

Танлу-Курский разлом - патогенная зона?

В.В.Николаев

(Институт земной коры СО РАН)

Под разломом Танлу-Курский понимается единая система глубинных разрывных нарушений докембрийского заложения, активизированных в мезо-кайнозойское время и образующих в плане единую тектоническую линейментную зону северо-восточного простирания шириной 30-40 км и длиной 3250 км. На территории Китая он носит название Танчен-Луцзянский (Танлу) разлом, а в районе Северного Приамурья-Курский (рис.1). В целом, это линейная зона дробления земной коры, проникающая в мантию Земли. По ней происходят процессы водного обмена между поверхностными и глубинными горизонтами, в конечном итоге являющимися источниками водоснабжения. Кроме того, эти ослабленные зоны представляют участки повышенного поступления флюидов и разнообразных газовых эманаций, которые могут оказать патогенное воздействие на живую природу. Более того, такие структуры обладают повышенной тектонической подвижностью, а следовательно, и сейсмической опасностью.

Танлу-Курский разлом сейсмоактивен на всем протяжении, и нам представляется возможность рассмотреть альтернативные варианты связей предельной силы землетрясений со структурой фундамента и длиной разлома. Бытует мнение, что максимальная сила землетрясений тесно связана с длиной

активизированного линеймента и что такое землетрясение может произойти на его любом участке (Петрушевский Б.А., 1965; Петрушевский Б.А., 1964; Шебалин Н.В., 1971). В противовес этому развивается концепция дифференцированной оценки потенциальной сейсмичности отдельных частей протяженных разломов (Николаев В.В., Семенов Р.М., Солоненко В.П., 1979, 1982; Солоненко В.П., 1986). Необоснованная экстраполяция предельной силы землетрясений на всю длину структуры может привести к увеличению материальных затрат на применение антисейсмических мероприятий. Затронутые вопросы рассмотрим на примере Танлу-Курского разлома, который простирается вдоль восточной окраины Евразийского континента. Ряд исследователей его считают аналогом высоко сейсмически-опасного разлома Сан-Андреас в Калифорнии (Bolt V.A., Darragh R.B., 1983; Xu Jiawei, 1987). В последнее время ему уделяется очень большое внимание в Китае, где известные сильнейшие землетрясения достигали 10-12 баллов (1668г. - $M = 8,5$; 1969 г. - $M = 7,4$; 1975 г. - $M = 7,3$ и др.) (Bolt V.A., Darragh R.B., 1983; Fang Zh., Ding M., Ji F., Hongfa X., 1980; Feng Rui. Crustal, 1985; Xu Jiawei, 1980, 1987; Zhang Chuenfu, 1983; Zhou F., 1985; Zu Huaifu, Yu Hongnian, Ding Youwen, 1983).

Положение разлома Танлу-Курский в структуре фундамента. Длина активизированного разлома только в пределах КНР составляет около 2400 км. Протягиваясь с юго-запада на северо-восток, он рассекает Китайско-Корейскую платформу архейского возраста и контролирует распространение байкалид, каледонид и герцидид. Наиболее южная часть разлома ограничивает с востока герцинские складчатые структуры, а севернее он проходит между параплатформой Янцзы (археиды) и складчатой зоной Дабие (каледониды) и рассекает архей Шаньдунского кристаллического массива; в дальнейшем он прослеживается между байкалидами Яншаньской складчатой области и археидами Ляодунского массива. Соотношение структур древнейшего фундамента и разломной системы Танлу позволяет считать, что возраст его заложения относится к позднему архею-раннему протерозою (Feng Rui, 1985; Xu Jiawei, 1987; Zhou F., 1985). Вместе с тем, отмечается многоактивная тектономагматическая активизация и постепенное наращивание длины разлома к северо-востоку (Zhou F., 1985).

Поэтапный анализ геолого-структурных условий развития регионального линеймента, проведенный китайскими исследователями, показал, что поле тектонических напряжений в зоне разлома неоднократно изменялось, соответственно изменялась направленность вертикальных и горизонтальных движений

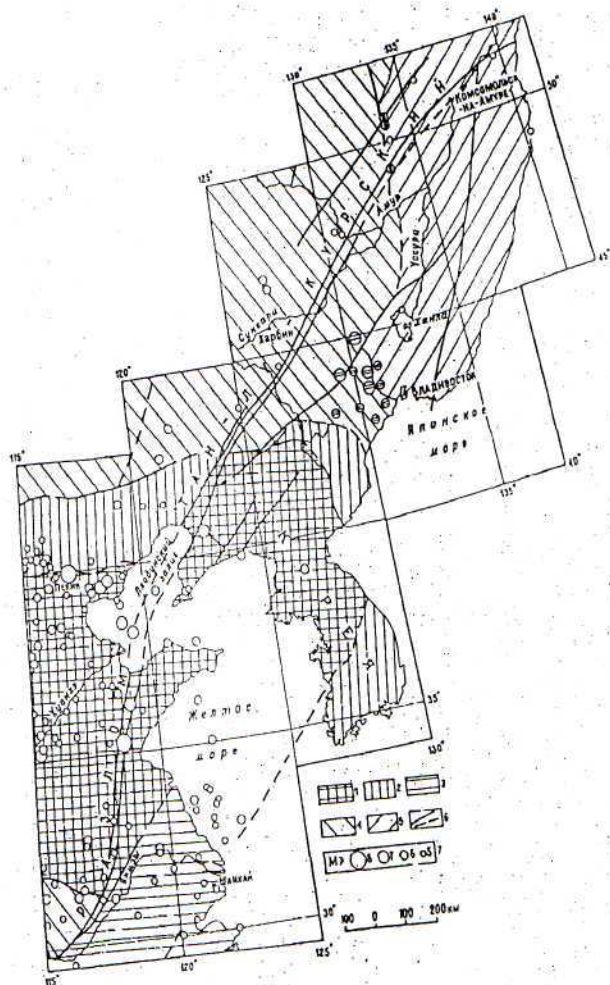


Рис.1.Схема соотношения тектоники и сейсмичности в зоне Танлу-Курского разлома.

1-5. Возраст фундамента (млрд.лет): 1 - архейский (2,5-3,0), 2 - байкальский (0,54), 3 - каледонский (0,45), 4 - герцинский (0,45-0,25), 5 - мезо-кайнозойский (0,1), 6 - основные активизированные разломы; 7-эпицентры сильных землетрясений и их магнитуды(двойная горизонтальная линия в кружке-глубокофокусные землетрясения, вертикальная-палеосейсмогенные структуры).

земной коры. В меловой период господствовали растяжения вкрест простирания зоны разлома, и сформировался грабен, а в мел-палеогеновое время по нему устанавливаются левосторонние смещения и происходит незначительная инверсия вертикальных движений. К концу палеогена напряжения сжатия возросли и привели к складчатым деформациям позднемезозойских пород в грабене, а в неоген-четвертичное время произошла инверсия горизонтальных движений с лево- на правосторонние (Zu Huafu, Yu Hongnian, Ding Youwen, 1983), но они по своей величине составили всего лишь 25 м, а скорость взбросовой составляющей (меловые отложения надвинуты на четвертичные) достигает 1-1,6 мм/год.

Северо-восточнее Яншаньской складчатой зоны байкалид разлом Танлу (участок Илань-Итун) сформировался в палеозое, и его развитие и наращивание по длине происходили последовательно по мере становления и консолидации земной коры в этом регионе. Кроме чисто морфологической выраженности разломной зоны ему соответствуют отчетливые линейные аномалии гравитационного и магнитного полей в виде двух полос, ограничивающих грабенообразную структуру, заполненную мел-кайнозойскими осадками мощностью до 2000 м (в отдельных случаях до - 3000 м).

О том, что система разрывных нарушений Танлу должна иметь продолжение на территории Северного Приамурья, имеются упоминания в ряде работ (Bolt B.A., Darrach R.B., 1983; Zhou F., 1985; Zu Huafu, Yu Hongnian, Ding Youwen, 1983).. Правомерность такого предположения подтверждается имеющимися геолого-тектоническими данными (Карта тектоники..., 1966; Тектоника Евразии, 1966). На территории Дальнего Востока ему начали уделять большое внимание в связи с освоением природных ресурсов в зоне БАМа и Транссибирской магистрали.

Анализ геолого-геофизических данных показывает, что разлом Танлу действительно трассируется в сторону г.Биробиджана. Он пересекает излучину р.Амура выше устья р.Сунгари (131 градус в.д.) и, видимо, состоит из двух субпараллельных разрывов, один из которых со смещениями по латерали наблюдается вдоль юго-восточного подножия хребтов Помпеевский и Шуши-Поктой, а другой-вдоль северо-западного подножия Ульдури-Чуркинского поднятия. Ширина отчетливо выраженной грабенообразной впадины здесь достигает 30-40 км при мощности палеоген-неогеновых отложений до 2000 м (Варнавский В.Г., 1971). Пространственно и структурно этот участок соответствует Бирофельдскому грабену, приуроченному к краевой части Средне-Амурской впадины.

На участке от р.Амура и до верховьев рек Кур и Кукан разлом ограничивает древний Буреинский массив с юго-востока и по своему типу близко соответствует структурам краевого шва, а затем он под косым углом сечет палеозойские и мезозойские структурно-формационные комплексы Сихотэ-Алиньской складчатой зоны. Северо-восточному окончанию разлома, видимо, соответствует грабенообразный участок долины р.Амура к северо-востоку от города Комсомольск-на-Амуре. Это хорошо подчеркивается геофизическими данными (Тектоническая природа..., 1984).

Сейсмичность. В действительности, Танлу-Курский разлом представляет собой мощную сейсмоактивную зону, которая на всем протяжении "отстреляна" сильными коровыми землетрясениями, достигавшими в пределе катастрофической величины (11-12 баллов, $M=8,5$). Среди них следует отметить события,

происшедшие 25.07.1668г., $M=8,5$ (12 баллов, сейсмическая катастрофа); 13.06.1888г., $M=7,5$ (10-11 баллов); 18.07.1969г., $M=7,4$ (10 баллов); 4.02.1975г., $M=7,3$ (10 баллов) (Lee W.H.K., Wu F.T. Jacobson C.A., 1976; Lee W.H.K., Wu F.T., Wang S.C., 1978). Такие землетрясения, приуроченные к протяженному линейamentу, представляются одним из неблагоприятнейших природных факторов. Экстраполяция 10-12 - балльных землетрясений на весь линейament может привести к неоправданному выделению высоко сейсмически- опасных районов (9 баллов и более) и к увеличению себестоимости проектируемых и строящихся объектов за счет применения антисейсмических мероприятий.

Севернее, как на территории Китая, так и Дальнего Востока России, к нему приурочены эпицентры землетрясений с магнитудой 5-6 (7-8 баллов). К курскому участку разлома тяготеют эпицентры землетрясений 23.08.1888г. ($M=5,5$) и 11.03.1924г. ($M=5,6$) и два очага землетрясений в пограничной с Китаем зоне 04.10.1888 г. ($M=5,0$) и 21.06.1963г. ($M=5,5$). К этому следует добавить, что в процессе комплексных сейсмогеологических исследований в Баджало-Буреинской горной стране был выявлен ряд палеосейсмогенных структур (Николаев В.В., Семенов Р.М., Солоненко В.П., 1987; Николаев В.В., Семенов Р.М., Оскорбин Л.С. и др., 1989), одна из которых приурочена к рассматриваемому разлому, обновленному при доисторическом землетрясении на протяжении около 7 км. Магнитуда подземного удара, рассчитанная по длине вскрывшегося разлома, составляла $M=6,5-6,8$ (8-9 баллов).

Результаты. Качественный анализ ситуации показывает, что все сильнейшие землетрясения (с $M=7,0$ и более) произошли на южном участке разломной системы, которая рассекает древний кристаллический фундамент Корейско-Китайской платформы. Далее к северо-востоку разлом трассируется в герценидах, а на территории Приамурья - в мезозоидах Сихотэ-Алиньской складчатой зоны. В этом же направлении наблюдается снижение магнитуды известных сильных землетрясений (с $M=8,5$ до 5 - 5,5). Охарактеризованная ситуация позволяет высказать предположение о том, что энергетический уровень землетрясений существенно зависит от структуры земной коры и ее прочностных свойств при прочих равных условиях (однородное поле тектонических смещений по разлому, одинаковый тип земной коры и др.). То есть, можно предполагать: чем моложе возраст складчатого фундамента, тем больше вероятность снятия тектонических напряжений за счет релаксационных свойств вмещающих пород.

Для более представительной аргументации этого положения была проведена выборка эпицентров сильных землетрясений с оценкой их магнитуд (M) и одновременной датировкой возраста фундамента в миллиардах лет (T) (Шкала геологического..., 1985). Непосредственно для рассматриваемого разлома получено 11 пар значений. Эти данные были нанесены на график (рис.2), и затем были проведены расчеты. Получено уравнение регрессии вида $M=0,848T+5,49$ при коэффициенте корреляции $r=0,931$. Для проверки подобная же операция была проведена для Монголо-Охотского сейсмоактивного регионального линейамента (всего 8 пар значений) и получено уравнение вида $M=9,95T+2,58$ при коэффициенте корреляции $r=0,908$. И тот и другой примеры с достаточной надежностью свидетельствуют о наличии тесной

связи между анализируемыми параметрами. В заключение следует отметить, что изучение Танлу-Курского разлома как сейсмогенерирующей структуры и возможной патогенной зоны практически не производилось. Назрела настоятельная необходимость в решении этого вопроса, т.к. до настоящего времени неясен вопрос об оценке сейсмической опасности территорий, в пределах которых проходит разлом.

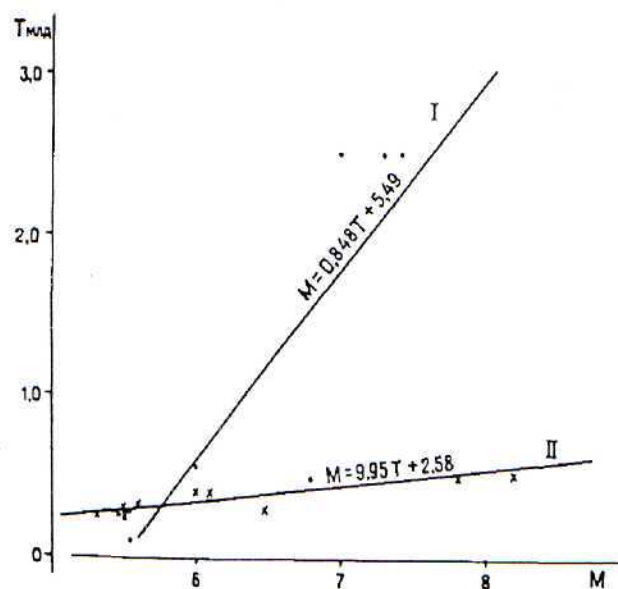


Рис.2. График соотношения магнитуды сильных землетрясений и возраста фундамента в зонах Танлу-Курского (I) и Монголо-Охотского тектонических линеаментов (II).

Литература

Варнавский В.Г. Палеогеновые и неогеновые отложения Средне-Амурской впадины. М.: Наука, 1971, 160 с.
 Исикава М. Механизмы землетрясений в Японии в близрасположенных районах и связанные с этим вопросы. В кн.: Земная кора и верхняя мантия. М.: Мир, 1972, с.137-141.
 Карта тектоники Евразии. М-6: 1:5000000. М.: Мингео, 1966.
 Карта разломов территории СССР и сопредельных территорий. М-6: 1:2500000. М.: Мингео, 1980.
 Николаев В.В., Семенов Р.М., Солоненко В.П. Сейсмогеология Монголо-Охотского линеамента (восточный фланг). Новосибирск, Наука, 1979, 112 с.
 Николаев В.В., Семенов Р.М., Семенова В.Г., Солоненко В.П. Сейсмоструктура, вулканы и сейсмическое районирование хребта Станового. Новосибирск, Наука, 1982, 150 с.
 Николаев В.В., Семенов Р.М., Солоненко В.П. О

предельной силе землетрясений и проблеме сейсмического районирования Дальнего Востока (зона БАМ). Вулканология и сейсмология, 1987, N1, с.76-84.
 Николаев В.В., Семенов Р.М., Оскорбин Л.С. и др. Сейсмоструктура и сейсмическое районирование Приамурья. Новосибирск, Наука, 1989, 128 с.
 Петрушевский Б.А. Значение геологических явлений при сейсмическом районировании. М.: Изд. АН СССР, 1965, 60 с.
 Петрушевский Б.А. Вопросы геологической истории и тектоники Восточной Азии. М.: Наука, 1964, 300 с.
 Солоненко В.П. Сейсмогеология, геофизические поля Монголо-Охотского сейсмического пояса и проблемы прогноза землетрясений. - Геология и геофизика, 1986, N2, с.26-34.
 Тектоника Евразии. М.: Наука, 1966, 487 с.
 Тектоническая природа геофизических полей юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1984, 200 с.
 Шебалин Н.В. О предельной магнитуде и предельной балльности землетрясений. - Физика Земли, 1971, N6, с.12-17.
 Шкала геологического времени. М.: Мир, 1985, 140 с.
 Bolt B.A., Darrach R.B. The Tanlu fault system. Shantung and Anhui provinces. California geology, 1983, v.36, N12, p.270-275.
 Fang Zh., Ding M., Ji F., Hongfa X. Geological analysis of the seismicity in the Tancheng-Lujiang fault zone, East China. Дичжень дичжи, Seismol. and Geol., 1980, v.2, N1, p.39-45.
 Feng Rui. Crustal thickness and densities in the upper mantle beneath China - the results of three dimensional gravity inversion. - Дичжень сюэбао, Acta Seismol. Sin., 1985, v.3, N2, p.143-157.
 Lee W.H.K., Wu F.T. Jacobson C.A. catalog of historical earthquake in China compiled from recent chinese publications. - BSSA, 1976, v.66, N6, p.2003-2016.
 Lee W.H.K., Wu F.T., Wang S.C. A catalog of instrumentally determined earthquakes in China (magnitude > 6) compiled from various sources. - BSSA, 1978, v.68, N2, p.383-398.
 The seismotectonic map of People's Republic of China. Cartographic Publish. House, Beijing, 1979.
 Xu Jiawei. Horizontal displacement along the Tancheng-Lujiang fault zone and its geological significance. - 26th Intern. Geol. Congr. Abstracts. Paris, 1980, v.1, p.410.
 Xu Jiawei, et al. Formation and evolution of the Tancheng - Lujiang wrench fault system: a major shear system to the northwest of the Pacific Ocean. - Tectonophysics, 1987, v.134, N4, p. 273-310.
 Zhang Chuenfu. The deep structural evidence of an intense seismicity for the Tancheng-Lujiang fault belt. - Дичжень дичжи, Seismol. and Geol., 1983, v.5, N1, p.43-51.
 Zhou F. The relation of the Tancheng-Lujiang fault with the main faults in the southern part of the North-east China. - Дичжень дичжи, Seismol. and Geol., 1985, v.7, N2, p.1-9.
 Zu Huafu, Yu Hongnian, Ding Youwen et al. Changing stress field in the middle segment of the Tanlu fault zone, eastern China. - Tectonophysics, 1983, v.98, N3-4, p.253-270.

Tanlu-Kursky fault - a zone of pathological conditions?

V.V.Nikolaev

The detailed description of the global tectonic structure is given, this is Tanlu-Kursky fault that stretches to North-West from eastern China to the Russian Far-East. This lineament zone - 30-40 km wide and 3250 km long - is characterized by high thermal currents, by mantle fluid increase and other gas emanations, by tectonic motions, their intensification and seismic activity. In China this fault is investigated quite well. Contemporary motions are approximately - 1-1,6 mm annually, seismic activity is from 11-12 degrees in the South to 7-8 degrees on the North. In the Far-Eastern area of Russia centres of 6-7 degrees are known, 8 degrees - Pompeevskoe earthquake. In Badjalo-Bureinskaya area there is a paleoseismo-dislocation that could appear through 8-9 degrees. In the present work it is emphasized that Tanlu-Kursky fault needs investigations as a seismic structure and now it is necessary to evaluate seismic hazards of territories crossed by the fault.