

УДК 550.341

**РАСПОЗНАВАНИЕ МЕСТ ВОЗМОЖНОГО
ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ.
XXX. ТУРКМЕНО-ХОРАСАНСКИЕ ГОРЫ, $M \geq 6.5$** А.И. Горшков¹, Е.П. Пиотровская¹, Е.Я. Ранцман²¹Международный институт теории прогноза землетрясений
и математической геофизики Российской академии наук, Москва²Институт географии Российской академии наук, Москва

Цель работы – определение в пределах Туркмено-Хорасанских гор мест, где могут возникать землетрясения с магнитудой $M \geq 6.5$. Проведено морфоструктурное районирование для выявления блоковой структуры региона. Определена иерархическая система блоков земной коры, зоны разделяющих их морфоструктурных линеаментов и местоположение морфоструктурных узлов, формирующихся в местах пересечения линеаментов. Установлено, что эпицентры землетрясений с $M \geq 6.5$ расположены в 25-километровой окрестности точек пересечения линеаментов. Эти пересечения классифицированы относительно возможности возникновения в их окрестностях землетрясений с $M \geq 6.5$ с помощью критериев сейсмичности, определенных ранее для узлов Памира и Тянь-Шаня методами распознавания. Согласно этим критериям, в 47 из 98 пересечений линеаментов в Туркмено-Хорасанских горах возможны землетрясения с $M \geq 6.5$. Достоверность результатов подтверждена тем, что 15 из 16 зарегистрированных в регионе землетрясений данной магнитуды расположены в пересечениях, классифицированных как высокосейсмичные для $M \geq 6.5$.

**RECOGNITION OF EARTHQUAKE-PRONE AREAS.
XXX. TURKMEN-KHORASAN MOUNTAINS, $M \geq 6.5$** A.I. Gorshkov¹, E.P. Piotrovskaya¹, E.Ya. Rantsman²¹International Institute of Earthquake Prediction Theory
and Mathematical Geophysics, Russian Academy of Sciences, Moscow²Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow

The goal of the work is to identify sites where earthquakes with $M \geq 6.5$ may occur within the Turkmen-Khorasan Mountains. Block-structure of the region is defined by morphostructural zonation. As a result hierarchical block system, morphostructural lineaments bounding blocks, and loci of the nodes were mapped. Earthquakes with $M \geq 6.5$ nucleate about lineament intersections. Lineament intersections capable of earthquakes with $M \geq 6.5$ were defined using criteria of high seismicity previously derived from pattern recognition in the Tien Shan and Pamirs. 47 out of 98 lineament intersections mapped

in the Turkmen-Khorasan Mountains were found prone to earthquakes with $M \geq 6.5$. Reliability of the results obtained is proved by 15 out of 16 events with $M \geq 6.5$ situated at the intersections defined as earthquake-prone to this magnitude.

Введение

В работе рассматриваются Туркмено-Хорасанские горы, входящие в состав Альпийско-Гималайского подвижного горного пояса Евразии. Они занимают промежуточное положение между Средиземноморско-Кавказским сегментом подвижного пояса на западе и Высокой Азией на востоке, отличаясь значительно меньшим уровнем поднятия по сравнению с соседними областями Альпийского пояса. Рассматриваемая территория характеризуется высоким уровнем сейсмичности: по данным [1, 2], в изучаемом регионе зарегистрировано 16 землетрясений с магнитудой $M \geq 6.5$, из них 9 имеют $M \geq 7.0$.

Проведенное исследование направлено на определение сейсмогенных структур региона и оценку их сейсмического потенциала. Как и предыдущие работы данного цикла, результаты которых обобщены в [3], оно базируется на представлении о связи сильных землетрясений с морфоструктурными узлами.

Цель работы – определить места, где возможно возникновение землетрясений с $M \geq 6.5$. Задача решается на основе схемы морфоструктурного районирования (МРС) с использованием критериев высокосейсмичных узлов, определенных ранее методами распознавания на Памире и Тянь-Шане [4].

Морфоструктурное районирование [5] позволяет определить иерархическую систему блоков земной коры, взаимодействие которых обуславливает сейсмичность региона. При районировании выделялись три элемента блоковой структуры: иерархически упорядоченные блоки, морфоструктурные линеаменты – границы блоков и морфоструктурные узлы – места сочленений блоков, где пересекаются линеаменты. Природные границы узлов в ходе районирования не установлены, так как их определение требует полевых наблюдений. В работе рассматриваются 25-километровые окрестности точек пересечения осей линеаментов.

Оказалось, что эпицентры землетрясений с $M \geq 6.5$ в Туркмено-Хорасанских горах приурочены к пересечениям линеаментов. Полагая, в соответствии с выводами работы [3], что последующие сильные события в регионе будут происходить вблизи таких пересечений, их разделили на высоко- и низкосейсмичные для $M \geq 6.5$. Пересечения линеаментов Туркмено-Хорасанских гор классифицированы путем переноса критериев высокосейсмичных узлов Памира и Тянь-Шаня, установленных в работе [4].

1. Морфоструктурное районирование Туркмено-Хорасанских гор

Туркмено-Хорасанский горный пояс составляют две группы хребтов, разделенных межгорной и внутригорными впадинами и продольными долинами. Северная группа входит в состав горного сооружения Копетдага, а южная образует систему сопряженных поднятий Эльбурс–Аладаг–Биналуд. Межгорная Кучано-Мешхедская впадина и продольный участок долины Атрека отделяют Копетдаг от горных цепей Эльбурс–Аладаг–Биналуда. Горный пояс расположен между двумя жесткими древними глыбами – Туранской плитой на севере и Иранским срединным массивом на юге. Продвижение Иранской глыбы в северном направлении определяет современную геодинамику региона. Граница горного пояса с Туранской плитой проходит по глубинному Южно-Туркменскому разлому северо-западного простирания. На юге граница между Эльбурс–Аладаг–Биналудом и Иранским массивом менее четкая, так как их сочленение осложнено системой молодых наложенных впадин.

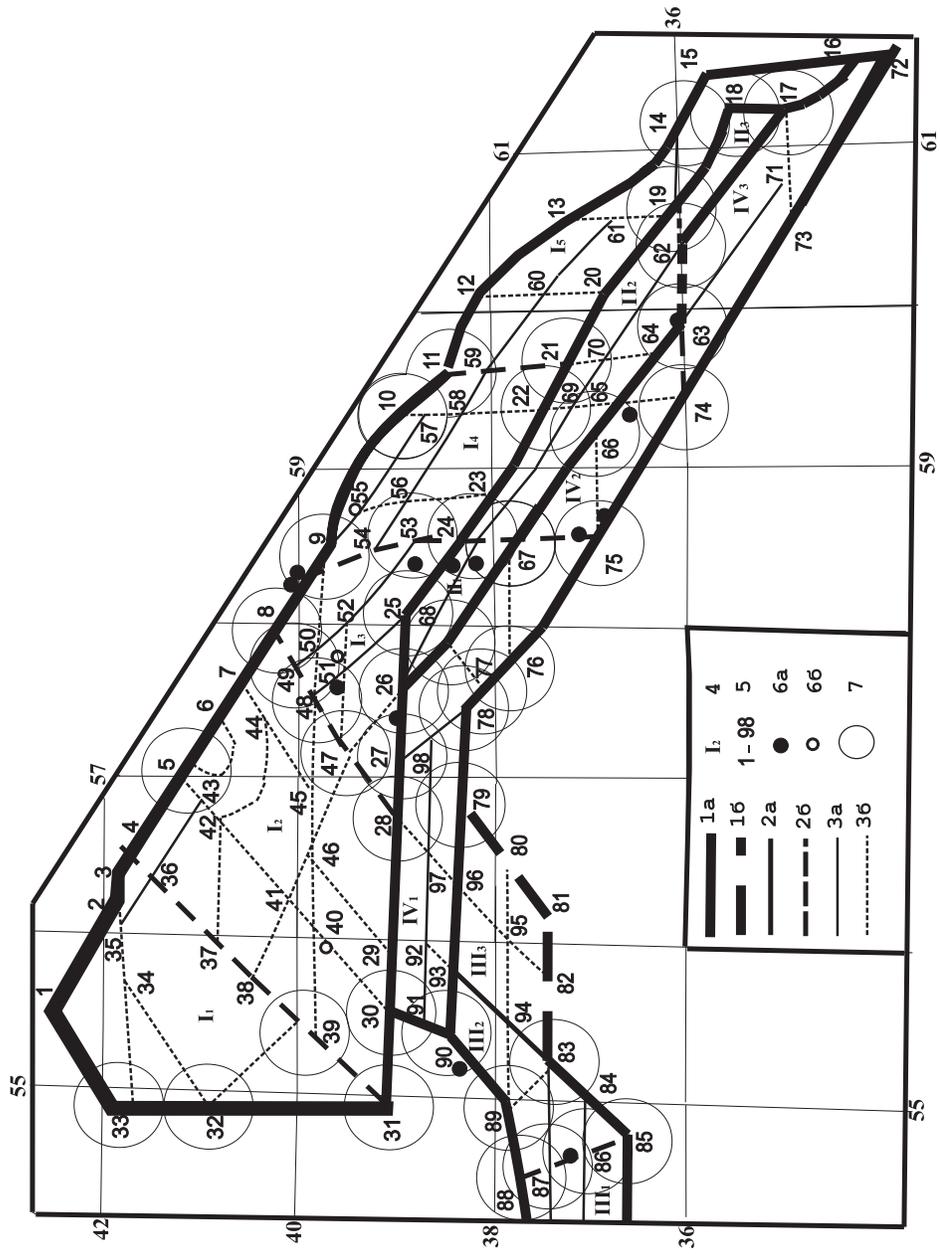
Схема морфоструктурного районирования Туркмено-Хорасанских гор, представленная на рисунке, составлена по формализованным признакам в масштабе 1:1 000 000 путем совместного анализа топографических, тектонических, геологических карт и космических снимков. На схеме показаны территориальные единицы трех рангов и разделяющие их границы – морфоструктурные линеаменты – также трех рангов.

При районировании Туркмено-Хорасанских гор выделено четыре *горных страны* – территориальные единицы первого ранга:

- I. Копетдаг,
- II. Кучано-Мешхедская межгорная впадина,
- III. Эльбурс,
- IV. Аладаг и Биналуд.

В соответствии с формализованными признаками [см. 5] они различаются историей формирования и обликом рельефа. Горное сооружение Копетдага возникло на месте внешней зоны геосинклинального прогиба Альпийского пояса, а хребты Эльбурс–Аладаг–Биналуд сформированы на окраине Центрально-Иранского срединного массива [6, 7]. Копетдаг образован сложной системой хребтов с доминирующим З–СЗ – В–ЮВ простиранием, тогда как система хребтов Эльбурс–Аладаг–Биналуд представлена более консолидированными протяженными хребтами, образующими в плане дугу, выпуклую на север.

Остановимся на краткой характеристике элементов блоковой структуры высших (первого и второго) рангов.



1. Копетдаг

Копетдаг (I) обращен на северо-восток к равнинам Туранской плиты, его подножие вдоль границы с равнинами ориентировано на северо-запад. Хребты и продольные долины внутреннего Копетдага сохраняют северо-западную ориентацию в юго-восточной части, и приобретают близширотную и юго-западную ориентацию в центральной и северо-западной частях горной страны. Различия в простирании крупных хребтов, составляющих Копетдаг, определили его разделение на мегаблоки.

Линеаменты первого ранга. На севере линеамент первого ранга 1–15 отделяет Копетдаг от Туранской плиты и соответствует зоне сложно устроенного глубинного Южно-Туркменского разлома [7–9]. В зону линеамента включены подножие горного склона и предгорная ступень, сложенная палеоген-неогеновыми дислоцированными толщами, выполняющими Предкопетдагский прогиб. Ширина зоны линеамента 10–15 км.

На юге Копетдаг граничит с Кучано-Мешхедской впадиной по линеаменту 18–25. Зона линеамента включает Южно-Копетдагский глубинный разлом [7, 10]. Линеамент 25–30 разделяет Копетдаг и Аладаг, зона линеамента включает систему небольших внутригорных впадин. Восточная граница Копетдага – линеамент 15–72 – проходит вдоль выступа к югу от Туранской плиты и входит в систему Урало-Оманского суперлинеамента [11]. Западная граница Копетдага – линеамент 1–31 – проходит по выложенным подножиям горных склонов, обращенных к Южно-Каспийской впадине.

Мегаблоки Копетдага. Они различаются простиранием и уровнем высот слагающих их хребтов. В горной системе Копетдага выделено пять мегаблоков.

Северо-западный мегаблок (I_1) – наиболее пониженная часть Копетдага. В рельефе мегаблока преобладают гряды низкогорных (500–800 м) холмов северо-восточного и субширотного простирания.

Каракалинский мегаблок (I_2), представленный низковысотными хребтами (до 1200 м), занимает наиболее широкую часть Копетдага и включает крупную внутригорную впадину. Передовой хребет отделен от внутренней части мегаблока системой продольных долин. В рельефе

←

Схема морфоструктурного районирования Туркмено-Хорасанских гор и места землетрясений с магнитудой $M \geq 6.5$:

1, 2, 3 – границы: продольные (а) и поперечные (б), первого, второго и третьего рангов; 4 – номера мегаблоков; 5 – номера пересечений линеаментов; 6 – эпицентры землетрясений с $M \geq 6.5$ до 1900г. (а) и после 1900г. (б); 7 – пересечения, распознанные как высокосейсмичные

мегаблока хребты чередуются с продольными долинами близширотного простирания.

В *Центральном мегаблоке* (I_3) среднегорные хребты (2500 м) близширотного простирания сочетаются с холмогорьями и подгорными равнинами в зоне подножия Передового хребта. Для хребтов мегаблока характерны крупноамплитудные тектонические уступы, созданные взбросо-сдвиговыми смещениями и отмеченные в [9, 12].

Гяурский мегаблок (I_4) – наиболее приподнятая часть Копетдага (2500–3000 м). В рельефе мегаблока преобладают хребты северо-западного простирания, которые в юго-восточном направлении сливаются в единый массив.

В *Восточном мегаблоке* (I_5) происходят последовательное понижение хребтов Копетдага до 1000 м и разворот линии подножия в южном направлении по зоне Урало-Оманского линеамента.

Линеаменты второго ранга. В западной части Копетдага они ориентированы в северо-восточном направлении, а в восточной – в близмеридиональном. Их ориентация, образующая клиновидную конфигурацию крупных элементов блоковой структуры региона, обусловлена системой напряжений, создаваемых давлением Иранского массива с юга.

Линеамент 4–31 северо-восточного простирания следует вдоль протяженных прямолинейных участков долин рек Сумбара и Атрека. Высота Передового хребта Копетдага при пересечении с зоной линеамента резко снижается по уступу 400-метровой амплитуды. Средняя часть линеамента соответствует левому взбросо-сдвигу со сдвиговым смещением в 1000 м [10, 11].

Линеамент 8–28 трассируется по прямолинейным участкам нескольких речных долин северо-восточного простирания. Зона линеамента включает крутые уступы, которыми оканчиваются близширотные хребты внутреннего Копетдага. При пересечении зоны линеамента с Передовым хребтом происходит резкое снижение его высоты, а ось хребта смещается в южном направлении.

Зона линеамента 9–24 близмеридионального простирания включает Ашхабад-Кучанский разлом [9, 10] и прослеживается как на север, так и на юг за пределы Копетдага. С ее северным продолжением связаны нарушения в фундаменте Туранской плиты, а на юге она разделяет поднятия Аладага и Биналуда. В пределах Копетдага поверхностные меридиональные формы представлены крутыми уступами, оканчивающими отдельные хребты, прямолинейными участками долин и мелкими эрозионными формами.

Линеамент 11–21 меридиональной ориентации в рельефе представлен протяженными прямолинейными отрезками речных долин и уступами в ограничении хребтов внутреннего Копетдага.

II. Кучано-Мешхедская впадина

Кучано-Мешхедская впадина (II), обособленная в горную страну, отделяет Центральный и Восточный Копетдаг от Аладага и Биналуда. В эту горную страну включены также Атрек-Кешефрудская и Зурабадская впадины, лежащие в едином простирании с Кучано-Мешхедской и выполненные молодыми недислоцированными отложениями. Облик рельефа определяют пологонаклонные подгорные аллювиально-проллювиальные равнины с одиночными холмами и грядами, которые соответствуют останцово-денудационным массивам, сложенным мезозойскими толщами. Ось впадины имеет северо-западное простирание, которое в ее восточной части изменяется на южное под воздействием системы меридиональных разломов, входящих в систему Урало-Оманского линеймента.

Линейменты первого ранга. Южная граница впадины – линеймент 17–26 – соответствует Горганскому глубинному разлому. Линеймент 17–18, ограничивающий впадину с востока, проходит по Серахскому глубинному разлому, составляющему часть системы Урало-Оманского глобального пояса разломов. Западное замыкание впадины приурочено к области схождения структур Аладага и Копетдага.

Мегаблоки Кучано-Мешхедской впадины. Они выделены в соответствии с изменениями ширины впадины, ориентацией оси и высоты ее днища.

Атрекский мегаблок (II_1) включает наиболее приподнятую (до 1300 м) часть впадины.

В *Кешефрудском мегаблоке* (II_2) впадина имеет максимальную ширину, высота ее днища составляет 900–1100 м.

В *Зурабадском мегаблоке* (II_3) высота днища впадины не превышает 900 м, она резко сужается и выклинивается.

Линейменты второго ранга. Линеймент 24–67 является сегментом Ашхабад-Кучанского глубинного разлома. Линеймент 19–62 соответствует широтному Шуракскому разлому. Зона линеймента прослеживается далеко на запад, где она, возможно, сопрягается с Шахрудским глубинным разломом, ограничивающим с юга складчатую систему Эльбурса.

III. Эльбрус

Эльбурс (III) – складчато-глыбовая горная страна эпигеосинклинального генезиса – окаймляет с юга Южно-Каспийскую впадину и с севера Центрально-Иранскую область. В рельефе горная страна представлена протяженным дугообразным поднятием с единым консолидированным осевым хребтом. В схему морфоструктурного районирования

ния включено лишь восточное окончание горной страны – часть широтного Центрального Эльбурса и Восточный Эльбурс северо-восточной ориентировки.

Линеаменты первого ранга. Западная и южная границы рассмотренного сегмента – соответственно, линеаменты 30–88 и 79–85 – проходят по подножию горных склонов и включают зоны региональных глубинных разломов. На севере линеамент 79–90 отделяет Эльбурс от широтно ориентированных хребтов Аладага.

Мегаблоки Эльбурса. Они различаются высотой и ориентацией составляющих их хребтов.

Центральный мегаблок (III_1) лишь частично входит в схему МСР. Он представлен хребтом субширотной ориентации высотой до 3900 м.

Северо-восточный мегаблок (III_2) включает хребты северо-восточного простирания высотой до 3000 м.

Рельеф *мегаблока Приэльбурсье* (III_3) представлен серией коротких хребтов высотой до 2500 м, разобщенных впадинами и долинами временных потоков.

Линеаменты второго ранга. Они проведены в местах резкого изменения высоты и простирания осевой части Эльбурса и трассируются вдоль прямолинейных участков речных долин.

IV. Аладаг–Биналуд

Аладаг–Биналуд (IV) – обособленное складчато-глыбовое горное сооружение широтной ориентации с высотами 2000–3000 м, представленное прямолинейными сильно сжатыми хребтами, асимметричными в поперечном сечении.

Линеаменты первого ранга. Северное широтное ограничение Аладага совпадает с южной границей Копетдага. Далее на восток эта же зона составляет границу с Кучано-Мешхедской впадиной. Южная граница Аладага и Биналуда – линеамент 72–79 – следует вдоль подножий горных хребтов по зоне разлома, выраженной в рельефе цепочкой внутренних впадин Центрального Ирана.

Мегаблоки Аладага и Биналуда.

Мегаблок Аладаг (IV_1) составляет группа хребтов близширотного простирания высотой более 2000 м, разделенных на отдельные массивы продольными и поперечными долинами.

Мегаблок Биналуд (IV_2) представлен единым крупным хребтом северо-западного простирания высотой 3200–3300 м.

Мегаблок Юго-восточный (IV_3) представлен тремя разновысотными горными хребтами северо-западного простирания, разделенными продольными долинами.

Линеаменты второго ранга. Линеамент 67–75, разделяющий Аладаг и Биналуд, соответствует зоне меридионального Ашхабад-Кучанского глубинного разлома. Широтный линеамент 63–74 соответствует зоне глубинного разлома.

2. Определение высокосейсмичных пересечений линеаментов в Туркмено-Хорасанских горах

Сопоставление схемы МСР и каталога землетрясений Туркмено-Хорасанских гор показало, что эпицентры землетрясений с магнитудой $M \geq 6.5$ расположены в пределах 25-километровых окрестностей точек пересечения линеаментов. Список коровых землетрясений с $M \geq 6.5$ по [1,2] представлен в таблице.

Землетрясения Туркмено-Хорасанских гор с магнитудой $M \geq 6.5$

Дата	Координаты		Магнитуда	Номер пересечения линеаментов	Каталог
	Широта °N	Долгота °E			
–2000	38.0	58.2	7.1	9	[2]
–0010	38.0	58.3	7.1	9	[2]
0943	37.8	57.6	7.6	48	[2]
1209	36.4	58.7	7.2	75	[1,2]
1498	37.2	55.2	6.5	90	[1,2]
30.07.1673	36.3	59.3	7.1	65	[1,2]
00.00.1780	36.0	60.0	6.5	63	[1,2]
00.06.1851	36.6	58.6	6.9	75	[1,2]
23.12.1871	37.4	58.4	7.2	53	[1,2]
02.04.1879	37.5	57.4	6.7	26	[1,2]
11.07.1890	36.6	54.7	6.8	86	[1,2]
17.11.1893	37.1	58.4	7.0	24	[1,2]
17.01.1895	37.1	58.4	6.65	24	[1,2]
01.05.1929	37.8	57.8	7.2	51	[1,2]
05.10.1948	37.7	58.7	7.3	55	[1,2]
30.07.1970	37.9	55.9	6.7	40	[1,2]

Для разделения узлов Туркмено-Хорасанских гор на высоко- и низкосейсмичные относительно $M \geq 6.5$ использована процедура переноса критериев высокосейсмичных узлов Тянь-Шаня и Памира – соседнего сегмента Альпийско-Гималайского пояса со сходными геодинамической обстановкой и уровнем сейсмичности. В работе [4] узлы Памира и Тянь-Шаня классифицировались на высоко- и низкосейсмичные методом Хемминга, в результате чего был получен набор простых морфоструктурных критериев, характерных для узлов, в которых возможно возникновение землетрясений с $M \geq 6.5$. В работе [4] к высокосейсмичным были отнесены узлы, для которых выполнялись два условия из четырех:

- 1) число линеаментов в узле больше двух,
- 2) высший ранг линеамента в узле первый или второй,
- 3) рельеф узла представлен сочетанием горных склонов,
- 4) размах высот в узле больше 2000 м.

Эти критерии уже использовались для идентификации пересечений линеаментов, в которых возможны землетрясения с $M \geq 6.5$, на Большом Кавказе [13], в Карпато-Балканском горном поясе [14] и на Апеннинских [15]. Во всех случаях перенос критериев был удачным: пересечения линеаментов, с которыми в указанных регионах связаны землетрясения с $M \geq 6.5$, были классифицированы как высокосейсмичные. На Большом Кавказе результаты использования этих критериев впоследствии подтвердились Рачинским землетрясением 1991 года с $M = 6.9$. Оно произошло в узле, который среди других был определен как высокосейсмичный.

Учитывая успешный опыт переноса критериев сейсмичности Тянь-Шаня и Памира на различные районы Альпийско-Гималайского пояса, перечисленные условия (1–4) были использованы для классификации пересечений линеаментов Туркмено-Хорасанских гор. Значение характеристики “размах высот” было нормировано в соответствии с уровнем высот изучаемого региона и определено в 1700 м. Для сокращения числа высокосейсмичных узлов изменен порог параметра “число линеаментов в узле”, в данной задаче порог должен быть больше или равен 3. Кроме того, усилены требования к высокосейсмичным узлам (выполнение по крайней мере трех условий из четырех).

В результате 47 пересечений из 98 отнесены к высокосейсмичным. На рисунке эти пересечения обведены кругами радиуса 25 км. При этом 12 из 13 пересечений, содержащих эпицентры землетрясений с $M \geq 6.5$, классифицированы как высокосейсмичные. К этому же классу отнесены семь пересечений – NN 22, 23, 25, 50, 67, 88, 89, где происходили землетрясения с $6.0 \leq M < 6.5$.

В 15 пересечениях одновременно выполняются все адаптированные к изучаемому региону условия (1–4), условия (1–3) выполняются в 17 пересечениях, условия (2–4) – в 15 пересечениях.

Большинство высокосейсмичных пересечений (38 из 47) связано с линеаментами первого ранга – наиболее крупными структурными рубежами, ограничивающими горные страны.

Результаты классификации пересечений в пределах туркменской части Копетдага согласуются с данными работы [16]. В пределах этой территории высокосейсмичные пересечения, определенные в данной работе, расположены в зонах ВОЗ высоких магнитуд, показанных на карте сейсмораионирования Туркменской ССР [16]. Полученные ре-

зультаты могут быть использованы в работах по оценке сейсмической опасности изученной территории.

Проведенное исследование показало:

1) возможность использования составленной схемы МСР в задачах прогноза мест возникновения сильных землетрясений в Туркмено-Хорасанских горах;

2) применимость морфоструктурных критериев высокой сейсмичности, установленных в [4], для идентификации мест возможного возникновения землетрясений с $M \geq 6.5$ в Туркмено-Хорасанских горах.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Международного научно-технического центра (проект 1293).

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондорская Н.В., Горбунова И.В., Куреев И.А., Вандышева Н.В. О составлении унифицированного каталога сильных землетрясений Северной Евразии по инструментальным данным (1901–1990) // Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии. Вып.1 / Под ред. В.И.Уломова. М.: ИФЗ, 1993. С.70–79.
2. Shebalin N. V, Tatevosian R.E. Catalogue of large historical earthquakes of the Caucasus // Historical and prehistorical earthquakes in the Caucasus /Eds.D.Giordini & S.Balassanian. NATO ASI Series; 2. Dordrecht; Boston; London: Kluwer Acad. Publ. Environ. Vol.28. 1997. P.201–232.
3. Горшков А.И., Кособоков В.Г., Раницман Е.Я., Соловьев А.А. Проверка результатов распознавания мест возможного возникновения сильных землетрясений с 1972 по 2000 год // Проблемы динамики литосферы и сейсмичности. М.: ГЕОС, 2001. С.48–57 (Вычисл. сейсмология; Вып.32).
4. Кособоков В.Г. Распознавание мест сильных землетрясений востока Средней Азии и Анатолии методом Хемминга // Математические модели строения Земли и прогноза землетрясений. М.: Наука, 1982. С.76–81. (Вычисл. сейсмология; Вып.14).
5. Раницман Е.Я. Места землетрясений и морфоструктура горных стран. М.: Наука, 1979. 172 с.
6. Тектоника Евразии: Объяснительная записка к тектонической карте Евразии, масштаб 1:5 000 000. М.: Наука, 1966. 487 с.
7. Хаин В.Е. Региональная геотектоника: Альпийский Средиземноморский пояс. М.: Недра, 1984. 344 с.
8. Амурский Г.И. Глубинное строение Копетдага // Геотектоника. 1971. N 1. С.69–83.
9. Полетаев А.И. Сеймотектоника зоны Главного Копетдагского разлома. М.: Наука, 1986. 140 с.
10. Вальбе С.П. Основные черты тектоники Копетдага // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1970. N 6. С.67–77.
11. Горячев А.В. О строении и структурном положении Урало-Оманской зоны глубинных разломов // Геотектоника, 1980. N 1. С.56–71.
12. Трифионов В.Г. Позднечетвертичный тектогенез. М.: Наука, 1983. 240 с.

13. *Гвишиани А.Д., Горшков А.И., Кособоков В.Г., Раницман Е.Я.* Морфоструктуры и места землетрясений Большого Кавказа // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1986. N 9. С.45–55.
14. *Gorshkov A., Kuznetsov I., Panza G., Soloviev A.* Identification of future earthquake sources in the Carpatho- Balkan orogenic belt using morphostuctural criteria // PAGEOPH. 2000. Vol.157. P.79–95.
15. *Gorshkov A.I., Panza G.F., Soloviev A.A, Aoudia A.* Morphostructural zonation and preliminary recognition of seismogenic nodes around the Adria margin in peninsular Italy and Sicily // J. Seism. and Earthq. engineer. 2001 (в печати)
16. Сейсмическое районирование территории СССР. М.: Наука, 1979. 305 с.