» (Я.Г. Кац, Н.В. Макарова, 1987), «Основы космической геологии» (Я.Г. Кац, Ар.В. Тевелев, А.И. Полетаев, 1988), «Космические методы в геологии» (А.Г. Рябухин, В.И. Макаров, Н.В. Макарова, 1988). В 1989 году В.Г. Чернов составил и опубликовал биографический справочник «Геологи Московского университета». В 1988 году вышел в свет учебник «Общая геология» (А.Ф. Якушова, В.Е. Хаин, В.И. Славин), в котором были собраны все новейшие достижения геологической науки в XX веке, а вопросы строения и эволюции Земли впервые в литературе такого рода излагались с позиции теории тектоники литосферных плит [Короновский, Рябухин, 2003].

Существенные изменения преподавательского состава произошли на кафедре в 90-е годы. После защиты докторских диссертаций стали профессорами А.Г. Рябухин (1991) и В.А. Галкин (1998). Пришли новые преподаватели: старший преподаватель А.И. Гущин (доцент с 1991 г.), ассистенты Л.В. Панина (доцент с 1994 г.) и М.А. Романовская (доцент с 1995 г.). В качестве профессоров были приглашены член-корреспондент РАН, директор Института Литосферы окраинных и внутренних морей РАН Н.А. Богданов (1990–2003) и А.Ф. Лимонов, в 2000 г. заменивший выбывшего В.А. Галкина.

В 1990 году после внезапной кончины В.Г. Чернова заведование лабораторией истории и методологии геологических наук и чтение соответствующего курса перешло к А.Г. Рябухину. С 1993 года в деятельность лаборатории активно включилась Г.В. Брянцева, формально не состоявшая в ее штате, но выполнявшая большую научную и преподавательскую работу.

С 1991 года заведующим лабораторией тектонофизики и геотектоники, которой было присвоено имя В.В. Белоусова, стал его ученик доктор геол.-мин. наук М.А. Гончаров. В 90-е годы в лаборатории работали доктора геол.-мин.наук А.В. Вихерт (1959–2001), В.Г.Талицкий (1970–2006), В.А. Галкин (1983–1999), Ю.А.Морозов (2004–2014), кандидаты наук Н.С.Фролова (с 1972 г.), А.Б. Кирмасов (1998–2002), А.С. Красильников (2001–2005), инженеры А.В. Усатов и Е.И. Чиж.

В 1992 году лабораторию геологических исследований космическими методами возглавил А.И. Полетаев.

В штате кафедры в 90-е годы появились должности ведущих научных сотрудников. После защиты докторских диссертаций на эти должности были избраны В.Г. Талицкий и Л.А. Сим. Стали ведущими научными сотрудниками В.Н. Вадковский, М.И. Волобуев, Л.И. Демина.

В 1997 году В.Н. Вадковский возглавил созданную им с целью внедрения компьютерных методов в практику геологических исследований учебно-научную лабораторию моделирования геодинамических процессов. В.Н. Вадковский сумел объединить вокруг себя молодой коллектив единомышленников: В.С. Захарова, Д.А. Симонов и Н.В. Лубнину, активно помогавших ему в налаживании работы лаборатории.

В 1997 году на кафедре появилась еще одна новая лаборатория «Исследования геокатастроф», которая фактически явилась преемницей лаборатории «Неотектоники и сейсмотектоники» Н.И. Николаева. Научное руководство лабораторией взял на себя Н.В. Короновский, заведующим был назначен В.А. Зайцев. Сотрудниками лаборатории стали Л.А. Сим, Л.И. Демина, А.А. Клочко, А.А. Наймарк, Ар.В. Тевелев.

Значительные изменения произошли и в учебном процессе. М.Г. Ломизе с 1995 года начал читать спецкурс «Палеотектоника складчатых областей». В 1997 году и чтение курса «Геотектоника» перешло от В.Е. Хаина к М.Г. Ломизе. Новый курс «Современные проблемы геодинамики» для магистров всех геологических специальностей и созданный им курс «Региональная геотектоника», В.Е. Хаин продолжал читать до 2000 года, с 2001 г. этот курс перешел к А.Ф. Лимонову. Н.П. Костенко передала созданный ей курс «Геоморфология» и два спецкурса своим ученикам. Курс геоморфология был разделен на два: геологам его стала читать Л.В. Панина, а инженерному потоку – Н.В. Макарова. Спецкурс «Методы изучения новейших деформаций» перешел к Л.В. Паниной, спецкурс «Структурно-геоморфологическое дешифрирование топографических карт» – к Г.В. Брянцевой. М.И. Волобуев заново переработал свой курс «Изотопная геодинамика». Сотрудники лаборатории моделирования геодинамических процессов разработали и ввели в учебную практику серию спецкурсов о применении ЭВМ в геологии: «Прикладная математика для геологов» (В.Н. Вадковский), «Основы программирования» (В.С. Захаров), «Основы математического моделирования» (В.С. Захаров), «Прикладное программирование в геологических исследованиях» (В.С. Захаров), «Геоинформационные системы» (Ар.В. Тевелев, Д.А. Симонов, Н.В. Лубнина), «Геодинамика и математическое моделирование» (В.С. Захаров), «Специализированное программное обеспечение для геологических исследований» (В.С. Захаров, Н.В. Лубнина),

«Программирование баз данных и сетевых приложений» (Д.А. Симонов, В.С. Захаров), «Палеомагнитология» (В.Н. Вадковский, Н.В. Лубнина), «Динамические процессы в геологии» (В.С. Захаров, В.Н. Вадковский). В научной тематике и практически во всех учебных курсах на кафедре началось все более активное использование компьютеров, стало уделяться все большее внимание проблемам экологии [Короновский Н.В., Рябухин А.Г., 2003].

По профилирующим курсам кафедры были изданы новые учебники: «Основы геологии» (Н.В. Короновский, А.Ф. Якушова, 1991), «Геотектоника с основами геодинамики» (В.Е. Хаин, М.Г. Ломизе, 1995), «История и методология геологических наук» (В.Е. Хаин, А.Г. Рябухин, 1997), «Геоморфология» (2-е изд., Н.П. Костенко, 1999), "Геология четвертичных отложений» (А.Ф. Чистяков, Н.В. Макарова, В.И. Макаров, 2001), «Общая геология» (Н.В. Короновский, 2002), «Геология» (Н.В. Короновский, Н.А. Ясаманов, 2003), выдержавший 8 изданий.

Кафедра продолжала обеспечивать проведение полевых учебных практик в Крыму и Чашниково. Начальниками Крымской практики в это время были: Н.А. Божко (1980–1991, 1994, 1996), А.Н. Стафеев (1992–1993), А.И. Гущин (1995, 1997–2007). В 1998 году научным руководителем практики стал Н.В. Короновский. Руководство Чашниковской практикой в 2002 году перешло от Н.В. Макаровой к Л.В. Паниной.

В этот период девять сотрудников кафедры защитили кандидатские диссертации - В.А. Галкин (1988), В.А. Зайцев (1995), В.С. Захаров (1996), А.А. Клочко (1996), Г.В. Брянцева (1998), А.Б. Кирмасов (1998), Н.В. Лубнина (1998), Д.А. Симонов (1998), Т.В. Суханова (2000); 4 сотрудника защитили докторские диссертации – А.Г. Рябухин (1990), В.Г. Талицкий (1993), Л.А. Сим (1996), В.А. Галкин (1997). Ар.В. Тевелев (2002).

В 1991 году В.Е. Хаин за выдающиеся труды в области геотектоники и палеогеографии был награжден золотой медалью имени А. П. Карпинского. Н.В. Короновский в 1993 году был удостоен звания «Заслуженный деятель науки РФ», а в 1997 – за серию работ по региональной геологии он получил премию имени А.Д. Архангельского Президиума РАН. В 1995 году В.Е. Хаин и Н.А. Божко за цикл работ «Эволюция осадочной оболочки Земли» вместе с коллегами из ГЕОХИ РАН и ИФЗ РАН получили Государственную премию Российской Федерации. В 2002 году В.Е. Хаин за монографию «Тектоника континентов и океанов» был удостоен премии имени А.Д. Архангельского.

В 2002 году профессорско-преподавательский и учебно-вспомогательный состав кафедры включал 7 профессоров: Н.В. Короновский, Н.А. Богданов, Н.А. Божко, А.Ф. Лимонов, М.Г. Ломизе, А.Г. Рябухин, В.Е. Хаин, профессор-консультант – Н.П. Костенко; 8

доцентов: А.И. Гущин, В.А. Зайцев, В.С. Захаров, Н.В. Макарова, Л.В. Панина, М.А. Романовская, А.Н. Стафеев, В.В. Юцис; старший преподаватель А.А. Зарщиков; 2 зав. лабораториями М.А. Гончаров и А.И. Полетаев; 5 ведущих научных сотрудников – В.Н. Вадковский, М.И. Волобуев, Л.И. Демина, Л.А. Сим, В.Г. Талицкий; 9 старших научных сотрудников: Г.В. Брянцева, А.А. Клочко, А.Б. Кирмасов, Н.В. Лубнина, А.А. Наймарк, С.Г. Рудаков, Д.А. Симонов, Ар.В. Тевелев, Н.С. Фролова; 2 научных сотрудников – Н.А. Солодкова, Т.В. Суханова; 5 инженеров: Г.И. Беловицкая, Г.Д. Булыгина, Т.Л. Королек, А.В. Усатов, Е.И. Чиж (рис.7). Всего 40 человек, из них 11 докторов наук (1 – академик РАН, 1 – член-корреспондент РАН) и 23 кандидата наук.

Рис. 7. Сотрудники кафедры динамической геологии, 1999 год (слева направо). *Сидят – Э.З. Кучуков, Н.В. Макарова, А.В. Вихерт, Н.В. Лубнина, Т.М. Гептнер, Н.А. Солодкова, Л.И. Демина, Н.С. Фролова, ……., А.А. Клочко, Г.Д. Булыгина; стоят – А.И. Полетаев, Г.В. Брянцева, Б.Е. Акинин, Е.М. Тертерова, Н.И. Быкова, Н.В. Короновский, А.А. Зарщиков, М.А. Романовская, Ф.Н. Стафеев, В.А. Галкин, Е.В. Федоров, Г.И. Беловицкая, А.Г. Рябухин, М.И. Волобуев, В.С. Захаров, М А. Гончаров, М.Б. Чернышова, М.Г. Ломизе, Ю.А. Ворончук, В.Г. Талицкий Л.В. Панина, ……., Ар.В. Тевелев*

В период с 2003 по 2013 годы в структуре кафедры появилась новая лаборатория. В 2006 году по инициативе В.Н. Вадковского была создана петромагнитная лаборатория, заведующей которой с момента основания стала Н.В. Лубнина [Кафедра…, 2013].

Произошли изменения и в профессорско-преподавательском составе кафедры (рис.8). Н.В. Лубнина после защиты докторской диссертации в 2009 году была избрана на должность профессора (2010). В 2012 году для чтения лекций по курсу «Тектоника и геодинамика океанов» на кафедру был приглашен профессор Е.П. Дубинин. Стали доцентами А.А. Зарщиков (2005), Г.В. Брянцева (2007), В.С. Захаров (2010) и Р.В. Веселовский (2010).

В 2008 году сменилось руководство Крымской практики. Начальником практики был назначен Р.В. Веселовский, научным руководителем стал А.И. Гущин.

В 2013 году благодаря усилиям А.И. Полетаева для студентов первого курса кафедры была частично восстановлена учебная практика на территории Московского мегаполиса. Н.С. Фролова в том же году стала автором и руководителем практики по структурной геологии для студентов второго курса кафедры в Крыму.

В период с 2003 по 2013 годы продолжилось обновление учебной литературы по основным курсам кафедры. Н.В. Короновским была опубликована целая россыпь новых учебников и учебных пособий преимущественно по общей геологии и близким к ней дисциплинам: «Геология. Элективные курсы для школ» (2005), «Планета Земля – от ядра до ионосферы» (совместно с В.Е. Хаиным, 2006), «Общая геология» (2006), "Геология и полезные ископаемые» (совместно с В.И. Старостиным и В.В. Авдониным, 2006), «Общая геология в рисунках и фотографиях» (совместно с Г.В. Брянцевой, 2011), «Общая геология» (2011), «Магматизм как индикатор геодинамических обстановок» (совместно с Л.И. Деминой, 2011), «Геоэкология» (совместно с Г.В. Брянцевой, 2011), многие из этих учебников многократно переиздавались.

Рис. 8. Сотрудники кафедры динамической геологии, 2010 год, слева направо и сверху вниз: *1 ряд – Н.В. Короновский, М.Г. Ломизе, А.И. Гущин, Н.С. Фролова; 2 ряд – А.Г. Рябухин, М.А. Гончаров, А.А. Наймарк, А.А. Синяева; 3 ряд – Н.А. Божко, В.А. Зайцев, В.С. Захаров, А.Н. Стафеев, Г.Д. Булыгина; 4 ряд – Г.В. Брянцева, М.А. Романовская, А.А. Клочко, Н.А. Солодкова; 5 ряд – Е.А. Рогожин, Л.В. Панина, А.И. Полетаев, Д.А. Симонов, Л.Л. Грохольская; 6 ряд – Л.И. Демина, А.А. Зарщиков, О.Н. Сироткина, Ю.О. Гаврилов; 7 ряд –*

Ю.А. Морозов, А.В. Спиридонов, Н.В. Лубнина, Т.В. Суханова, Е.И. Чиж; 8 ряд – Н.В. Макарова, В.Ю. Водовозов, Р.В. Веселовский, С.Г. Рудаков

Появилось новое «Практическое руководство по общей геологии» (А.И. Гущин, М.А. Романовская, А.Н. Стафеев, В.Г. Талицкий, 2004), до 2014 года переиздававшееся с исправлениями и дополнениями 6 раз, и «Геотектоника с основами геодинамики» (2-е изд., В.Е. Хаин, М.Г. Ломизе, 2005). В 2006 году авторы нового учебника «Введение в тектонофизику» (2005) М.А. Гончаров, В.Г. Талицкий и Н.С. Фролова были удостоены премии имени Н.С. Шатского. Впервые было издано «Руководство по первой крымской геологической практике» (2007), написанное большим коллективом преподавателей кафедры. В 2010 году В.С. Захаров опубликовал учебник «Лекции по физике Земли» (совместно с В.Б. Смирновым).

Рис .9. Сотрудники кафедры динамической геологии, 2018 год (слева направо и сверху вниз): *1 ряд – Н.А. Божко, В.С. Захаров, Н.В. Короновский, Е.П. Дубинин, Н.В. Лубнина; 2 ряд – А.И. Полетаев, Г.В. Брянцева, Н.В. Макарова, А.И. Гущин, М.А. Романовская; 3 ряд – Н.С. Фролова, Л.В. Панина, А.Н. Стафеев, Т.В. Суханова, В.А. Зайцев; 4 ряд – В.Ю, Водовозов, Л.И. Демина, М.Ю. Промыслова, Р.В. Веселовский, А.М. Фетисова; 5 ряд – Н.А. Солодкова, Д.А. Симонов, Н.И. Косевич, И.В. Латышева, А.В. Спиридонов; 6 ряд – О.Н. Сироткина, А.В. Усатов, М.С. Мышенкова, Н.В. Бадулина, А.Н. Корбутяк; 7 ряд – Л.Л. Грохольская, Е.И.*

Чиж, Г.И. Беловицкая, А.О. Агибалов, М.И. Доненко, Н.А. Тарасов, Ю.А. Попова, М.А. Новикова, С.П. Завьялов

С 2003 по 2013 год шесть сотрудников кафедры защитили кандидатские диссертации - А.А. Зарщиков (2003), М.Ю. Промыслова (2005), Р.В. Веселовский (2006), Н.В. Бадулина (2007), О.Н. Сироткина (2008), В.Ю. Водовозов (2010).

В 2013 году на кафедре работали 6 профессоров: Н.В. Короновский (заведующий кафедрой), Н.А. Божко, Е.П. Дубинин, М.Г. Ломизе, Н.В. Лубнина, А.Г. Рябухин; 8 доцентов: Г.В. Брянцева, Р.В. Веселовский, А.И. Гущин, В.С. Захаров, Н.В. Макарова, Л.В. Панина, М.А. Романовская, А.Н. Стафеев, Т.В. Суханова; старший преподаватель В.Ю. Водовозов; 2 зав. лабораториями М.А. Гончаров и А.И. Полетаев; 2 ведущих научных сотрудника: Л.И. Демина, Н.С. Фролова; старшие научные сотрудники: Н.В. Бадулина, В.А. Зайцев, А.А. Наймарк, М.А. Новикова, М.Ю. Промыслова, Д.А. Симонов, О.Н. Сироткина, А.В. Спиридонов; научные сотрудники: А.Н. Корбутяк, Н.А. Солодкова, А.М. Фетисова; 7 инженеров: Г.И. Беловицкая, Г.Д. Булыгина, Л.Л. Грохольская, И.В. Латышева, А.Г. Окнова, А.В. Усатов, Е.И. Чиж. Всего 37 человек (рис.9).

В последующий период с 2013 по 2023 гг. структура кафедры вновь изменилась. В 2018 году в рамках программы «Зеленый свет» ректората МГУ появилась новая лаборатория прикладных методов геодинамических исследований (зав. Р.В. Веселовский), призванная решать широкий спектр фундаментальных и прикладных задач на базе использования современных методов геотектоники, геофизики, петрологии, геохронологии и геохимии. В первый состав лаборатории из постоянных сотрудников кафедры вошли Р.В. Веселовский, А.М. Фетисова, М.С. Мышенкова и Т.Э. Багдасарян. Значительные изменения коснулись и профессорско-преподавательского состава. Летом 2014 года по разным причинам почти одновременно кафедру покинули М.А. Гончаров (1933–2014), М.Г. Ломизе (1933–2021), А.Г. Рябухин (1941–2022) и А.А. Наймарк. Защитили докторские диссертации В.С. Захаров (2014, профессор с 2015 г.), Р.В. Веселовский (2016, профессор с 2018 г.), кандидатские А.М. Фетисова (2014, доцент с 2018 г.), Н.И. Косевич (2016), А.О. Агибалов (2019), М.С. Мышенкова (2021, ст. преподаватель с 2022 г.). Были избраны на должности доцентов В.Ю. Водовозов (2014), В.А. Зайцев (2022) и М.Ю. Промыслова (2022). С осени 2014 года чтение курса геотектоники от М.Г. Ломизе перешло к Р.В. Веселовскому. Заведование лабораторией и чтение курса истории и методологии геологических наук для магистрантов первого года обучения А.Г. Рябухин передал А.И. Гущину. Н.С. Фролова возглавила лабораторию тектонофизики и геотектоники им. В.В. Белоусова. В 2022 году ушла на пенсию Н.В.

Макарова, курс геоморфологии для инженерного потока перешел к Т.В. Сухановой. Весной 2015 года общее и научное руководство Крымской практикой взял на себя Р.В. Веселовский. С 2019 года руководителем Первой Крымской геологической практикой стала М.А. Романовская. Продолжающийся процесс активного обновления учебников и учебных пособий возглавил Н.В. Короновский. Только учебников под названием «Общая геология» им было выпущено три (2014, 2017 и 2022 годы), а еще были «Общая геология. Твиты о Земле» (2016), «Общая геология, Новое о Земле» (совместно с Г.В. Брянцевой, 2023), «Земля. Метеориты, вулканы, землетрясения» (2014), четыре учебника «Геология», вышедшие в разных издательствах (2014, 2017, 2018 и 2020), переиздание «Геологии для горного дела» (совместно с В.И. Старостиным и В.В. Авдониным, 2014 и 2016), два переиздания «Геологии России и сопредельных территорий» (2014 и 2017), «Опасные природные процессы» (совместно с Г.В. Брянцевой, 2017), «Планета Земля. Иллюстрированный гид» (2020), «Взаимодействие геосфер Земли» (2020), «Россыпь фактов и замечаний о больших проблемах нашей Земли» (совместно с Г.В. Брянцевой, 2021), «Земля: таинственная и незнакомая. Просто о сложном» (совместно с Г.В. Брянцевой, 2023). Были изданы новые учебники по курсу физики Земли «Физика Земли: учебник» (В.С. Захаров В.С. и В.Б. Смирнов, 2016) и «Строение и физика Земли. Вводный курс» (В.С. Захаров и В.Б. Смирнов, 2018). Появилось новое руководство «Общая геология: практические занятия» (А.И. Гущин, М.А. Романовская, Г.В. Брянцева, 2017), ежегодно переиздающееся. Н.А. Божко и Н.В. Лубниной опубликован принципиально новый учебник «Геодинамика докембрия и суперконтиненты» (2022). Были выпущены новые руководства по всем практикам, проводимым кафедрой: «Дневник-путеводитель по первой учебной геологической практике на территории Москвы» (А.И. Полетаев и А.О. Агибалов, 2018), «Маршруты Крымской учебной практики по общей геологии: учебное пособие» (большой коллектив сотрудников кафедры, 2021, 2022), «Учебно-методическое пособие по проведению геолого-геоморфологической практики в районе Чашниковской впадины (геология, геоморфология и современные геологические процессы)» (Л.В. Панина и В.А. Зайцев, 2022).

В феврале 2023 года после длительной болезни ушел из жизни профессор Николай Владимирович Короновский (1933–2023), руководивший кафедрой с 1986 года. Научная деятельность Н.В. Короновского со студенческого времени была связана с региональной геологией и геологическим картированием, неотектоникой и орогенным вулканизмом, тектоникой и геодинамикой Альпийского пояса Евразии. Свои научные интересы Николай Владимирович всегда органически связывал с живой педагогической деятельностью. Блестящий лектор, он более 60 лет преподавал на геологическом факультете. За это время Николай Владимирович подготовил и прочел множество фундаментальных лекционных

курсов. Но наиболее ярко педагогический талант Н.В. Короновского раскрылся в прекрасных по форме и содержанию лекциях по «Общей геологии», которые он бессменно читал более 35 лет. Простота и четкость изложения даже самого сложного материала, умение доходчиво объяснить и донести до понимания слушателей непростые, спорные вопросы геологии отличали эти непревзойденные лекции. Его репутация незаурядного лектора давно перешагнула пределы Московского университета и геологического факультета. Легкие по форме, но всегда содержательные выступления Николая Владимировича не раз транслировались по главным каналам центрального телевидения, пропагандируя последние достижения геологической мысли.

Николай Владимирович Короновский руководил кафедрой в течение 36 лет. Это был продолжительный и нередко сложный этап, на протяжении которого менялись кадровый состав и численность кафедры, ее структура, учебные планы, тематика и объемы научных исследований. Но Н.В. Короновскому, как заведующему кафедрой, удалось сохранить ее научный и педагогический потенциал. Не только поддержать высокий уровень преподавания традиционных для кафедры учебных дисциплин, но и внедрить в учебный процесс ряд новых курсов: «тектоника и магматизм», «палеомагнитология», «внутриплитная тектоника и эволюционная геодинамика океанов», «математические методы в геологии», «геодинамика докембрия и суперконтиненты в истории Земли», «взаимодействие геосфер» и многие другие.

Преподаватели кафедры продолжают читать лекции классического базового курса «Общая геология» студентам-геологам, и в различных модификациях студентам почвенного, биологического, физического, химического и филологического факультетов. Студентам геологического факультета разных курсов читаются потоковые лекции по геоморфологии, геотектонике, истории и методологии геологических наук. Преподаватели кафедры ведут много авторских уникальных курсов, а также межфакультетских курсов для более широкой аудитории. В составе кафедры работают 7 учебно-научных лабораторий: моделирования геодинамических процессов (заведующий Захаров В.С.), петромагнитная лаборатория (заведующий Веселовский Р.В.), геотектоники и тектонофизики им. В.В.Белоусова (заведующая Н.С. Фролова), геологических исследований космическими методами (заведующий А.И. Полетаев), исследования геокатастроф (заведующий В.А. Зайцев), истории и методологии геологических наук (заведующий А.И. Гущин), прикладных методов геодинамических исследований (заведующий Р.В. Веселовский).

Научная работа кафедры проводится по двум госбюджетным темам: «Моделирование новейших геодинамических процессов, влияющих на сейсмичность и флюидную проницаемость осадочных толщ» (руководитель доцент В.А.Зайцев) и «Геодинамика

полярных и приполярных областей Евразии в мезо-кайнозое» (руководители профессор Р.В. Веселовский и профессор Н.В. Лубнина). В этих работах участвуют все сотрудники кафедры, продолжая и развивая научные направления, основы которых были заложены ранее, решая актуальные проблемы геологии и совершенствуя ее методы при исследовании складчатых поясов и платформенных областей. Результаты своей научной деятельности сотрудники кафедры регулярно публикуют в ведущих отечественных и международных журналах.

В свое девятое десятилетие кафедра динамической геологии входит с обширными планами, касающимися дальнейшего совершенствования учебного процесса и повышения уровня подготовки молодых специалистов, развития научно-исследовательских фундаментальных и прикладных работ, совершенствования приборной базы кафедры во главе с новым заведующим кафедрой. Весной 2023 года исполняющим обязанности заведующего кафедрой единогласно был избран профессор Роман Витальевич Веселовский (рис.10).

Рис. 10. Роман Витальевич Веселовский

В настоящее время на кафедре работают 5 профессоров: Р.В. Веселовский (и.о. заведующего кафедрой), Н.А. Божко, В.С. Захаров, Е.П. Дубинин, Н.В. Лубнина; 10 доцентов: Г.В. Брянцева, В.Ю. Водовозов А.И. Гущин, В.А. Зайцев, Л.В. Панина, М.Ю. Промыслова, М.А. Романовская, А.Н. Стафеев, Т.В. Суханова, А.М. Фетисова; старший преподаватель М.С. Мышенкова, ассистент Н,И. Косевич; зав. лабораторией А.И. Полетаев; ведущие научные сотрудники: Л.И. Демина, Н.С. Фролова; старшие научные сотрудники: Н.В. Бадулина, М.А. Новикова, Д.А. Симонов, О.Н. Сироткина, А.В. Спиридонов; научный сотрудник А.Н. Корбутяк; инженеры: Т.Э. Багдасарян, Г.И. Беловицкая, М.Е. Блюмкина, Л.Л. Грохольская,

Е.И. Доненко, И.В. Латышева, Н.А. Солодкова, А.В. Усатов, Е.А.Мануилова, А.О.Агибалов, Е.П.Кулакова, И.Е.Лебедев, , А.М.Пасенко. Всего 39 человек (рис.11).

Рис.11. Сотрудники кафедры динамической геологии, 2023 год (слева направо и сверху вниз): *1 ряд – Н.А.Божко, В.С.Захаров, Р.В.Веселовский, Е.П. Дубинин, Н.В. Лубнина; 2 ряд – А.И. Полетаев, Г.В.Брянцева, В.А. Зайцев, А.И. Гущин, М.А. Романовская; 3 ряд – Н.С. Фролова, Л.В. Панина, А.Н.Стафеев, Т.В. Суханова, В.Ю. Водовозов; 4 ряд – Л.И.Демина, М.Ю, Промыслова, А.М. Фетисова, Н.И. Косевич, Д.А. Симонов; 5 ряд – Н.А. Солодкова, М.С. Мышенкова, Н.В. Бадулина, А.В. Спиридонов; А.Н. Корбутяк; 6 ряд – О.Н. Сироткина, А.В. Усатов, И.В.Латышева, М.Е. Блюмкина, Е.А. Мануилова; 7 ряд – Л.Л. Грохольская, А.О. Агибалов, Е.И. Доненко, М.А. Новикова, Е.П. Кулакова; 8 ряд – Г.И. Беловицкая, И.Е.Лебедев, Т.Э. Багдасарян, А.М. Пасенко*

Список литературы

Брянцева Г.В., Гущин А.И. Alma mater, краткая история // «Актуальные проблемы динамической геологии при исследовании платформенных областей». Мат-лы конф. 24–26 мая 2016. М.: Перо, 2016. С. 6–17.

Горшков Г.П., Милановский Е.Е., Чернов В.Г. Пятьдесят лет кафедре геологии в

Московском университете // Вестн. Моск. ун-та. Сер.4. Геология. 1982. № 5. С.3–14.

История геологических наук в Московском университете / под ред. Д.И. Гордеева. М.: изд-во МГУ. 1962. 352 с.

Кафедра динамической геологии. 70 лет. М.: ИД «Мир новостей», 2013. 48 с.

Короновский Н.В. День за днем бегом по жизни. М.: 2004. 175 с.

Короновский Н.В., Барсков И.С., Меннер В.В., Милановский Е.Е., Милеев В.С., Семенович В.В., Соколов Б.А., Старостин В.И., Тимофеев П.П., Япаскурт О.В. Развитие кафедр отделения геология на геологическом факультете// Вестн. Моск. ун-та. Сер.4. Геология. 1989. № 2. С. 38–65.

Короновский Н.В., Рябухин А.Г. К 60-летию кафедры динамической геологии геологического факультета Московского университета // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2003. № 5. С. 3–10.

Мазарович А.Н., Добров С.А., Меннер В.В. Геологические науки в Московском университете// Ученые записки МГУ, Геология, почвоведение и грунтоведение. Юбилейная серия. 1940. Вып. LVI. С.25–44.

Шевырев С.П. История Императорского Московского университета, написанная к столетнему его юбилею. 1755–1855. Репринтное издание. М.: изд-во Моск. Ун-та. 1998. 600 с.

Якушова А.Ф. Очерк истории развития динамической геологии // Геология в Московском университете за 50 лет Советской власти. М.: МГУ. 1967. С. 14–34.

ОКТАВИЙ КОНСТАНТИНОВИЧ ЛАНГЕ — ПЕРВЫЙ ЗАВЕДУЮЩИЙ КАФЕДРОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ

Г.В. Брянцева, А.И. Гущин

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Кафедра динамической геологии, как самостоятельная единица в структуре геолого-почвенного факультета Московского университета была образована в августе 1943 года.

Первым заведующим кафедрой стал избранный по конкурсу ученик А.П. Павлова известный профессор-гидрогеолог Октавий Константинович Ланге (рис. 1) – крупный ученый, внесший значительный вклад в науку о подземных водах и их зональности. Вероятно, поэтому в первые годы после образования кафедры научная деятельность сотрудников была направлена в основном на решение актуальных вопросов как общей, так и региональной гидрогеологии (История…, 1962).

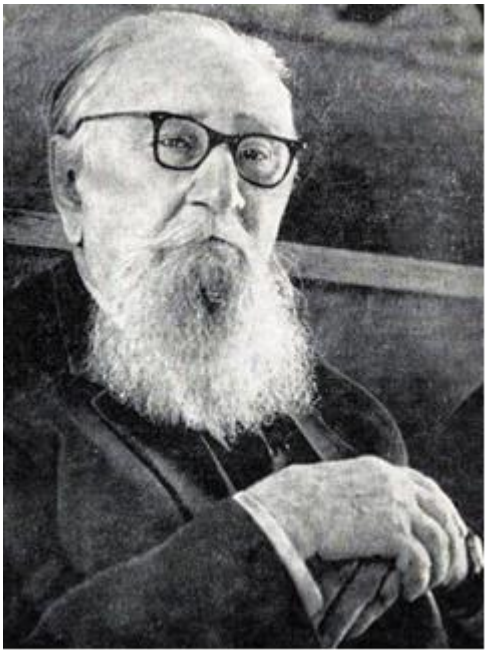


Рис. 1. Октавий Константинович Ланге (1883–1975)

Октавий Константинович Ланге, получивший при рождении имя Отто, родился 2 марта 1883 года в с. Карабчиевцы Подольской губ. (сейчас Хмельницкая обл.). Его отец – Карл Адольф Ланге выходец из Верхней Саксонии (Германия), мать – Каролина Скарпатетти – итальянка. После перехода в православие его родители получили имена Константин и Клавдия, а их сын Отто Ланге стал Октавием.

С 1894 по 1903 год Октавий Константинович учился в гимназии Каменец-Подольска (рис. 2). В эти гимназические годы он близко познакомился и до конца жизни сохранял

дружеские отношения с П.М. Горшковым, отцом будущего первого декана геологического факультета МГУ Георгия Петровича Горшкова (Гордеев и др., 1982).

Рис. 2. О.К. Ланге в год окончания гимназии. 1903 г.

Поступив в 1903 году на естественное отделение физико-математического факультета Одесского (в то время он назывался Новороссийским) университета, О.К. Ланге проучился там два года, но так и не выбрал определенной специальности. Прервал обучение, но все же решил продолжать образование и поступил в 1907 году на 3 курс естественного отделения физико-математического факультета уже Московского университета, выбрав для обучения кафедру геологии.

Его однокурсниками были будущие известные геологи профессора и академики: М.С. Швецов, А.Н. Мазарович, Г.Ф. Мирчинк, С.А. Добров, В.А. Жуков, А.В. Рошковский, В.С. Ильин, А.Н. Семихатов.

Вот, что в 1975 году Октавий Константинович вспоминал о студенческом времени и своих учителях: «Лекции проф. А.П. Павлова произвели на меня наибольшее впечатление. Кроме того мне очень понравилась Подмосковная геологическая экскурсия, проводившаяся А.П. Павловым по окончании второго семестра под Москвой.

В осеннем семестре 1907 г. курс кристаллографии читал Я.В. Самойлов, который производил на всех студентов очень хорошее впечатление, как четкостью изложения лекций, так и их доходчивостью. А.П. Павлов читал курс динамической геологии, а практические занятия по этому курсу вел ассистент А.Д. Архангельский. Курс минералогии читал В.И.

Вернадский. Невольно обратило на себя внимание то обстоятельство, что уже в первой половине декабря количество студентов на лекциях стало сильно уменьшаться, особенно на лекциях по минералогии, на которых уже на 2-й неделе декабря количество студентов стало заметно убывать. На лекциях А.П. Павлова, который читал в отличие от В.И. Вернадского очень воодушевленно, количество студентов стало уменьшаться только на 3-ей неделе декабря. По курсу кристаллографии практических занятий не было, по курсу минералогии практические занятия проводились только с теми студентами, которые специализировались по минералогии. Кроме того, приходилось слушать курс физики у проф. Лебедева.

По окончании весенних лекций проходили экскурсии по геологии. Первая из этих экскурсий была довольно короткой. Знакомились со строением каменноугольных известняков, которые обнажались на правом берегу Москва-реки вдоль находившегося там Дорогомиловского кладбища. А вторая экскурсия проходила вдоль левого берега реки Москвы по Студеному оврагу, а затем дальше у с. Хорошева. Третья экскурсия проходила по правому берегу Москва-реки от Фили до с. ...? и дальше до Татарова и Хорошева» (из личного архива О.К. Ланге).

Кафедрой геологии, как уже отмечалось, в то время заведовал профессор Алексей Петрович Павлов – основатель московской школы геологов, воспитавший целую плеяду крупнейших российских специалистов-геологов. В начале 2-го семестра О.К. Ланге обратился к ассистенту А.Д. Архангельскому с просьбой, нет ли на кафедре какой-нибудь работы. Тот поговорил с А.П. Павловым и для начала студенту Ланге поручили в витринах музея начисто переписать устаревшие выцветшие карточки. Эту работу О.К. Ланге провел в течение весеннего семестра и получил 50 рублей. В начале осеннего семестра 1908 года А.Д. Архангельский предложил О.К. Ланге заняться изготовлением шлифов горных пород, которые были собраны экспедициями и подлежали микроскопическому исследованию. За эти работы Октавий Константинович получал около 20 рублей, но уже в месяц (из личного архива О.К. Ланге). Так, начиная с малого, О.К. Ланге примкнул к ученикам А.П. Павлова и в дальнейшем участвовал в многочисленных лабораторных и полевых исследованиях кафедры.

А.П.Павлов, кроме многих прочих проблем геологической науки, живо интересовался вопросами гидрогеологии и обучал студентов методике исследований подземных вод при геолого-съемочных работах [История…, 1962]. Но первоначально Октавия Константиновича увлекали вопросы преимущественно региональной геологии и стратиграфии, этой тематике были посвящены его ранние работы. В 1909 году он вместе со своим товарищем по университету Г.Ф. Мирчинком изучал верхнемеловые и третичные отложения под Бахчисараем в Крыму. В результате в печати появилась их совместная статья – первая научная

печатная работа Октавия Константиновича [Ланге, Мирчинк, 1910].

Окончив обучение в Московском университете в 1910 году, Октавий Константинович по рекомендации А.П. Павлова был оставлен на кафедре для «усовершенствования в науках и для подготовки к профессорскому званию» [Гордеев и др., 1982]. И с тех пор на протяжении всей своей жизни был связан с Московским университетом научной и педагогической деятельностью. С 1 октября 1910 года он сверхштатный ассистент (без содержания), с ноября 1912 года – ассистент, через два года – старший ассистент кафедры, а с 15 декабря 1921 года – ученый хранитель музея и член правления Университета с 21 января 1922 года по 22 мая 1924 года (из личного архива О.К. Ланге).

В первые годы после окончания университета Октавий Константинович продолжил участие в геолого-съемочных работах по уточнению геологического строения губерний Европейской России с параллельным изучением залежей фосфоритов как ценного сырья для удобрений. С 1910 по 1914 годы, под руководством Я.В. Самойлова и А.Д. Архангельского, исследовал меловые и юрские отложения Нечерноземной зоны. А в 1914 году, присоединившись к экспедиции А.А.Чернова, которая занималась поиском радиоактивных руд в Южном Тянь-Шане, О.К. Ланге впервые познакомился с геологией Средней Азии, изучению которой посвятил впоследствии много лет. По просьбе земства Бессарабской губернии и поручению А.П. Павлова в 1915–1916 годах О.К. Ланге совместно с В.С.Ильиным и другими сотрудниками университета проводил гидрогеологические изыскания в Бессарабии для обеспечения водоснабжения юго-западного фронта, шла Первая мировая война, и населенных пунктов [Ланге, 1967]. Алексей Петрович Павлов непосредственно не участвовал в экспедиции, но постоянно оказывал своим ученикам методическую помощь. Помимо гидрогеологических исследований в Бессарабии, Октавий Константинович находил время для изучения меловых отложений, собрав редкие образцы меловой фауны этого района. Изучение собранной коллекции сделало возможным публикацию в 1921 году статьи о фауне меловых отложений Бессарабии [Ланге, 1921], а проведенные исследования по заданию Геолкома в Харьковской области позволили уточнить стратиграфию верхнего мела всего юго-запада России. В 1924 году Н.С. Шатский в знак значительного вклада О.К. Ланге в изучение меловой фауны назвал в его честь, найденный Октавием Константиновичем в 1919 году новый вид белемнителл – Belemnitella langei (рис. 3) [Гордеев и др., 1982].

Рис.3. Belemnitella langei. Крым.

[https://www.ammonit.ru/upload/foto/1115/127011350854790-big.jpg]

Несмотря на значительный вклад О.К. Ланге в стратиграфию меловых отложений Бессарабии, основной тематикой его исследований в этом районе в 1915–1916 годах все-таки остались гидрогеологические изыскания, позволившие установить схему водоносных горизонтов района. В 1915 году появилась первая печатная работа О.К. Ланге, которая была посвящена гидрогеологии [Ланге, 1915]

По-видимому, именно гидрогеологические изыскания в Бессарабии окончательно убедили Октавия Константиновича в правильности выбранной им научной деятельности в области гидрогеологии, которой он посвятил всю оставшуюся жизнь.

В 1916 году Октавий Константинович после сдачи экзаменов на степень магистра геогнозии и минералогии и успешно проведенных пробных лекций был допущен к чтению в Московском университете двух специальных курсов: «Практическая геология» и «Гидрогеология» [Гордеев и др., 1982]. Кроме университета О.К. Ланге в 1918–1919 годах читал лекции по геологии на Военно-педагогических курсах, организовал в созданной в 1918 году Московской горной академии кафедру гидрогеологии и читал там, в 1919–1923 годах курс гидрогеологии. Кроме активной педагогической работы О.К. Ланге в эти годы участвовал в различных гидрогеологических изысканиях. Работы в Притиманье, в Вологодской губернии и других районах средней и северной частей европейской части России проводились совместно с Геолкомом в связи с задачами сельскохозяйственной мелиорации, проблемами водоснабжения и выяснения условий использования водной энергии рек (рис. 4).

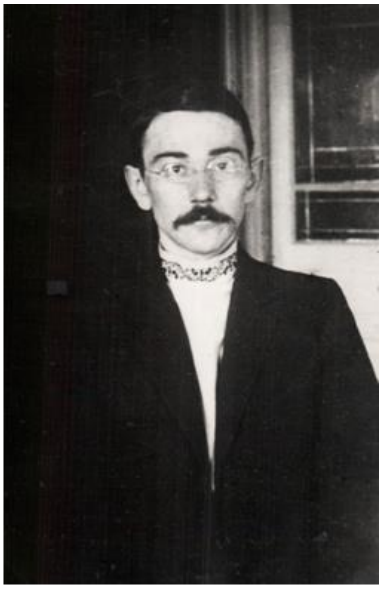


Рис. 4. О.К. Ланге в 20-30-е годы (?)

В 1924 году Управление водного хозяйства Туркестана пригласило Октавия Константиновича для выполнения исследований на территории Среднеазиатских республик (рис. 5). Он консультировал местных специалистов по вопросам инженерной геологии и гидрогеологии при проектировании и строительстве Турксиба, Туркестанского канала, решал вопросы водоснабжения крупных городов, принимал участие в разработке различных мероприятий по борьбе с селями и оползнями.

Рис.5. О.К.Ланге в 30-40-е годы (?)

С 1924 по 1940 год О.К. Ланге работал преимущественно в Средней Азии, но не терял связь с Московским университетом. В 1925 году он возглавил кафедру динамической

геологии в Среднеазиатском (впоследствии Ташкентском) университете, где читал курс «Гидрогеология», а уже в 1926 году основал там же самостоятельную кафедру гидрогеологии. В 1930 году Октавий Константинович организовал кафедры динамической геологии и гидрогеологии в Среднеазиатском геологоразведочном институте и на горном факультете Среднеазиатского индустриального института. За годы работы в Средней Азии под руководством Октавия Константиновича было проведено множество гидрогеологических и инженерно-геологических исследований на территории Киргизской, Таджикской, Туркменской и Узбекской республик, что позволило ему разработать методику гидрогеологического и инженерно-геологического картирования и создать гидрогеологическую карту Узбекистана [Гордеев и др., 1982].

О.К. Ланге как крупный ученый и знаток геологии и гидрогеологии Средней Азии, принимал самое активное участие в разнообразных исследованиях, в связи с интенсивным строительством и хозяйственным освоением этого региона. Особый интерес для него представляли подземные воды, которые начинали усиленно изучать, поскольку водоснабжение многих городов и предприятий юга СССР базировалось на их использовании. Значительное количество подземных вод в Средней Азии залегает на большой глубине, поэтому О.К.Ланге рекомендовал интенсивно использовать для их поиска геофизические методы, предложенные академиком П.П.Лазаревым [История…,1962]. В те годы О.К. Ланге понимал, что для изучения динамики подземных вод необходима организация стационарной опорной сети наблюдений, создание которой он и обосновал. Октавий Константинович считал, что только при наличии опорной стационарной сети возможно комплексное изучение подземных вод, включающее гидрогеологические, гидрометеорологические и гидрометрические наблюдения в полевых условиях. В тоже время химический состав воды и ее фильтрационные свойства пород он рекомендовал изучать в лабораторных условиях. Много внимания О.К.Ланге уделял вопросам изучения гидрогеологии межгорных впадин, предгорий и равнин: исследовал артезианский бассейн Ферганской котловины в Узбекистане, подземные воды Чуйской долины на территории Киргизии, рассматривал широко распространенный тип восходящих вод предгорных равнин.

Многолетняя работа в республиках Средней Азии, большая научная, практическая и педагогическая деятельность, организация кафедр гидрогеологии в университетах и институтах, позволили Октавию Константиновичу создать большую среднеазиатскую школу гидрогеологов, которая продолжила работы, начатые им по исследованию водных ресурсов региона. В 1931 году О.К.Ланге издал в Москве учебник «Краткий курс общей гидрологии», который быстро разошелся и был переиздан в 1933 г. с дополнениями автора (рис. 6). В 1938

году был опубликован новый учебник «Основы гидрогеологии», в который вновь были внесены некоторые изменения.

Рис. 6. Учебник О.К.Ланге. «Краткий курс общей гидрологии». 1933

Почти 16 лет Октавий Константинович работал в Средней Азии, но не прерывал связь с Московским университетом, он нередко приезжал, читал лекции по общей геологии и гидрогеологии, вел практические занятия на кафедре геологии почвенно-географического факультета. Читал лекции по гидрогеологии в Московском гидрометеорологическом институте, где он также организовал кафедру гидрогеологии [История…, 1962].

В 1940 году О.К. Ланге вернулся в Москву и был утвержден в степени доктора геолого-минералогических наук без защиты диссертации [Милановский, 2004]. Вскоре по конкурсу Октавия Константиновича избрали профессором кафедры геологии геолого-почвенного факультета, который образовался летом 1938 года в результате разделения почвенно-географического факультета на два: географический и геолого-почвенный, и он приступил к чтению курсов «Общая геология» и «Гидрогеология» [История…, 1962].

Осенью 1941 года Московский университет был эвакуирован в Ташкент, а затем в Ашхабад, где Октавий Константинович помимо чтения лекций, в июне 1942 года принял участие в исследованиях трассы южного Каракумского канала и совершил путешествие из Ашхабада до района, где было намечено его головное сооружение. Летом 1942 года, когда было принято решение перебазировать Московский университет в Свердловск, руководство Ташкентского политехнического института ходатайствовало перед ректором университета о направлении О.К. Ланге в Ташкент для преподавания в этом институте, где Октивий

Константинович в свое время организовал кафедры гидрогеологии и инженерной геологии. Согласие ректора было получено, благодаря чему весь 1942–1943 учебный год О.К. Ланге провел в Ташкенте и временно исполнял обязанности профессора, заведующего кафедрой и декана горного факультета [Милановский, 2004].

В 1943 году после возвращения Московского университета из эвакуации, кафедра геологии геолого-почвенного факультета во главе с А.Н. Мазаровичем разделилась на две, заведующим одной из них – кафедрой динамической геологии был избран по конкурсу проф. О.К.Ланге (рис.7).

Рис.7. О.К.Ланге за рабочим столом на кафедре динамической геологии (1952 г.)

В первый состав кафедры, кроме заведующего, профессора О.К. Ланге, вошли: доценты Б.И. Куделин, Г.С. Золотарев и А.Ф. Якушова, ассистенты Г.А. Голодковская, Н.Б. Лебедева, А.М. Сычева-Михайлова и Н.А. Сягаев.

То, что Октавий Константинович был крупным ученым-гидрогеологом, определило на первое десятилетие два основных направления в деятельности кафедры: гидрогеологическое, обращенное в основном на решение вопросов общей и региональной гидрогеологии и инженерно-геологическое, касающееся изучения преимущественно экзодинамических геологических процессов.

Работы, проводимые под руководством О.К. Ланге, охватывали различные проблемы происхождения подземных вод, их образование в условиях засушливого климата, динамику, режим, классификацию, районирование и зональность, гидрогеологическую терминологию

[Короновский и др., 1989]. Он разработал методику гидрогеологического картирования [Ланге, 1939].

На протяжении всей своей жизни О.К.Ланге наряду с вопросами гидрогеологии, решал и практические задачи инженерной геологии. В военное и послевоенное время требовалось геологическое обеспечение строительства крупных народнохозяйственных объектов, поэтому на кафедре динамической геологии были начаты под руководством О.К. Ланге инженерно-геологические исследования. Вопросы инженерной геологии рассматривались главным образом применительно к Средней Азии в связи с проектированием гидроэлектростанций, ирригационных каналов, водоснабжения, железнодорожных путей в этом регионе.

Но не только, одновременно проводились инженерно-геологические изыскания и в Поволжье (рис. 8).

Рис. 8. О.К. Ланге на обнажении коренного правого берега Волги в районе Куйбышевского водохранилища (1952 г.)

Особенно большой вклад сотрудники кафедры во главе с О.К. Ланге внесли в учение о зональности грунтовых вод [Ланге, 1947]. Ими было показано, что районировать грунтовые воды без учета зональных закономерностей в природе нельзя [Гордеев и др., 1982]. Сотрудники кафедры динамической геологии под руководством О.К.Ланге проводили геоморфологические и сейсмологические исследования вдоль трассы Главного Туркменского

канала (рис. 9).

Рис. 9. О.К. Ланге в Средней Азии (1951 г.)

Октавий Константинович в своих работах в связи со строительством этого канала поднял ряд вопросов, которые необходимо было решить, а именно «особо ответственными являются вопросы фильтрации воды из канала и разработки способов придания водоупорности породам, слагающим дно и стенки канала» [Гордеев и др., 1982].

Под руководством О.К. Ланге на кафедре шло активное исследование современных геологических процессов, таких как оползни, грязекаменные потоки, сухие дельты, анализировалась их связь с тектоникой, значительное внимание уделялось изучению явлений, связанных со свойствами лессов (рис. 10), особенностями строительства плотин на лессовых грунтах. С проблемами возникновения оползней при строительстве гидротехнических сооружений, строительстве дорог и других инженерных сооружений О.К.Ланге столкнулся еще в Бессарабии в 1916 г. И затем, на протяжении всей своей научной деятельности обращал на это пристальное внимание.

Рис.10. Профессор Октавий Константинович Ланге, заведующий кафедрой динамической геологии, и профессор кафедры Александра Федоровна Якушова

Работая в Средней Азии, в Таджикистане очень подробно О.К. Ланге описал знаменитый Усойский сейсмообвал и проблемы, которые могут возникнуть в дальнейшем в связи нарастанием величины фильтрации вод р. Мургаб через тело плотины. Статью об этом он опубликовал еще 1926 г [Ланге, 1926].

Научная деятельность О.К. Ланге не ограничивалась широким кругом только практических вопросов гидрогеологии и инженерной геологии. Развивая и дополняя идеи В.В. Докучаева и В.С. Ильина, Октавий Константинович внес большой вклад в учение о зональности грунтовых вод, Его интересовали вопросы методики гидрогеологического картирования, районирования и классификации подземных вод, их происхождения и формирования. Этим важнейшим проблемам современной гидрогеологии были посвящены многочисленные статьи и доклады особенно позднего периода творчества. О.К. Ланге активно интересовался общими вопросами науковедения и истории гидрогеологии. Боролся за рациональную терминологию в геологии и гидрогеологии, отстаивая ясность и чистоту научного русского языка, не засоренного излишними иностранными или надуманными сложносочиненными наукообразными русскими терминами и понятиями [Ланге, 1947]. Занимался вопросом приоритета в науке. В ряде статей, учебниках, докладах и лекциях неоднократно О.К. Ланге обращался к истории развития гидрогеологии в СССР и за рубежом.

Педагогическая деятельность О.К. Ланге продолжалась более 60 лет. Как профессор кафедры динамической геологии Октавий Константинович кроме курсов общей геологии и гидрогеологии читал факультативный курс о подземных водах СССР. Все, кто слушал О.К. Ланге, подчеркивали его исключительное мастерство как лектора. «Читал он спокойно, ясно и обстоятельно, неторопливо иллюстрируя свое повествование многочисленными черно-белыми диапозитивами и отбивая ударами по столу тупым концом своей указки сигналы лаборанту о смене заранее подготовленных диапозитивов» [Милановский, 2004]. Ученик О.К. Ланге и его преемник на кафедре гидрогеологии В.И. Куделин писал: «Кристальная чистота и безукоризненный строй русского языка его лекций невольно покоряют… Наряду с литературными достоинствами лекций они отличаются богатством содержания, стройной логикой построения и простотой изложения» и далее В.И. Куделин отмечал «… необыкновенную широту его научных интересов и глубокую эрудицию. Трудно назвать вопрос в области геологических наук, который был бы чужд О.К. Ланге или по которому он был бы недостаточно осведомлен» [Гордеев и др., 1982].

Начиная с 1931 года, О.К. Ланге опубликовал 16 учебников и учебных пособий (в том числе и на иностранных языках) по курсам: «Краткий курс общей гидрогеологии» (1931, 1933), «Инженерная геология и гидрогеология» (1933), «Основы гидрогеологии» (1938, 1950, 1958), «Введение в геологию» (1951, 1954), «Общая геология» (1957, 1958, 1961, 1962), «Подземные воды СССР» (1959, 1963), «Введение в геологию» (1962), «Гидрогеология» (1969).

Своей плодотворной творческой деятельностью Октавий Константинович Ланге оставил заметный след в отечественной науке и геологическом образовании. Благодаря его усилиям было создано несколько кафедр гидрогеологии в различных высших учебных заведениях страны. О.К. Ланге не был ученым-одиночкой, он принадлежал к категории исследователей, стремящихся к постоянной передаче своих знаний молодому поколению, к воспитанию учеников – последователей своего дела. Октавий Константинович создал многочисленную школу гидрогеологов, как в Московском университете, так и в университетах Средней Азии, которые считают его своим учителем и успешно продолжают начатые О.К. Ланге исследования.

В 1953 году после переезда Московского университета в здания на Ленинских горах перед геологическим факультетом открылись новые широчайшие перспективы для развития. Осенью 1953 года в связи с увеличением приема студентов на первый курс, появлением новых направлений научных исследований и открывшихся возможностей для создания большого количества новых учебных курсов из кафедры динамической геологии была выделена

самостоятельная кафедра гидрогеологии, которую возглавил профессор Октавий Константинович Ланге. Заведующим кафедрой динамической геологии по конкурсу был избран профессор этой кафедры, тектонист, один из создателей сейсмотектоники Георгий Петрович Горшков.

Список литературы

Гордеев Д.И., Мельникова К.П., Пряхин А.М. Октавий Константинович Ланге (1983–1975). М.: МГУ. 1982. 96 с.

История геологических наук в Московском университете / под ред. Д.И.Гордеева. М.: МГУ. 1962. 352 с.

Короновский Н.В., Барсков И.С., Меннер В.В., Милановский Е.Е., Милеев В.С., Семенович В.В., Соколов Б.А., Старостин В.И., Тимофеев П.П.,Япаскурт О.В. Развитие кафедр отделения геология на геологическом факультете// Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 1989. № 2. С. 38–65.

Ланге О.К. К истории развития гидрогеологических знаний// в кн. «Геология в Московском университете за 50 лет советской власти». М.: МГУ. 1967. С.196–207

Ланге О.К. О гидрогеологическом обследовании Бессарабской губернии // Бессарабское сельское хозяйство. 1915. № 9. С. 233–236.

Ланге О.К. О методике составления гидрогеологических карт. Ташкент: Изд-во Ком. наук УзбССР, 1939. 56 с.

Ланге О.К. О терминологии и классификации в гидрогеологии // Учен. зап. МГУ. Геология. 1947. Т. 2. Вып. 124. С. 178–211.

Ланге О.К. О фауне меловых отложений Бессарабии // Ежегодник РПО. 1921. Т. 3. С. 110–112.

Ланге О.К. Представления о провинциях и зонах в гидрогеологии // Вестн. МГУ. Сер. геол. 1947. № 12. С. 55–62.

Ланге О.К. Экспедиция по обследованию Усойского завала и Сарезского озера // Нар. хоз-во Средней Азии. 1926. № 10. С. 75–79.

Ланге О.К., Мирчинк Г.Ф. О верхнемеловых и третичных отложениях окрестностей Бахчисарая // Бюлл. МОИП. 1909. Т. 23. Проток. С. 36–42; Отд. изд. М.: тип. т-ва И.Н Кушнерев и Ко, 1910.

Милановский Е.Е. Двести лет геологической школы Московского университета в портретах ее основоположников и выдающихся деятелей (1804–2004). М.: Академический проект, 2004. 442 с.

ВКЛАД Н.В. КОРОНОВСКОГО (1933–2023) И М.Г. ЛОМИЗЕ (1933–2021) В РАЗВИТИЕ КЛИНОВИДНОЙ ТЕКТОНИКИ

А.И. Полетаев

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Вряд ли выдающийся русский геолог Александр Петрович Карпинский (1847–1936), опубликовавший в 1888 году в Горном журнале (№ 2, с. 252–269) статью «О правильности в очертаниях, распределении и строении континентов», в которой указал на «клинообразное южное окончание материков и их частей (Индия, Гренландия и пр.)» [Карпинский, 1888] (рис. 1) мог предположить, что лет через 150 его будут называть не только первооткрывателем клиновидных структур, но и основателем целого научного направления – клиновидной тектоники, но это так.

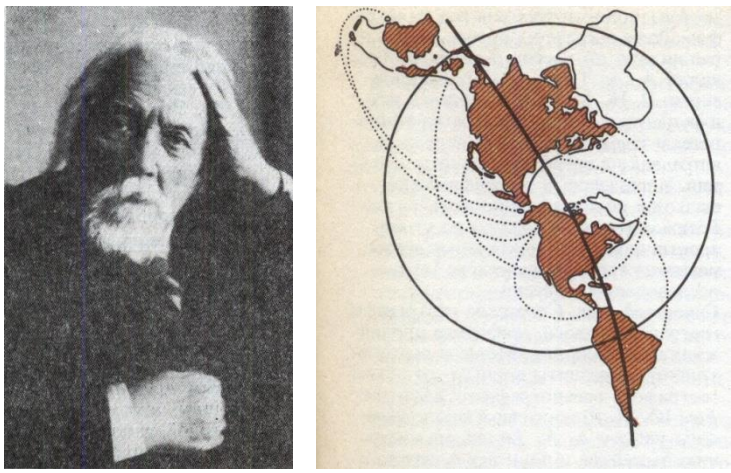


Рис. 1. Слева – Первооткрыватель «клиновидных структур» земной коры А.П. Карпинский (1847 – 1936); справа – «Заостренность континентов к югу», по [Карпинский, 1888]

К давно известным Кушкинскому и Иркутскому «клиньям» к концу 20 века добавились клиновидные структуры зоны сочленения Восточно-Европейской и Африканской платформ [Кац, Полетаев, 1983; Полетаев и др., 1984] (рис. 2, 3), выделенные в результате линеаментного анализа физико-географических мелкомасштабных карт и подтвержденные независимыми геофизическими [Щукин и др., 1984] (рис. 4), а позже и геологическими [Короновский, Ломизе, 2000] исследованиями (рис. 5).

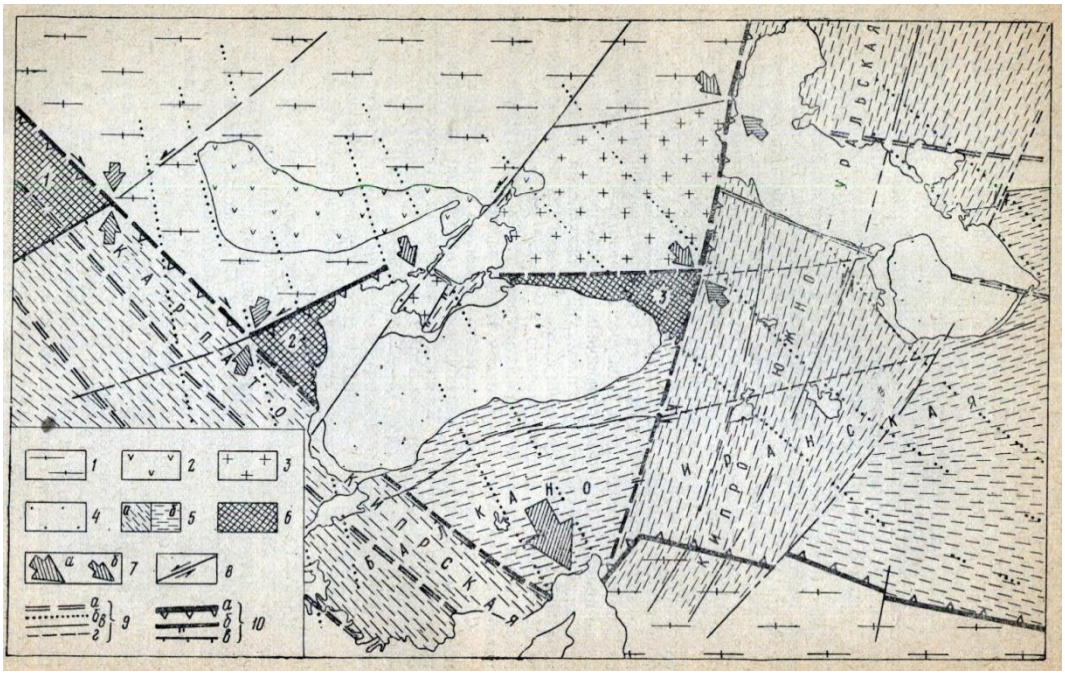


Рис. 2. Геодинамическая модель области сочленения Восточно-Европейской платформы и ее альпийского обрамления [Кац, Полетаев, 1983]: *1 – древние платформы; 2 – Украинский кристаллический массив; 3 – Скифская плита; 4 – глубоководные морские впадины; 5 – линеаментные зоны: а – поперечные, б – продольные; 6 – выступы фундамента: Висленский (1), Дунайский (2), Рионский (3); 7 – направления сжатий: а – общего, б – локального; 8 – разрывы и направления смещения по ним; 9 – простирание линеаментов: а – северо-западного, б – субмеридионального, в – северо-восточного, г – субширотного; 10 – границы: а – древних платформ, б – Скифской плиты, в – выступов фундамента*

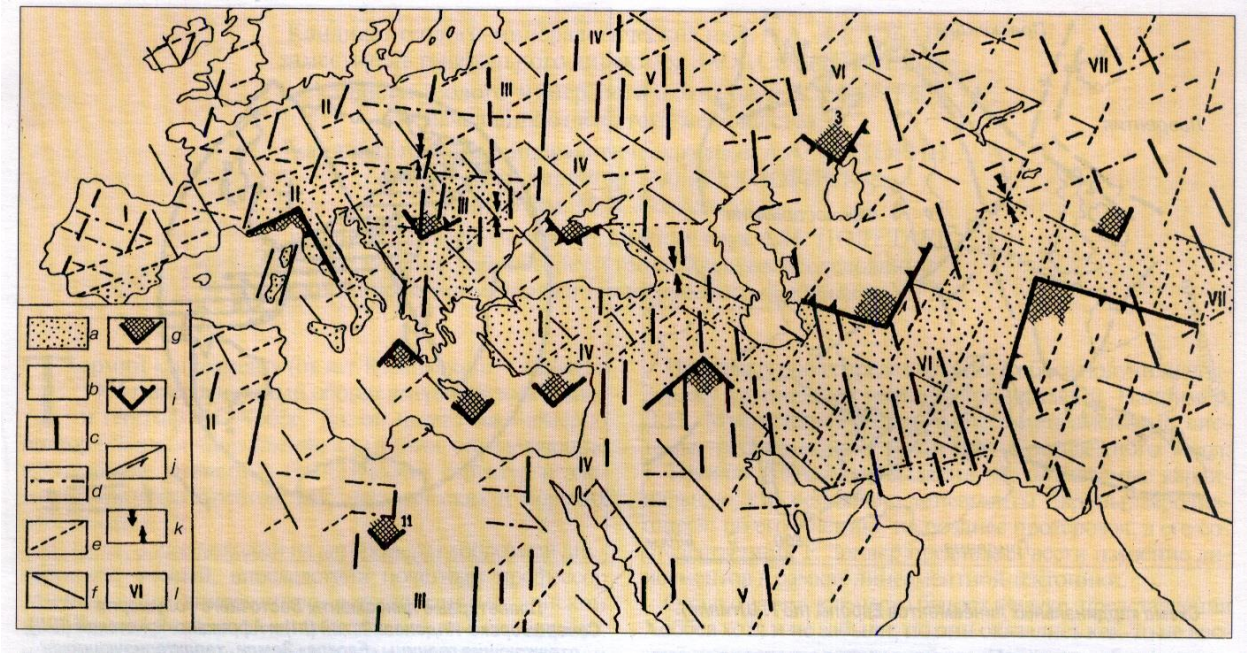


Рис. 3. Клиновидный характер глубинного сочленения платформ Евразии и Гондваны

(исходный м-б 1 : 2 500 000), по [Полетаев и др., 1992]: *a – Средиземноморский складчатый пояс; b – платформы; c-f – линеаменты и их простирания; c – субмеридиональные, d – субширотные, e – северо-восточные, f – северо-западные; g – клинья образованные линеаментами; i,j – направления смещений крыльев: i – вертикальное, j – горизонтальное; k – направление сжимающих усилий; l – названия субмеридиональных зон: 1 – Пиренейская, 11 – Альпийская, 111 – Балканская, 1V – Крымская (Анатолийская), V – Кавказская, V1 – Копетдагская, V11 – Гималайская*

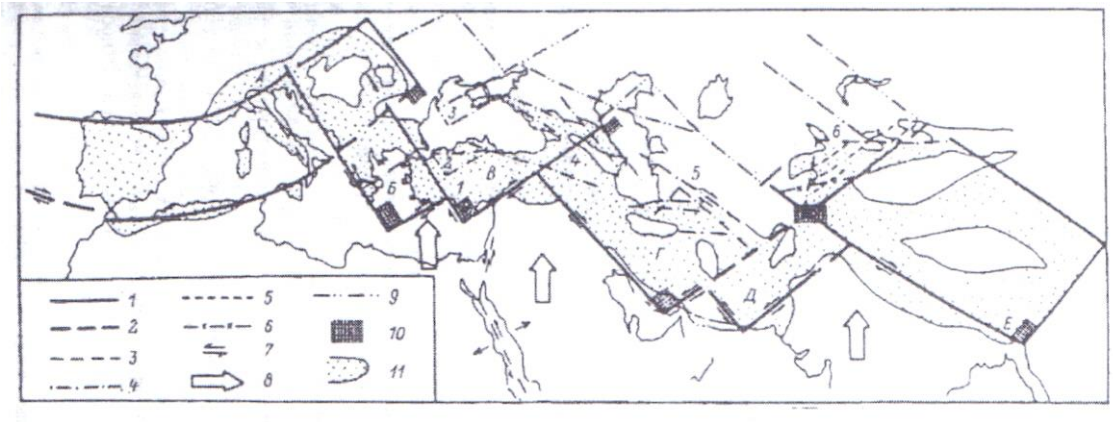


Рис. 4. Схема положения сейсмически активных блоков земной коры (деформационные системы дислокаций – ДСД) Альпийского и Центрально-Азиатского поясов [Щукин и др., 1984]: *1 – основные границы сейсмически активных блоков земной коры (ДСД); 2 – возможное положение этих границ; 3 – границы сейсмически активных блоков подчиненного значения; 4 – то же, в пределах Юга СССР; 5 – внутренние коровые разломы ДСД; 6 – наложенная Южнотяньшанская зона коровых разломов; 7 – направление сдвигов; 8 – направления векторов сжатия в земной коре; 9 – возможные направления сейсмических ограничений ДСД; 10 – зоны проявления очаговой сейсмичности, связанные с мантией; 11 – выходы складчатых комплексов в горных поясах. ДСД первого порядка: А – Альпийская, Б – Эллинская, В – Анатолийско-Черноморская, Г – Иранская, Д – Белуджистанская, Е– Ассамская. ДСД второго порядка на схеме: 1 – Анатолийская, 2 – Мендересская, 3 – Крымско-Карпатская, 4 – Кавказская, 5 – Кубадаг-Копетдагская, 6 – Тяньшанско-Памирская*

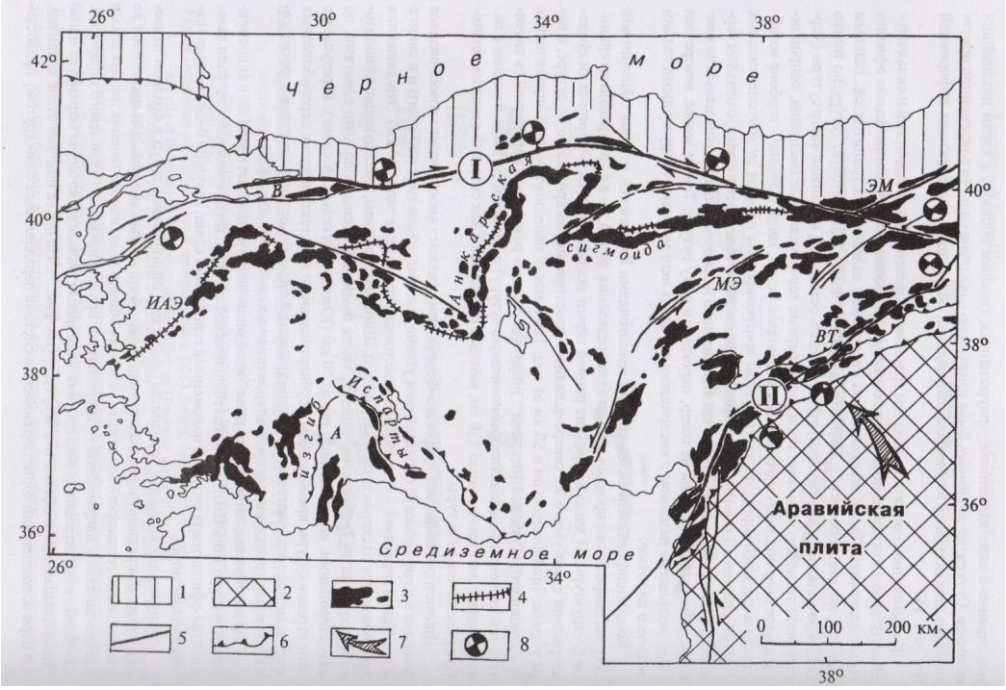


Рис. 5. Соотношение офиолитовых сутур и активных разломов Средиземноморского складчатого пояса к западу от Аравийского синтаксиса, по [Короновский и др., 2000; Ломизе, 2000] из: [Короновский, Ломизе, 2001]: *1, 2 – континентальное обрамление складчатого пояса: 1 – евразийское, 2 – аравийское; 3 – офиолиты, офиолитовые меланжи и олистостромы; 4 – линия офиолитовой сутуры Измир – Анкара – Эрзинджан; 5 – разломы, главным образом сдвиги, среди них Северо-Анатолийский (1) и Восточно-Анатолийский (11); 6 – надвиги; 7 – движение Аравийского индентора; 8 – решения механизмов сейсмических очагов. Офиолитовые сутуры, в том числе вовлеченные в шарнирование: В – Внутрипонтийская, ЭМ – Эрзинджан-Малокавказская, ИАЭ – Измир – Анкара – Эрзинджан, А – Анталья, МЭ – Мерсин – Эрзинджан, ВТ – Восточно – Таврская*

Удивительное морфологическое сходство и пространственное совпадение сутур (см. рис. 5) и ранее выделенных клиновидных структур (см. рис.1) невольно наталкивает на мысль и о возможном генетическом «родстве». Но это – тема отдельного исследования.

А пока можно констатировать, что данная схема (см. рис.5) вносит свой весомый вклад в представления о клиновидной тектонике, разномасштабным проявлениям которой посвящено огромное количество работ [Григорьев, 1935; 1954; Горшков, 1947; Кришнан, 1954; Кастрыкина, 1973; Расцветаев, 1980, 1997; Красный, 1984, 1987, 1993, 2004; Сенин, 1985; Полетаев, 1997, 1999, 2003, 2016, 2022; и др.].

Подобно тому, как А. П. Карпинский не мог предположить, что через 100 лет его будут называть основателем клиновидной тектоники, так и Н.В. Короновский и М.Г. Ломизе

не могли, вероятно, представить, какой оригинальный вклад внесли они своей работой в развитие этого геологического направления. Но это так! А поскольку сделано это абсолютно независимо, то это вдвойне ценно.

Список литературы

Горшков Г.П. Дизъюнктивная тектоника Копетдага и закон скалывающих напряжений // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология, 1947, №1. – С. 103 – 115.

Григорьев А.А. В поисках закономерностей морфологической структуры земного шара // Проблемы физической географии. Т.11. Л.: Географический ин - т АН СССР, 1935. С. 3–40.

Езерская Т.А., Успенская Н.Д., Штутин И.М., Егорова Т.Н., Дмитриева Е.В. Карта аномального магнитного поля (Δ Т) а (цветной псевдорельеф). М - б 1 : 2 500 000, 2005г.

Карпинский А.П. О правильности в очертаниях, распределении и строении континентов / Горный журнал, 1888. № 2. С. 252–269.

Кастрыкина В.М. Структура распада гиперстен-силлиманит в гнейсах Сутамского гранулитового комплекса // Вестн. Моск. ун-та. Серия Геология. 1973. №4, с. 35 – 42.

Кац Я.Г., Полетаев А.И. Линеаментная тектоника альпийского горно - складчатого обрамления Восточно - Европейской платформы //Изв. ВУЗов. Геол. и разведка. 1983. №3. С. 3–13.

Копп М.Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго - Восточной Европы. М.: Наука, 2004. 340 с.

Красный Л.И. Глобальная система геоблоков. М.: Недра, 1984. 224с.

Красный Л.И. О клиновидных структурах в граничных углах // Геотектоника. 1987. № 4. С. 3–18.

Красный Л.И. Ангулярная тектоника и ее минералогическое значение // Тихоокеанская геология. 1993. № 6. С. 16–23.

Кришнан М.С. Геология Индии и Бирмы. М.: ИЛ, 1954.

Латеральные тектонические потоки в литосфере земли/ Коллектив авторов. Отв. ред. М.Г. Леонов. М.: ГЕОС, 2013. 318 с.

Леонов Ю.Г. Напряжения в литосфере и внутриплитная тектоника // Геотектоника, 1995. № 6. С. 3–21.

Леонов Ю.Г. Тектоническая подвижность коры платформ на разных глубинных уровнях // Геотектоника. 1997. № 4. С. 24–41.

Полетаев А.И. Сдвиговый пояс Лавразии и его геодинамическое значение // Тектоника Азии. Программа и тезисы совещания. М.: ГЕОС, 1997. С. 170–173.

Полетаев А.И. Суперпозиция Русской платформы и некоторые особенности ее структурной эволюции // Система планета Земля. Материалы научных семинаров: «Нетрадиционные вопросы геологии». М.: 1999. С.150 – 161.

Полетаев А.И. Инфраструктура Чашниковской впадины по данным линеаментного анализа / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Пятые Горшковские чтения. Материалы конференции. М.: МГУ, 2003. С. 8–11.

Полетаев А.И. «Особые» структурные формы геологического пространтва / Геологическая среда, минерагенические и сейсмотектонические процессы. Материалы XVIII Международной конференции 24 – 29 сентября 2012 года. Воронеж, ИПЦ «Научная книга», 2012. С. 274–279.

Полетаев А.И. Особые структурные формы земной коры и преподавание структурной геологии в России во второй половине XX – начале XXI вв. [Электронный ресурс] А.И. Полетаев // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. 2015а. Т.8. Вып. 1. URL: 2227-9490e-aprovr_1.2015.54

Полетаев А.И. Неотектоника и особые структурные формы земной коры / Структурно-геоморфологические исследования для решения задач неотектоники геодинамики / Материалы конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Н.П. Костенко (1915–2015). М.: МАКС Пресс, 2015. С. 47–50.

Полетаев А.И. Клиновидные структуры земной коры // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 2016. Т.91. Вып. 4 – 5. С. 40 – 50.

Полетаев А.И. Особые структурные формы (ОСФ) (линейные, клиновидные, узловые, кольцевые и ротационные). Статья первая. Линейные (линеаменты) и клиновидные структурные формы и их влияние на фильтрационные свойства геологической среды Восточно-Европейской платформы // Динамическая геология. 2019. № 1. С. 48–78.

Полетаев А.И. Клиновидные структуры земной коры // Бюллетень МОИП. Отд. геол. 2016. Т. 91. Вып. 4–5. С. 40–50.

Полетаев А.И. Особые структурные формы (ОСФ) земной коры. Книга вторая. Клиновидные структуры. М.: СТ ПРИНТ, 2022. 74 с.

Полетаев А.И., Кац Я.Г., Румянцева Э.Ф., Тевелев А.В. Природа линеаментов и их роль в изучении современной геодинамики (на примере сочленения платформ Евразии и Гондваны) // Тезисы 27 МГК. Т.VIII. М., 1984. С. 244–245.

Полетаев А.И., Каграманов Ю.Р., Караханян А.С., Кац Я.Г. Роль линеаментной

тектоники в структурно-информационном прогнозировании газонефтяных месторождений в Малокавказском регионе // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка. 1992. № 1. С. 16–22.

Расцветаев Л.М. Закономерный структурный рисунок земной поверхности и его динамическая интерпретация // Проблемы глобальной корреляции геологических явлений. М.: Наука, 1980. С. 145–195.

Расцветаев Л.М. Глобальные сдвиги и зоны скалывания планетных тел // Роль сдвиговой тектоники в структуре литосфер Земли и планет земной группы. СПб.: Наука, 1997. С. 547–559.

Сенин Б.В. Планетарные линейные объекты и их иерархия по геолого-геоморфологическим, гравиметрическим и космо-съемочным данным высоких уровней генерализации // Космическая информация в геологии. М.: Наука, 1985. С. 276–287.

Хаин В.Е. Тектонические идеи А.П. Карпинского и их историческая судьба // Геотектоника. 1997. № 4. С. 3–9.

Щукин Ю.К., Краснопевцева Г.В., Фирсова Дж. Б. и др. Исследование земной коры и верхней мантии сейсмоопасныхз зон территории СССР. М.: Наука, 1984.

Н.В. КОРОНОВСКИЙ (1933–2023) О СЕЙСМОТЕКТОНИКЕ

А.И. Полетаев

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

В чрезвычайно информативном, но столь же труднодоступном очерке Юрия Константиновича Щукина «Исторические уроки Европейской сейсмологии» [Геологическая…, 2012] показано зарождение и развитие современных сейсмотектонических представлений, начиная с Маллэ, начавшего в 1846 году методическое изучение землетрясений и Ами-Буэ, подметившего в 1951 году «связь орогеническими и сейсмическими движениями» [Ог, 1933; Щукин, 2012].

Первым сейсмотектонистом может, вероятно, считаться Эдуард Зюсс (1831–1914) – выдающийся геолог рубежа XIX и XX веков, впервые выделивший в конце 19 века территории Калабрии и Сицилии линии обычных ударов землетрясений (рис.1).

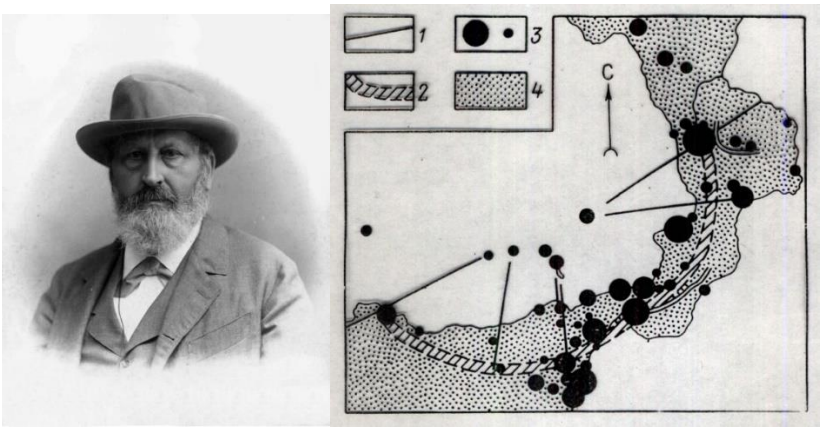


Рис. 1. Слева: Э. Зюсс; справа – Эпицентры и «линии ударов обычных землетрясений» Калабрии и Сицилии [Кац и др., 1986]: *1 – линеаменты; 2 – периферическая зона; 3 – эпицентры землетрясений; 4 – вулканические породы*

Изучение сейсмических линий продолжили У. Хоббс (США), Ф. Монтессю де Баллор (Франция), А. Ретли (Венгрия), И. Атанасио (Румыния), Б. Григоров, Е. Григорова, Т. Добрев (Болгария) и другие исследователи. В России, а затем в Советском Союзе сформировалась своя собственная школа сейсмогеологов и сейсмотектонистов, яркими представителями которой в дореволюционной России были И.В. Мушкетов, его сын Д.И. Мушкетов и его ученики К.И. Богданович и В.А. Обручев, а в советское время – Г.П. Горшков и его ученики и коллеги Л.М. Расцветаев, Д.Н. Рустанович, Г.А. Шенкарева, Ю.К. Щукин, а также В.И. Лыков, В.И. Макаров, С.А. Несмеянов, А.А. Никонов, Е.А. Рогожин, В.П. Солоненко, В.Г. Трифонов, В.С. Хромовских, Н.В. Шебалин, Г.А. Шмидт и многие другие.

В 1973 году было показано, что линеаменты Кавказа «весьма интересны с сейсмотектонической точки зрения как возможные индикаторы современных сейсмически активных зон» [Бызова и др., 1973].

В 1974 году Л.М. Расцветаев (1936–2021) опубликовал статью «О геологической природе линеаментов, выявляемых на космических изображениях Земли (на примере Кавказа)» [Расцветаев, 1974], в которой привел «сравнение космических линеаментов с главнейшими сейсмогенными линиями Кавказа, устанавливаемыми на основании макросейсмических данных… линейных аномалий макросейсмического поля, выделенных годом ранее Ю.К. Щукиным на основании анализа плотностей распределения глубинных сейсмодислокаций на Кавказе за последние 80 лет» [Расцветаев, 1974,] (рис.2).

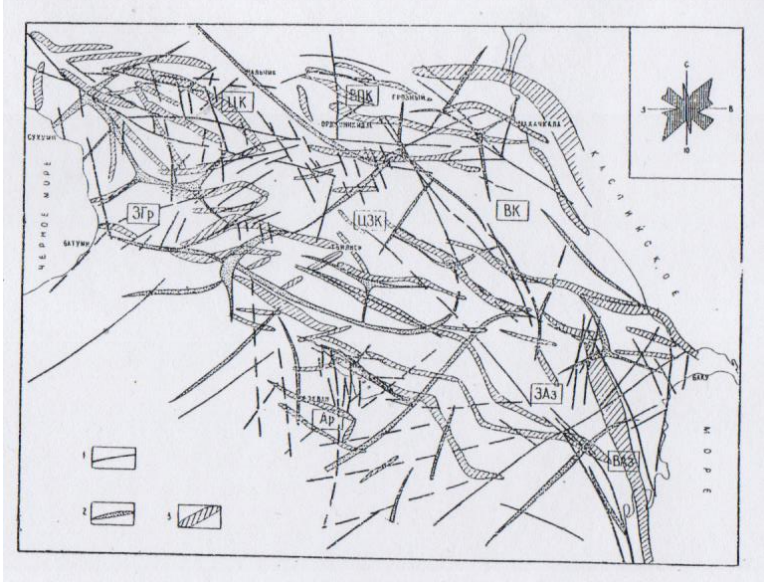


Рис. 2. Сопоставление линеаментов (1) с зонами концентрации глубинных сейсмодислокаций (2) и зонами повышенных градиентов силы тяжести (3). *В верхнем углу справа – роза-диаграмма простираний глубинных сейсмодислокаций [Щукин, 1973]*

К этой школе можно отнести и Н.В. Короновского, широта геологических интересов которого не оставила без внимания и сейсмотектонику. В статье «Линеаменты Большого Кавказа и Предкавказья по изображениям на космических снимках и их геологическое истолкование» [Короновский, 1984] изложены результаты корреляции линеаментных систем и элементов сейсмичности (рис. 3):

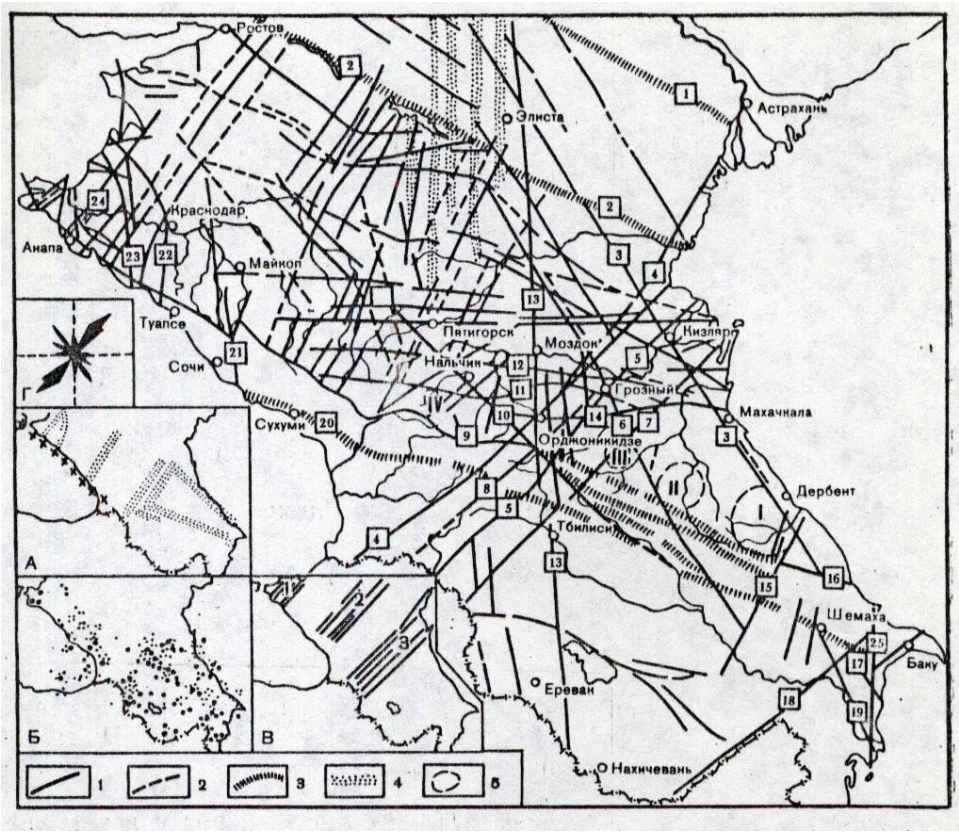


Рис. 3. Линеаменты Кавказа и Предкавказья, отдешифрированные на космических снимках [Короновский, 1984]: *1 – хорошо выраженные линеаменты; 2 – плохо выраженные линеаменты; 3 – зоны сближенных линеаментов; 4 – «размытые» линеаменты с неясными границами; 5 – кольцевые структуры. На врезках: А – сейсмогенные зоны: точками – по сейсмическим данным (зоны затухания коэффициента S), крестиками – по другим геофизическим данным; Б – распределение эпицентров землетрясений (размер точек указывает на относительную величину магнитуды); В – линеаментные зоны Кавказа: 1 – Новороссийско-Манычская; 2 – Центральнокавказская; 3 – Аджаро-Кизлярская; Г – роза-диаграмма ориентировки линеаментов. В квадратах указаны номера наиболее крупных линеаментов: 1 – Пограничный, 2 – Манычский, 3 – Волгоград-Дербентский, 4 – Аджаро-Астраханский, 5 – Аргунский, 6 – Аргун-Джкермутский, 7 – Аграхан-Тбилисский, 8 – Казбекско-Цхинвальский, 9 – Главного надвига, 10 – Армавиро-Алазанский, 11 – Пшекиш-Тырныаузский, 12 – Терско-Хасаутский, 13 – Моздокско-Тбилисский, 14 – Владикавказский, 15 – Самурский, 16 – Сиазанский, 17 – Аджичай-Алятский, 18 – Аагы-Аразский, 19 – Ленгибиз-Алятский, 20 – Гагро-Вандамский, 21 – Пшехско-Адлерский, 22 – Туапсинско-Краснодарский, 23 – Новороссийский, 24 – Анапский, 25 – Яшминский. Кольцевые структуры: 1 – Самурская, 11 – Аварская, 111 – Андийская, 1V – Верхнечегемская*

Следует особо подчеркнуть, что ни в названии статьи, ни в ее тексте, ни в подрисуночной подписи нет термина «сейсмотектоника», но по сути эта схема (рис. 3) является типичной сейсмотектонической схемой, показывающей связь линейных тектонических структур и элементов сейсмического поля – отдельных эпицентров землетрясений и сейсмогенных зон.

В этом же, 1984 году, в материалах Всесоюзного совещания «Сейсмическое районирование территории СССР и изучение сильных землетрясений», состоявшегося в Кишиневе, были опубликованы данные о сейсмолинеаментах и сейсмомиграционных рядах Кавказа, основанные на результатах исследования расположения и времени «…событий 388 землетрясений Кавказа за интервал времени 28.1. 1950 – 23. X11. 1974» [Полетаев, 1984].

Магнитуды изученных землетрясений M ≥ 4,5, координаты событий брались из «Нового каталога сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975г.», изданного в 1977 году.

Было показано, что «развитие сейсмических событий во времени и пространстве… идет довольно закономерно, доказательством чего может служить не хаотичное, а весьма упорядоченное расположение очагов землетрясений по линиям ортогонального (субширотного и субдоготного) и диагонального (северо-западного и северо-восточного) простираний [Полетаев, 1984], которым предлагалось «дать наименование «линейных рядов очагов землетрясений».

На территории региона «четко выражены Предкавказский (Ставропольско-Апшеронский) и Внутри-Кавказский (Риони-Апшеронский) ряды очагов продольного – общекавказского простирания. Поперечные ряды выражены слабее: субдолготные – Восточно-Черноморский, Транскавказский (Ставропольско-Ванский) и Западно-Каспийский; северо-восточные – проявлены фрагментарно, в основном на трассе Пальмиро-Апшеронского линеамента». Средняя протяженность линейных рядов очагов землетрясений колеблется от 300 до 1000 км и более; глубина очагов не превышает первые десятки километров».

Поскольку линейные ряды очагов землетрясений демонстрируют во времени миграцию сейсмических событий, было предложено называть их сейсмо-миграционными рядами, а поскольку они же трассируют в пространстве земно коры следы современного активного структурирования, их можно называть сейсмо-линеаментами.

А поскольку пространственно-временная миграция очагов землетрясений имеет разную направленность, сейсмо-миграционные ряды «можно разделить на: а) последовательные или поступательные; б) сходящиеся или центростремительные; в) расходящиеся или центробежные; г) сложные или комбинированные (из а, б, в и г).

В центре сходящихся (центростремительных) рядов можно ожидать усиление тенденций современного сейсмического «сжатия», в центре расходящихся (центробежных) рядов – усиление процессов сейсмического «растяжения»; сложные ряды характеризуются чередованием сжатия и растяжения по простиранию ряда» [Полетаев, 1984, с. 58/59].

Через 10 лет, в 1994 году, была опубликована схема линеаментов Кавказского региона «по результатам анализа физико-географической карты масштаба 1 : 2 500 000» [Макаров и др., 1994], основные составляющие которой (рис.4) практически совпадают со схемой, опубликованной Н.В. Короновским (см. рис. 3).

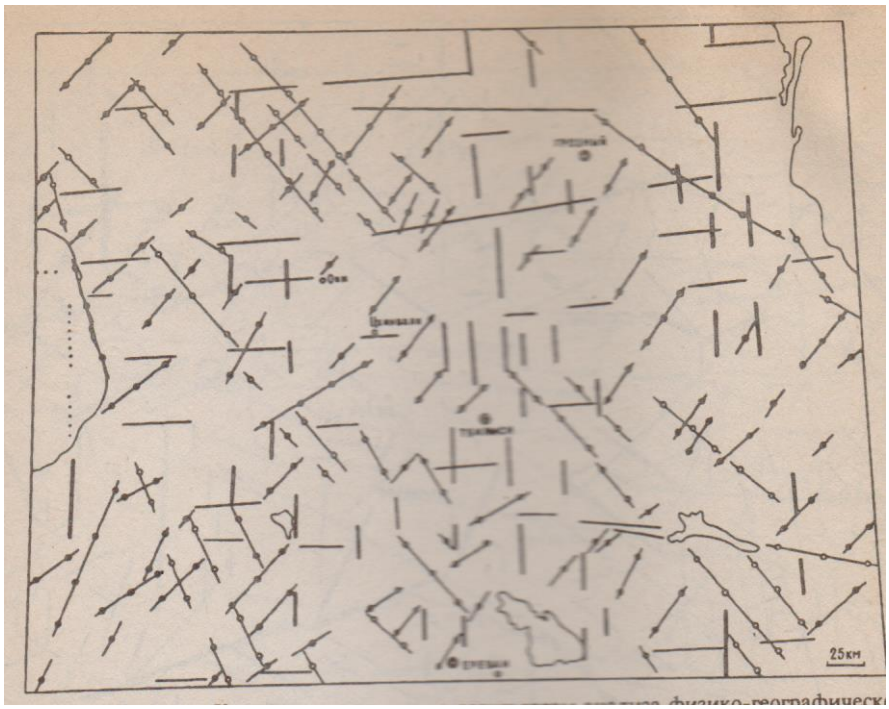


Рис. 4. Линаменты Кавказского региона по результатам анализа физико-географической карты масштаба 1 : 2 500 000

Толщина и рисунок линий показывают линеаменты разных систем: тонкие линии обозначают субширотно ориентированные линеаменты, толстые линии – субмеридионально ориентированные линеаменты, линии с полыми кружками – линеаменты северо-западного простирания, линии с залитыми кружками – линеаменты северо-восточного простирания [Макаров и др., 1994].

В заключении следует подчеркнуть, что все рассмотренные здесь сейсмотектонические сюжеты и схемы, а статья Николая Владимировича, в первую очередь, весьма убедительно свидетельствуют в пользу большей упорядоченности сейсмичности Кавказского региона, по сравнению с имеющимися чисто сейсмологическими данными (рис. 5).

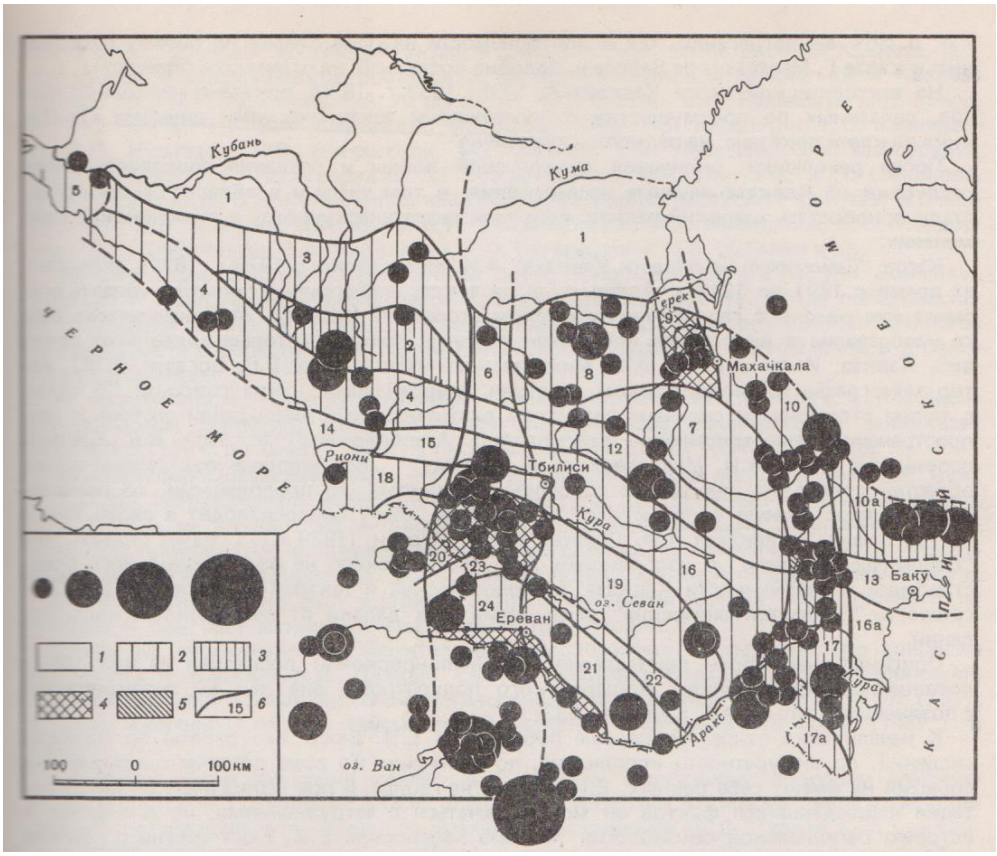


Рис.5. Карта эпицентров сильных (M≥5,0) землетрясений Кавказского региона [Горшков, 1984]. *Значения Nm в единицах 10^{-8} Дж / (м^{3}· год): 1≤ 1; 2 – 1 –100; 3 – 100 – 500; 4 – 500 – 1000; 5 – 1000 – 2000; 6 – номера сейсмотектонических зон*

Не могу не отметить, что по каким-то, не очень понятным, причинам, Николай Владимирович Короновский относился к его, рассмотренной выше, схеме очень критично.

Список литературы

Богданович К. Землетрясения в Мессине и Калабрии. С.- Пб. : Изд-во О.Н. Поповой, 1909. 160с.

Бызова С.Л., Копп М.Л., Курдин Н.Н., Расцветаев Л.М., Трифонов В.Г. Дешифрирование тектонических линеаментов на космических снимках кавказа. – Изв. вузов. Геол. и разв. 1973. № 7. С. 25–34.

Горшков Г.П. О современных сейсмодислокациях // Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. – М.: Изд-во Московского университета, 1977, с. 3 – 4.

Горшков Г.П. Региональная сейсмотектоника территории Юга СССР. Альпийский пояс. М.: Наука, 1984. 272 с.

Горшков Г.П. Сейсмотектоника Копетдага. – М.: «Наука», 1987. – 52с.

Григорова Е.К., Григоров Б. Эпицентрите и сейсмичните линии в НР Болгарии. Бълг. АН, София, 81с.

Кац Я.Г., Козлов В.В., Полетаев А.И., Сулиди-Кондратьев Е.Д. Кольцевые структуры Земли: миф или реальность. М.: Наука, 1989. С. 111–116.

Кинг Ф. Вопросы тектоники Северной Америки. Перевод с англ. Н.А. Богданова и Н.В. Короновского. Под ред. А.А. Богданова и Н.В. Короновского. – М.: Издательство Московского университета, 1969. 179 с.

Кнауф В.И., Утиров Ч.У. Остаточные деформации горных пород, вызванные сильными землетрясениями в Северной Киргизии и их связь с геологическими структурами // Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. М.: Изд-во Московского университета, 1977. С. 94–99.

Короновский Н.В. Линеаменты Большого Кавказа и Предкавказья по изображениям на космических снимках и их геологическое истолкование // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология. 1984. № 6. С.7–18.

Короновский Н.В., Бен-Аббас Ш. Линеаменты Северо-восточного Кавказа по изображениям на космических снимках и их геологическая интерпретация // Цифровая обработка видеоинформации при структурно-геологических и сейсмотектонических исследованиях. Л.: ВСЕГЕИ, 1991.С. 74 – 84.

Короновский Н.В., Брянцева Г.В., Гончаров М.А., Наймарк А.А., Копаев А.В. Линеаменты, планетарная трещиноватость и регматическая сеть: суть явлений и терминология // Геотектоника. 2014. № 2.С. 75–88.

Короновский Н.В., Дмитриева Б.И. Статистические закономерности распределения линеаментов, выявленных по космическим снимкам, и линейных форм рельефа центральной части Терско-Каспийского прогиба // Исслед. Земли из космоса. 1990. № 4. С. 56–61.

Костенко Н.П. Неотектоника Африки и ее связь с сейсмичностью // Сейсмические исследования. Сборник статей. № 6. М.: Наука, 1965. С. 91–140.

Кучай В.К. Зонный орогенез и сейсмичность. М.: Наука, 1981. 160с.

Кучай В.К. Особенности максимального сейсмического воздействия по палеосейсмологическим данным. – Геол. и геофиз., 1972, с. 106 – 112.

Леонов Н.Н. Влияние геологических и сейсмогеологических факторов на образование остаточных деформаций грунта во время землетрясений // Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. – М.: Изд-во Московского университета, 1977, с. 119 – 124.

Макаров В.И., Скобелев С.Ф. О сейсмогенных формах рельефа на Северном склоне хребта Петра 1 // Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. М.: Изд-во Московского университета, 1977. С. 48–53.

Мушкетов И.В. Физическая геология. Ч. 1. СПб., 1899. 800 с.

Мушкетов И.В., Мушкетов Д.И. Физическая геология. Т. 1. М.–Л.: ОНТИ НКПТ СССР, 1935. 908с.

Никонов А.А. Землетрясения… (Прошлое, современность, прогноз). М.: Знание, 1984. 192 с.

Никонов А.А. Сейсмотектонические дислокации Южного Таджикистана и их значение для сейсмического районирования // Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. М.: Изд-во Московского университета, 1977. С. 68–80.

Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975г. М.: Наука, 1977. 577с.

Ог Э. Геология. Т. 1. Геологические явления. М.-Л.: ОНТИ, НКТП, 1933.

Павлов А.П. Вулканизм и землетрясения. Моря и реки. – М.: Изд-во МОИП, 1948. – 214с.

Палеосейсмология Большого Кавказа. М.: Наука, 1979. 188 с.

Палеосейсмология. / Ред. Дж. Мак-Калпин. М.: Научный мир, 2011.

Полетаев А.И. Геология для всех или Поговорим о странностях Земли. М.: КомКнига, 2007. 171с.

Полетаев А.И. Некоторые закономерности и особенности планетарной, региональной и локальной сейсмотектоники // Одиннадцатые Горшковские чтения. Материалы конференции. М.: ЛЕНАНД, 2009. С. 19–37.

Полетаев А.И. Сейсмолинеаменты и сейсмомиграционные ряды Кавказа и Копетдага // Всесоюзное совещание на тему: «Сейсмическое районирование территории СССР и изучение сильных землетрясений». Кишинев, 1984. С. 57–59.

Полетаев А.И. Сейсмотектоника зоны Главного Копетдагского разлома. М.: Наука, 1986. 136с.

Робертс Э. Когда сотрясается земля. М.: Мир, 1966. 176с.

Рогожин Е.А. Очерки региональной сейсмотектоники / Отв. ред. А. В. Глико. М.: ИФЗ РАН, 2012. 340с.

Рогожин Е.А. Тектоника очаговых зон сильных землетрясений Евразии конца XX столетия // Российский журнал наук о Земле. 2000. Т. 2. № 1.

Рогожин Е.А., Овсюченко А.Н., Лутиков А.И., Собисевич А.Л., Собисевич Л. Е., Горбатиков А.В. Эндогенные опасности Большого Кавказа. М.: ИФЗ РАН, 2014. 256 с.

Рустанович Д.Н., Смирнова М.Н. Геофизические условия возникновения Дагестанского землетрясения 1970 г. // Геофизические поля и сейсмичность. М.: Наука, 1975. С. 38–49.

Сейсмогенные структуры и сейсмодислокации (материалы конференции). М., 1973. 123 с.

Современные сейсмодислокации и их значение для сейсмического микрорайонирования. М.: Изд-во Московского университета, 1977. 159 с.

Тянь Сяочжо, Хаин В.Е., Полетаев А.И. Роль и значение зоны разлома Танлу (Северо-восточный Китай) в геодинамике Тихоокеанского сегмента Земли // Закономерности строения и эволюции геосфер. Материалы третьего междунар. междисциплинарного научн. симпозиума. Хабаровск – Владивосток, 1996. Т. 1. С. 145–146.

Уолтхэм Т. Катастрофы: неистовая Земля. Л.: Недра, 1982. 223 с.

Хромовских В.С., Никонов А.А. По следам сильных землетрясений. М.: Наука, 1984. 144 с.

Шебалин Н.В. Очаги сильнейших землетрясений на территории СССР. – М.: «Наука», 1974. 54с.

Шенкарева Г.А. Сейсмичность Апеннинского полуострова и прилегающих островов. М.: Наука, 1973. 102 с.

Щукин Ю.К. Глубинные сейсмогенные разломы земной коры. В сб.: «Сейсмогенные структуры и сейсмодислокации» (материалы конференции). М., 1973.

Щукин Ю.К. Исторические уроки Европейской сейсмологии // Геологическая среда, минерагенические и сейсмотектонические процессы. Материалы XVIII Международной конференции 24 – 29 сентября 2012 года. Воронеж, Научная книга, 2012. С. 32–54.

Эйби Дж. А. Землетрясения. М.: Недра, 1982. 264 с.

Atanasiu I. Cutremurelt de pamint din Romania. Edit. Acad. RPR. 1961. 194 p.

De Montessus, De Ballor F. Les tremblement de terre. Geographique Seismologique. 1 vol., Paris, 1906. 475 p.

Hobbs W.H. Repeating Pattern in the Relief and in the Structure of the Land // Bull. Geol. Soc. Amer., 1911, vol. 22, pp.1213–1276.

М.А. ГОНЧАРОВ (1933–2014) И ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНА «ЛИНЕАМЕНТ»: ЗА И ПРОТИВ

А.И. Полетаев

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

За два последних столетия, т. е. после введения научный обиход в 1802 году известным плутонистом Дж. Плейфером (1748–1819) понятия о разрывах земной коры, а также после введения в геологический словарь в 1904 году У. Хоббсом (1864–1953) термина линеамент, накоплен огромный фактический материал, свидетельствующий о том, что Земля пронизана густой сетью линейных нарушений и деформаций разного возраста заложения, разного масштаба проявления (протяженности), разной глубины и разных простираний, часто развитых в скрытой (латентной) форме.

Основы изучения линейных нарушений земной коры, развитых в скрытой (латентной) форме, были заложены еще во второй половине Х1Х века в работах М. Бертрана (для континентов Земли), Э. Зюсса (для Южной Италии), Т. Кьерулфа (для Норвегии), А.П. Карпинского (для северо-запада Европейской части России), Н.И. Андрусова (для Понто-Каспийской области), Г.В. Абиха (для Каспийского региона) и других геологов, а сформулированы американским исследователем У. Хоббсом (1864 – 1953) [Hobbs , 1904], который ввел в геологический словарь термин «линеамент» (от лат. «lineamentum» – «прямая линия»).

1903 год – Уильям Герберт Хоббс (1864–1953) опубликовал схему линейных структур северо-востока США, 1904 – ввел в геологический словарь термин линеамент, 1911 – предложил графический алгоритм выделения линеаментов по спрямленным отрезкам эрозионной сети (рис. 1–3).

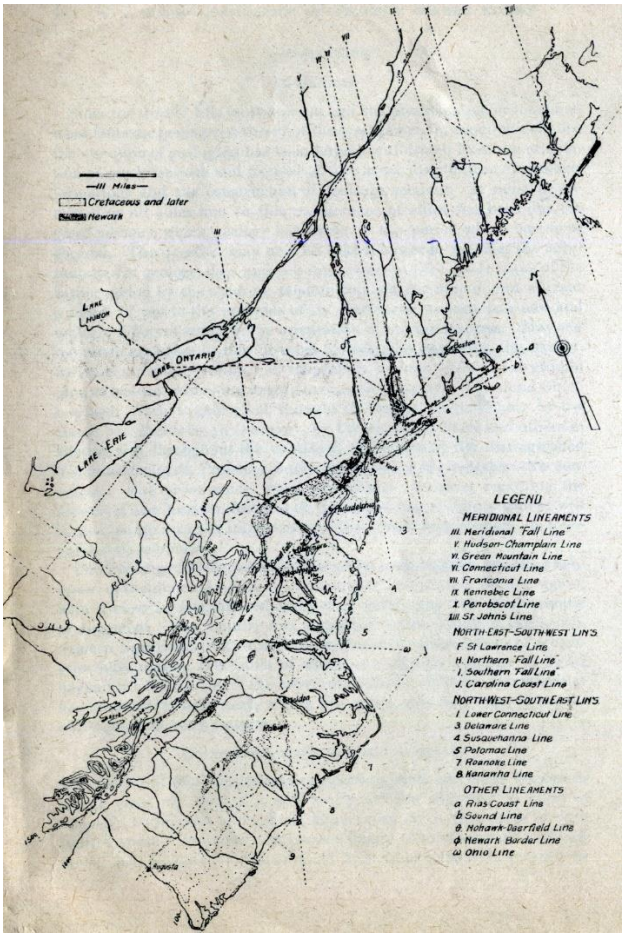
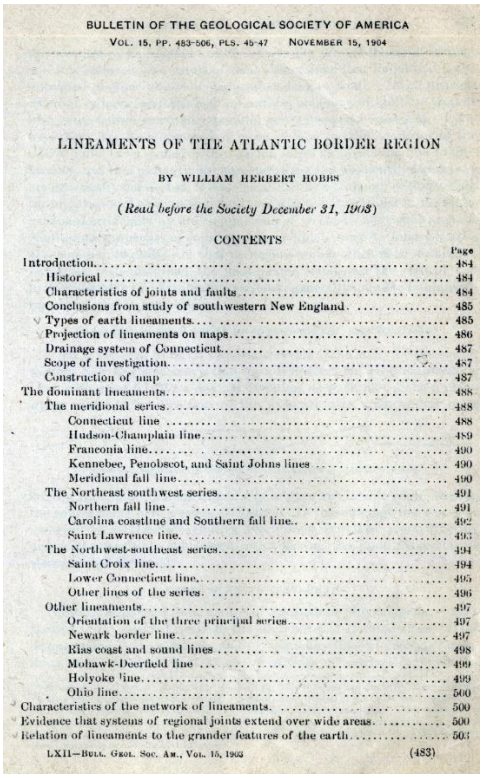


Рис. 1. Линейные структуры СВ Америки [Хоббс, 1903]



BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SOCIETY OF AMERICA
VOL. 15, PP. 483-506, PLS. 45-47 NOVEMBER 15, 1904

LINEAMENTS OF THE ATLANTIC BORDER REGION

BY WILLIAM HERBERT HOBBS

(*Read before the Society December 31, 1903*)

CONTENTS

Page
Introduction ... 484
Historical ... 484
Characteristics of joints and faults ... 484
Conclusions from study of southwestern New England ... 485
Types of earth lineaments ... 485
Projection of lineaments on maps ... 486
Drainage system of Connecticut ... 487
Scope of investigation ... 487
Construction of map ... 487
The dominant lineaments ... 488
The meridional series ... 488
Connecticut line ... 488
Hudson-Champlain line ... 489
Franconia line ... 490
Kennebec, Penobscot, and Saint Johns lines ... 490
Meridional fall line ... 490
The Northeast southwest series ... 491
Northern fall line ... 491
Carolina coastline and Southern fall line ... 492
Saint Lawrence line ... 493
The Northwest-southeast series ... 494
Saint Croix line ... 494
Lower Connecticut line ... 495
Other lines of the series ... 496
Other lineaments ... 497
Orientation of the three principal series ... 497
Newark border line ... 497
Rias coast and sound lines ... 498
Mohawk-Deerfield line ... 499
Holyoke line ... 499
Ohio line ... 500
Characteristics of the network of lineaments ... 500
Evidence that systems of regional joints extend over wide areas ... 500
Relation of lineaments to the grander features of the earth ... 503

LXII—BULL. GEOL. SOC. AM., VOL. 15, 1903 (483)

Рис. 2. Первая страница классической работы У.Г. Хобббса [1904]

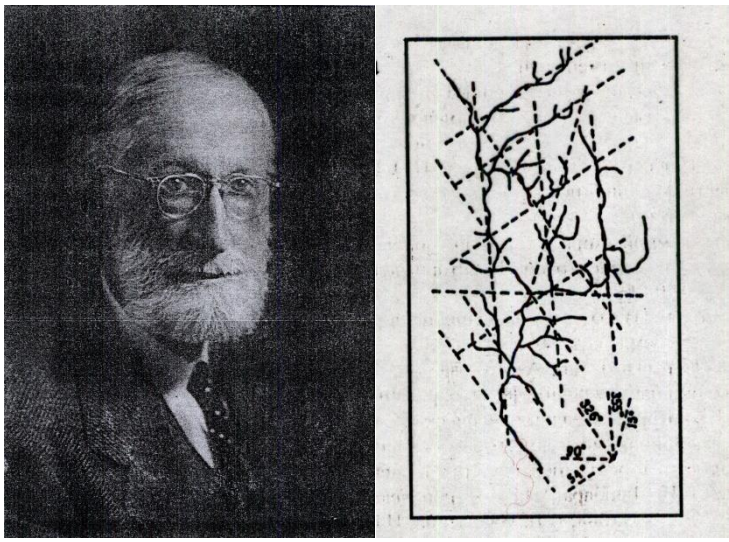


Рис. 3. Линеаментный алгоритм Хоббса [1911]

1911 – Дмитрий Иванович Мушкетов (1882–1938) использовал термин «линеамент» для обозначения сейсмотектонических дислокаций в горах Средней Азии.

В последней трети XX века разработан линеаментный анализ земной коры (ЛАЗК), состоящий из визуализации линеаментов, их корреляции с комплексом геолого-геофизических материалов и геодинамической интерпретации.

Основная цель линеаментного анализа – поиск и выявление так называемых скрытых тектонических нарушений (СТН) земной коры, т.е. нарушений, перекрытых чехлом осадочных отложений, покровом вулканических лав и т.д.

Одним из лучших вариантов описания роли и значения линеаментного анализа в современной геологии может быть фрагмент статьи И.В. Егорова И.В. и С. И. Андреева: «Опыт применения линеаментного анализа при изучении особенностей размещения скоплений глубоководных сульфидных руд на участке «12º58′ с.ш.», Северо-Атлантический хребет», опубликованной ими в журнале «Геоморфология», 2005, №2, с. 17 – 25: «Линеаментный анализ прошел достаточно длительный эволюционный путь от выделения спрямленных речных долин на топографических картах до массового дешифрирования всех объектов на аэрофотографических и космических снимках, визуально представлявшиеся вытянутыми (с. 17). Метод универсален и может быть использован практически на любых стадиях геологических исследований. Особенно эффективно применение его в роли «опережающего», т.е. дающего возможность получить принципиальное представление о тектонической структуре территории на самых начальных стадиях ее изучения, что явилось одной из главных причин постановки данных работ на акватории САХ. На последующих

этапах исследований линеаментный анализ позволяет, посредством сравнения и интерполяции, достаточно быстро уточнять и детализировать полученные структурные данные. Особенно важно, что данный метод можно использовать практически при любых м-бах работ: от 50 000 – 100 000 до 7 500 000 – 10 000 000.

К сожалению, некоторым геологами данный метод воспринимается с «настороженностью», что объясняется следующими причинами.

Во-первых, определенным субъективизмом при получении фактических данных – выделении линеаментов. Сам термин «линеамент» употребляется в последнее время в свободном понимании и обозначает любой – геологический, геоморфологический, фотогеологический, геофизический и т.д., линейный элемент строения земной коры. На наш взгляд, это положение свидетельствует лишь о разных методиках линеаментного анализа, поскольку применительно к поставленным задачам определяется класс линеаментов, с которыми предстоит работать. Следует отметить, что некоторая доля субъективизма присутствует, но не в том, что, а в том, как выделяя- (с.18) ется. Линеамент явление дискретное, и основная задача состоит в определении начала и окончания линеамента. Несмотря на кажущуюся неопределенность процесса, многочисленные эксперименты, проводимые во ВНИИКАМ (С.-Петербург), доказали, что при заданности класса линеаментов фактическая матрица у разных исполнителей не имеет принципиального отличия. То есть пространственно-ориентационные взаимоотношения линеаментов определяются однозначно, что отражается в построении роз-диаграмм. Некоторое разночтение при установлении длины линеаментов может незначительно сказываться на схемах плотностей, не меняя при этом принципиальное расположение областей с различными плотностными характеристками.

Во-вторых, трудоемкость исследований. Исполнение полного комплекса этапов линеаментного анализа (в первую очередь это относится к получению фактических данных, т.е. самих линеаментов) – работа довольно кропотливая и требующая значительных временных затрат. Стремительная компьютеризация, в том числе и геологической отрасли, позволила частично автоматизировать линеаментный анализ, но лишь этап разбраковки линеаментов. Непосредственное выделение их и геологическая интерпретация все равно остаются за специалистами. Получаемые в итоге линеаментного анализа структурные схемы, безусловно, носят предварительный характер, что сказывается на их относительной упрощенности и, видимо, приводит к некоторой неудовлетворенности со стороны классических геологов. Как альтернатива, существует т.н. «экспресс-анализ», при котором выделяются наиболее ярко выраженные в рельефе линеаменты. Данный метод можно назвать «визуально-аналитическим», поскольку все три основных этапа работы – выделение

линеаментов, их разбраковка и интерпретация – происходит одновременно. Такой подход снискал сомнительную славу элементарного и доступного всем метода. Как правило, в этом случае результаты оказываются достаточно очевидными, что вызывает неуместный скепсис и основательно портит репутацию линеаментного анализа.

Тем не менее, использование линеаментного анализа на слабо изученных территориях на различных стадиях (особенно, на начальной) геологического исследования достаточно эффективно, и. что особенно важно в современных условиях, не требует значительных временных и материальных затрат» (с. 19).

Остается добавить только, что линейка масштабов исходных картографических и дистанционных материалов, по которым может проводиться линеаментный анализ, существенно шире, чем указано выше, и может колебаться от 1 :10 000 (и крупнее) до 1: 30 000 000 (и мельче).

«Настороженность» восприятия линеаментного анализа подпитывается и усиливается тем обстоятельством, что до сих пор существует чрезмерное разнообразие в определении / понимании самого термина «линеамент»:

1904 г. – «... не более чем прямолинейная особенность (черта) земной поверхности» (У.Хоббс);

1938 г. – «...определенное направление, имеющееся в тектонике (в ориентировке трещин) и в рельефе» (Р. Зондер);

1958 г. – «...природная линейная особенность, состоящая из топографических (включая прямые отрезки рек, ручьев), растительных и почвенных выравниваний, видимых первоначально на аэрофотоснике или на мозаике аэрофотоснимков и выраженных непрерывно или прерывно на многие мили» (Л. Латтман);

1960 г. – Линеаменты– сдвиги (здесь и далее выделено мной – А.П.) с горизонтальным направлением движения, продолжающиеся далеко в глубину земной коры [Бубнов, 1960];

1967 г. – «...прямолинейные или слегка искривленные выравнивания топографических особенностей в региональном масштабе, считающиеся обычно как отражение кристаллической структуры (фундамента)» (Дж. Деннис);

1970 г. – «... понятие географическое, а не чисто геологическое ... это не разлом, а только линия, рисующаяся в рельефе или ландшафте и большей частью лишь отражающая разломы или ... планетарную трещиноватость» (С.С. Шульц-ст.);

1973 г. – «...линейные или дугообразные структурные элементы планетарного значения, связанные с глубинными разломами» (Геологический словарь, т. 1);

1981г. – «...прямолинейные или пологоизогнутые более или менее узкие высокоградиентные зоны изменения различных характеристик поверхности, частным случаем которых являются разрывы» (В.И.Макаров);

1991г. – «Видимая направленная форма рельефа или геологической структуры, точность выявления которой зависит от случая» (Структурная геология и тектоника плит, 1991, т. 2);

1999г. – « Линейный или дугообразный элемент рельефа и структуры планетарного масштаба, обычно обязанный своим происхождением разлому глубокого заложения.

По У. Хоббсу, линеаменты - это вытянутые в одном направлении элементы рельефа и структуры, т. е. примечательные линии ландшафта, отражающие скрытую архитектуру пород кристаллического фундамента.

Широкие и протяженные зоны концентрации трещин, разрывов, даек магматических пород, могущие пересекать как платформы, так и складчатые системы» [Борукаев, 1999].

Англ. - lineament; исп. - alineacion; ит. - lineamento; нем. - Lineament; фр. - lineament. – «...линейные неоднородности (разломы и флексурно-разрывные зоны) земной коры и литосферы разного ранга, протяженности, глубины и возраста заложения, которые проявлены в приповерхностной структуре прямо (разломами) или опосредованно (ландшафтными аномалиями)» (Н.П.Костенко, Н.В.Макарова, Н.И.Корчуганова).

2002 г. – «… линеаменты могут быть коррелированны с глобальной системой верхнекоровых напряжений, вызванных вековым вращением земли и, соответственно, флуктуациями вращения глубинных геосфер, возможно, затрагивающих сублитосферные мантийные горизонты» [Перцов и др., 2002].

2004 г. – «Линеамент… линейный или дугообразный элемент рельефа и структуры планетарного или регионального масштабов, обычно обязанный своим происхождением разлому глубинного заложения. С Л. могут быть связаны широкие и протяженные зоны концентрации трещин, разрывов, даек магматических пород, могущие пересекать как платформы, так и складчатые пояса» [Планета Земля. Энциклопедический словарь, 2004].

2014 – «…Линеаменты выражены как реально существующими геологическими структурами («контактами» и «разломами»), так и своеобразными предполагаемыми координационными линиями («фантомами»), не находящими прямого соответствия в геологической среде. В общем случае линеаменты – это выражение на поверхности Земли интегральной разноранговой (глобальной, региональной, локальной и т.д.) делимости литосферы (плиты, блок, тела, массивы, геологические формации, минеральные зерна и т.д.), это своеобразные межблоковые структурно-координационные зоны, являющиеся

одновременно зонами концентрации и сброса тектонических напряжений сжатия, растяжения или сдвига. Линеаменты образуют единую для земли фрактально-волновую систему, отражающую интегральное, но в первую очередь, современное напряженно-деформационное состояние земли» [Тверитинова, 2014].

2016 г. – «Линеамент – широкая и протяженная зона концентрации разрывных нарушений (выделено мной – А.п.), пересекающая платформенную мегапровинцию и / или покровно-складчатый пояс» [Тектонический кодекс, 2016].

Несмотря на указанные выше терминологические разночтения, исследование линеаментов, как природных индикаторов структурных особенностей земной коры, вносит существенный вклад в процесс изучения литосферы, в целом, и ее отдельных структур, в частности, на планетарном, региональном и локальном уровнях.

Это, безусловно, способствует разработке наиболее адекватных моделей устойчивого развития освоенных и осваиваемых территорий, а также более обоснованному и менее затратному выбору конкретных вариантов размещения тех или иных техногенных объектов. К ним, в первую очередь, можно отнести социально и экологически значимые места размещения путе-, газо- и нефтепроводов, плотин, мостов, туннелей, хранилищ отходов ядерного топлива и пр.

Визуализации линейных образований осуществляется по данным обработки материалов дистанционных (аэрокосмических) исследований, выполняемых широким комплексом методов – от высокоразрешенной космо- и аэрофотосъемки (КФС, АФС), телевизионной съемки (ТВС) в видимом диапазоне частот, до исследований в невидимом диапазоне – инфракрасная (ИКС), радиотепловая (РТС), радиолокационная (РЛС), гамма (ГС), лазерная (ЛС) и другие виды дистанционных съемок.

Выделение линейных объектов проводится на основе анализа таких первичных признаков, как фототон, спектральная яркость, структура и текстура изображений и др. с учетом проявленности этих признаков в ландшафте.

Поскольку аэрокосмические методы характеризуют особенности строения земной поверхности, придание геологической значимости выделенным линейным объектам может быть выполнено только на основании их пространственной заверки. С этой целью проводится корреляция линеаментов с материалами площадных геологических, и геофизических исследований, выполненных на изучаемой территории. Особенно информативно в этом отношении использование разноглубинных геофизических карт и разрезов различных масштабов – гравитационных, магнитных, геоэлектрических и сейсмических. Так, например, проявленность линеамента в геофизических материалах различной глубинности дает

возможность не только придать ему геологическую значимость – тектонический разрыв, – но и проследить наклон его сместителя, а также установить его проявленность на разных этажах осадочного чехла и фундамента [Кузнецов и др., 1995].

Таким образом, геодинамическая интерпретация результатов изучения линеаментов универсальна и может быть использована практически на любых стадиях геологических исследований. Особенно эффективные результаты изучения линеаментов достигаются на этапе получения «опережающей» априорной информации, дающей возможность получить принципиальное представление о тектонической структуре территории на самых начальных стадиях ее изучения.

На последующих этапах исследование линеаментов позволяет, посредством сравнения и интерполяции, быстро уточнять и детализировать полученные структурные данные. Особенно важно, что данный метод можно использовать практически при любых масштабах работ: от 50 000 – 100 000 до 7 500 000 – 10 000 000 [Егоров, Андреев, 2005, с. 18].

При этом укажем, что изучение линеаментов даже на хорошо изученных территориях, особенно на начальных стадиях геологических исследований, достаточно эффективно [Кочев и др., 2005] и, главное, не требует значительных временных и материальных затрат.

В 2005 году Михаил Адрианович предложил «возможную модель формирования природных линеаментов, обладающих двумя характерными особенностями: 1) повышенной интенсивностью газовых эманаций и сопутствующими негеологическими явлениями (растительность, увлажненность и т.п.); 2) отсутствие геоморфологических признаков (гряда, ложбина, уступ в рельефе и т.п.)» [Гончаров, 2005], и дал собственное определение понятию «линеамент»: «Линеаменты на поверхности платформенного чехла, отличающиеся повышенной интенсивностью газовых эманаций и сопутствующими негеологическими явлениями (растительность и т.п.), в сочетании с отсутствием геоморфологических признаков (гряда, ложбина, уступ в рельефе и т.п.), являются следствием (и признаком) существования в фундаменте разлома, вдоль которого «прорывается» высоконапорный флюид, создающий в чехле над разломом зону повышенной трещиноватости и проницаемости» [Гончаров, 2005, с. 25].

Если сравнить определение линеамента, данное М.А. Гончаровым, от определений, данных другими авторами, то основное различие между ними заключается в том, что линеаменты М.А. Гончарова – вне масштаба, как, собственно, и в работе первооткрывателя линеаментов У.Хоббса, тогда как у других исследователей линеаменты могут быть и планетарными, и региональными, и локальными.

И это – плюс определению М.А. Гончарова. А вот «привязка» линеаментов только к платформенному чехлу таким плюсом быть не может, т.к. линеаменты в большинстве случаев являются структурами транзитными, т.е. пересекающими на своем простирании не только мелкие геологические объекты, но и гигантские платформенные блоки и горноскладчатые пояса.

Возникает вопрос, каким же должен быть «идеальный» научный термин?

М.Е. Бергер и Н.Б. Вассоевич [1974], специально рассмотревшие проблемы геологической терминологии, пришли к выводу, что научные термины должны быть однозначными, т.е. недвусмысленными, и точными; ясными (например, термин «скрытокристаллическая структура» предпочтительнее синонима «афанитовая структура») и краткими; не иметь дуплетов, т. е. абсолютных синонимов, например, «терригенный, обломочный», и не содержать элементов плеоназма, т.е. словесного излишества: плеонастичными являются термины, в структуре которых содержатся тавтологические элементы, означающие одно и тоже, например, «Геология Земли», «тектоническое строение» и т.п.

Кроме того, термины должны быть системно мотивированы; отвечать общепринятым логическим и языковым нормам; иметь не только межотраслевой, но и интернациональный характер, что способствует взаимопониманию специалистов, говорящих на разных языках и в прямом, и в переносном смыслах; обладать максимальными словообразовательными и словоизменительными возможностями.

Очевидно, что: «Неупорядоченная несовершенная терминклатура препятствует прогрессу науки и практики...» [Бергер, Вассоевич,1974], и даже может создать, как когда-то заметил Н.С.Шатский, «несусветный хаос».

Еще один аспект введения новых терминов – своевременность, ибо они отражают определенную сущность природы, ее некую истинную характеристику, а истина, как известно, должна быть своевременной, иначе она может быть непонятой современниками.

Иллюстрацией данного положения могут быть очень многие термины, например, хорошо всем известный ныне «космос» (от греч. «kosmos» – порядок, устроение), предложенный Пифагором (580–500 гг.до н.э.), но по-настоящему востребованный наукой только 2500 лет спустя; термин «экология» (от греч. «oikos» – дом, жилище, домашнее хозяйство) введенный в научный оборот Э.Геккелем в 1866 году на базе работ Карла Мебиуса о сообществе устриц, но только лет через сто положивший начало целой науки о взаимосвязах между организмами и окружающей средой, о круговороте веществ и потоках энергии, делающих возможной жизнь на Земле; или все тот же термин «линеамент» (от лат.

«lineamentum» – прямая линия), предложенный У.Хоббсом в работах 1904 и 1911гг., но завоевавший широкую популярность только через три четверти века, когда от изучения единичных линеаментов был совершен стремительный переход к исследованию линеаментных зон и систем, линеаментных рисунков и полей, разработаны основы линеаментного анализа и показана мультилинеаментная сущность структуры земной коры, заложены основы и разработаны основные положения линеаментной геодинамики, как одной из отраслей геологии, и линеаментологии, как межотраслевого научного направления в естествознании.

Вопрос, рассмотренный в этой небольшой заметке, не такой простой, как может показаться на первый взгляд. Дело в том, что, несмотря на то, то термины «… являются элементами научного аппарата теорий и концепций…» [Лейчик, 2006] и даже, являясь «нередко точками роста…» какой-либо теории, «… способствуют открытию нового знания», до сих пор «… отсутствует определение понятия «термин»».

Но даже такое «отсутствие» не помешало термину «линеамент» стать точкой роста раздела геологии – «линеаментная тектоника» [Sonder, 1938; Кац, Полетаев, 1983; 1984], а позже и целого научного направления – «линеаментология» [Полетаев, 1998; Желобаев, 2005; Линеаментология, 2009].

В Лаборатории геологических исследований космическими методами геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова с высокой исследовательской эффективностью используется понимание линеамента как линии резкого изменения параметров географической среды, геологической структуры и геофизических полей.

Но самое оригинальное определение линеамента, по мнению автора данной статьи, можно найти у человека очень далекого не только от линеаментной тематики, но и от геологии вообще. Вот оно: «Нечто такое, что видится само собой, но что трудно анализировать и рассказать, невозможно оправдать достаточными причинами, но что, однако же, производит, несмотря на всю эту трудность и невозможность, совершенно цельное и неотразимое впечатление, невольно переходящее в полнейшее убеждение…» (Ф.М. Достоевский, «Идиот»).

Список литературы

Автоматизированный анализ природных линеаментных систем. – Л.: ВСЕГЕИ,1988. 83с.

Агибалов А.О., Полетаев А.И., Гордеев Н.А. Балтийско-Ладожско-Онежско-Колгуевская линеаментная зона (БЛОК) – транзитная (межокеаническая) структура / Тектоника современных и древних океанов и их окраин. Материалы XL1X Тектонического совещания, посвященного 100-летию академика Ю.М. Пущаровского. – М.: ГЕОС, 2017. С. 102 – 106.

Акимов Е.В., Берлянт А.М., Волчанская И.К. Анализ тектонической трещиноватости по картографическим и аэрокосмическим материалам // Сов. Геология, 1976. № 7. С. 140 – 145.

Амурский Г.И. Урало-Оманский линеамент и его роль в региональной структуре Средней Азии // Геотектоника, 1976. №2. С. 87 – 100

Анисимова О.В. Линеаменты центральной части Русской плиты и их тектоническая интерпретация (по результатам газовых эманаций) // Международная молодежная научная олимпиада «ЛОМОНОСОВ-2006». Сборник тезисов X111

Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «ЛОМОНОСОВ». М.: МГУ, 12 – 15 апреля 2006г. Т.11. С.48.

Анисимова О.В., Короновский Н.В. Линеаменты Центральной части Московской синеклизы и их связь с разломами фундамента // Геотектоника, 2007. №4. С. 71 – 90.

Анохин В.М. Глобальная дизъюнктивная система Земли: строение, происхождение и геологическое значение. – СПб.: Недра, 2006. 162с.

Анохин В.М., Одесский И.А. Сеть линеаментов Арктики как составная часть общего структурного плана Земли / Геология океанов и морей. Тезисы докл. X1V Междунар. Школы морских геологов. – М., 2001. Т.2. С.8.

Анохин В.М., Одесский И.А. Характеристики глобальной сети планетарной трещиноватости // Геотектоника, 2001. №5. С.3 – 9.

Анохин В.М., Одесский И.А. Закономерности глобальных линеаментной и дизъюнктивной сетей / Фундаментальные проблемы естествознания и техники. Тезисы докл. Междунар. Конгресса – 2002. – СПб. 2002.

Архангельская В.В. Линеаментная минерагения СССР. – М.: «Недра»,1990. 140с.

Архангельская В.В. Линеаментная минерагения, линеаменты и месторождения углеводородов на территории СНГ // Изв. Вузов. Геология и разведка, 1998. №1. С. 68 – 73.

Архангельская В.В. Линеаментный метод регионального металлогенического анализа // Разведка и охрана недр, 2008. №2. С. 13 – 17.

Афанасьева Н.С., Буш В.А., Кац Я.Г., Кирюхин Л.Г., Махин Г.В., Рябухин А.Г., Сборщиков И.М., Трофимов Д.М., Фараджев В.А. Особенности структуры Средиземноморского пояса по данным дешифрирования космических снимков / Тектоника Средиземноморского пояса. – М.: «Наука», 1980, С. 123 – 132.

Бакланов А.Д., Ташходжаев Д.А., Танюхин В.М. Экспресс-анализ линеаментной сети на примере Ферганской впадины и ее горного обрамления // Исслед. Земли из Космоса. 1986. №6. С.24 – 31.

Белоусов В.В. Развитие литосферы и разломы // Вестн. МГУ. Сер 4. Геология, 1976. №4. С. 6 – 16.

Белоусов В.В. Об упорядоченности в расположении зон диастрофизма на материках // Геотектоника, 1977. №5, С. 44 – 55.

Бергер М.Г., Вассоевич Н.Б. Геологическая терминология. – М.: Изд-во МГУ, 1974. – 36с.

Беспрозванный П.А., Бородзич Э.В., Буш В.А. О выявлении упорядоченности планетарной сети линеаментов по результатам численного анализа // Физика земли, 1994. №2. С.57 – 66.

Богословский В.А., Полетаев А.И., Спиридонов А.В., Шереметьева Е.В. Глубинная неотектоника Восточно-Европейской платформы (по данным линеаментного анализа) / В сб.: Динамическая геология в XX1 веке: проблемы и перспективы. Материалы Всероссийской конференции. – М.: Изд-во Перо, 2013. С.4 – 5.

Богословский В.А., Полетаев А.И., Шереметьева Е.В. Эффективность линеаментного анализа при изучении структуры земной коры / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики // XV Горшковские чтения. Материалы конференции, посвященной 104-й годовщине со дня рождения Г.П. Горшкова (1909 – 1984). МГУ, 26 апреля 2013г. – М.: МГУ, 2013. С. 6 – 13.

Бондарь И.В. Структура земной коры Мытищинского района Подмосковья (по наземным и дистанционным данным) / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики // XV11 Горшковские чтения. Материалы конференции, посвященной 106-й годовщине со дня рождения Г.П. Горшкова (1909 – 1984). МГУ, 28 апреля 2015г. – М.:МГУ, 2015. С. 39– 42

Бондур В.Г., Зверев А.Т. Метод прогнозирования землетрясений на основе линеаментного анализа космических изображений // ДАН, 2005. Т.402. №1. С. 98 – 105.

Бондур В.Г., Зверев А.Т. Физическая природа линеаментов, регистрируемых на космических изображениях при мониторинге сейсмоопасных территорий / Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из Космоса. Сб-к научных статей. ИКИ РАН. Вып. 3. Т.2. – М.: 2006. С. 177 – 183.

Бончев Е. Подвижная область Балканид и разрывающие ее транзитные криптолинеаменты / Тектоническое развитие земной коры и разломы. – М., 1979.

Борисов О.М., Глух А.К. Кольцевые структуры и линеаменты Средней Азии. – Ташкент, Изд-во ФАН, 1982.

Борукаев Ч. Словарь-справочник по современной тектонической терминологии / РАН. Сиб. отд-ние. Объед. ин-т геологии, геофизики и минералогии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, НИЦ ОИГГМ, 1999. (Тр. ОИГГМ СО РАН; Вып. 840). 69 с.

Бубнов С.Н. Основные проблемы геологии. Под ред. Е.Е. Милановскогою – М.: Изд-во Московского университета, 1960. 235с.

Будько В.М. К методике изучения анизотропности полей линеаментов / Аэрокосмические съемки при изучении глубинного строения СССР. – Л.: «Недра», 1989. С. 78 – 92.

Буш В.А. Системы трансконтинентальных линеаментов Евразии // Геотектоника, 1983. №3. С.15 – 31.

Буш В.А. Трансконтинентальные линеаменты и проблемы мобилизма // Геотектоника, 1983. №4. С.14 – 25.

Буш В.А. Линейные структуры (разломы и системы разломов) / Космогеология СССР.– М.: «Недра», 1987. С.45 – 68.

Варова Л.В. Линеаментная тектоника Юго-западной части Крымского полуострова // Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Третьи Горшковские чтения. Мат-лы конференции, 26 апреля 2001г.– М.: МГУ,2001. С.1 – 4.

Вафин Р.Ф. Нетрадиционный взгляд на геологическое строение Алданского щита: Линеаментная концепция // Отечественная геология, 2007. №6. С. 55 – 62.

Воронов П.С., Егорова И.С. Анализ ориентировки спрямленных участков речных долин Юго-восточного Таймыра для изучения неотектоники // Тр. НИИГА, 1958. Т.80. Вып.5. С. 139 – 148.

Ву Чу, Михайлов А.Е. Линеаменты и кольцевые структуры на территории Вьетнама // Известия вузов. Геология и разведка, 1995. №4. С. 23 – 30.

Галибина И.В. Типы и системы линеаментов планет // Изв. АН СССР, сер. геол., 1975. №11.

Галибина И.В. Некоторые вопросы теории планетарной трещиноватости / Проблемы планетологии, т. 2. – Ленинград-Ереван, 1977.

Гарбар Д.И. Две концепции ротационного происхождения регматической сети // Геотектоника,1987. №1. С.107 – 108.

Гарбар Д.И. Регмагенез древних платформ. – М.: ВИЭМС (Общая и регион. Геол.; геол. картирование. Обзор), 1991. 48с.

География. Еженедельное приложение к газете «Первое сентября». 1997, декабрь, 48 (295 – 296). 16с.

Глубинные разломы. – М.: Недра, 1964.

Гольбрайх И.Г., Забалуев В.В., Миркин Г.Р. Тектонический анализ мегатрещиноватости – перспективный метод изучения закрытых территорий // Сов. Геология, 1965. №4. С. 63 – 73.

Гончаров М.А. Не выраженные в рельефе природные линеаменты платформенного чехла как результат фильтрации высоконапорных флюидов вдоль пассивных разломов фундамента / Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. Материалы Всероссийского совещания «Современная геодинамика и сейсмичность Центральной Азии: фундаментальный и прикладной аспекты» (Иркутск, Институт земной коры СО РАН, 20 – 23 сентября 2005г.). Вып.3. – Иркутск, 2005. С. 23 – 25.

Горшков Г.П. Дизъюнктивная тектоника Копетдага и закон скалывающих напряжений // Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология, 1947. №1. С. 103 – 115.

Егоров И.В., Андреев С.И. Опыт применения линеаментного анализа при изучении особенностей размещения скоплений глубоководных сульфидных руд на участке «12º 58′ с. ш.», Северо-Атлантический хребет // Геоморфология, 2005. №2. С. 17 – 25.

Ероменко В.Я., Каттерфельд Г.Н. Использование космических снимков при изучении региональных и глобальных систем линеаментов Земли // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка, 1978. №10.

Ершов Э.Д., Полетаев А.И., Кучуков Э.З., Брушков А.В., Ершов В.Д. Структура Ганимеда по данным линеаментного анализа // Ежегодная научная конференция «Ломоносовские чтения». 22 – 29 апреля 1998г. Москва. – М.: МГУ,1998. С.78 – 79.

Ершов Э.Д., Полетаев А.И., Кучуков Э.З., Брушков А.В., Ершов В.Д. О связи процессов криолитогенеза и инфраструктуры Ганимеда (по данным линеаментного анализа) // Вестн. МГУ. Сер.4. Геология, 2000. №2. С.33 – 37.

Желобаев А.А., Кочев Д.З, Махорин А.А., Полетаев А.И Скрытые линейные нарушения Прибрежного района Сирии и их роль в деструкции земной коры // Тектоника земной коры и мантии. Тектонические закономерности размещения полезных ископаемых. Т. 1. Материалы XXXVIII Тектонического совещания, М.: ГЕОС, 2005. С. 227 – 230.

Желобаев А.А., Кочев Д.З, Махорин А.А., Полетаев А.И Линеаментология: от фактов к научному направлению // Наука в России, 2005. №6. С. 31 – 38.

Жирнов А.М. Ортогональные линеаменты и геоблоковая делимость Юго-Восточной Азии / Строение и эволюция Востока Азии: 111 Косыгинские чтения. – Хабаровск, 2001. С. 25 – 31.

Жирнов А.М. Линеаментная тектоника и металлогения Дальнего Востока / Тихоокеанский рудный пояс: мат-лы новых исследований / Гл. ред академик А.И. Ханчук. – Владивосток: ДДВГИ, 2008. С. 266 – 277.

Жирнов А.М. Линеаментная тектоника Восточной Азии в зоне перехода континент-океан / Общие и региональные проблемы тектоники и геодинамики. Материалы XL1 Тектон. Совещ. – М.: ГЕОС. 2008. Т.1. С. 304 – 308.

Жирнов А.М. Металлогения золота Дальнего Востока на линеаментно-плюмовой основе. – Владивосток: Дальнаука, 2012. 248с.

Жирнов А.М., Бормотов В.А. Линеаменты и рудные гиганты Индиро-Амурского сегмента Востока России в аспекте геодинамики ядра земли / Новые идеи в науках о Земле. 1V Междунар. конф.: тез. докл.– М., 1999. Т.2. С. 143.

Жирнов А.М., Бормотов В.А. Линеаменты и рудные гиганты Приморья / Строение и эволюция Востока Азии. 11 Косыгинские чтения. – Хабаровск, 1999. С. 42 – 57.

Жирнов А.М., Горошко М.В., Малышев Ю.Ф. О грандиозных линеаментах и ультрабазитовых дайках дальневостойной окарины Евразийского континента / Тектоника, магматизм и геодинамика Востока Азии. V11Косыгинские чтения: мат-лы Всерос. Конф. Хабаровск, 2 – 15 сентября 2011г. – Хабаровск, 2011. С. 56 – 59.

Загубный Д.Г. Способы обработки цифрового рельефа программой «LINEAMENT»// Исслед. Земли из космоса, 2004. №6. С. 30 – 38.

Зинченко А.Г., Разуваева Е.И., Рыбина Л.С. Особенности пространственного распределения линеаментов рельефа дна Северного Ледовитого океана / Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона // СПб. Труды НИИГА – ВНИИОкеанологии, 2004. Т.203. Вып. 5. С.160 – 168.

Иванов В.А., Полетаев А.И. Опыт линеаментного и палеотектонического анализов размещения бокситовых месторождений (на примере Северной части Туранской плиты) // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка,1988. №1. С.131 –136.

Иванченко Г.Н., Горбунова Э.М. Использование данных дистанционного зондирования участков земной коры для анализа геодинамической активности. – М.: ГЕОС, 2015. 112с.

Караковский В.В. Результативность линеаментного анализа при изучении гидрогеоэкологических условий Красногороского района Подмосковья / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики // XV Горшковские чтения. Материалы конференции, посвященной 104-й годовщине со дня рождения Г.П. Горшкова (1909 – 1984). МГУ, 26 апреля 2013г. – М.:МГУ, 2013. С. 18 –23.

Караулов В.Б., Никитина М.И. Геология. Основные понятия и термины: справочное пособие. – М.: URSS, 2006. 152с.

Караханян А.С.Линеаментная тектоника Анатолийско-Кавказско-Иранского региона // Исследование Земли из космоса, 1985. №4. С. 41 – 47.

Карта активных разломов СССР и сопредельных территорий. М-б 1 : 8 000 000. Объяснительная записка// А.И. Кожурин, К.Г.Леви, Н.В.Лукина, В.И.Макаров, В.Г.Трифонов, С.И. Шерман, С.С. Шульц-мл./Отв. Ред. В.Г.Трифонов. – М.:1987, 48с.

Карта линеаментов Дальнего Востока и сопредельных территорий м-ба 1: 2 500 000/ Гл. ред. Ю.А. Косыгин, сост.:

С.Н. Алексеенко, А.А. Заболотченков, Ф.С. Онухов и др. Хабаровск: ИтиГ ДВО РАН, 1985.

Карта разломов территории СССР и сопредельных стран. М-б 1 : 2 500 000 / Гл. ред. А.В. Сидоренко. – Л.:1973.

Карта разломов территории СССР и сопредельных территорий. М-б 1 : 2 500 000 / Под ред. А.В.Пейве, А.В.Сидоренко.– М.: Аэрогеология, 1980.

Каттерфельд Г.Н. Планетарная трещиноватость и линеаменты // Геоморфология, 1984, №3, с. 3 – 15.

Каттерфельд Г.Н. Планетарная трещиноватость и линеаменты Земли, Венеры, Марса, Меркурия и Луны. – СПб.: 2000, 202с.

Кац Я.Г., Макарова Н.В., Козлов В.В., Трофимов Д.М. Структурно-геоморфологический анализ Крыма по дешифрированию космоснимков // Изв.ВУЗов. Геол. и разведка,1981, №3, с.8 – 20.

Кац Я.Г., Полетаев А.И. Линеаментная тектоника альпийского горно-складчатого обрамления Восточно-Европейской платформы //Изв. ВУЗов. Геол. и разведка,1983, №3, с. 3 –13.

Кац Я.Г., Полетаев А.И. Линеаментная тектоника Карпато-Балканского региона // Тез. Докл. На XIII-ом конгрессе КБГА.1984, ч.1, с.289 – 293.

Кац А.И., Полетаев А.И. Линеаментная тектоника. – М.: ВИЭМС, 1984. – 48с.

Кац Я.Г., Полетаев А.И., Румянцева Э.Ф. Основы линеаментной тектоники. – М.: «Недра», 1986. – 144с.

Кац Я.Г., Скарятин В.Д., Трофимов Д.М. О суперлинеаментах Средиземноморского пояса и сопредельных платформ, выявленных при дешифрировании космических снимков/ Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование. – М.: «Наука», 1980. С.143 – 150.

Кац Я.Г., Тевелев А.В., Полетаев А.И. Основы космической геологии. – М.: «Недра», 1988, 236с.

Качалин А.Б., Васильев В.Н., Моралев В.М., Терехов Е.Н. и др. Мультифрактальность плотности линеаментов (на примере Кольского полуострова) // Исследование Земли из космоса. 1996, №2, с. 25 – 32.

Квет Р. Планетарные равноудаленные разрывные системы и их значение на примерах из гидрогеологии // Бюлл. Моск. О-ва испытателей природы. Отд. Геол., 1982. Т.57. №4. С. 124 – 131.

Квет Р. О критических параллелях, разрывных системах и блоковом строении Земли // Геологический журнал. Киев. 1984. №4. С.122 – 125.

Кикина М.А., Порошин С.В. Геологическая интерпретация дешифрирования линейных структур Азово-Каспийского региона //Изв. ВУЗов. Геология и разведка, 1980. №6. С. 151 – 155.

Копп М.Л., Расцветаев Л.М. О линеаментах, выявленных по космическим снимкам восточной части Альпийского пояса // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка, 1976. №11. С. 26 – 35.

Коровина Т.Л., Караханян А.С. К вопросу о соотношении сейсмичности с линеаментами Анатолийско-Кавказско-Иранского сегмента Средиземноморского пояса // Исследование Земли из космоса, 1981. №6. С. 27 – 33.

Короновский Н.В. Линеаменты Большого Кавказа и Предкавказья по изображениям на космических снимках и их геологическое истолкование // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология, 1984. №6. С.7 – 18.

Короновский Н.В., Анисимова О.В. Разломы, блоки фундамента Центральной части Московской синеклизы и их связь с линеаментами // Известия секции наук о Земле Российской Академии естественных наук, 2007. Вып. 15. С. 39 – 55.

Короновский Н.В., Брянцева Г.В., Гончаров М.А., Наймарк А.А., Копаев А.В. Линеаменты, планетарная трещиноватость и регматическая сеть: суть явлений и терминология // Геотектоника, 2014. №2.С. 75 – 88.

Короновский Н.В., Бен-Аббас Шауки Линеаменты Северо-восточного Кавказа по изображениям на космических снимках и их геологическая интерпретация / Цифровая обработка видеоинформации при структурно-геологических и сейсмотектонических исследованиях. – Л.: ВСЕГЕИ, 1991.С. 74 – 84.

Короновский Н.В., Дмитриева Б.И. Статистические закономерности распределения линеаментов, выявленных по космическим снимкам, и линейных форм рельефа центральной части Терско-Каспийского прогиба // Исслед. Земли из космоса, 1990. №4. С.56 – 61.

Короновский Н.В., Златопольский А.А., Иванченко Г.Н. Автоматизированное дешифрирование космических снимков с целью структурного анализа // Исслед. Земли из космоса,1986. №1. С.111 –118.

Короновский Н.Н. Структурный рисунок некоторых участков тессеры Фортуна (планета Венера) // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 4. Геология, 2004. №3. С. 20 – 27.

Корсаков А.К. Структурная геология: учебник. – М.: КДУ. 2009. 328с.

Корчуганова Н.И. Линейные структуры Японского моря // Изв. ВУЗов. Геол. и разв., 1985. №3. С. 104 – 106.

Корчуганова Н.И. Аэрокосмические методы в геологии. – М.: Геокарт: ГЕОС. 2006. – 244с.

Космическая информация в геологии. – М.: «Наука». 1985. 536с.

Космогеологическая карта линейных и кольцевых структур территории СССР /Щеглов А.Д., Брюханов В.Н., Буш В.А. и др. XXУ1 сессия МГК. Докл. Сов. Геологов. «Четвертичная геология и геоморфология. Дистанционное зондирование».– М.: «Наука», 1980. С.130 –137.

Космогеологическая карта СССР. М-б 1 : 2 500 000 / Под ред. Е.А.Козловского. – М.: Мингео СССР,1984.

Космогеология СССР // Под ред. В.Н.Брюханова, Н.В.Межеловского. – М.: «Недра», 1987. 240с.

Космотектоническая карта Восточно-Европейской платформы и ее горно-складчатого обрамления. М-б 1 : 2 500 000 / Трофимов Д.М, Кац Я.Г., Полетаев А.И. /Ред. В.Е. Хаин. – М.: Мингео СССР, 1989.

Костенко Н.П., Макарова Н.В., Корчуганова Н.И. Выражение в рельефе складчатых и разрывных деформаций. Структурно-геоморфологическое дешифрирование аэрофотоснимков, космических снимков и топографических карт.– М.: МГУ,1999.120 с.

Котов Ф.С., Полетаев А.И. Структура Хибинского массива (по данным линеаментного анализа) // Нетрадиционные вопросы геологии. У1 научный семинар. Тез. докл. – М.:1998. С.26-27.

Кочев Д.З., Махорин А.А., Полетаев А.И. Опыт применения линеаментного анализа на ранних стадиях изысканий для гидротехнического строительства (в условиях САР) // Мелиорация и водное хозяйство, 2005. №2. С. 33 – 35.

Кретова С.А., Лисицын Д.Е., Юренков М.В. Инфраструктура Верхневолжского региона (по данным линеаментного анализа) // Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Вторые Горшковские чтения. Материалы конференции.– М.: МГУ, 26 апреля 2000г. С.14–16.

Кукушкин Д.А., Кузнецов О.Л., Муравьев В.В., Кутуков Д.А., Урупов А.К. Линеаментный анализ аккумулятивных равнин // Сов. Геология, 1985. №2. С. 100 – 105.

Кукушкин Д.А., Ян Г.Х. Некоторые вопросы методики анализа линеаментов (по данным дешифрирования космических снимков) // Исслед. Земли из космоса, 1983. №1. С. 51 – 56.

Кулаков А.П., Мясников Е.А., Тащи С.М. и др. Трансрегиональный линеамент Амур-Сунгари-Хуанхэ / Закономерности строения и эволюции геосфер. Тез докл. 111 Междунар. междисцип. науч. семинара. Владивосток, 1996. Ч.1. С. 72 – 75.

Лейчик В.М. Терминоведение: Предмет, методы, структура. Изд. 2-е, испр. и доп.– М.: КомКнига, 2006. – 256с.

Леонов В.А. Линеаменты, трещиноватость и устойчивость склонов Ключевского вулкана // Вулканология и сейсмичность, 1994. №6. С. 44 – 63.

Леонов М.Г. Главный Монгольский линеамент /В книге: Латеральные тектонические потоки в литосфере Земли / Коллектив авторов. Отв. Ред. М.Г. Леонов. – М.: ГЕОС, 2013. С. 302 – 307. (Тр. ГИН РАН; Вып. 604).

Леонов М.Г., Пржиялговский Е.С., Лаврушина Е.В. Главный Монгольский линеамент: структура и эволюция / геодинамическая эволюция Центрально-Азиатского подвижного пояса (от океана к континенту). Мат.научн. совещ. Т.1. – Иркутск: ИЗК СО РАН, 2011.

Линеаментология / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Х1 Горшковские чтения. Материалы конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Г.П. Горшкова (1909 – 1984). МГУ, 24 апреля 2009г. / Под ред. Н.В. Короновского. – М.: ЛЕНАНД, 2009. С. 71 – 73.

Ломакин И.Э. Линеаменты дна Индийского океана // Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2009. №1. С. 5 – 14.

Лопатин Д.В. Линеаментная тектоника и месторождения-гиганты Северной Евразии // Исслед. Земли из космоса, 2002. №2. С. 77 – 90.

Макаров В.И. Предварительная карта линеаментов территории СССР // Изв. ВУЗов. Геол.и разведка, 1978. №10. С.30 –34.

Макаров В.И. Карта тектонических линеаментов Северной Евразии / Четвертичная геология и геоморфология: Дистанционное зондирование. – М.: Наука, 1980. С. 137 – 143 (МГК. 26-я сес. Докл. Сов. Геологов).

Макаров В.И. Линеаменты (проблемы и направления исследований с помощью аэрокосмических средств и методов) // Исслед. Земли из космоса,1981. №4. С.109 –115.

Макаров В.И., Дорожко А.Л., Макарова Н.В., Макеев В.М. Современные геодинамически активные зоны платформ // Геоэкология, 2007. №2. С. 99 – 110.

Макаров В.И., Полетаев А.И., Махорин А.А., Дудкин С.Ю. Проявление активных тектонических нарушений на космических радилокационных изображениях и некоторые результаты линеаментного анализа центральной части Большого Кавказа// Исслед. Земли из космоса,1994. №4. С.58 – 67.

Макаров В.И., Сенин Б.В. Основные принципы, аспекты и проблемы дешифрирования и интерпретации линеаментов и кольцевых образований / Космическая информация в геологии. – М.: «Наука», 1983. С. 305 – 321.

Макаров В.И., Трифонов В.Г., Волчкова Г.И., Формель Ф., Брежнянский К., Оро Х., Перес К. Линеаменты Востока Кубы: опыт геологической интерпретации аэро- и космических изображений // Исслед. Земли из космоса, 1986. №4. С. 75 – 85.

Макаров Н.А. Линеаментная тектоника и структурное районирование северо-восточного Таймыра / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Вторые Горшковские чтения. Материалы конференции. – М.: МГУ, 26 апреля 2000г. С. 19 – 21.

Маслов Л.А., Анохин В.М. Закономерности направленности линеаментов и разломов дна Российской части Японского моря // Тихоокеанская геология, 2009. №2. С. 3 – 16.

Матвеев А.В. Особенности сочленения линеаментов на территории Беларуси // Літасфера, 1995. №2. С. 144 – 150.

Матвеев А.В. Нечипоренко Л.А. Особенности тополинеаментов не территории Беларуси // Літасфера, 1995. №3. С. 127 – 134.

Матвеев А.В., Нечипоренко Л.А. Линеаменты территории Беларуси. – Минск: Ин-т геологич. наук НАН Беларуси, 2001.124с.

Махорин А.А., Полетаев А.И. Значение линеаментного анализа горных территорий для изучения экзогенных геологических процессов (на примере Северного Кавказа) // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка, 1989. №1. С.133 –136.

Махорин А.А., Полетаев А.И., Кучуков Э.З. Инженерная линеаментология Московского региона //Теоретические проблемы инженерной геологии /Труды Междунар. Научн. Конференции (Россия, Москва, МГУ, 25 – 26мая 1999г.).– М.: МГУ,1999. С.69 –70.

Металлогения скрытых линеаментов и концентрических структур / И.И. Томсон, В.Е. Кравцов, И.Г. Кочнева и др.– М.: «Наука», 1984. 272с.

Методическое руководство по изучению планетарной трещиноватости и линеаментов. – Л.: ЛГУ. 1977. 136с.

Милеев В.С., Юнаковская Ю.В. О природе линеаментов, дешифрирующихся на КС и не проявленных в региональной тектонической структуре (на примере Сарысу-Балхашского линеамента). – Изв. ВУЗов. Геол. и разведка, 1981. №3. С. 91 – 98.

Мирлин Е.Г., Углов Б.Д. Новые данные о структурной геометрии линеаментов в западном секторе Тихого и Юго-восточном секторе Индийского океанов // ДАН, 2007. Т.414. №1. С. 70 – 73.

Михайлов А.Е. Структурная геология и геологическое картирование. – М.: «Недра». 1984. 464с.

Можаев Б.Н. К вопросу о природе линеаментов / Планетарная трещиноватость. – Л.: Изд-во ленинградского ун-та, 1973. С. 104 – 109.

Мукосей Е.В. Тектонические нарушения Московского мегаполиса (по данным линеаментного анализа) / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Материалы конференции, посвященной 101-й годовщине со дня рождения Г.П.Горшкова (1909 –1984). Х11 Горшковские чтения. – М.: МГУ.26 апреля 2010г. С.7 – 10.

Наумкин А.Н. Линеаменты. Выделяемые на телескопических изображениях Средней Сибири, их возможная геологическая природа / Изв. ВУЗов. Геол. и разведка, 1982. №3. С. 30 – 35.

Немец В., Квет Р. Проблемы применения математических методов для геологических исследований с учетом иерархий и планетарных равноудаленных разрывных систем / Методология геологических исследований. – Владивосток: Ин-т тектоники и геофизики АН СССР, 1976. С. 49 – 56.

Несмеянов С.А. Диаклазовые швы платформ и их значение для инженерных изысканий // Докл РАН. 2000. Т.370. №6. С. 782 – 784.

Нечаев Ю.В. Линеаменты и тектоническая раздробленность: Дистанционное изучение внутреннего строения литосферы / Под редакцией академика А.О. Глико. – М.: ИФЗ РАН, 2010. 215с.

Николаев В.В., Семенов Р.М., Солоненко В.П. Сейсмогеология Монголо-Охотского линеамента (восточный фланг). – Новосибирск: Изд-во «Наука», Сибирское отделение, 1979, 113с.

Николаева Е.Я. Новый крупный линеамент на юге Сибирской платформы // Геотектоника, 1988. №1. С. 105 – 106.

Пейве А.В. Глубинные разломы в геосинклинальных областях // Изв. АН СССР, сер. геол. №5. 1945.

Пермяков Е.Н. Тектоническая трещиноватость Русской платформы. – М.: Изд – во МОИП, 1949. 216 с.

Перфильев Ю.С., Моралев В.М., Шеремет О.Г. Числовая обработка линеаментных сетей для поисков месторождений / Тезисы 27-го Международного геологического конгресса. – М.: «Наука», 1984. Т. V111. С.242.

Перцов А.В., Антипов В.С., Гальперов Г.В., Турченко С.И. Линеаментная сеть, контролирующая размещение суперкрупных месторождений России // Докл. РАН, 2002. Т.383. №1. С. 87 – 89.

Планета Земля. Энциклопедический словарь. Том «Тектоника и геодинамика». Редакторы Л.И. Красный, О. В. Петров, Б.А. Блюман. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. 652с.

Планетарная трещиноватость. – Л.: 1973. 176с.

Полетаев А.И. Сейсмолинеаменты и сейсмомиграционные ряды Кавказа и Копетдага / Тезисы совещания «Сейсмическое районирование территории СССР и изучение сильных землетрясений». – Кишинев, 1984. С. 242.

Полетаев А.И. Сейсмотектоника зоны Главного Копетдагского разлома. – М.: «Наука», 1986. 135с.

Полетаев А.И. Линеаментный анализ как один из экологически чистых методов современных геологических исследований // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка,1991. №9. С.25 –30.

Полетаев А.И. Узловые структуры земной коры. – М.: МГП «Геоинформмарк»,1992. 58с.

Полетаев А.И. Линеаментная тектоника земной коры как структурно-информационная основа геоэкологического картографирования / Экологическое картографирование природной среды на основе материалов дистанционного зондирования. – М.: МИИГАИК, 1992. С. 90 – 101.

Полетаев А.И. Линеаментная делимость земной коры. – М.: МГП «Геоинформмарк»,1994. 48с.

Полетаев А.И. Линеаментная тектоника земной коры – структурно-информационная основа карт новейшей геодинамики / Геология, ч.11. Университеты России. – М.: МГУ, 1994. С. 181 – 185.

Полетаев А.И. Линеаментная геодинамика Русской платформы / Ежегодная научн. Конф. «Ломоносовские чтения», 23 – 29 апреля 1996г. Тез. Докл. – М.: МГУ, 1996. С. 49 – 50.

Полетаев А.И. Космический лик Земли // География. Еженедельное приложение к газете «Первое сентября». 1997, декабрь, 48 (295 – 296), с. 11 – 13, 16.

Полетаев А.И. Мультилинеаментная структура Русской платформы / Нетрадиционные вопросы геологии. V1научн. семинар. Тез. Докл. – М.: 1998. С.9.

Полетаев А.И. Геодинамика Русской платформы по данным линеаментного анализа. // Ежегодная научная конференция «Ломоносовские чтения», 22 – 29 апреля 1998г. – М.: МГУ, 1998. С.28 – 29.

Полетаев А.И. Линеаментология: от суммы фактов к научному направлению. // Тектоника и геодинамика: общие и региональные аспекты: Т.П. Мат – лы совещания. – М.: ГЕОС, 1998. С.95 – 97.

Полетаев А.И. Особенности строения Хоперского линеамента / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Вторые Горшковские чтения. Материалы конференции. М.: МГУ, 26 апреля 2000г. С.23 – 24.

Полетаев А.И. Линеаментный метод //Экологический вестник, 2001. №3. С.12 –28.

Полетаев А.И. Инфраструктура Чашниковской впадины по данным линеаментного анализа / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Пятые Горшковские чтения. Материалы конференции. – М.: МГУ, 25 апреля 2003г. С.8 – 11.

Полетаев А.И. Линеаментогенез и этногенез // Области активного тектогенеза в современной и древней истории Земли. Материалы XXX1X Тектонического совещания. М.: 31 января – 3 февраля 2006 г.– М.: ГЕОС, 2006. Т.2. С. 115 – 118.

Полетаев А.И. Линеаментный анализ – один из основных дистанционных методов геоэкологического дешифрирования / Экология и науки о Земле / Труды университета «Дубна». Сборник статей. Вып. 2. – Дубна, 2006. – С.64 – 77.

Полетаев А.И. Линеамент / Большая Российская энциклопедия. – М.: Научное издательство «Большая Российская энциклопедия», 2010. Т. 17. Лас-Тунас – Ломонос. С. 497.

Полетаев А.И. Скрытые структуры земной коры – генераторы природных и техногенных катастроф // Экологический вестник, №11. – М.: 2011. С. 41 – 48.

Полетаев А.И. Узловые структуры земной коры – участки повышенной сейсмотектонической активности // Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Пятые Горшковские чтения. Материалы конференции. М.: МГУ, 26 апреля 2012г. С.19 – 22.

Полетаев А.И. Особые структурные формы земной коры и образовательный процесс / В сб.: Динамическая геология в XX1 веке: проблемы и перспективы. Материалы всероссийской конференции. – М.: Изд-во Перо, 2013. – С. 38 – 39.

Полетаев А.И. Технологические возможности линеаментного анализа при выявлении скрытых тектонических нарушений // Международный журнал «Геотехника». 2014. №3. С. 16 – 22.

Полетаев А.И. Неотектоника и особые структурные формы земной коры / Структурно-геоморфологические исследования для решения задач неотектоники геодинамики / Материалы конференции, посвященной 100-летию со дня

рождения Н.П. Костенко (1915 – 2015). М.: МГУ, 29 сентября 2015г. – М.: МАКС Пресс, 2015. – С. 47 – 50.

Полетаев А.И. Космические снимки: к опыту прочтения текстов планеты Земля [Электронный ресурс] / А.И. Полетаев // Электронное научное издание Альманах Пространство и Время. – 2015. – Т.10. – Вып. 1: Пространство и время текста – Стационарный сетевой адрес: 2227-9490e-aprovr_e-ast10-1.2015.102.

Полетаев А.И. Трещиноватость коренных пород и линеаменты южного крыла Московской синеклизы (в т.н. «Река Зуша») / Труды всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы динамической геологии при исследовании платформенных областей». – Москва, 24 – 26 мая 2016г. – С. 121 – 124.

Полетаев А.И. Особые структурные формы (ОСФ) (линейные, клиновидные, узловые, кольцевые и ротационные). Статья первая. Линейные (линеаменты) и клиновидные структурные формы и их влияние на фильтрационные свойства геологической среды Восточно-Европейской платформы // «Динамическая геология». Электронный научно-образовательный журнал, 2019, № 1, с. 48–78.

Полетаев А.И. Линеаменты: споры, неточности и ошибки при выделении и изучении этих особых структурных форм // Электронный научно-образовательный журнал «Динамическая геология», 2019, № 3, с. 39–69.

Полетаев А.И., Агибалов А.О., Бондарь И.В., Сенцов А.А., Шереметьева Е.В. Москва геологическая. М.: ООО Изд-во Перо, 2021. 104с.

Полетаев А.И., Агибалов А.О. Гордеев Н.А. Балтийко-Ладожско-Онежско-Колгуевская зона как показательный пример поиска, выделения и обоснования скрытых тектонических нарушений земной коры // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 2016. Т.91. Вып. 4 – 5. С. 90 – 96.

Полетаев А.И., Борисов М.Е., Котов Ф.С., Курбатов А.Н. Линеаментная тектоника Московского региона. // Ежегодная научная конференция «Ломоносовские чтения», 23 – 29 апреля 1997г. – М.: МГУ, 1997. С.90 – 91.

Полетаев А.И., Истомин В.А., Палечек Р.М. Линеаментная тектоника Куойкско-Молодинского кимберлитового поля // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка, 1994. №1. С.152 –154.

Полетаев А.И., Каграманов Ю.Р., Караханян А.С., Кац Я.Г. Роль линеаментной тектоники в структурно-информационном прогнозировании газонефтяных месторождений в Малокавказском регионе // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка,1992. №1. С.16 – 32.

Полетаев А.И., Кац Я.Г., Леонов Н.Н. Выявление активных разрывно-линеаментных структур района Смоленской АЭС (по данным визуального и автоматизированного линеаментного анализа) // Цифровая обработка видеоинформации при структурно-геологических и сейсмотектонических исследованиях. – Л.: ВСЕГЕИ,1991. С.42 – 55.

Полетаев А.И., Кац Я.Г., Румянцева Э.Ф., Тевелев А.В. Природа линеаментов и их роль в изучении современной геодинамики (на примере сочленения платформ Евразии и Гондваны) // Тезисы 27 МГК.– М.:1984. Т.V111. С.244 – 245.

Полетаев А.И., Орлов М.С., Караковский В.В. Взаимосвязь линеаментных структур и гидрогеологических аномалий в Красногорском районе Московской области / В сб.: Динамическая геология в XX1 веке: проблемы и перспективы. Материалы всероссийской конференции. – М.: Изд-во Перо, 2013. – С. 40 – 41.

Разломы земной коры. – М.: «Наука», 1977. 191с.

Растегин А.А. Плотность линеаментов как критерий прогноза зон нефтегазоносности / Критерии и методы прогноза нефтегазоносности. – Новосибирск, 1987. С. 103 – 109.

Расцветаев Л.М. О геологической природе линеаментов, выявленных на космических изображениях Кавказа // Известия вузов. Геол. и разведка, 1974. №12. С. 58 – 66.

Рундквист Д.В., Марков К.А. Рудоконтролирующая роль линеаментов / Критерии прогнозной оценки территорий на твердые полезные ископаемые / Ред. Д.В. Рундквист. – Л.: «Недра», 1986. С. 46 – 48.

Рундквист Д.В., Тарасенкова Л.В., Данилова М.Ю. и др. Автоматизированная обработка систем линеаментов и выявление глубинного строения сложнодислоцированных областей для целей металлогенического анализа / Аэрокосмические съемки при изучении глубинного строения регионов СССР. – Л.: ВСЕГЕИ, 1990. С. 68 – 78.

Рукояткин А.А. Линеаменты – индикаторы строения земной коры / Методическое руководство по изучению планетарной трещиноватости и линеаментов. – Л., 1977. С. 60 – 68.

Сенин Б.В. Применение аппарата «Линеаментного анализа» для изучения тектонической зональности и элементов геодинамики континентальных окраин (западная Арктика) / Аэрокосмическое изучение современных и новейших тектонических процессов. Тезисы докладов на секционных заседаниях Всесоюзного тектонического совещания «Современная тектоническая активность Земли и проблемы сейсмичности» (30 – 31января). – М.: ГИН, 1986. С. 15 – 16.

Скарятин В.Д. Об изучении разрывной тектоники по комплексу разномасштабных космоснимков земли // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка, 1973. №7. С. 34 – 50.

Скарятин В.Д. Применение метода многоступенчатой генерализации при изучении геологических структур разного масштаба (на примере Северного Кавказа) / Исслед. Природной среды космическими средствами: Геология и геоморфология. – М.: 1976. Т.5. С.123 – 141.

Сквозные рудоконцентрирующие структуры. М.: «Наука», 1989.

Скрытые рудоконтролирующие глубинные разломы. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. 104с.

Словарь-справочник по тектонике литосферных плит. – М.: АО «Геоинформмарк», 1993. 74с.

Сонюшкин В.В., Федоров А.Е., Полетаев А.И. Корреляция морфологии ядра Земли и планетарных геологических структур // ДАН,1993. Т.332. №4. С.479 – 481.

Спиридонов А.В., Костромыкина А.А. Блоковое строение и неотектоника Хибинского массива по данным линеаментного анализа / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. XV1 Горшковские чтения. Материалы конференции, посвященной 105-й годовщине со дня рождения Г.П. Горшкова (1909 – 1984). МГУ, 24 апреля 2014г. / Под ред. Проф. Н.В. Короновского. – М.: МГУ, 2014. С.3 – 8.

Справочник по тектонической терминологии. – М.: «Недра», 1970. 584с.

Структура континентов и океанов (Терминологический справочник). – М.: «Недра», 1979. 512с.

Структура линеаментных зон стресс-метаморфизма / Ред. Б.М. Чиков. – Новосибирск: «Наука», 1990. 217с.

Структурная геология и тектоника плит. В трех томах. Т.2. Линейность – Сфенохазм. – М.: «Мир», 1991. 376с.

Сухин М.В., Шапочка И.И. Ортогональная система линеаментов восточной части региона БАМ // Тихоокеанская

геология, 1987. №4. С. 87 – 92.

Тверитинова Т.Ю. Линеаменты как отражение структурного каркаса литосферы (линеаменты – разломы или фантомы?) – Система «Планета Земля»: XX лет Семинару «Система «Планета Земля». – М.: ЛЕНАНД, 2014. С. 418 – 434.

Тевелев А.В. Структурная геология и геологическое картирование. Курс лекций. Учебно-методическое пособие. – Тверь: Изд-во ГЕРС. 2011. 292с.

Тектонический кодекс России. – М.: ГЕОКАРТ: ГЕОС, 2016. 240 с.

Трофимов Д.М. Глубинная структура Восточно-Европейской платформы по данным дешифрирования космоснимков // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка,1981. №3. С. 21 – 30.

Трофимов Д.М., Кац Я.Г., Полетаев А.И. Объяснительная записка к «Космотектонической карте Восточно - Европейской платформы и ее обрамления». М – б 1:2 500 000 / Ред. В.Е. Хаин. – М.: Минвуз СССР, Мингео СССР, 1986. 72с.

Трофимов Д.М, Кац Я.Г., Полетаев А.И.. Космотектоническая карта Восточно – Европейской платформы и ее горно – складчатого обрамления. М – б 1:2 500 000 / Ред. В.Е. Хаин. – М.: Мингео СССР, 1989.

Федоров А.Е. Структурно-геоморфологическая интерпретация линеаментов, выделенных по космическим снимкам на севере Европейской части СССР // Исслед. Земли из космоса, 1983. №1. С. 15 – 23.

Федоров А.Е. Гексагональные сетки линейных неоднородностей Земли. – М.: «Недра», 1991. 128с.

Федоров А.Е. О влиянии линеаментов/разломов на творческую активность людей (на примере Кавказского региона) // Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики / Десятые Горшковские чтения. Мат-лы конф. – М.: МГУ, 28 апреля 2008г.С. 27 – 37.

Филатов В.В., Светозерский О.Ю. Исследование совокупности линеаментов / Синергетические аспекты интерпретации геолого-геофизических данных (использование фрактальных моделей и динамических систем при геолого-геофизическом прогнозе). Вып. 3. – М.: Геокарт-ГЕОС, 2010. С. 100 – 109.

Флоринский И.В. Визуализация линеаментов и структур центрального типа: количественные топографические подходы. – Пущино, ПНЦ РАН, 1992. 48с.

Хаин В.Е. Глубинные разломы – основные признаки, принципы классификации и значение в развитии земной коры (исторический обзор) // Изв. ВУЗов. Сер. геол. и разведка, 1963. №3. С. 13 – 29.

Хаин В.Е. Тектоника линеаментов и неомобилизм / Geologica Balcanica, 8.3, Sofia, Sept.,1978. P.3 – 8.

Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. – М.: «Научный мир», 2003. 347с.

Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника с основами геодинамики. – М.: МГУ, 1995. 480с.

Хронология развития представлений о линейных тектонических нарушениях – разрывах и линеаментах – Земли (предварительный обзор) / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики //Девятые Горшковские чтения. Материалы конференции. – М.: МГУ, 26 апреля 2007. С. 45 – 48.

Цифровая обработка видеоинформации при структурно-геологических и сейсмотектонических исследованиях. – Л.:ВСЕГЕИ, 1991. 138с.

Чарушин Г.В. О связи гидросети и тектоники в Иркутском амфитеатре/ Изв. ВГО, 1960. №5.

Чебаненко И.И. Основные закономерности разломной тектоники земной коры. – Киев, Изд – во АН УССР, 1963. 156 с.

Шанов С.Б. Анализ линеаментов в восточной части Предбалкан и Стара-Планины по космическим снимкам в связи с сейсмичностью района // Геотект., тектонофиз. и геодин., 1983, 15. С. 53 – 61.

Шатский Н.С. О глубинных дислокациях, охватывающих платформы и складчатые области. Ст.4 // Изв. АН СССР, сер. геол., 1948. №5.

Шеремет О.Г., Моралев В.М., Гоникберг В.Е. О способе определения оптимальной площади осреднения геометрических параметров линеаментных сетей // Исслед. Земли из космоса, 1982. №4. С. 15 – 19.

Шереметьева Е.В. Элементы глубинной неотектоники бассейна р. Оки на территории Калужской и Тульской областей (по данным линеаментного анализа) / Тектоника складчатых поясов Евразии: сходство, различие, характерные черты новейшего горообразования, региональные обобщения. Материалы XLV1 Тектонического совещания. Том 11. М. :ГЕОС, 2014. С.303 – 307.

Шереметьева Е.В. Изучение скрытых тектонических нарушений и глубинных неотектонических процессов Московской синеклизы при помощи линеаментного анализа земной коры // Разведка и охрана недр, 2014. №7.С. 3 – 6.

Шереметьева Е.В., Богословский В.А., Кочев Д.З., Полетаев А.И. , Спиридонов А.В. Линеаментный анализ как наиболее экологичный и инвестиционно привлекательный способ оценки инженерно-геологических условий территорий проектируемого строительства / Сергеевские чтения. Устойчивое развитие: задачи геоэкологии (инженерно-геологические, гидрогеологические и геокриологические аспекты). Молодежная конференция. Выпуск 15. Материалы годичной сессии Научного совета РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии (21 – 22 марта 2013 г.). – М.: РУДН, 2013. С. 204 – 208.

Шилин Н.Я., Сапожникова Е.Н. Сквозные линеаменты северо-западного сектора Тихоокеанского пояса и их металлогеническое значение / Металлогения Тихоокеанского рудного пояса.– Владивосток, 1982. С. 48 – 60.

Шульц С.С. Линеаменты // Вестн. ЛГУ. Геология и география, 1970. №24. С. 50 – 56.

Шульц С.С. Линеаменты / Планетарная трещиноватость (основные положения). – Л.: Изд-во ЛГУ, 1973. С. 24 – 28.

Шульц С.С.(мл.). Тектоника плит, планетарная трещиноватость и линеаменты на космических снимках Земли // Изв. ВУЗов. Геол. и разведка, 1973. №7. С.182 –184.

Юон Е.М. Проявление линеаментов в геофизических полях: использование статистического подхода при поиске линеаментов / Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики. Восьмые Горшковские чтения. Материалы конференции. М.: МГУ, 26 апреля 2006г. С. 3– 6.

Ященко М.И. Структурная позиция вулкана Ололицки Транс-Мексиканского вулканического пояса (по данным линеаментного анализа) /Актуальные проблемы региональной геологии и геодинамики // XV Горшковские чтения. Материалы конференции, посвященной 104-й годовщине со дня рождения Г.П. Горшкова (1909 – 1984). МГУ, 26 апреля 2013г. – М.:МГУ, 2013. С. 13 – 17.

Anokhin V.M., Odessky I. A. Relations between global lineament and fracturing networks / G13/03 – New applications of

mathematical statistica in Earth Sciences. – Session 108, report 9. 32nd IGC Florence, Italy, 2004, August 20 – 28.

Biju-Duval B., Lamperein C.,Rivereau J.-C., Lopez N. Esquisse photogeologique du domaine Mediterraneen grands traits structuraux a partir des images du satellite Landsat-1 // Rev. de Inst. Frans. Du Petrole, 1976, v. XXX1, № 3, p. 365 – 400.

Бончев Е. Твърдишкият линеамент като трансформно-отседна линия / Геотект., тектонофиз. И геодин. Тезисы докл. – Фрунзе, 1981, p. 12 – 13.

Григорова Е., Христосков Л., Рижикова С., Сокерова Д. Сеизмични линеаменти и активност на сеизмогенните етажи в България / Геодинамика на Балканите. С., Техника, 1980, pp. 25 – 36.

Firman J. B. Structural Lineaments in South Australia // Transactions of the Royal Society of South Australia. – Adelaide, 1974, v. 98, pt. 3, pp. 153 – 172.

Hobbs W.N. Lineaments of the Atlantic border region // Bull. Geol. Soc. Amer., 1904, vol. 15, p.483 – 506.

Hobbs W.H. Repeating Pattern in the Relief and in the Structure of the Land // Bull. Geol. Soc. Amer.,1911, vol. 22, pp.1213 – 1276.

Йосифов Д., Кацков Н., Стойчев Д. О корреляции основных линейных элементов геофизическтх полей и космических съемок на территории Болгарии / Геотект., тектонофиз. И геодин., 1979, №10, pp. 62 – 76.

Kvet R. Fotolineamenty a epicentra zemetreseni // Mineralia slov., 1986, 18, 4, pp. 339 – 347.

Lattman L.H. Technique of Mapping Geologic Fracture Traces and Lineaments on Aerial Photographs / Reprinted by permission of the American Society for Photogrammetry and Remote Sensing From Photogrammetric Engineering, v. 24, no 4 (1958), p. 569 – 576.

Lineament, linear, lineation: Some proposed new standarts for old terms: Discussion and reply. – Geological Society of America. Bull., 1978, v. 89, №1, p. 159 – 160.

Photogeology and Photogeomorphology / Treatise of Petroleum Geology. Reprint Series, №18. – Tulsa, Oklahoma,1992, 556p.

Pinet P., Chevrel S. Spectralidentification of geological units on the surface of Mars related to the presence of silicates from Earth-bassed near-infrared telescopic charge-coupled device imaging // Journal of Geophysical Research, v.95, №b9, 1990. – Pp. 14435 – 14446.

Plaifair J. Illustrations of the Huttonian theory, 1802.

Planetarni ekvidistanči poruchove systemy a tektonika fundamentu (2.seminar v Pozdatkach). Stud. Geograf. /Editor:Radan Kvet. – Brno, 1984, 168p.

Sonder R.A. Die Lineament tektonik und ihre Problem // Ed. Geol. Helv., 1938, vol.31, №1, p.199 – 238.

Sonder R.A. Mechanik der Erde. Elemente und Studien zur tektonischen Erdgeschichte. – Stuttgart, 1956, 291s.

Tetiaeff M. Les grandes lignes de la geologie et de la tectonique des terrains rimaries de la Russie d'Europe // Ann. Soc. Geol. De Belgique, t.39, 1912.

Zhelobaev A, Kochev D, Makhorin A., Poletaev A. Lineaventology: from facts to branch of Science // Science in Russia, 6/2005, p. 31 – 38.

Zlatopolsky A. Programm LESSA (Lineament extraction and stripe statistical analysis) Automated linear imagefeatures analysis – experimental results // Computer and Geosciences. – 1992, v.18, № 9, p. 1121 – 1126.

ВЫЯВЛЕНИЕ НОВЕЙШИХ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ОЗЕРСКОГО ГОРОДСКОГО ОКРУГА (ЧЕЛЯБИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

В.А. Зайцев, Л.В. Панина

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Исходными данными для данных исследований послужили материалы дистанционного зондирования Земли из космоса, топографические материалы, фрагмент геологической карты масштаба 1:50 000 и результаты обработки инженерно-геологических скважин, глубиной 16-30 м.

В работе были использованы спектрозональные космические снимки Landsat-7, полученные с помощью сканера ETM+ (панхроматическая камера с разрешением 15 метров, инфракрасная камера с разрешением 30 метров (6 каналов), температурный сенсор (дальний ИК-диапазон) с разрешением 60 метров).

В связи с положением района исследования в пограничной структуре между Южным Уралом и Западной Сибирью, территория характеризуется чрезвычайно сложным строением земной коры, значительной ее раздробленностью, увеличенными значениями напряжений и наличием активных тектонических нарушений в верхней части разреза.

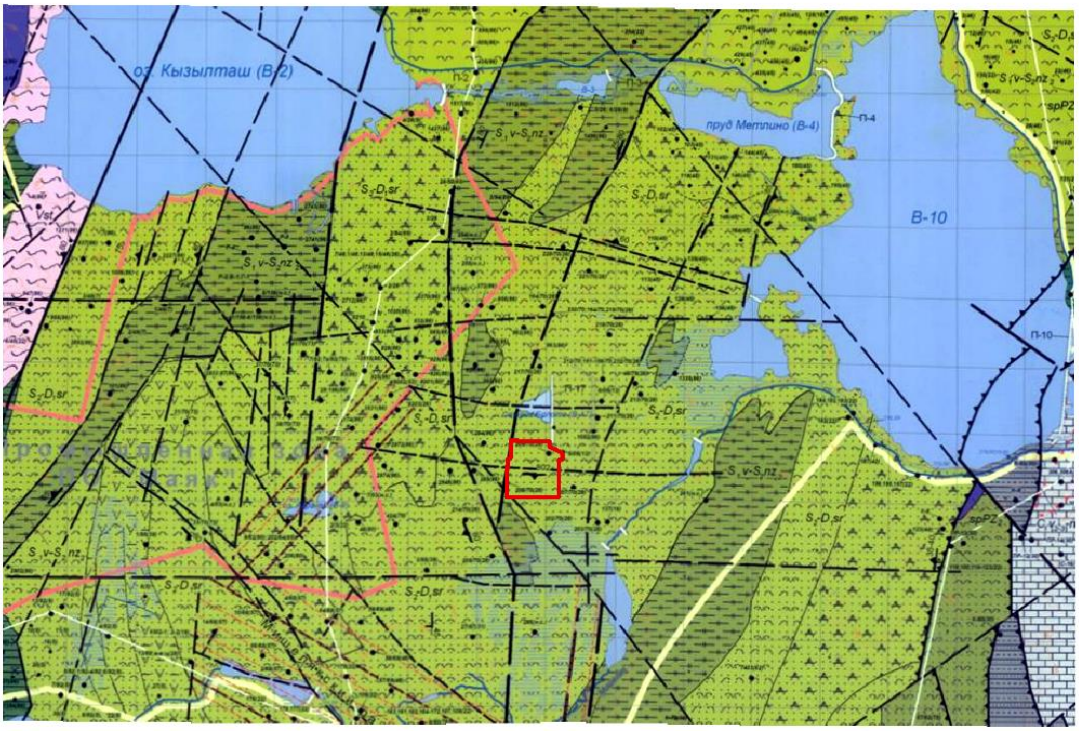


Рисунок 1. Геологическая карта района работ масштаба 1:50 000.

Участок работ показан красным цветом.

В тектоническом отношении район расположен в пределах Кызылташского синклинория, который сложен метаморфизованными вулканогенно-осадочными породами силурийского возраста и эффузивными породами позднесилурийского-раннедевонского возраста (Рисунок 1). В мезозой-кайнозойский период верхняя часть скальных пород подверглась интенсивному выветриванию с образованием коры выветривания большой мощности.

В геологическом разрезе района присутствуют кварцево-серицитовые и кварцево-хлоритовые сланцы, с включением граната и магнетита (S_{1-2}) и пироксеновые и пироксен-плагиоклазовые порфириты (S_2-D_1) – трещиноватые скальные грунты, малопрочные, среднепрочные и прочные различной степени выветрелости. Минеральный состав сланцев представлен серицитом (гидратизированная разновидность мусковита), хлоритом, кварцем, полевым шпатом. Минеральный состав порфиритов представлен пироксеном (гиперстен, авгит), хлоритом, плагиоклазом (альбит), эпидотом, кварцем и полевым шпатом (вулканическое стекло). В большинстве случаев зоны контактов разновозрастных пород имеют тектонический характер (Рисунок 1). Отметим, что через данную площадку проходят два геологических разрывных нарушения, зафиксированных геологической съемкой масштаба 1:50 000. Повсеместно коренные отложения перекрыты элювиальными отложениями мезозой-кайнозойского возраста (eI-MZ), которые образуют сложную кору выветривания по сланцам и порфиритам. Профиль коры выветривания представлен дисперсной зоной, сложенной полутвердыми и твердыми глиной и суглинком, обломочной зоной, сложенной щебенистым грунтом с суглинистым заполнителем, глыбовой и трещиноватой зонами, сложенными трещиноватыми и выветрелыми скальными грунтами. Мощность глинистых элювиальных грунтов достигает 1,0-24,0 м, а мощность щебенистых грунтов – 0,4-7,3 м. Подобная форма коры выветривания свидетельствует о крайне неоднородном тектоническом строении горных пород, подвергшихся процессу выветривания. Элювиальные грунты перекрыты нерасчлененными неоген-четвертичными пролювиальными суглинками (pN-Q), а также образованиями четвертичного возраста: почвенно-растительным слоем (eQ_{IV}) и техногенными отложениями (tQ_{IV}). Мощность пролювиальных отложений составляет 0,1-21,4 м. Мощность техногенных отложений может достигать одного метра.

В геоморфологическом отношении территория исследований располагается в области, именуемой Восточным склоном Урала и находящейся уже за пределами его горной области. Это возвышенная, но выровненная равнина, полого падающая в сторону Западно-Сибирской низменности. Горные хребты Урала удалены от изучаемой территории на 28 километров.

На карте новейшей тектоники исследуемая площадка располагается в пределах Зауральского пенеплена, занимающего промежуточное положение между воздымающимся Уральским кряжем и относительно мало приподнятой в новейший этап Западно-Сибирской плитой. В настоящее время принято считать, что начало неотектонического этапа для Западной Сибири совпадает со временем регрессии позднеолигоценового туртасского бассейна и накоплением озерно-аллювиальных отложений амбросимовской свиты раннего миоцена [Корчуганова, 2013 и др.]. При этом, многими исследователями отмечается унаследованное развитие новейших структур от дислокаций фундамента и осадочного чехла, которые продолжили свое развитие или активизировались в новейший этап. Исследуемая территория относится к Тыштымскому локальному поднятию Южно-Приуральской неотектонической области (Рисунок 2). Эта структура в целом вытянута в

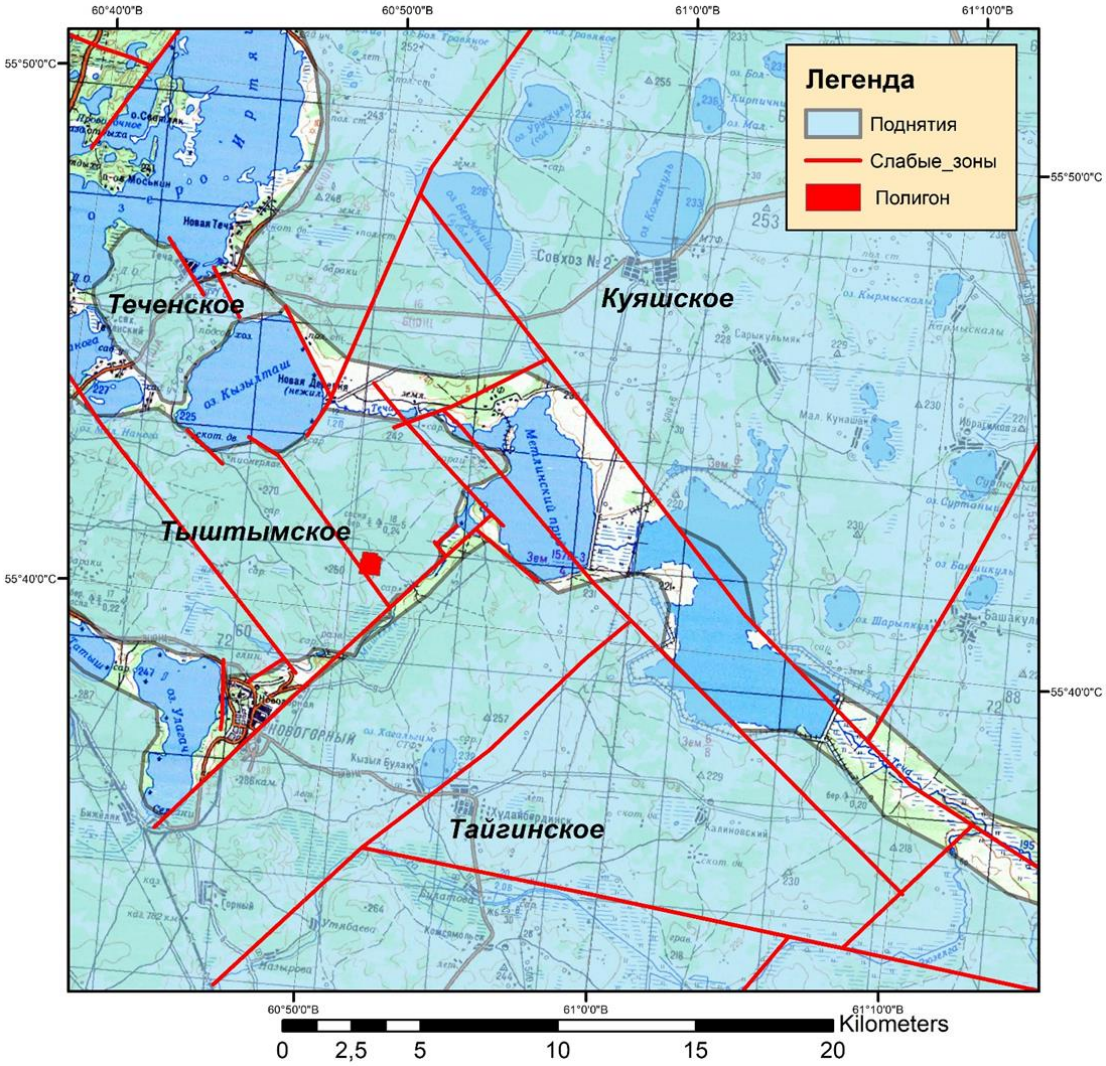


Рисунок 2. Фрагмент структурно-геоморфологической карты Западно-Сибирской платформы. масштаба 1:500 000. По данным Мануйловой (2021) с дополнениями.

субширотном направлении с абсолютными отметками рельефа 250-270м. Для перечисленных поднятий характерна возвышенная слаборасчлененная поверхность. Отметим, что данная структура имеет высокую степень унаследованности относительно строения геологического фундамента и чехла Западно-Сибирской плиты. Это явление может быть связано с ростом Уральского горного сооружения и вовлечением в поднятие структур прилегающего района Западно-Сибирской плиты [Мануйлова, 2022].

Косвенно данное предположение подтверждается анализом сейсмичности данной территории. На рисунке 3 показаны сейсмические события, произошедшие вокруг изучаемой территории по данным Единой Геофизической Службы РАН с 2003 года (http://eqru.gsras.ru/). Хорошо видно, что большинство землетрясений приурочено к поднятию Горного Урала, однако при этом наблюдаются сейсмические события и в пределах Западной Сибири (в окрестностях г. Челябинска в 2013 и 2016 годах и восточнее г. Свердловска в 2007году).

Основой для выявления малоамплитудных новейших разрывных дислокаций являлась детальная цифровая модель рельефа масштаб 1:500. Дешифрируемая территория представляет собой пологую холмистую равнину с абсолютными отметками поверхности 248,3 - 249,4 м. Изучаемая площадка находится в верхней части склона долины реки Мишеляк. Рельеф имеет слабую расчлененность, холмы преимущественно мелкие, с плоскими вершинами и пологими склонами. Склоны выпуклые, реже прямолинейной формы, с крутизной в среднем 2-6 градусов и превышением над ближайшими базисами денудации 10-20 м. Водораздельные пространства и вершины в большинстве случаев имеют небольшие глыбовые и скальные выходы коренных пород, которые по уступам спускаются в восточном направлении к долине. Эти уступы четко прослеживаются как в рельефе, так и в изменениях мощности мезозой-четвертичных отложений. На рисунках 4-6 показаны этапы выделения «слабых зон» с помощью комплекса независимых параметров. На первом этапе анализируются формы рельефа, представленные на рисунке 4. Выявляются отрицательные формы рельефа, их ориентировка, системность, «преломление» и т.д. Затем строится карта уклона рельефа на которой выделятся максимальные значения в качестве зон потенциальных микросмещений между блоками. Ступенчатая форма рельефа (не связанная с террасами) позволяет предположить их тектоническую природу (Рисунок 5). Подтверждением того, что выявленные «слабые зоны» являются микроразрывами служит корреляция слабых зон с космическим снимком, полученным с помощью температурного сенсора сканера ETM+ (дальний ИК-диапазон). Аномалии температурных значений, показанные на рисунке 6, имеют очевидное сходство с углами наклона дневной поверхности и как следствие этого с выявленными «слабыми зонами».

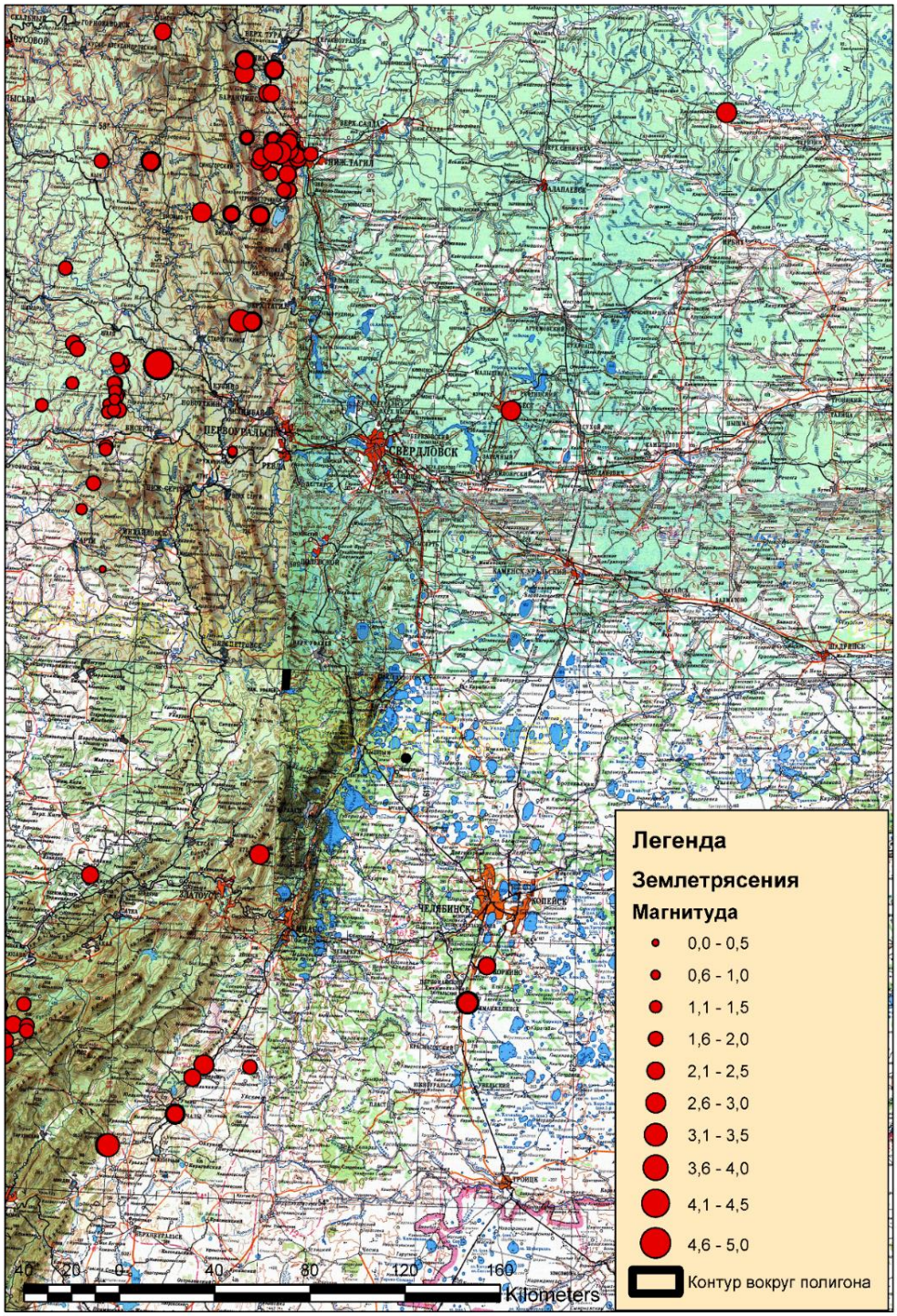


Рисунок 3. Сейсмичность восточной части Южного Урала по данным Единой Геофизической Службы РАН с 2003 года (http://eqru.gsras.ru/).

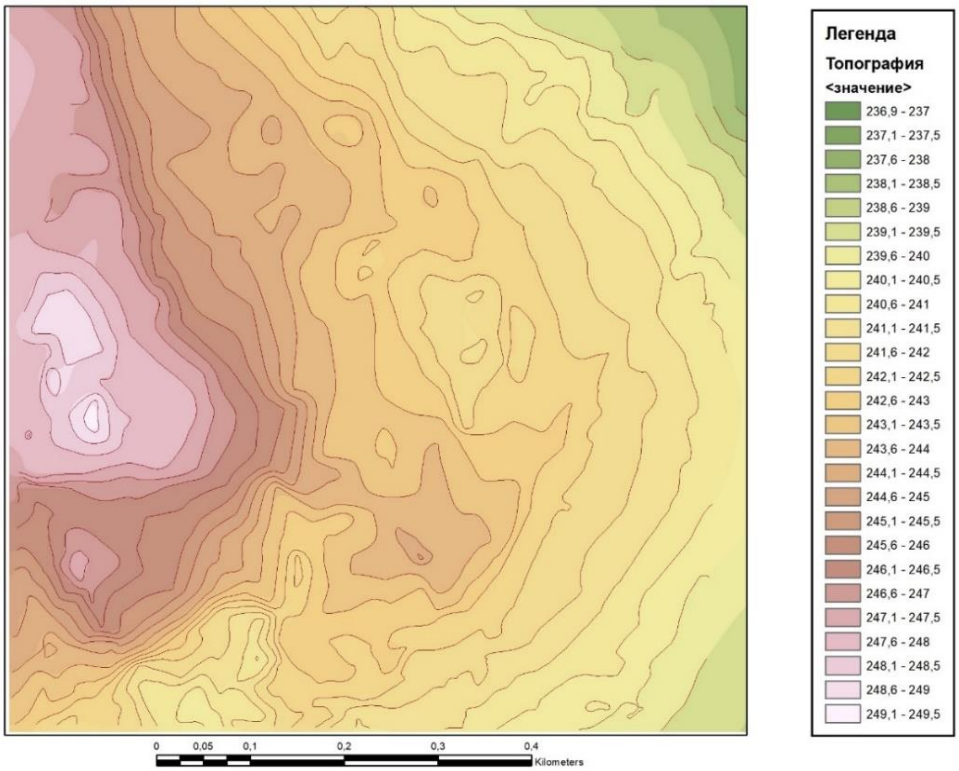


Рисунок 4. Цифровая модель рельефа.

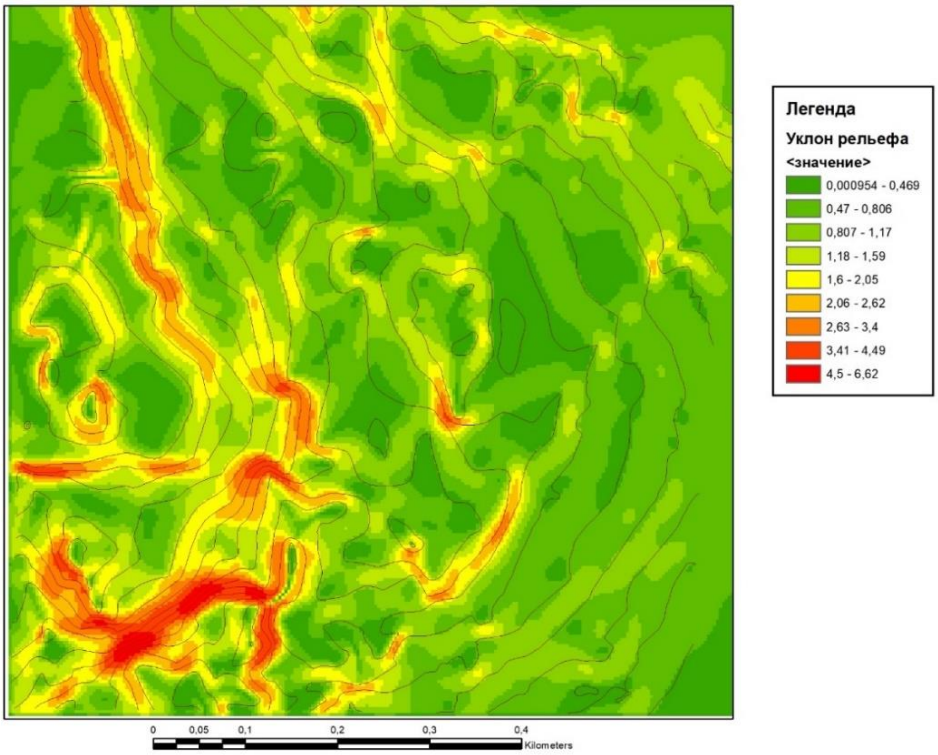


Рисунок 5. Карта уклона рельефа изучаемой территории.

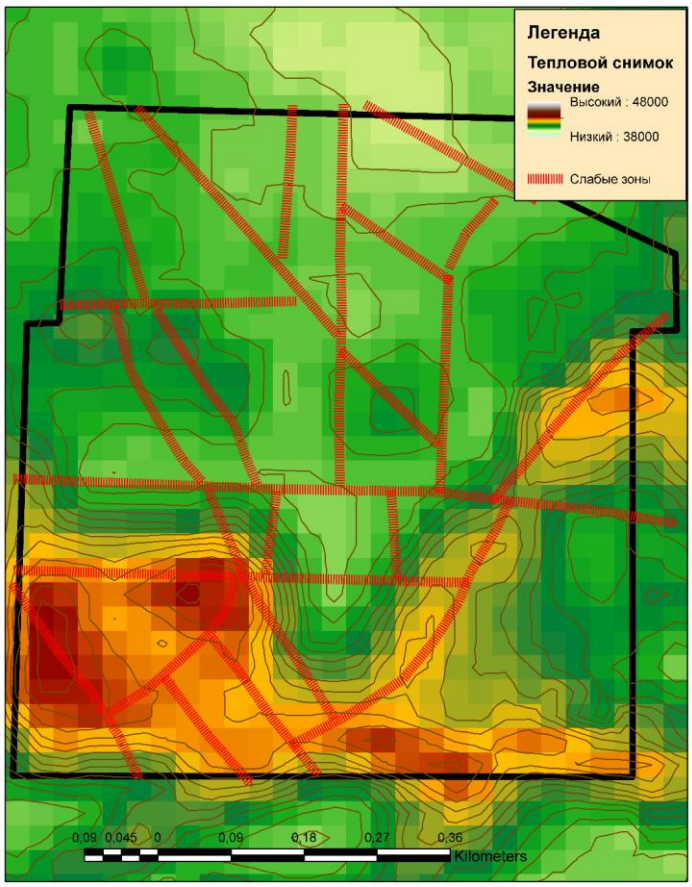


Рисунок 6. Тепловой снимок и выделенные «слабые зоны».

Строение неоген-четвертичных отложений можно изучить с помощью результатов инженерно-геологического бурения. Отметим, что на изучаемой территории сильно меняется мощность неоген-четвертичных пролювиальных суглинков (pN-Q) от 0 до 24 метров. Причем, изменения мощностей связано с линейно вытянутыми склонами, которые могли сформироваться по «слабым зонам». Помимо этого, подстилающие их элювиальные отложения мезозой-кайнозойского возраста (eI-MZ), также крайне невыдержаны по мощности, величина которой может достигать 25 метров. Подобные изменения и связанная с ними смена литологического состава (от глин до щебня) справедливо увязывают в корах выветривания с наличием зон повышенной трещиноватости или разрывными нарушениями. Таким образом, сопоставление выявленных с помощью дистанционных методов, предполагаемых «слабых зон» с изменением мощности и состава рыхлых отложений может серьезно повысить достоверность полученных результатов. Подводя итог сопоставлению инженерно-геологических разрезов и выявленных с помощью комплекса дистанционных методов «слабых зон» можно констатировать, что появлению большинства этих зон предшествовали тектонические процессы, которые создавали сеть неоднородностей в горных породах в виде сгущения трещин или микроамплитудных разрывных нарушений. Эти

неоднородности способствовали появлению аномальных значений мощности коры выветривания и появлению глубоких впадин, заполненных пролювиальными суглинками.

Построенная в результате бурения карта мощности пролювиальных отложений позволила оценить форму поверхности кровли элювиальных отложений мезозой-кайнозойского возраста. Для этого из рельефа дневной поверхности была вычтена мощность пролювиальных отложений неоген-четвертичного возраста. Полученная схема кровли коренных пород подтвердила тектоническую природу большинства выявленных линеаментов (Рисунок 7). На этой карте отчетливо выделяются две ложбины на юге и в центральной части района исследований. И та и другая структура по краям обрамлена предполагаемыми микроамплитудными разрывными нарушениями, которые подтверждены резким изменением мощности мезозойской коры выветривания и наличием микроформ рельефа дневной поверхности, позволивших выделить их как «слабые зоны».

Карта поверхности кровли элювиальных отложений мезозой-кайнозойского возраста была использована в качестве основы при построении 3D геологической модели с использованием программного продукта IrapRMS. В результате моделирования были подсчитаны амплитуды смещения по каждому предполагаемому микроразрыву. Средняя амплитуда составила около 9см. (Рисунок 8).

Таким образом, подводя итог проделанной работе, можно сделать следующие выводы:

Во-первых, в региональном аспекте изучаемая территория является потенциально тектонически активной на новейшем и современном этапах геологической истории. Об этом свидетельствует структурно-геоморфологический анализ территории, высокая степень унаследованности формирования неотектонических структур от строения складчатого фундамента и сейсмическая активность.

Во-вторых, непосредственно на изучаемой территории комплексом современных методов была выявлена сеть микроразрывов, наличие которых, необходимо учитывать при инженерно-геологических изысканиях.

Литература

1. Корчуганова Н.И. Четвертичный структурный план и широтная зональность Западно-Сибирской равнины // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. Изд-во.: РГГУ им. С. Орджоникидзе, Москва. – №4. - 2013. – С.5-10.

2.Мануилова Е.А. Новейшие структуры Западно-Сибирской плиты и их связь с нефтегазоносностью. Автореферат …,2022.

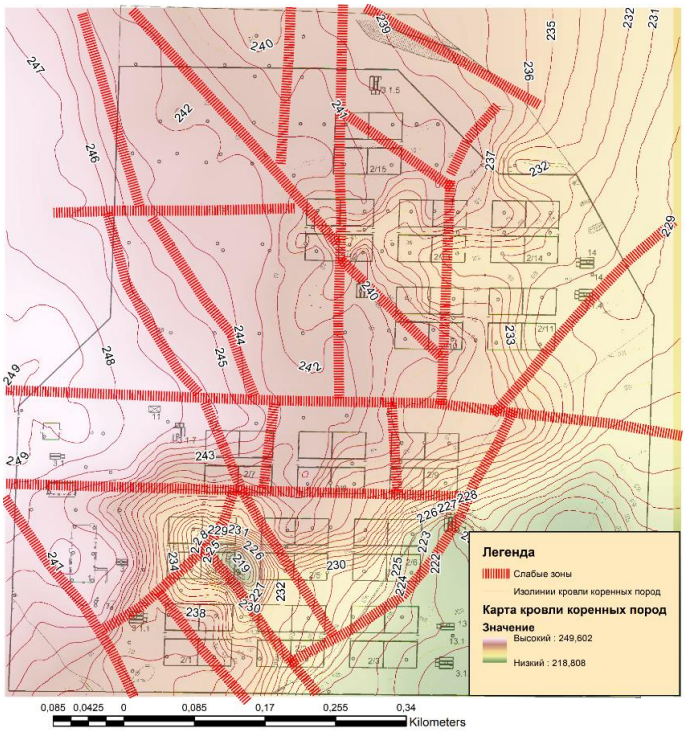


Рисунок 7. Карта поверхности кровли элювиальных отложений мезозой-кайнозойского возраста (eI-MZ) с спроецированными на нее структурами, полученными с помощью анализа рельефа дневной поверхности, «теплового» снимка, анализа строения рыхлых отложения и сопоставления с разрывными нарушениями.

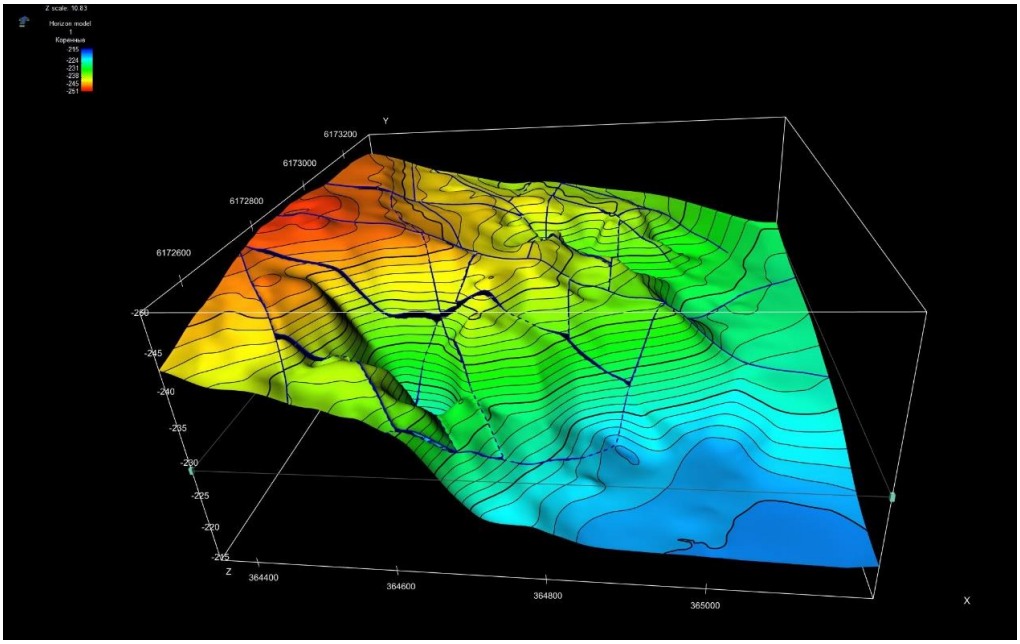


Рисунок 8. Трехмерная модель поверхности кровли элювиальных отложений и показанные на ней микроразрывы со смещениями.

СВЯЗЬ НЕОТЕКТОНИКИ И СЕЙСМИЧНОСТИ АБИНСКОГО СЕГМЕНТА СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

К.В. Фадеева, В.А. Зайцев

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Абинский сегмент расположен на северо-западе Большого Кавказа. Граница сегмента проходит по таким рекам как Кубань, Шебш, Шапсуго. Эта территория особо интересна со стороны сейсмичности из-за большого количества курортных зон. Данная работа нацелена на изучение взаимосвязи сейсмичности и неотектоники Северо-Западного Кавказа. Для изучения неотектоники сегмента было использовано 3D компьютерное геологическое моделирование.

Одним из источников информации неотектонической активности является рельеф. Основное внимание было обращено на изучение не пликативных, а дизъюнктивных деформаций, так как разрывные нарушения (слабые зоны) — это структуры, которые коррелируются с землетрясениями. С помощью особенностей геоморфологического строения были выявлены слабые зоны (рис. 1), которые часто являются отражением в рельефе скрытых под чехлом четвертичных отложений малоамплитудных разрывных нарушений и зон трещиноватости [Зайцев, Панина, 2021]. Дешифрирование производилось в соответствии с критериями, предложенными Н. П. Костенко: анализ форм гидросети и изолиний рельефа. Слабые зоны выделялись на основе топографических карт масштабом 1:500 000 и цифровой модели SRTM. По схеме слабых зон сегмента можно отметить, что набольшее количество линеаментов тяготеет к главному хребту Большого Кавказа, что указывает на их новейшую активность.

Затем были построены геоморфологические профили (вертикальный масштаб 1: 25 000, горизонтальный масштаб 1: 200 000), с помощью которых удалось выделить шесть уровней выравнивания (рис. 2): до 200 м, 250-300 м, 400-500 м, 500-550 м, 550-600 м, 650-750 м и больше 800 м. Самый древний (наивысший по гипсометрическому уровню) из которых имеет позднеплиоценовый возраст [В.И. Черных, С.К. Шельтинг, 2008]. Эта поверхность имеет плохую сохранность на изучаемой территории и отмечается только в самых высоких частях, на востоке сегмента. В то время как самая низкая (молодая) поверхность выравнивания широко развита на всей изучаемой территории и имеет верхненеоплейстоценовый возраст [Черных, Шельтинг, 2008]. С помощью интерпретации геоморфологических профилей также появляется возможность уточнить расположение линеаментов и перевести их в ранг разрывных нарушений при наличии вертикального смещения [Панина, 2019].

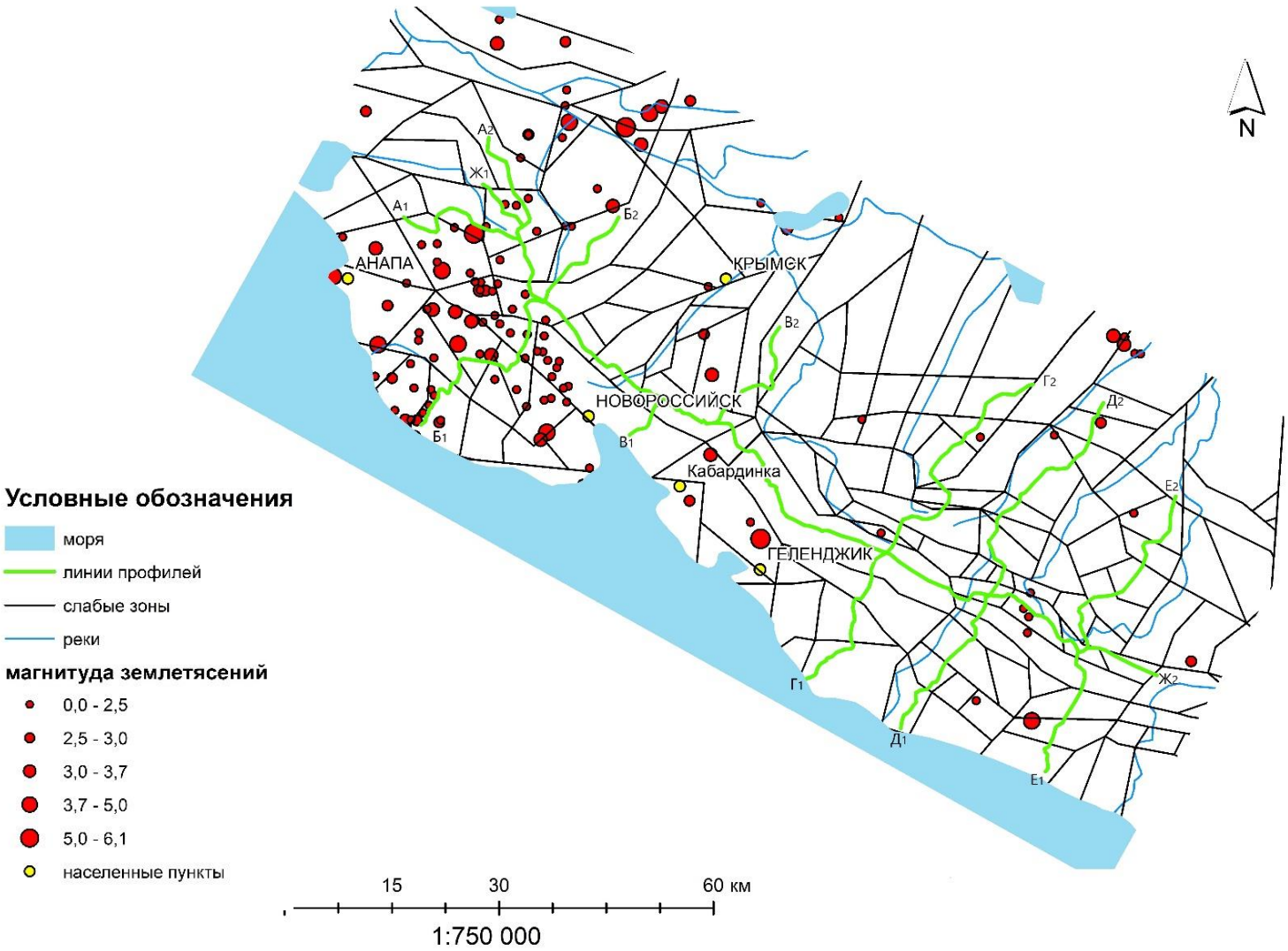


Рис. 1. Слабые зоны и линии профилей Абинского сегмента Северо-Западного Кавказа

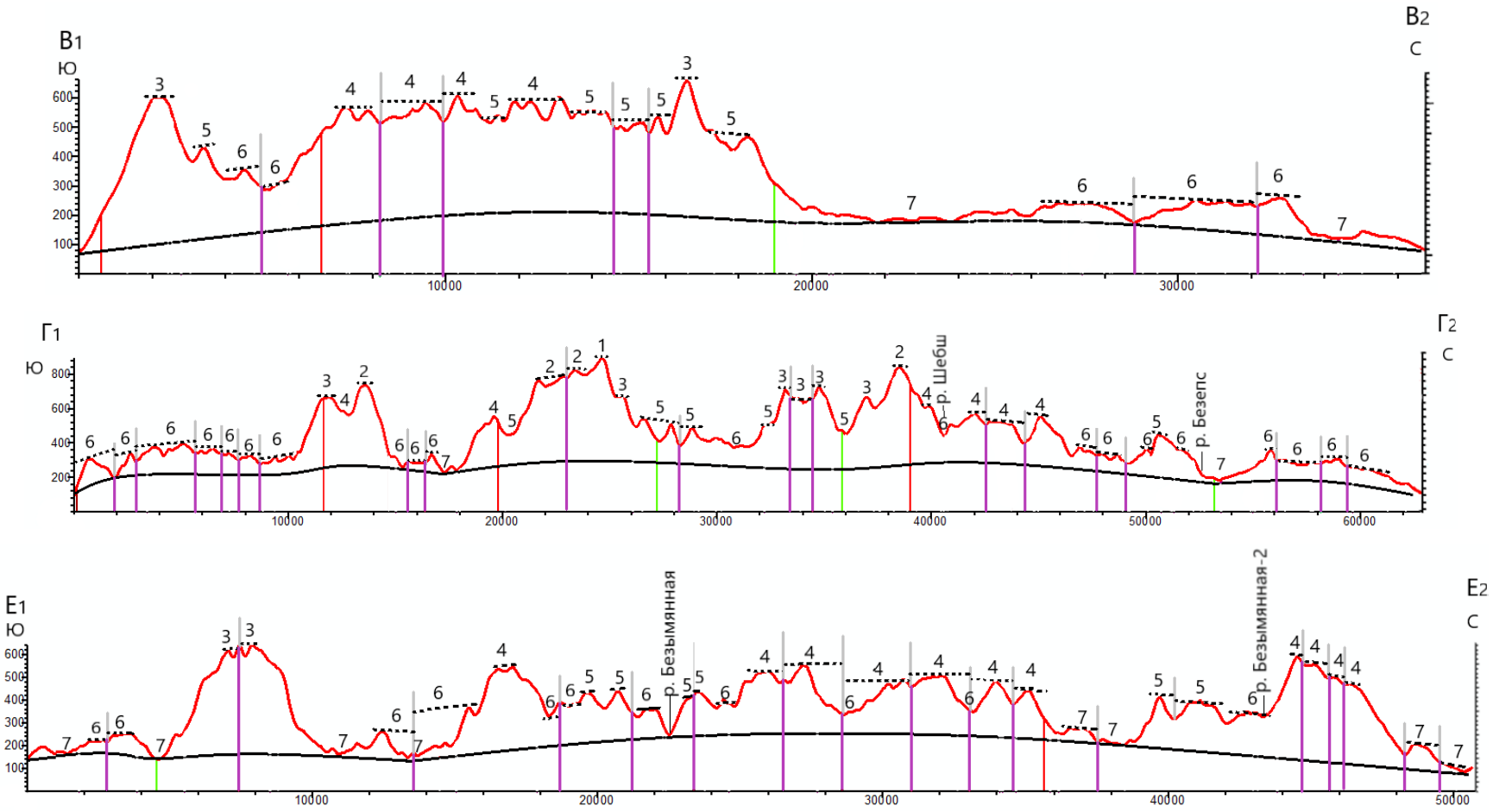


Рис. 2. Наиболее информативные поперечные геоморфологические профили по водораздельным поверхностям (рис. 1), построенные в ArcGIS с помощью встроенного модуля построения разрезов ВСЕГЕИ. *Красная линия – дневная поверхность, черная – глубина эрозионного вреза, пунктирная черная – остатки древних поверхностей выравнивания, фиолетовая – выраженные в рельефе слабые зоны и разрывные нарушения, красная вертикальная – не выраженные в рельефе разрывные нарушения, зеленая – не выраженные в рельефе слабые зоны*

С помощью выделенных ранее поверхностей выравнивания была построена карта неотектоники (рис. 3). Для ее расчетов использовалось программное обеспечение RMS Roxar. По карте можно заметить, что наибольшие отметки (порядка 700 метров) характерны для осевой части Большого Кавказа. Такие же высоты получены Л.В. Паниной по ее карте неотектоники Северного Кавказа, построенной в 2013. Помимо продольных структур с высокими значениями амплитуды, выделяются также поперечные структуры в районе Абрауского полуострова и несколько в районе реки Пшада.

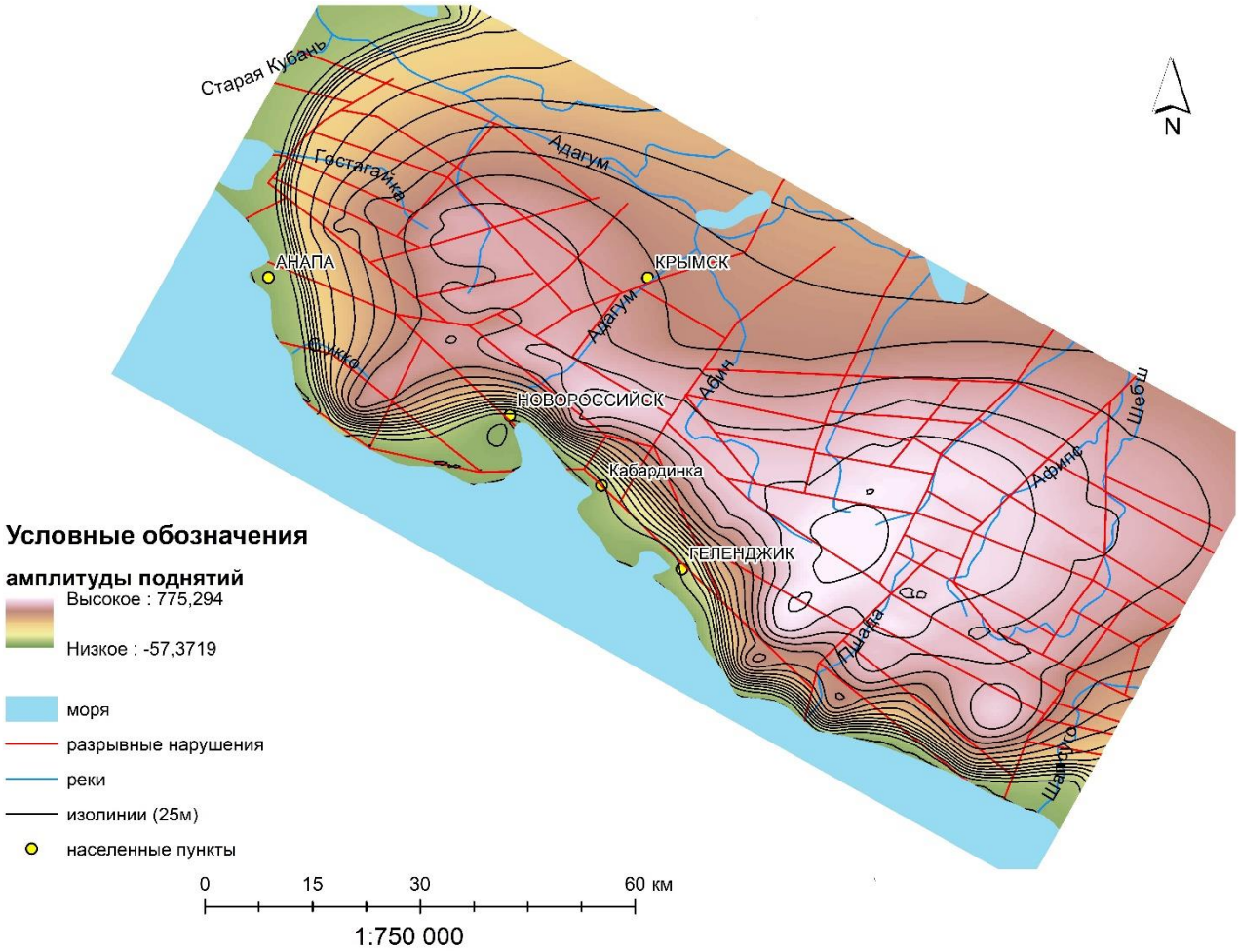
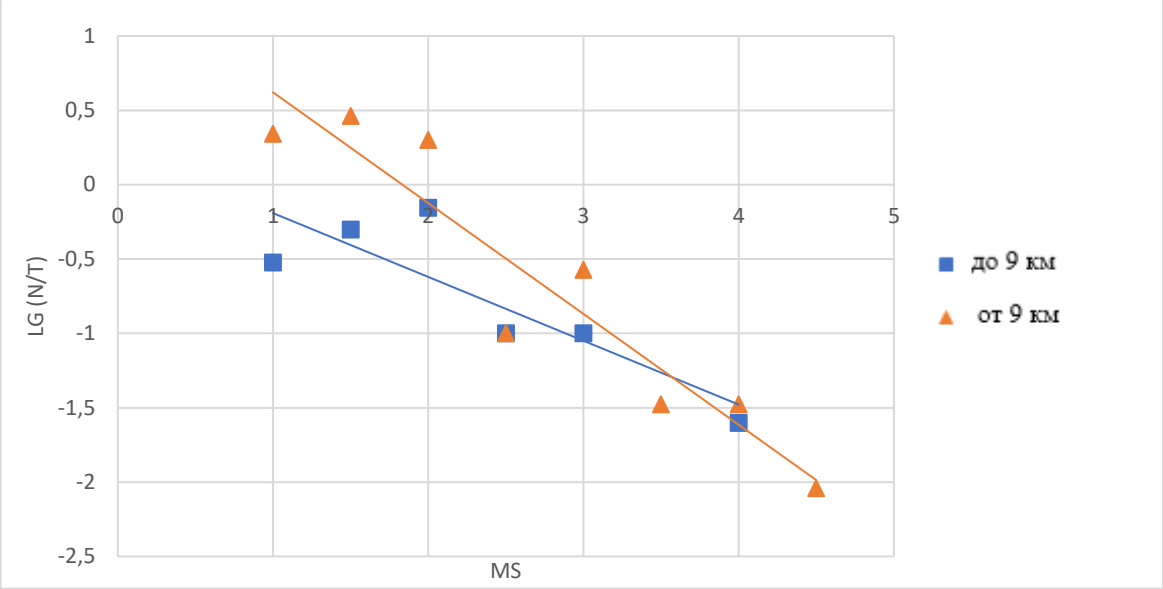


Рис. 3. Карта неотектоники Абинского сегмента Северо-Западного Кавказа

Чтобы проследить связь между неотектоникой и сейсмичностью Абинского сегмента Северо-Западного Кавказа, также были собраны данные из таких каталогов землетрясений как USGS, ЕГС РАН и другие. Общее число землетрясений на данной территории составило 204 события. При анализе сейсмичности рассматривались частоты возникновений землетрясений и величины выделяемой сейсмической энергии, построены графики повторяемости (рис. 4). Из-за неравномерного распределения гипоцентров – выделено два глубинных уровня до 9 и более 9 км, что указывает на вертикальную сейсмическую неоднородность сегмента.



Глубина (км)	Уравнение	Средняя выделившаяся энергия	Магнитуда (средняя)
до 9	y=-0.4595x+0.2656	4.9E+11	3.3
от 9	y=-0.7451x+1.366	1.09E+15	5.1

Рис. 4. Уравнения и графики повторяемости землетрясений на разных глубинных уровнях: *синий – для землетрясений с гипоцентрами до 9 км, оранжевый – для землетрясений с гипоцентрами от 9 км*

В таблице приведены: уравнения графиков повторяемости, средние выделившиеся энергии и магнитуды (средние) по Абинскому сегменту. Уравнение графика повторяемости имеет вид $y = -bM + a$, где a — суммарная интенсивность сейсмических проявлений – сейсмическая активность, b — наклон графика, соотношение между сильными и слабыми сейсмическими событиями.

В пределах Абинского сегмента, график повторяемости для глубинных землетрясений (от 9 км) заметно круче. График повторяемости менее глубинного уровня (до 9 км), как меньше по крутизне, так и выделившаяся энергия заметно ниже, а вместе с тем и средняя магнитуда. Таким образом с глубиной растет выделившаяся сейсмическая энергия. Гипоцентры в пределах этой области не отличаются высокими магнитудами 1-4,5 (максимальное значение 6,1).

Для выявления связи между неотектоникой и сейсмичностью необходимо выполнить корреляцию между амплитудами неотектонических поднятий и плотностью землетрясений.

При установлении корреляции между двумя параметрами использовался коэффициент Пирсона. Для подобного сравнения необходимы равные массивы данных, поэтому из «точечных» землетрясений была построена карта плотностей гипоцентров.

Сопоставление неотектоники и сейсмичности Абинского сегмента показало, что землетрясения на данной территории хорошо коррелируются с новейшими поднятиями (43,2%), то есть можно говорить о высокой степени унаследованности. Однако гипоцентры глубже 9 км находят свое отражение в рельефе, а приповерхностные, как правило низкомагнитудные, меньше выражаются в рельефе. Таким образом, области с высокими значениями амплитуд поднятий на карте неотектоники также являются областями высокой сейсмоопасности. Среди которых выделяются как продольные (осевая часть Большого Кавказа), так и поперечные области (в районах Абрауского п-ова и реки Пшада).

Корреляция между плотностью линеаментов и количеством гипоцентров достаточно высока — 67,3%, причем гипоцентры на глубинах до 9 км («приповерхностные») в большей степени находят свое отражение в рельефе. Более глубинные землетрясения немного хуже коррелируют с линеаментами, так как сейсмогенерирующие разрывы на глубине ориентированы не вертикально, как было задано в нашей модели.

Так как при сравнении амплитуд неотектонических поднятий, плотности землетрясений на разных глубинных уровнях и плотности слабых зон получились высокие значения корреляции, то построенную модель и карту неотектоники можно считать достаточно достоверной.

Список литературы

Зайцев В.А., Панина Л.В. Новейшая геодинамика и сейсмичность Северо-Западного и Центрального Кавказа // Материалы всероссийской научной конференции «Современные проблемы динамической геологии». М.: Перо, 2021. С. 67–77.

Панина Л.В. Новейшие структуры и рельеф земли. М.: Перо, 2019. 115 с.

Черных В.И., Шельтинг С.А. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Карта четвертичных образований. Масштаб 1: 200 000 (издание второе). Кавказская серия. Лист L37-XXVI (Новороссийск). СПб: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2008.

ИСТОРИЯ НЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА ХУБСУГУЛ И ЕЕ СВЯЗЬ С СЕЙСМИЧНОСТЬЮ

Н.Г. Кошевой, В.А. Зайцев

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Известно, что сейсмичность является результатом активных тектонических процессов, происходящих в недрах Земли. Изучение геологических проявлений землетрясений на поверхности позволяет получить непосредственные данные о макросейсмическом эффекте в непосредственной близости от эпицентра, а также о пространственных параметрах сейсмического очага и истории подобных событий в прошлом [Рогожин, 2021]. Изучение каждого сильного землетрясения в соответствии с соответствующей методологией позволяет получить новые данные о структуре очаговых зон и направлении современных геодинамических процессов в условиях конкретной сейсмотектонической структуры. Хубсугульское землетрясение 12.01.2021 произошло на юго-западном фланге Байкальской рифтовой системы и стало сильнейшим сейсмическим событием Прихубсугулья за инструментальный период наблюдений (рис. 1).

Сейсмический очаг Хубсугульского землетрясения расположен на западном борту Хубсугульской рифтовой впадины, которая развивается в условиях растяжения и имеет асимметричную структуру полуграбена с крутым западным бортом и пологим восточным бортом (Кочетков, 1993). В формировании этой впадины основную роль играют активные сбросы и сбросо-сдвиги, простирающиеся субмеридионально и ограничивающие западный борт впадины. Сдвиговая компонента вдоль северо-западных простираний проявляет правостороннюю направленность, в то время как сдвиги в северо-восточных направлениях имеют левостороннюю ориентацию [Имаева и др., 2015]. Эпицентр землетрясения был инстументально зарегистрирован в акватории озера Хубсугул, что создало сложности в выявлении сейсмогенерирующего разрывного нарушения.

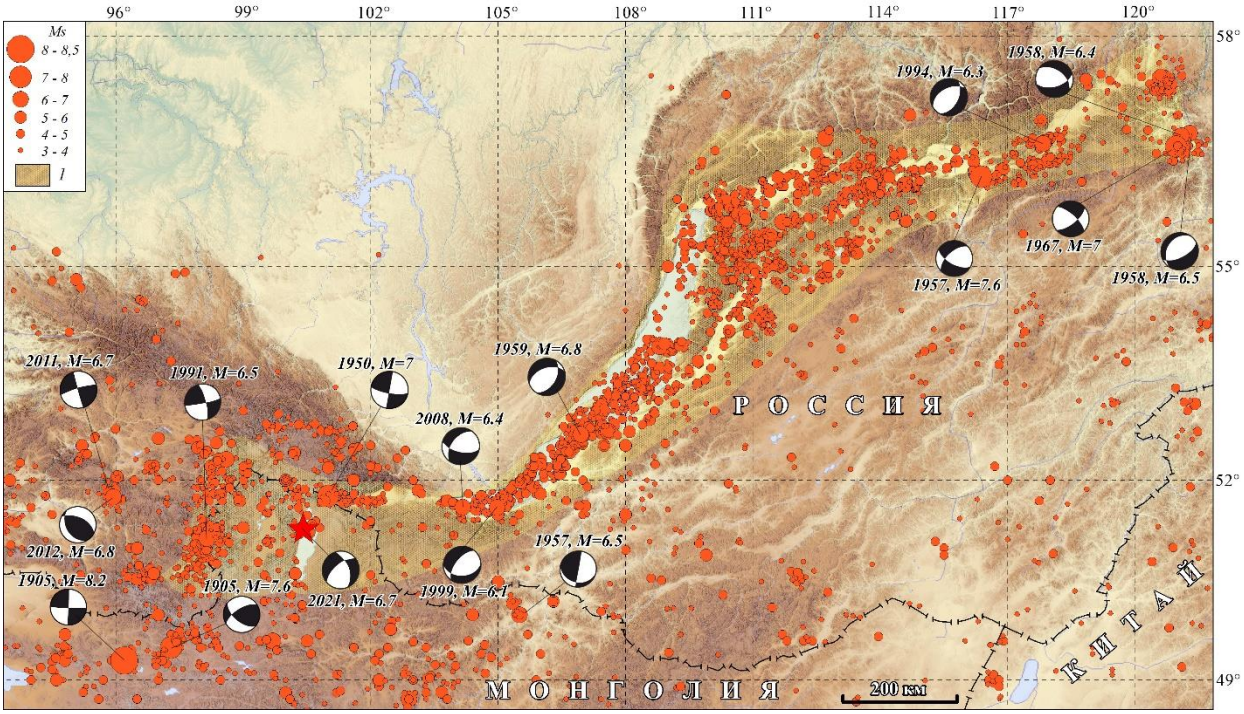


Рис. 1. Положение эпицентра Хубсугульского землетрясения 2021 г. (показан звездочкой) на карте сейсмичности Байкальской рифтовой системы и прилегающих территорий. *Эпицентры землетрясений с 1900 г. по данным СКЗ ОСР-2012 [www.seismorus.ru] и ЕГС РАН [http://www.ceme.gsras.ru]. Для сильнейших сейсмических событий приведены механизмы очагов по данным [Имаева, 2015; Radziminovich, 2016]. Механизм очага Хубсугульского землетрясения 2021 г., по [Liu, 2022]: 1 – Байкальская рифтовая система*

Данное исследование основано на полевых и дистанционных данных с целью изучения формирования структуры за новейший этап: анализ смены тектонического режима за данный этап времени, оценка амплитуд вертикальных и горизонтальных движений, а также изучение унаследованности новейшего тектонического режима на современный этап.

Полевые исследования проводились с целью сеймотектонического исследования очаговой зоны землетрясения и выявление разрывных нарушений. Закартированные нарушения отчетливо разделяются на две группы: первичные, непосредственно отражающие выход очага землетрясения на поверхность в виде сейсмотектонического разрыва, и вторичные, представляющие собой результат сейсмических сотрясений (рис. 2).

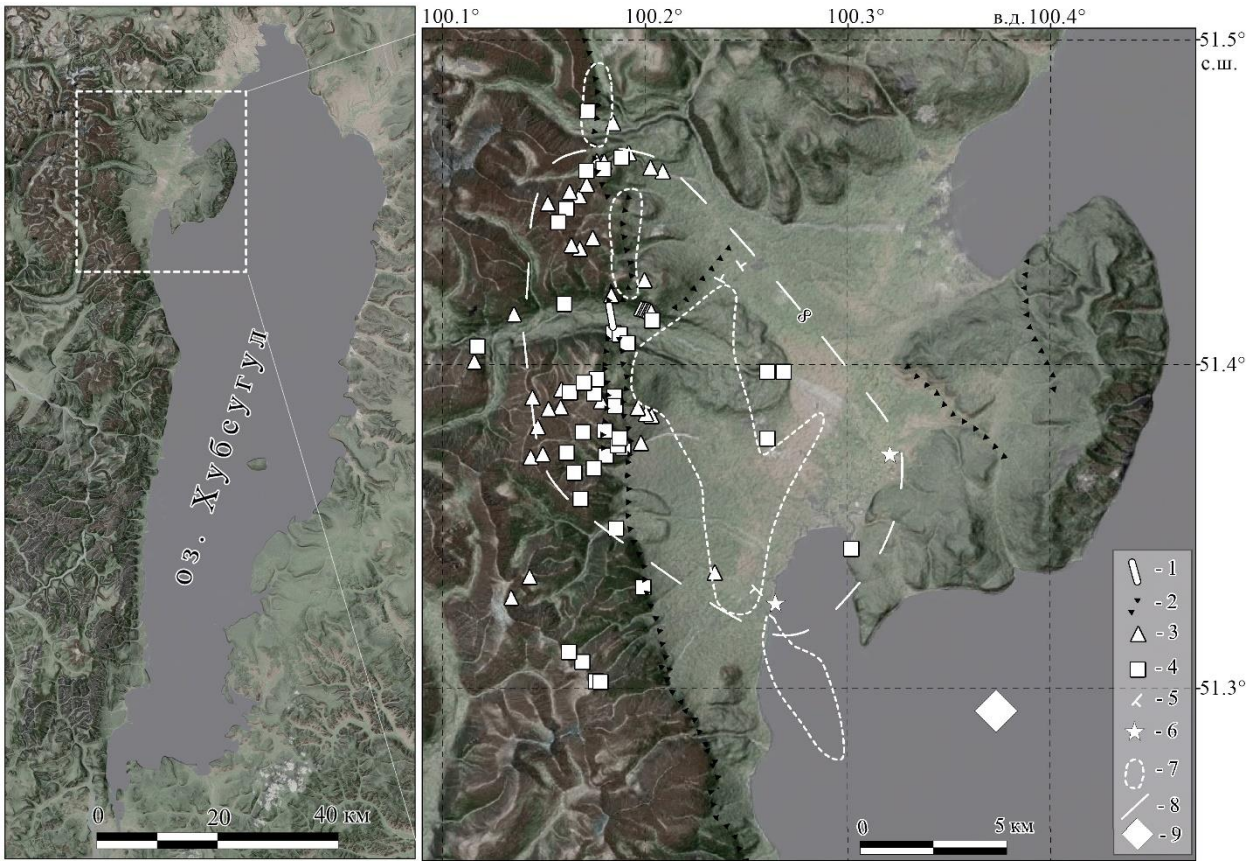


Рис. 2. Карта геологических эффектов Хубсугульского землетрясения в сопоставлении с сейсмологическими данными: *1 – сейморазрыв; 2 – разрывные нарущения; 3 – обвалы; 4 – камнепады; 5 – сейсмовибрационные трещины; 6 – выбросы песка (разжижения); 7 – максимальная плотность афтершоков (35-47 в пределах круга радиусом 0.02º) по данным: (Еманов, 2022); 8 – изосейста 8 баллов по шкале ESI-2007 (контур эпицентральной зоны); 9 – эпицентр землетрясения, по [Тимошкина, 2022]*

Дистанционные данные позволяют дополнить данные, полученные в поле, исследовать труднодоступные участки территории и с помощью определенных методов изучить структуру в целом. Рельеф является одним из главных источников неотектонической активности области исследования. На первом этапе камеральных работ было произведен структурно-геоморфологический анализ топографических карт масштаба 1:500 000 и цифровой модели FABDEM [https://data.bris.ac.uk].

Структурно-геоморфологическое дешифрирование сводилось к выделению блоков, поднятий и впадин, отличающихся амплитудой конэрозионного поднятия, которые выявлялись по топографическим картам и космическим снимкам. Все выявленные блоки характеризовались собственной абсолютной отметкой рельефа, являющейся амплитудой погружения или поднятия, что определяется условиями развития структурной формы.

Согласно Н.П. Костенко [1999] границами блоков являются зоны тектонического воздействия (зоны трещиноватости, дробления пород, разрывов со смещением), которые также называются «слабыми зонами». Основным признаком выделения слабых зон служат геоморфологические признаки. Это обуславливается тем, что слабые зоны приурочены к гидросети, они являются наименее устойчивыми к эрозии и денудации. По схеме слабых зон можно выделить субмеридиональное и диагональное направления (рис. 3).

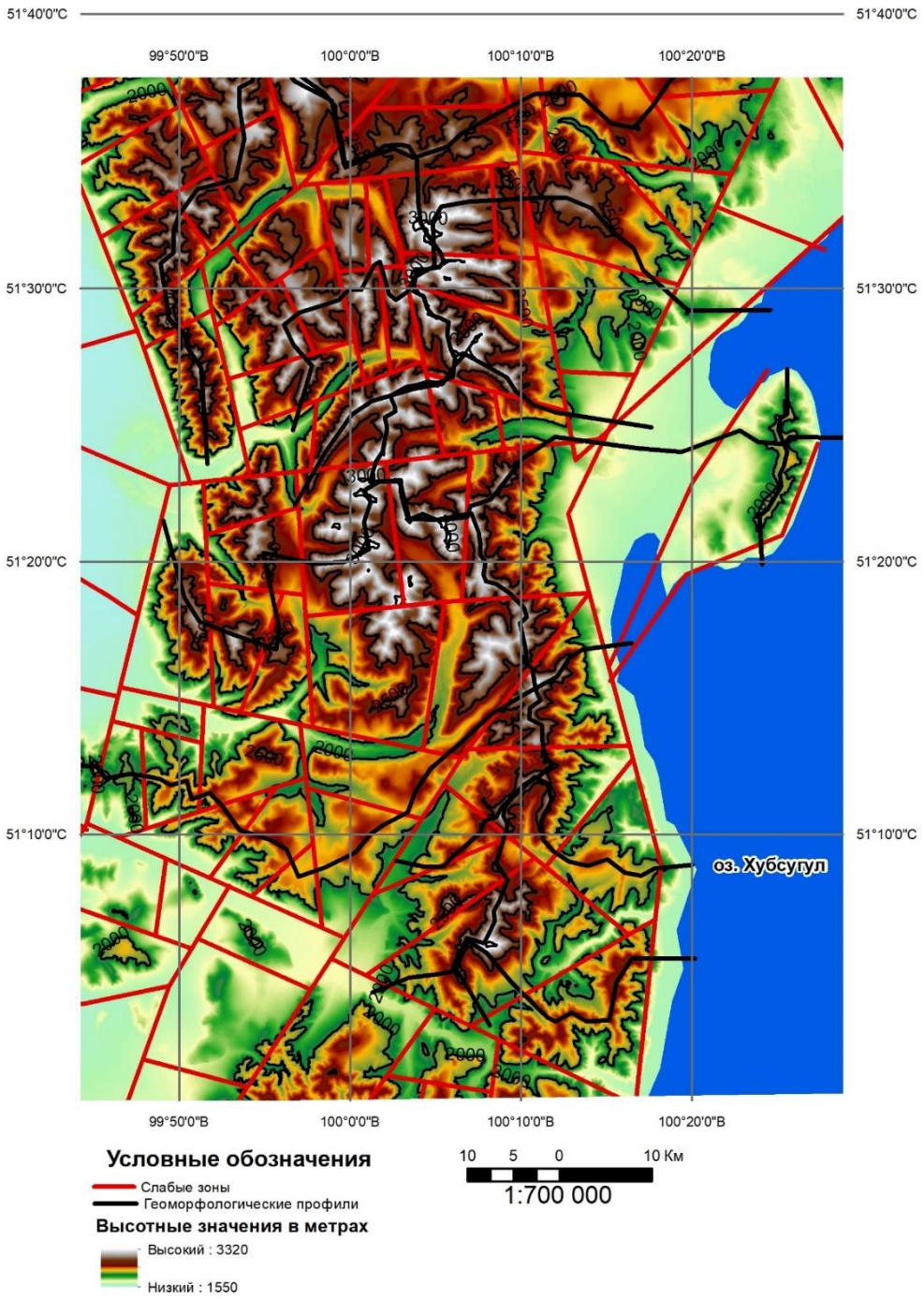


Рис. 3 Схема слабых зон северо-западного участка озера Хубсугул

С целью изучения развития структуры и возможности перевода слабых зон в ранг разрывных нарушений были построены геоморфологические профили, по которым проводилось выделение геоморфологических поверхностей (поверхности выравнивания). Было выделено 13 поверхностей выравнивания (рис. 4). Каждый набор точек каждой поверхности был проинтерполирован и преобразован в растр с помощью программного обеспечения «RMS Roxar». Поверхности, которые имели одинаковые области поднятий и впадин были совмещены, как показатели единого тектонического режима на определенный период времени. Таким образом, получилось выделить пять различных тектонических режимов территории за новейший этап развития структуры (рис. 5).

Начало новейшей активизации района относят к нижнему олигоцену. Девяткин выделяет два основных подэтапа формирования структуры. Первый – миоцен-ранний плиоцен, который характеризуется постепенным усилением неотектонических движений и оформлением крупных сводовых структур [Девяткин, 2000]. Данный этап можно соотнести с первыми двумя тектоническими режимами, выделенными с помощью поверхностей выравнивания (рис. 5А, Б), основная область поднятия имеет субмеридиональное простирание, на юге преобладают нисходящие движения. Второй же подэтап (поздний плиоцен-плейстоцен) знаменует резкое увеличение новейших движений, возникновение пространственной дифференциации [Девяткин, 2000], переход от первого подэтапа к второму является сменой сводового типа поднятия на сводово-блоковый тип. Переход третьего тектонического режима к четвертому отражает начало формирования сводово-блокового типа (рис. 5В, Г), формируется дифференциация рельефа. Согласно исследованиям С.К. Кривоногова [2010], Хубсугульская впадина имеет возраст образования не древнее плиоцена. По построенным геоморфологическим поверхностям развитие Хубсугульской впадины относится к четвертому тектоническому режиму (Рис. 5Г), а также на западной окраине активно развивается впадина. Последний тектонический режим соответствует основным поднятиям и опусканиям, происходящим на последнем этапе новейших движений.

Более подробно изучить историю неотектонического развития Хубсугульской впадины позволяет морфометрический метод Философова [Философов, 1975]. Если карты геоморфологических поверхностей позволяют проанализировать основные поднятия и впадины, на основании развития поверхностей рельефа, то с помощью анализа развития эрозионной сети, есть возможность проследить неотектонические движения на более детальном уровне.

На основе данного метода получилось выявить пять основных базисных поверхностей. Прослеживая основные этапы развития эрозионной сети, можно также

отметить отчетливо выделяющиеся субмеридиональное поднятие на этапах развития пятой и четвертой базисной поверхностях и преобладающий сводовый тип вертикальных движений (рис. 6А, Б). Третья базисная поверхность свидетельствует о переходе к сводово-блоковому типу восходящих и нисходящих движений (рис. 6В). Базисная поверхность второго и первого порядка отражает уже более локальные поднятия и опускания по блокам, также можно отметить, что именно на этапе развития данных поверхностей, происходит формирования озера Хубсугул (рис. 6Г, Д).

Стоит отметить, что два данных метода (выделение геоморфологических поверхностей и метод Философова) являются дополняющими друг к другу, а не взаимоисключающие. Карты геоморфологических поверхностей хорошо выделяют преобладающие, региональные поднятия и опускания, в то время как метод Философова позволяет исследовать вертикальные движения более детально. При этом, сопоставляя два данных метода, можно отметить хорошую корреляцию основных поднятий и опусканий на первых этапах развития структуры (рис. 7). Когда же структура претерпевает дифференциацию на блоки и начинает преобладать сводово-блоковый тип движений, то корреляция практически не наблюдается. В этом случае геоморфологические поверхности отражают сводовый характер развития структуры, а метод Философова – блоковый тип движений.

Анализируя сейсмичность района по данным каталога ISC и сравнивая с базисной поверхностью первого порядка, можно отметить, что наиболее крупные землетрясения тяготеют к впадине между полуостровом и основной структурой поднятия (область опусканий), также стоит отметить, что эпицентры данных событий располагаются на глубинах 10 км (рис. 8А). Остальная же часть землетрясений, которая располагается вне данной зоны, распределяется на границах блоковых поднятий, выраженных на первой базисной поверхности (рис. 8Б). Можно предположить, что данные землетрясения тяготеют к зонам локальных блоковых поднятий, другая же часть, не коррелирующая с блоковыми поднятиями, является результатом движений более регионального уровня и относится к сводовым движениям данного района исследования.

На основании построенных поверхностей выравнивания и выделенных разрывных нарушенях в полевых условиях и на геоморфологических профилях, было построена карта неотектонических движений района исследования (рис 9). Данная карта отражает амплитуды вертикальных и горизонтальных (смещения горизонталей по разрывным нарушениям) движений за неотектонический этап эволюции структуры. Землетрясения тяготеют к основной

области поднятия и составляют 38% (рис. 10) корреляции с данной структурой поднятия, что свидетельствует об унаследованности структуры на современный этап.

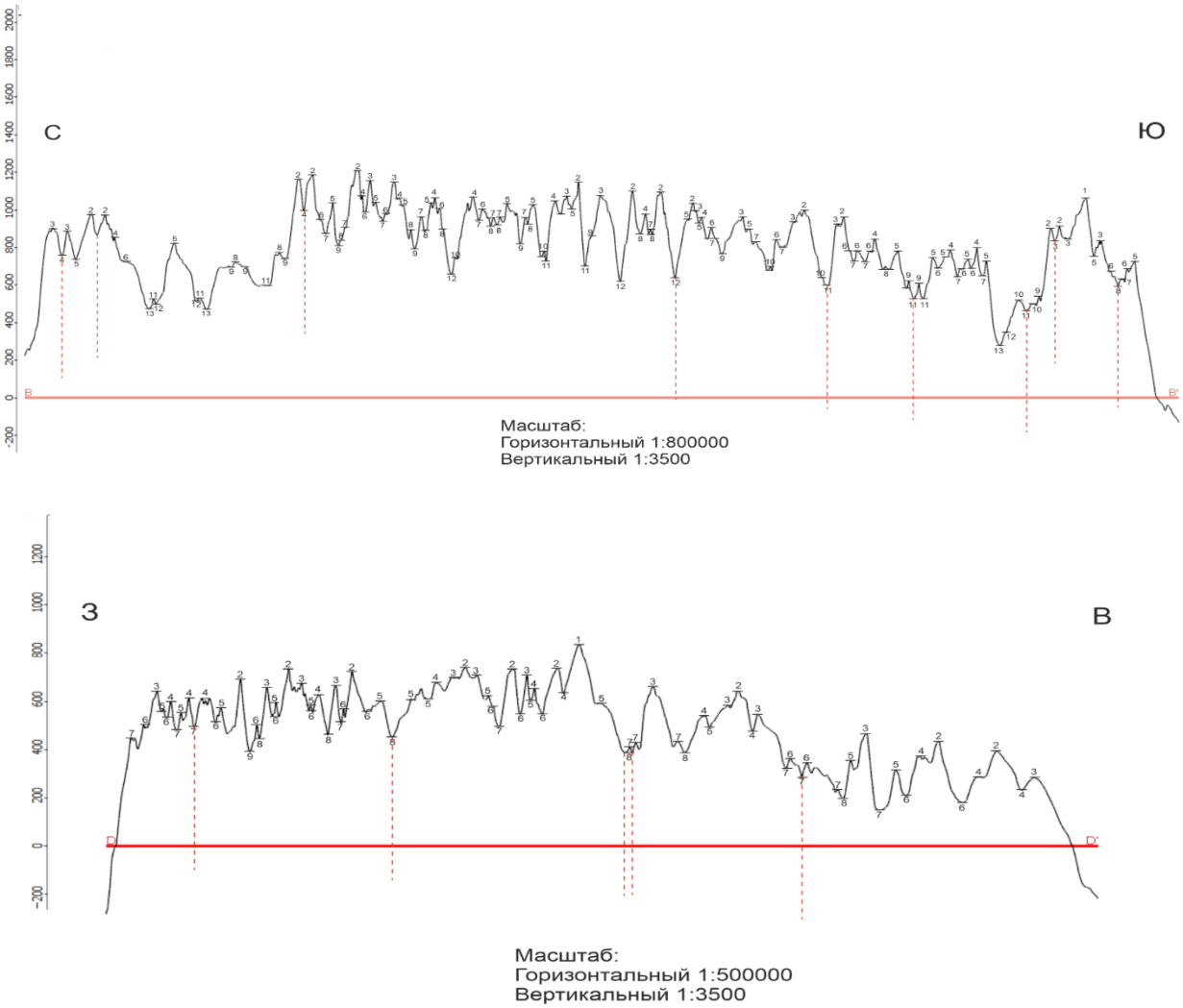


Рис. 4 Наиболее информативные геоморфологические профили по водораздельным поверхностям. *Красные пунктирные линии – разрывные нарушения*

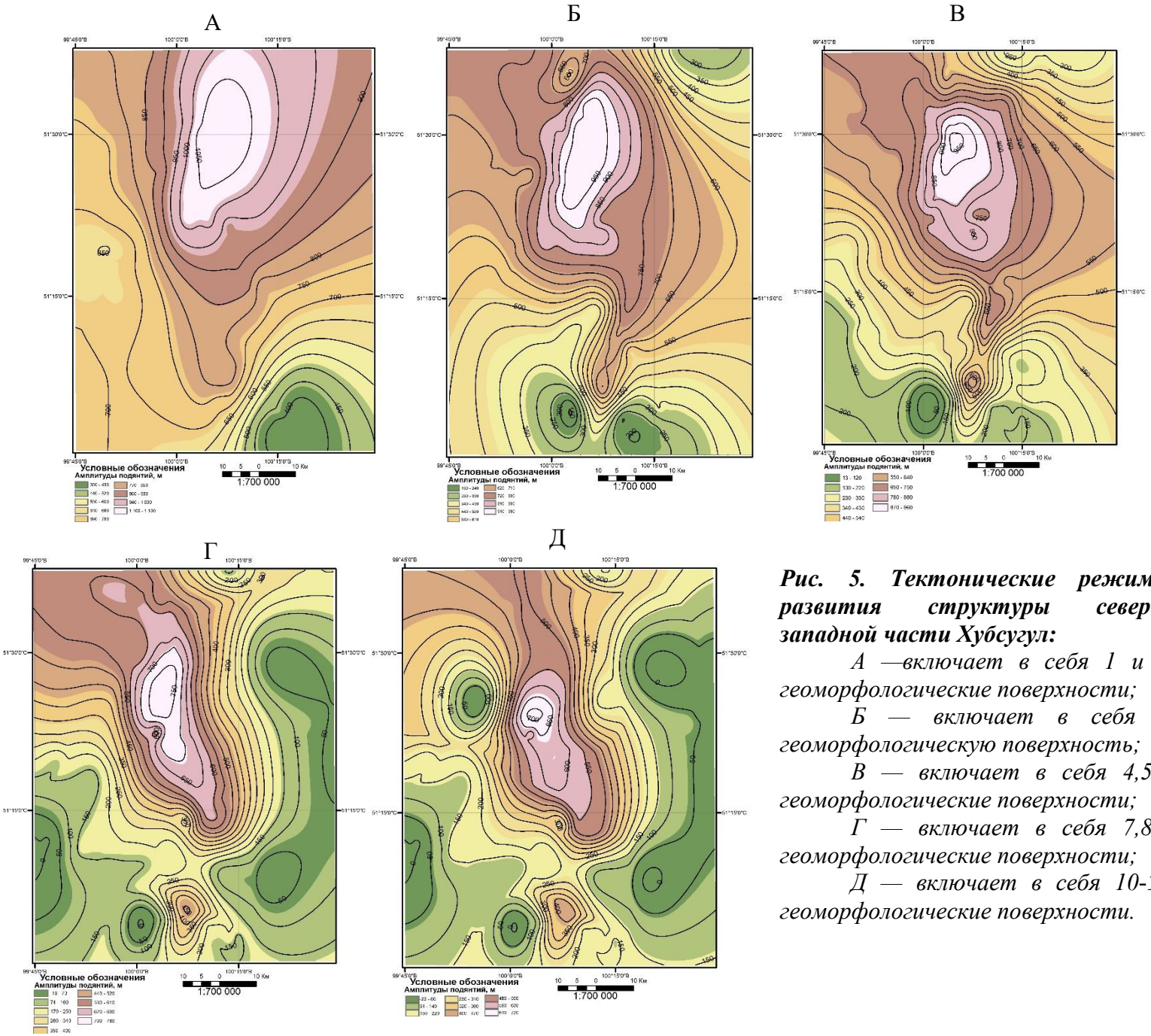


Рис. 5. Тектонические режимы развития структуры северо-западной части Хубсугул:

А —включает в себя 1 и 2 геоморфологические поверхности;

Б — включает в себя 3 геоморфологическую поверхность;

В — включает в себя 4,5,6 геоморфологические поверхности;

Г — включает в себя 7,8,9 геоморфологические поверхности;

Д — включает в себя 10-13 геоморфологические поверхности.

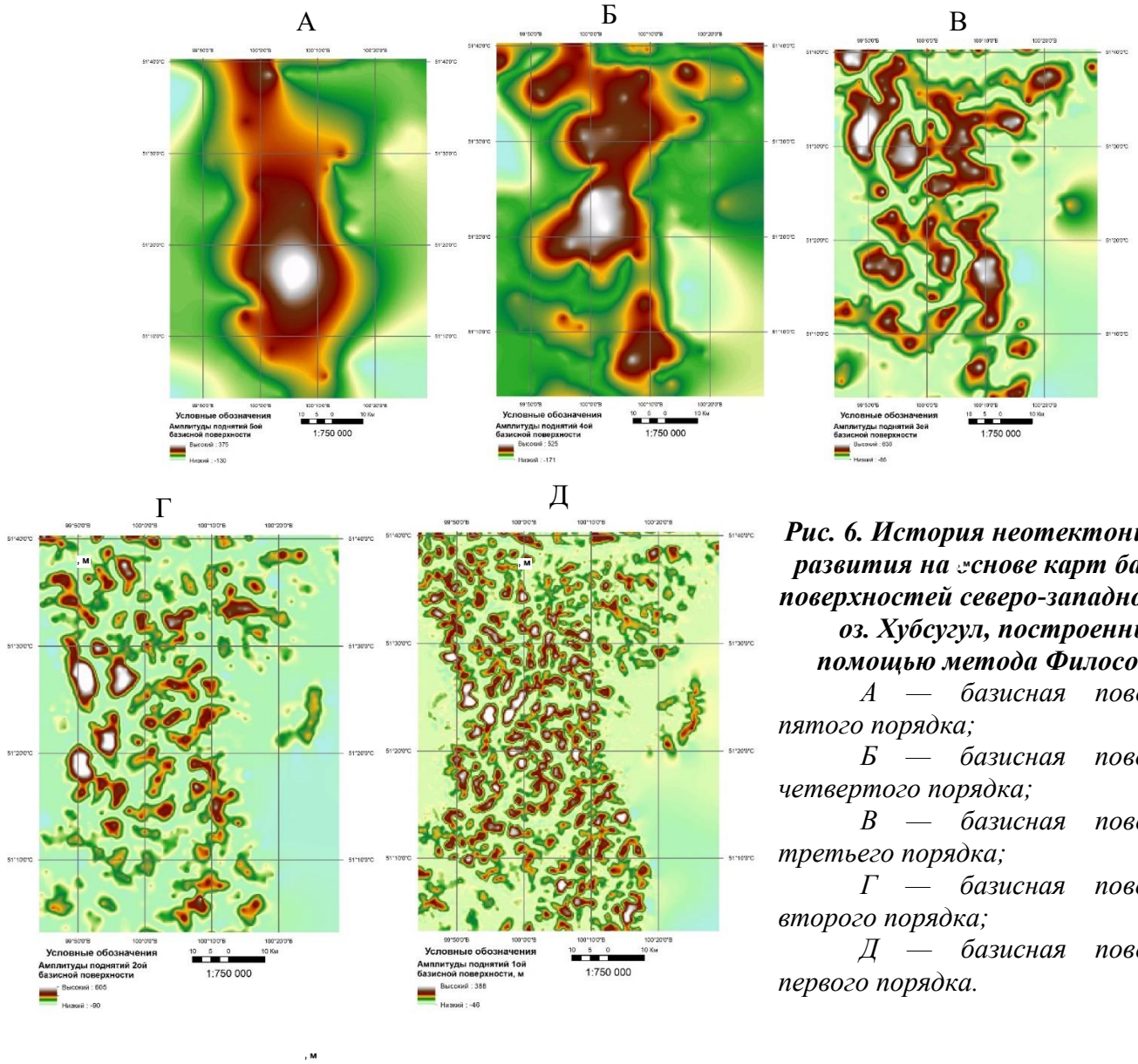


Рис. 6. История неотектонического развития на основе карт базисных поверхностей северо-западной части оз. Хубсугул, построенных с помощью метода Философова:

А — базисная поверхность пятого порядка;

Б — базисная поверхность четвертого порядка;

В — базисная поверхность третьего порядка;

Г — базисная поверхность второго порядка;

Д — базисная поверхность первого порядка.

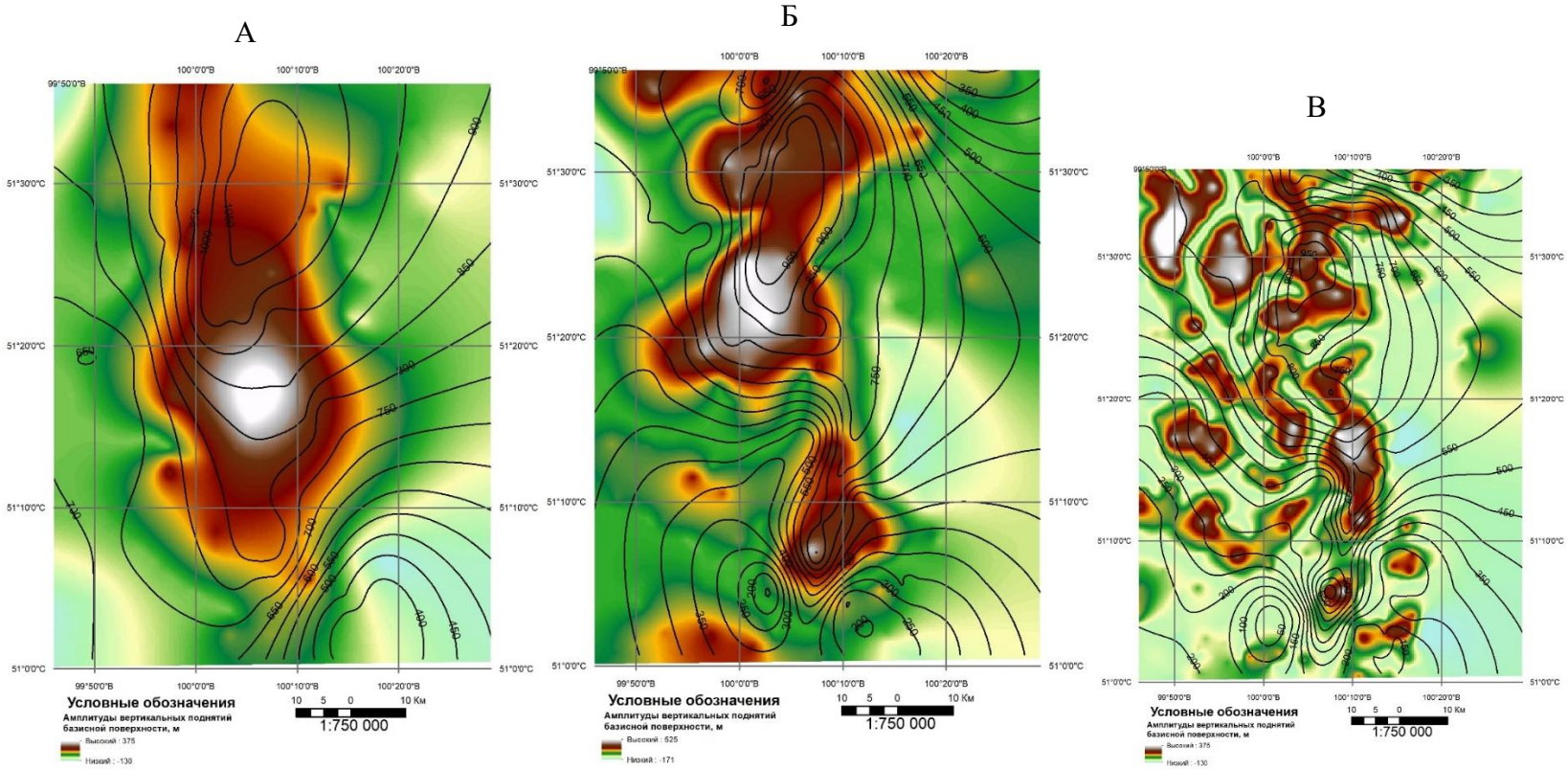


Рис. 7. Сопоставление базисных поверхностей с тектоническими режимами, выделенными по геоморфологическим поверхностям. *А: пятая базисная поверхность с первым тектоническим режимом (изолиниями выделены поднятия и опускания); Б: четвертая базисная поверхность с вторым тектоническим режимом (изолиниями выделены поднятия и опускания); В: третья базисная поверхность с третьим тектоническим режимом (изолиниями выделены поднятия и опускания)*

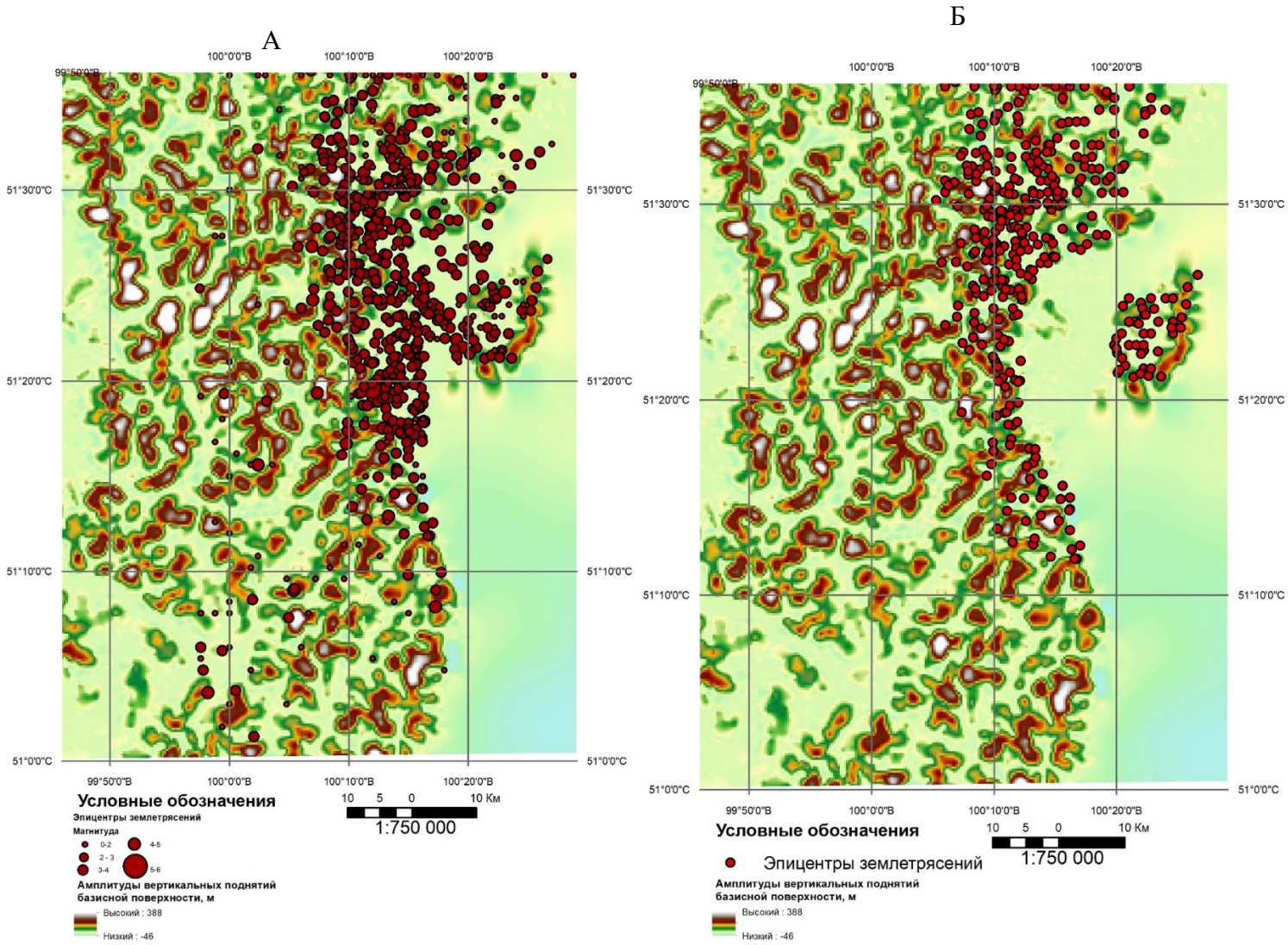


Рис. 8. Сопоставление первой базисной поверхности с сейсмичностью района исследования (каталог ISC). *А: распределение землетрясений с классификацией по магнитуде; Б: распределение землетрясений за исключением тех, которые располагаются во впадине*

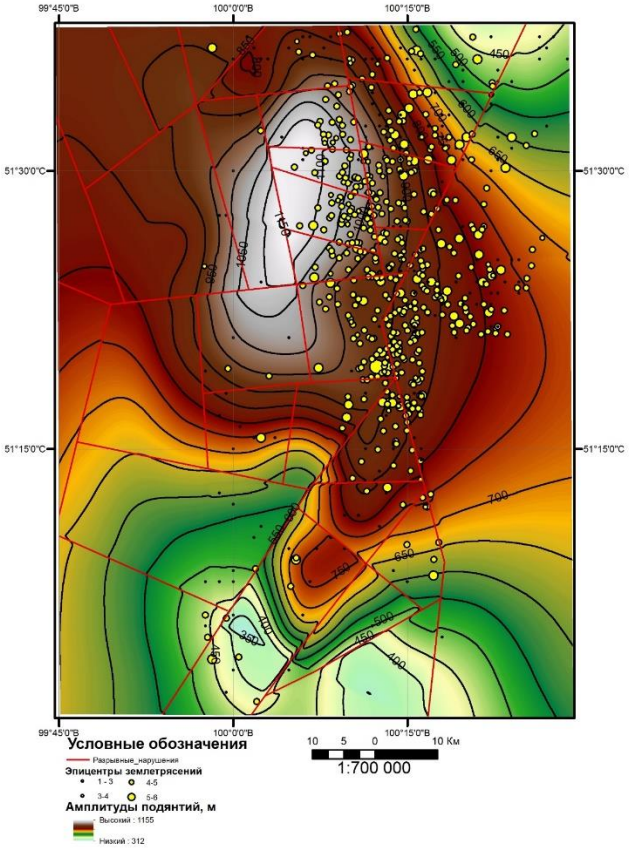
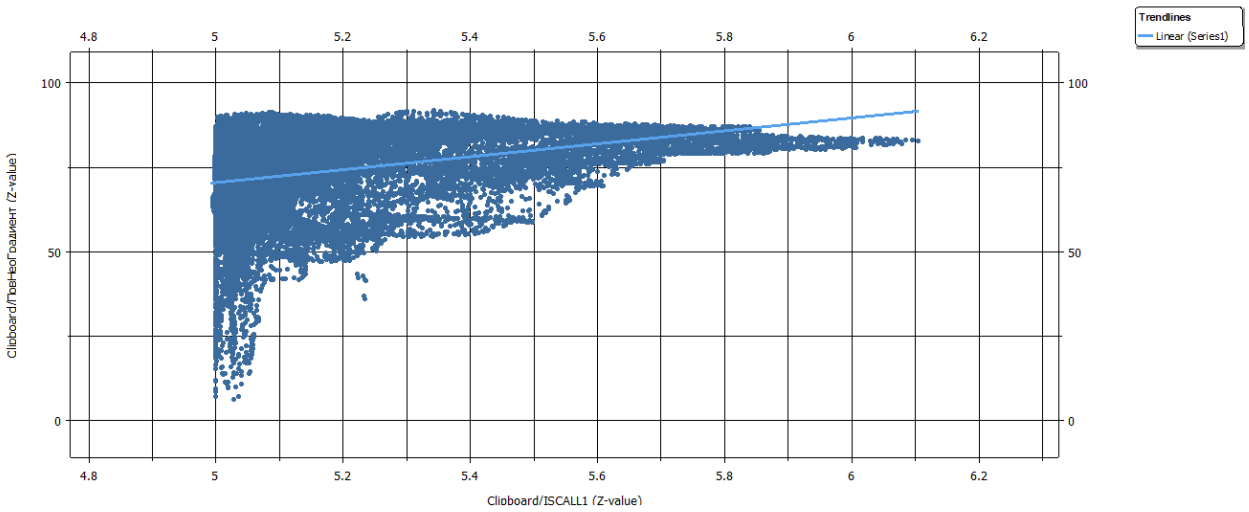


Рис. 9. Карта неотектоники северо-западной части озера Хубсугул



Filter information			
Series	Sample	Value	No. of points
Series1	1.31 [Auto]	[Off]	50422
Statistical information			
Series	Correlation coefficient (Pearson)		
Series1	0.381527		
Trendline	Coefficient of determination (R2)		
Linear (Series1)	0.145563		

Рис. 10. Корреляция распределения эпицентров землетрясений с амплитудами поднятий

Список литературы

Аржанникова А.В., Парфеевец А.В., Саньков В.А., Мирошниченко А.И. Позднекайнозойская кинематика активных разломов Хубсугульской впадины (юго-западный фланг Байкальской рифтовой системы) // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 11. С. 1202–1224.

Еманов А.Ф., Еманов А.А., Чечельницкий В.В. и др. Хубсугульское землетрясение 12.01.2021 г. M_w = 6.7, M_L = 6.9 и афтершоки начального периода. // Физика Земли. 2022. № 1. С. 83-89.

Имаева Л.П., Имаев В.С., Смекалин О.П., Козьмин Б.М., Гриб Н.Н., Чипизубов А.В. Карта сейсмотектоники Восточной Сибири. Иркутск-Нерюнгри: ТИ (ф) СВФУ, 2015. 128 с.

Костенко Н.П. Геоморфология. М.: Издательство Московского университета, 1999. 379 с.

Кочетков В.М., Хилько С.Д., Зорин Ю.А. и др. Сейсмотектоника и сейсмичность Прихубсугулья. / Отв. ред. В.П. Солоненко. Новосибирск: Наука, 1993. 184 с.

Кривоногов, С.К. Осадконакопление во впадинах Байкальской рифтовой зоны в позднем плейстоцене и голоцене. Диссертация ... доктора геолого-минералогических наук. Новосибирск, 2010. 628 с.

Рогожин Е.А., Овсюченко А.Н., Ларьков А.С. Очаг сильного землетрясения как геологический объект // Геотектоника. 2021. № 3. С. 3–30.

Тимошкина Е.П., Михайлов В.О., Смирнов В.Б., Волкова М.С., Хайретдинов С.А. Модель поверхности разрыва Хубсугульского землетрясения 12.01. 2021 по данным спутниковой РСА интерферометрии // Физика Земли. 2022. №. 1. С. 83-89.

Liu X., Xu W., Radziminovich N.A., Fang N., Xie L. Transtensional coseismic fault slip of the 2021 Mw 6.7 Turt Earthquake and heterogeneous tectonic stress surrounding the Hovsgol Basin, Northwest Mongolia. // Tectonophysics. 2022. Vol. 836. 229407.

Radziminovich N., Bayaraa G., Miroshnichenko A., Demberel S., Ulziibat M., Ganzorig D., Lukhnev A. Focal mechanisms of earthquakes and stress field of the crust in Mongolia and its surroundings // Geodynamics & Tectonophysics. 2016. V. 7. № 1. P. 23–38.

НОВЕЙШАЯ ГЕОДИНАМИКА ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Иванов И.И., Зайцев В.А.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Изучаемый район находится на территории Российской Федерации. С точки зрениия географического положения изучаемый объект находится на листах N – 36, M – (36), N – 37, M – 37 (до 49° с. ш.).

Актуальность выбранной темы обусловлена возможным проявлением новейших движений на территории Смоленской, Курской, Нововоронежской атомных электростанций (далее СмАЭС, КАЭС, НовАЭС), влияющих на их работоспособность и безопасность. В связи с этим необходимо проводить цифровое геологическое моделирование данной территории с целью выявления новейших движений.

Целью данной работы является выявление геодинамической опасности юго-западного района части Восточно-Европейской платформы, на которой находятся СмАЭС, КАЭС, НовАЭС.

Для достижения поставленной цели были решены следующие научные задачи: 1) выполнен структурно-геоморфологический и морфометрический анализы исследуемой территории; 2) построена 3D геодинамическая модель; 3) проанализированы полученные в результате работы параметры и сделаны выводы о влиянии новейшей тектоники на территорию вокруг СмАЭС, КАЭС, НовАЭС.

С точки зрения геологии рассматриваемый район является типичным участком ВЕП (Восточно-Европейская платформа). В фундаменте залегают метаморфические породы архея и протерозоя. Разрез платформенных отложений в целом сложен различными осадочными породами рифея, венда и большей части всего фанерозоя, начиная с девона.

Если рассматривать исследуемую территорию с точки зрения тектоники, то она охватывает западные части крупнейших структур ВЕП – Московскую синеклизу и Воронежскую антеклизу.

В результате структурно-геоморфологического анализа (рис. 1) были выделены: 4 региональных, 36 локальных поднятий и 12 447 слабых зон. Из модели блокового строения видно, что тип деформаций сводово-блоковый. Без построение геолого-геоморфологических профилей нельзя строго говорить об унаследованности новейших дислокаций от фундамента.

Можно лишь сказать, что простирание различных разломов и грабенов совпадают с направлением вытянутости слабых зон.

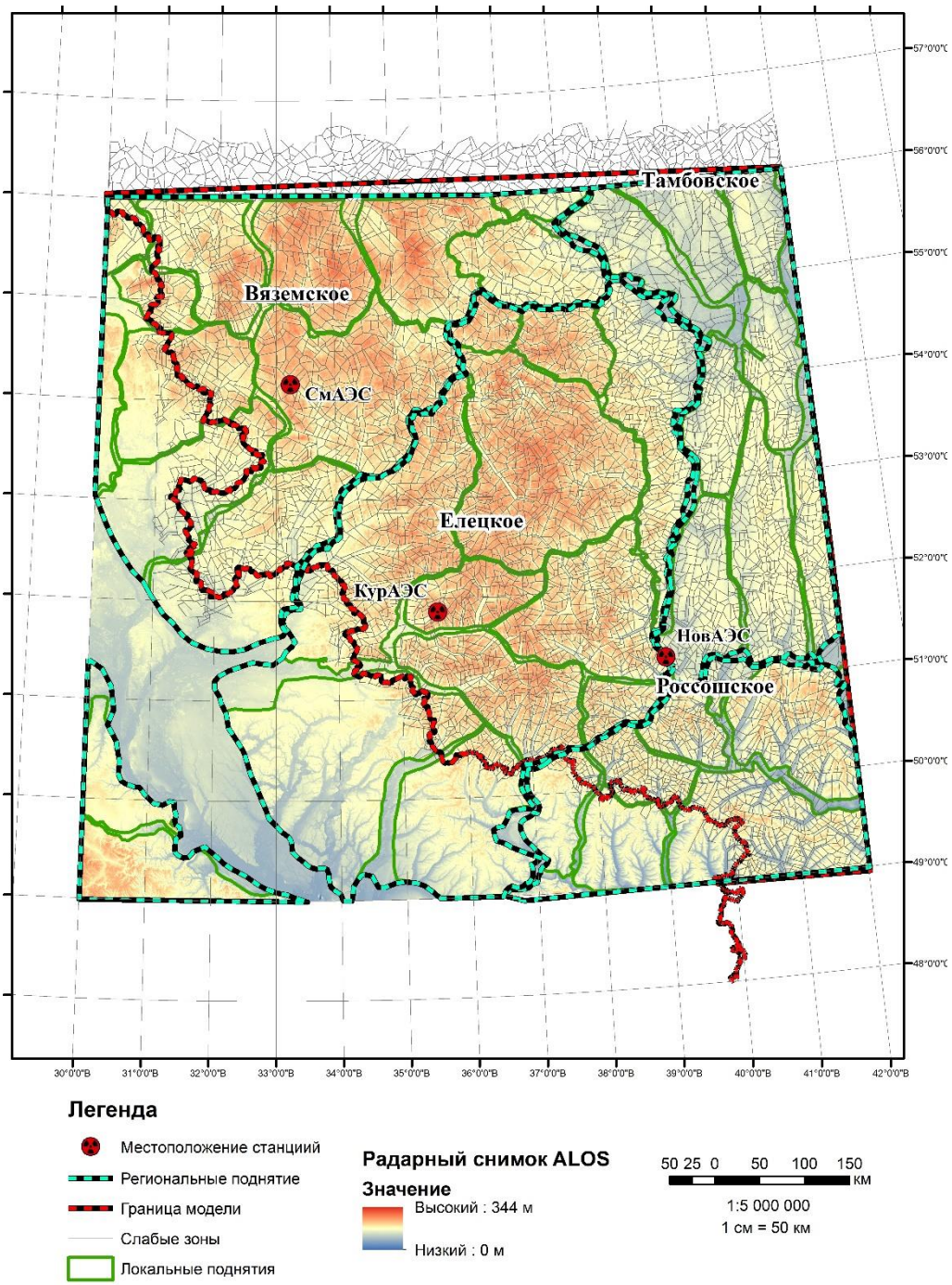


Рис. 1. Структурно-геоморфологическая схема исследуемой территории

С помощью модуля «Lineament Analyst» в ArcView 3.1 были выделены 12 кольцевых структур и 8 полукольцевых (рис. 2). Область значительной части землетрясений приходится территорию между кольцевыми структурами. Кольцевые структуры в районе

Нововоронежской и Курской станций являются растущими. (по геоморфологическому признаку). Можно предположить, что при росте этих структур происходит разгрузка сейсмической энергии, поэтому на месте кольцевых структур наименьшее количество землетрясений.

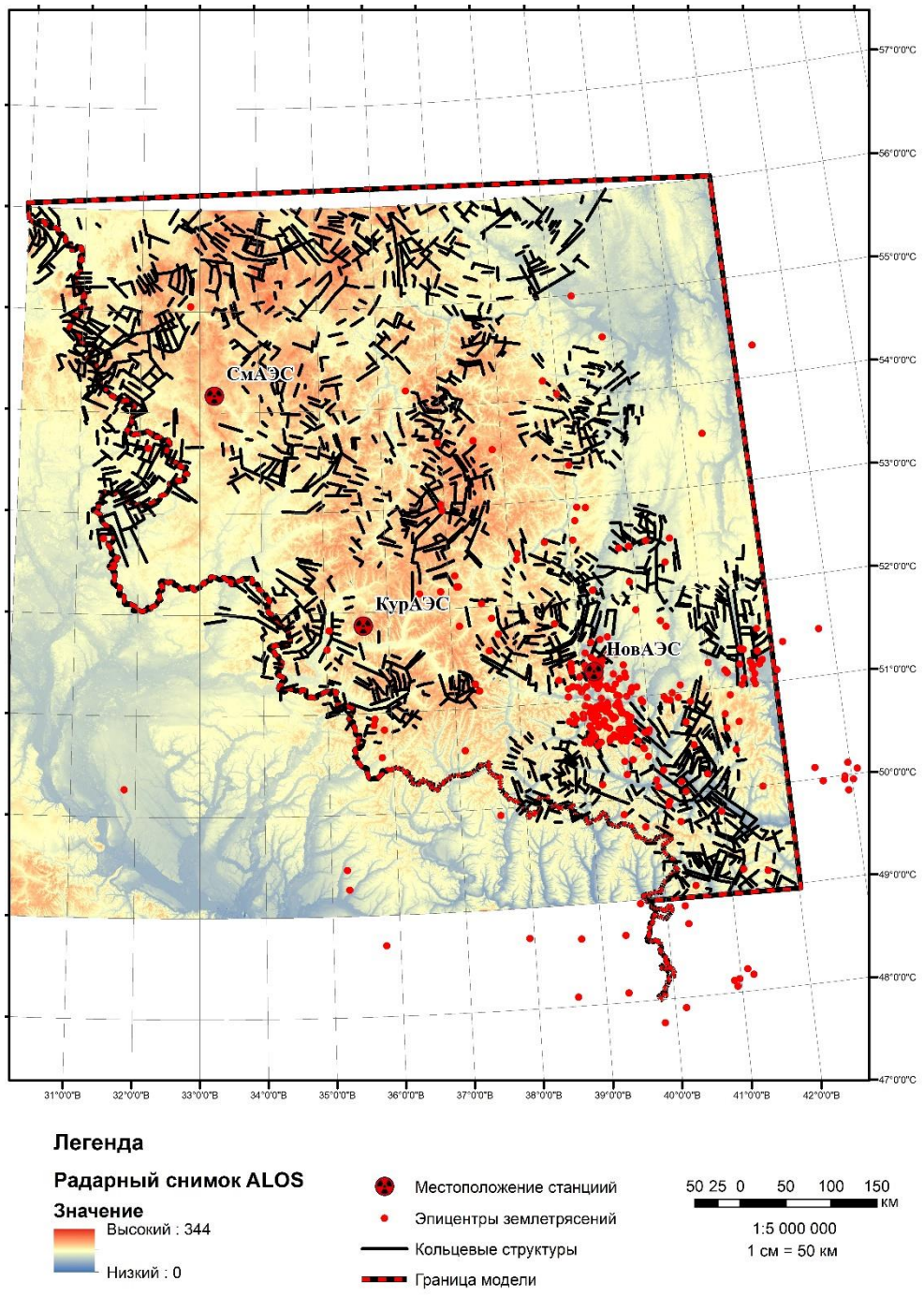


Рис. 2. Кольцевые структуры, выделенные из слабых зон

В результате морфометрического анализа была получена схема вертикального расчленения рельефа (рис. 3). На ней видно, что в наиболее активное поднятие вовлечены Елецкое и Россошское поднятия, на которых находятся КАЭС и НовАЭС. Также наблюдается рост на Вяземском поднятии, где находится СмАЭС.

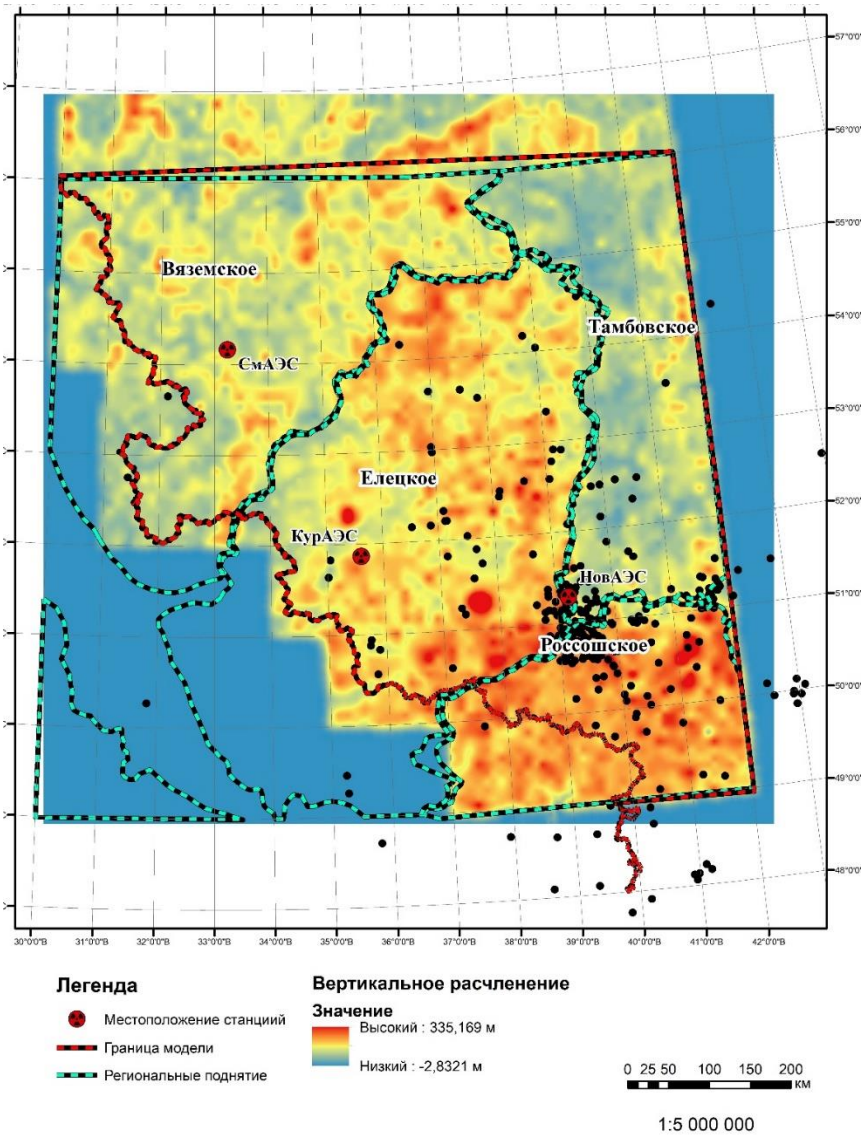


Рис. 3. Схема вертикального расчленения рельефа

В программном пакете IrapRMS 2013 была построена трехмерная геологическая модель исследуемой территории. Она состояла из поверхности фундамента и рельефа, а также 218 наиболее ярко-выраженных слабых зон.

Модель была деформирована с осью сжатия 330 градусов. В результате были получены следующие параметры: максимальное напряженное состояние, области трещинообразования и вероятность трещинообразования.

В итоге получилось, что ни одна станция не находится в области образования разломов и вероятность их появления маленькая (рис.4,5).

Рассматривая параметр напряженного состояния (рис. 6), было проведено сравнение землетрясений с максимальными значениями напряжения. Нами найдена взаимосвязь между максимальными значениями напряжений и максимальной магнитудой эпицентров землетрясений, что подтверждает правильность выбранной ориентировки.

АЭС находятся в областях минимальных значений тектонических напряжений исследуемой территории.

В результате проведенной работы было установлено, что все региональные поднятия вовлечены в область активно растущей Воронежской антеклизы, а станции, которые располагаются на ней, находятся в спокойной геодинамической обстановке.

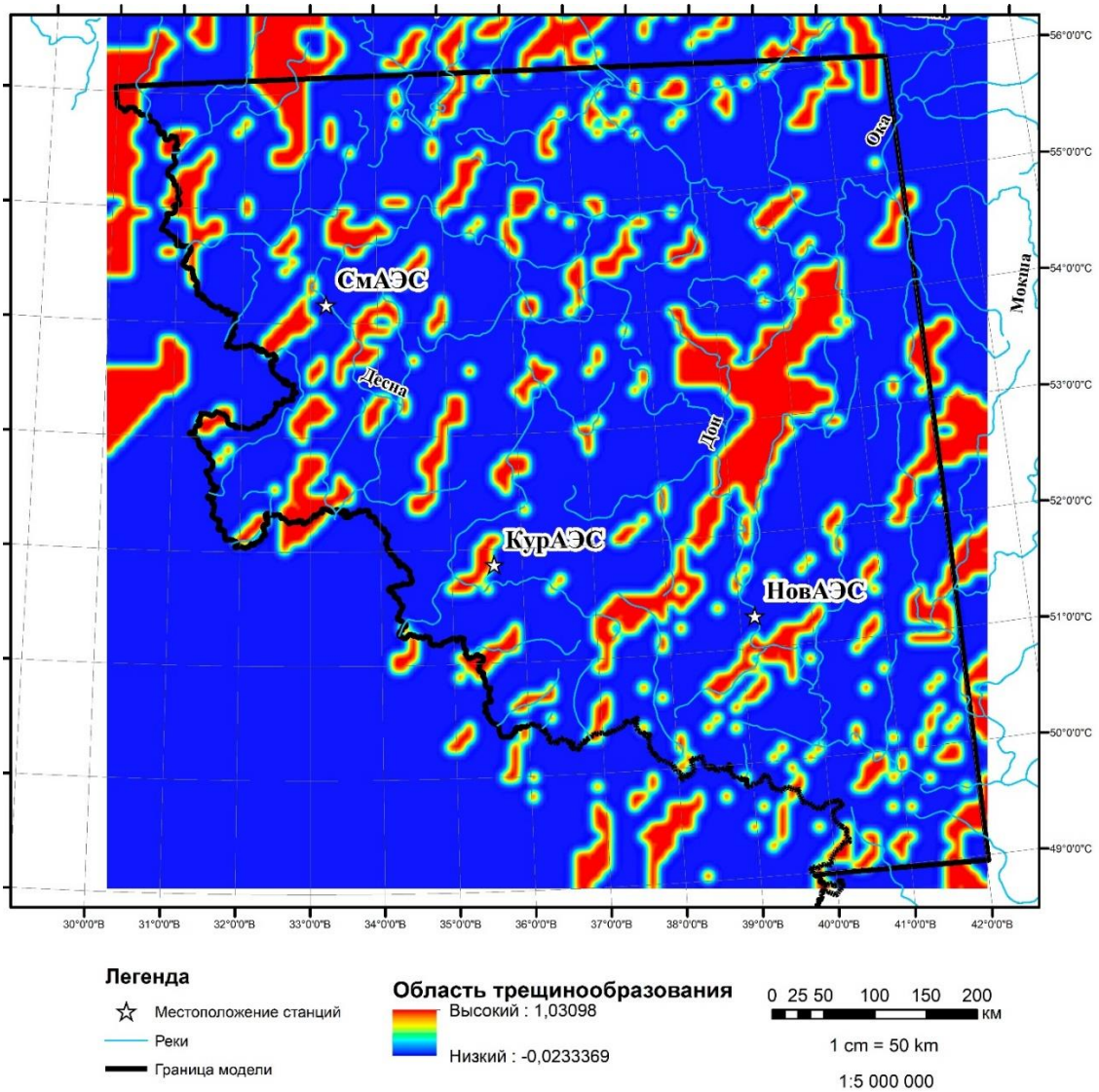


Рис. 4. Карта параметра «области разломообразования»

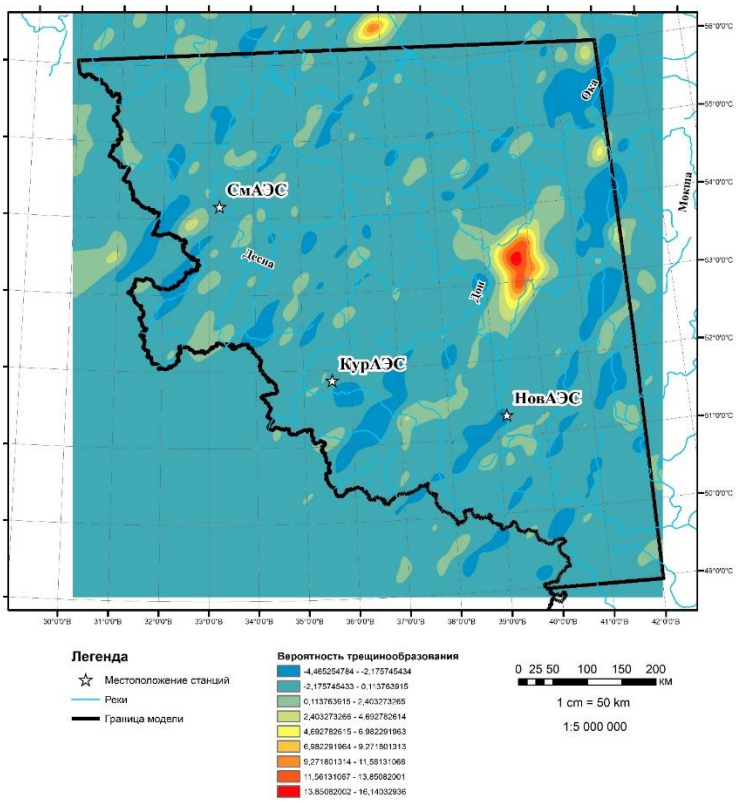


Рис. 5. Карта параметра «вероятность разломообразования»

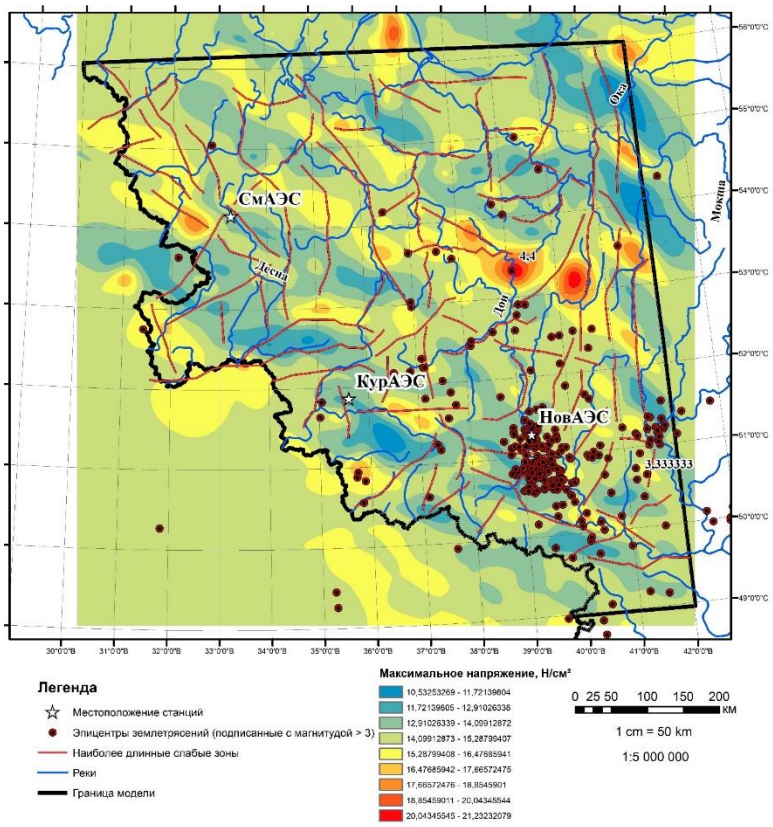


Рис. 6. Карта параметра «максимального напряжения»

9 785002 189403

ДИНАМИЧЕСКАЯ ГЕОЛОГИЯ
Электронный научно-образовательный журнал 2023/2

Издательство «Перо»
109052, Москва, Нижегородская ул., д. 29-33, стр. 15, ком. 536
Тел.: (495) 973-72-28, 665-34-36
Подписано к использованию 05.12.2023.
Объем 7 Мбайт. Электрон. текстовые дан. Заказ 1142 .