

УДК 550.24

V МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ “СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОДИНАМИКИ И ГЕОЭКОЛОГИИ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОРОГЕНОВ” (19–24 ИЮНЯ 2011 г., г. БИШКЕК, КЫРГЫЗСТАН)

В г. Бишкеке, Кыргызстан, с 19 по 24 июня 2011 г. состоялся V Международный симпозиум “Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов”¹. Место его проведения – Международный научно-исследовательский центр – геодинамический полигон (Научная станция РАН). Сейсмологическая секция симпозиума состоялась 21 июня в Институте сейсмологии Национальной академии наук Кыргызстана. Симпозиум был приурочен к двум памятным датам: 75-летию со дня рождения организатора полигона Ю.А. Трапезникова и 100-летию сильнейшего Кеминского землетрясения 2011 г. Эти памятные события сказались на тематике симпозиума и составе участников. В нем приняли участие ученые из Кыргызстана, России (Москва, Новосибирск, Екатеринбург, Иркутск, Краснодар), Казахстана, Германии и США.

На симпозиуме обсуждался широкий круг проблем, охватывающий неотектонику, глубинное строение, глубинные процессы и напряженно-деформированное состояние недр, трехмерные геодинамические модели орогенов, организацию сейсмологических наблюдений, мониторинг состояния геологической среды и, в частности, оползневой опасности, анализ исторической сейсмичности и археосейсмичности, создание сеймотектонической основы для оценки сейсмической опасности. Разумеется, основным объектом докладов и обсуждений был Кыргызский Тянь-Шань, но многие выступления касались и других регионов.

Неотектоника Северного Тянь-Шаня рассматривалась в докладе Н. Сейб (Иена, Германия). К.Е. Абдрахматов и А.Б. Джумаева (Бишкек) уделили основное внимание позднечетвертичной тектонике этого региона. А.В. Миколайчук (Бишкек) посвятил доклад тектонической перестройке Центрального Тянь-Шаня в позднем плиоцене, связав ее с переходом к транспрессивному режиму развития. Целью М.М. Буслова и его коллег (Новосибирск) были генеральные черты строения и развития мезозойско-кайнозойских орогенов Азии. В докладах В.И. Попкова (Краснодар)

рассматривались особенности неотектоники Южного Мангышлака, района Кавказских Минеральных Вод и зон сочленения Западного Кавказа с соседними прогибами. А.В. Маринин (Москва) рассказал о строении Туапсинской сдвиговой зоны по данным тектонофизических исследований. М.Л. Копп (Москва) обосновал наложение разноориентированных кайнозойских напряжений в центре Русской плиты, а Л.А. Сим и Г.В. Брянцева (Москва) остановились на неотектонике и новейших тектонических напряжениях Пай-Хоя и Полярного Урала.

Основные достижения и проблемы изучения глубинного строения Тянь-Шаня по комплексу сейсмологических, магнитно-теллурических и гравиметрических исследований последних лет сформулировал в вводном докладе А.К. Рыбин (Бишкек). Он представил результаты по профилям “Нарын” и “Манас” от Бишкека через Нарынскую впадину до Южного Тянь-Шаня и по профилю Тiраге от юга Ферганской впадины на Памир. Различные аспекты этих исследований рассматривались в других сообщениях. В докладах В.Ю. Баталева и Е.А. Баталевой (Бишкек) результаты магнитно-теллурического зондирования использовались для выявления связи вариаций электропроводности с напряженно-деформированным состоянием среды и, в комплексе с сейсмологическими данными и результатами изучения ксенолитов, для определения структуры литосферы Тянь-Шаня. В.Н. Погребной и В.В. Гребенникова (Бишкек) рассмотрели структуру поверхности Мохоровичича Кыргызского Тянь-Шаня по гравиметрическим данным, а А. Омуралиева и ее коллеги (Бишкек) показали трехмерную скоростную структуру земной коры региона. Важнейшие результаты этих работ – уточнение слоисто-блоковой структуры литосферы Тянь-Шаня и, в частности, выявление электропроводящих слоев на глубинах 40–50 км и 80–100 км с их повышением к Казахскому щиту, а также субвертикальных зон повышенной электропроводности, которые могут быть каналами глубинных флюидов. В более общем виде эта проблема затрагивалась в сообщении Ю.Ф. Копничева и И.Н. Соколовой (Москва), посвященном неоднородностям поля поглощения поперечных волн в районах Центральной и Южной Азии и, в частности, в Алтае,

¹ Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов: Тез докл. V Международного симпозиума г. Бишкек 19–24 июня 2011 г. // Бишкек: Научная станция РАН, 2011. Т. 1. 232 с. Т. 2. 303 с.

Джунгарии и Тянь-Шане. Группа сотрудников Центра Наук о Земле из Потсдама предложила модели глубинного строения Западного Тянь-Шаня, Памира и Гиндукуша (профиль Тiраге), а С. Паролай (Потсдам) наметил пути использования этих данных для оценки сейсмической опасности региона.

Геофизические результаты дополнялись сведениями о состоянии недр Тянь-Шаня по данным изучения образцов глубинных пород. К.С. Сакиев и А.Б. Бакиров (Бишкек) представили проявления метаморфизма высоких и сверхвысоких давлений в эксгумированных глубинных породах. И.Т. Айтматов (Бишкек) привел скважинные данные о напряженном состоянии в горных породах. Полученные значения напряжений ниже, чем на Балтийском щите. Вместе с тем, отмечены случаи дискования зерна, извлеченного с глубин в сотни метров, что указывает на существование высоких горизонтальных остаточных напряжений.

Новые геологические и геофизические данные послужили материалом для построения геодинамических моделей. П. Молнар (Болдер, США) исходил в своей модели новейшего развития литосферы Тянь-Шаня из низких значений скоростей U_p на границе кора/мантия, объясняя это повышенным разогревом мантии. Вместе с тем, он отметил два глубоких “корня” высокоскоростной литосферной мантии, соответственно, под северной и южной частями горной системы. Причиной формирования такой структуры П. Молнар считает нестабильность небольшого литосферного “корня”, возникшего на начальной стадии орогенного сжатия Тянь-Шаня, при том, что литосфера была утонена к началу орогенеза. О таком утонении свидетельствует раннекайнозойский базальтовый вулканизм.

М.Г. Леонов (Москва) рассмотрел как особый класс структур транспрессионные шовные зоны “пальмового дерева”, выделив их в Гиссаро-Алае, Карелии и Гобийском Алтае. К их числу относятся и зона Байбичетоо в Тянь-Шане. Для таких зон характерны интенсивные деформации и метаморфизм, гранитные и мраморные протрузии, тогда как соседние с зонами участки слабо деформированы. Последнее, по мнению М.Г. Леонова, исключает возможность объяснения структуры шовных зон внешним сжатием.

На примере Кольского полуострова Ю.Л. Ребецкий и его соавторы (Москва) показали, что вертикальная нагрузка эродированных позднее пород создала в присутствии флюидов значительные остаточные горизонтальные напряжения. Во впадинах, сопряженных с поднятиями, возникающие за счет нагрузки осадков горизонтальные напряжения уменьшают девиаторные напряжения сжатия. Такие соотношения напряжений во

впадинах и поднятиях фиксируются в горных системах типа Тянь-Шаня.

В докладе Е.В. Деева и его соавторов (Новосибирск) приведены результаты моделирования, основанные на сейсмотомографических данных по Байкальскому и более восточным регионам Азии. Притихоокеанский слэб на глубинах до 670 км переходит в субгоризонтальную зону, вызывая образование над ней нескольких плюмов. Такие положительные тепловые аномалии фиксируются под Байкальской рифтовой зоной, уходя на глубине под Сибирскую платформу, и под Долиной Озер в Монголии. Связанный с подобными зонами перегрев в подошве литосферы проводит к вулканизму.

Большое число докладов посвящено проблемам сейсмологии и сейсмотектоники. Обсуждалась эффективность расположения сетей сейсмических станций, как региональных (Н.Н. Михайлова, Алматы), так и локальных (Н.В. Силачева и др., Алматы; А.Ф. Еманов и др., Новосибирск). Анализ исторических источников в сочетании с археосейсмологическими изысканиями позволил А.М. Корженкову, С.В. Абдиевой и др. (Бишкек) выделить в Прииссыккулье землетрясения конца VII в., конца IX в. и XIV в. С последним событием связаны не только повсеместное разрушение караханидских построек, но и сбросо-сдвиговая подвижка по разлому до 3 м и погружение прибрежных поселений. Каждое из упомянутых сильных землетрясений совпало с концом существования культурных общностей – узуньской, тюркской, караханидской. Е.В. Деев и его соавторы представили археосейсмологические данные по бассейну Нижней Катунь в Горном Алтае. В докладе А.М. Корженкова и А.А. Никонова рассмотрено Беловодское землетрясение 1885 г. ($M_s = 7$), предшествовавшее ряду сильнейших сейсмических событий с магнитудами $M_s = 7.5-8$, охвативших Северный Тянь-Шань в конце XIX – начале XX вв. (землетрясения Верненское 1887 г., Чиликское 1889 г. и Кеминское 1911 г.). Беловодское землетрясение приурочено к зоне Иссык-Атинского активного взбросо-надвига, сейсмогенные нарушения вдоль которого прослежены на 40 км. Изосейста IX баллов вытянута вдоль разлома на 55 км при ширине 16 км.

Различные аспекты Кеминского землетрясения 1911 г. ($M_s \sim 8$) обсуждались в докладах А.Т. Турдукулова, А.М. Муралиева и др. и А.М. Корженкова, Э.М. Мамырова и др. (Бишкек). По данным А.М. Корженкова и его коллег, наибольшие вертикальные смещения в зоне Кеминского сейсмо-разрыва 1911 г. фиксируются в долине р. Чон-Аксу, где достигают 8 м. Однако в результате осмотра этого места во время экскурсии у меня сложилось мнение, что столь большое смещение является кумулятивным эффектом, как минимум, двух со-

бытий, и следы более раннего смещения сохранились на склоне в виде сглаженного уступа. В пользу такого предположения свидетельствуют результаты ранее выполненного тренчинга, выявившего здесь несколько сейсмических событий, и тот факт, что на поверхности более высокой (позднеплейстоценовой) террасы смещение возрастает до 12 м. Вероятно, смещение при собственно Кеминском землетрясении не превысило 5 м.

Рассматривая временное распределение сейсмичности Тянь-Шаня, Э.М. Мамыров и его соавторы выявили с 1900 г. три фазы усиления сейсмичности с периодом ~35 лет и длительностью ~20 лет. Очередной подобный подъем ожидается в 2010–2025 гг., причем наиболее активной будет Гиссаро-Кокшаальская зона Южного Тянь-Шаня. Вместе с тем, по мнению А.Т. Турдукулова, повторения уникальной вспышки сейсмичности конца XIX – начала XX вв. не будет в ближайшие 200–250 лет, хотя землетрясения с интенсивностью сотрясений до VIII баллов возможны. В.Г. Трифонов проанализировал долговременные ряды распределения выделенной сейсмической энергии как в отдельных сейсмогенерирующих зонах, так и в Альпийско-Гималайском орогеническом поясе между 16° и 80° в.д. В южной и центральной частях сегмента Эль-Габ Трансформы Мертвого моря и в юго-западной части Восточно-Анатолийской зоны, наряду с сейсмическими циклами с периодами 300–400 лет, намечаются более долгопериодные вариации выделения сейсмической энергии. В сегменте Эль-Габ с I в. н.э. оно сначала нарастало, достигнув максимума в XII в., а затем спадало до современного низкого уровня, причем это изменение совпадает с трендом изменения скорости накопления упругой деформации, восстановленным путем сопоставления долговременной средней скорости движения по разлому, скорости за последние 2000 лет и современной скорости по данным GPS измерений. На юго-западе Восточно-Анатолийской зоны установлены максимум выделения сейсмической энергии в III–VII вв. н.э., затем спад и новый подъем в XIX–XX вв. В Альпийско-Гималайском орогеническом поясе обнаружены максимумы

выделения сейсмической энергии с конца XVII в. до начала XX в. и с конца IV в. до конца VI в., а также максимум с конца XVI в. до конца XIII в. до н.э. Намечаются пики сейсмичности в начале и в конце каждого максимума. Эти изменения не укладываются в рамки традиционной сейсмической цикличности и, возможно, связаны с периодическим нарастанием напряжений или уменьшением прочности среды (например, флюидами). Во всяком случае, их следует учитывать при вероятностной оценке сейсмической опасности.

Обсуждались напряженно-деформированное состояние активных регионов по сейсмологическим данным (Ю.Л. Ребецкий, Н.А. Сычева и О.А. Кучай; Н.А. Сычева и др.); соотношения землетрясений и образования оползней (З.А. Кальметьева и др., Бишкек), землетрясений и вариаций полного вектора геомагнитного поля (Е.В. Воронцова, В.Д. Брагин, Бишкек). Представлены модели распределения сейсмичности в Тянь-Шане (В.Н. Погребной, В.В. Гребенникова, Бишкек) и районе Байкальской рифтовой зоны (Н.А. Радзимович, С.О. Балышев, Иркутск). Е.Л. Миркин и Н.Х. Багманова (Бишкек) рассмотрели выделение линейных зон возникновения очагов землетрясений (ВОЗ) как высокоградиентных зон скоростей продольных волн. В.Г. Трифонов рассказал о принципах выделения и параметризации зон ВОЗ для новой карты общего сейсмического районирования России ОСР-2012. Для более краткосрочного прогноза сейсмичности имеют значение обнаруженные Ю.Ф. Копничевым и И.Н. Соколовой на северо-востоке Японии кольцевые структуры очагов слабых землетрясений, возникавшие перед сильным сейсмическим событием. Для оценки современной тектонической активности важны результаты мониторинга геологических объектов, температурного (А.Д. Дучков и др., Новосибирск; А.К. Юрков и др., Екатеринбург) и сейсмометрического, осуществляемого на Токтогульской плотине в Тянь-Шане (В.И. Довгань, А.Г. Фролова, Бишкек).

В.Г. Трифонов