

УДК 550.34

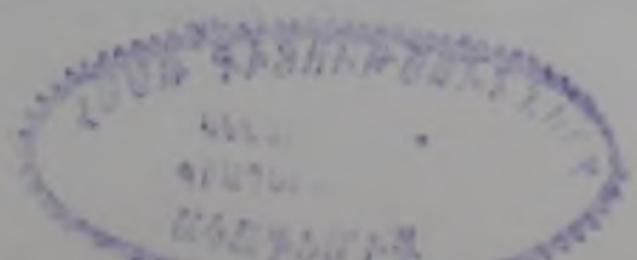
Г. И. РЕЙСНЕР

## ОБ ИСХОДНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ОБЗОРНОГО ТИПА

Нормативные карты сейсмического районирования территории СССР постоянно изменяются и совершенствуются. Это связано с поступлением новой информации о землетрясениях, с большим привлечением геологических данных для целей сейсмического районирования, с совершенствованием методики его проведения и т. д. По всей вероятности, в ближайшее время возникнет необходимость составления нового варианта нормальной карты сейсмического районирования территории СССР взамен ныне действующей [20]. Это заставляет уже сейчас привлечь внимание к некоторым методическим вопросам осуществления этой работы. В данной статье будет рассмотрен лишь один частный из них—вопрос об исходных геологических данных, от решения которого зависит успех проведения последующих операций в системе сейсмического районирования.

В настоящее время достаточно определенно установлено [2], что регионы с различной в течение длительных промежутков времени (палеозой, мезозой, кайнозой) историей геологического развития, отличающиеся между собой глубинным строением, характером геофизических полей, в различной степени опасны в сейсмическом отношении. Областям альпийской складчатости свойственны иные показатели сейсмического режима (максимальная сила землетрясений, их повторяемость, сейсмическая активность и т. д.), чем областям послеплатформенной активизации, или рифтовым системам. Однако до сих пор еще нет единого мнения о том, какие именно особенности геологического развития определяют фон сейсмичности, присущий различным тектоническим зонам.

Геологические критерии сейсмичности появляются при сопоставлении исходных геологических данных, соответствующим образом обработанных и унифицированных, с материалами сейсмостатистики. Следовательно, выявляемый набор геологических критериев сейсмичности в значительной мере определяется исходными геологическими данными, на которые каждый исследователь опирается. Анализ литературы по сейсмотектонике показывает, что вопрос об этих данных является остро дискуссионным. В некоторых работах, например, рекомендуется изучение современных и молодых (голоценовых, четвертичных) тектонических движений. Считается при этом, что они должны сопоставляться с данными по сейсмичности в первую очередь, поскольку наиболее близки к землетрясениям сегодняшнего дня по времени проявления [4, 5, 15, 16]. Вряд ли вызывает сомнение необходимость изучения указанных движений. Однако они отражают только одну из сторон тектонической обстановки и должны дополняться другими данными.



Сложность часто заключается в том, что по ряду горных стран мы вообще не располагаем материалами о современных движениях. Это заставляет многих исследователей в своих работах делать ряд оговорок при сопоставлении геологических материалов с сейсмологическими. Наиболее часто допускается, что современные и молодые движения близки новейшим по характеру и интенсивности проявления [4, 18].

Большинство исследователей не подчеркивает явно, какие именно особенности истории развития территории важны для сопоставления с сейсмичностью. Однако не трудно установить, что, например, И. Е. Губин [4, 5], С. И. Масарский, Ф. С. Мюссеенко [8], С. И. Масарский и др. [9] и некоторые другие предпочитают сопоставлять сейсмичность с молодыми и новейшими тектоническими движениями и новейшей структурой. В противоположность этому Б. А. Петрушевский [11—14] в ряде работ развивает представление о необходимости тщательного изучения особенностей истории геологического развития в течение более длительных промежутков времени—в палеозое, мезозое, кайнозое. Автор [18] недавно высказал предположение о том, что новейшей тектоникой определяется общий фон сейсмичности, а некоторые особенности развития территории на более ранних этапах обуславливают отклонения от него.

На определение исходных геологических данных большое влияние могут оказать особенности тектонического развития того или иного региона. Б. А. Петрушевский часто подчеркивал, что сейсмогеологические условия и связи между геологическими и сейсмическими явлениями существенно различаются в разных тектонических зонах. В частности, они неодинаковы для области альпийской складчатости, переработанных (перерабатываемых) платформ, рифта и т. д. В соответствии с этим в областях разного тектонического устройства геологические критерии сейсмичности могут быть разными, а одни и те же—характеризовать различный уровень сейсмической опасности.

Определение геологических критериев сейсмичности зависит от площади, охваченной исследованиями, и масштаба, в котором они выполняются.

При изучении больших площадей в мелком масштабе, связи геологических и сейсмических явлений многообразнее, а количество геологических критериев сейсмичности может быть выделено больше, чем при исследовании небольших участков в крупном масштабе. При переходе от более мелкого масштаба к более крупному выносятся за скобки и исключаются из рассмотрения те общие для всей данной территории особенности ее геологического строения и развития, которые как будто бы не сопоставляются непосредственно с конкретным распределением сейсмических явлений, но определяют общий фон сейсмичности региона, его «сейсмический потенциал», по выражению В. П. Соложенко [23]. Можно предположить поэтому, что для каждого масштаба будут выявлены в связи с этим свои геологические критерии сейсмической опасности.

По всей вероятности, могут быть названы и другие причины, определяющие разнообразие мнений специалистов по сеймотектонике в вопросе об исходных данных и о геологических критериях сейсмичности. С таким разнообразием мнений трудно ожидать успеха в проведении коллективной работы по нормативному сейсмическому районированию. Поэтому мы в первую очередь должны стремиться к тому, чтобы избежать субъективизма в выборе исходных геологических данных и проводить эту работу по возможности объективно. Для этой цели следует установить вполне определенный и обязательный минимум исходных геологических данных, который должен накапливаться повсеместно. Кроме этого необходимо все исходные геологические данные в разных регионах приводить к одному и тому же масштабу. Учитывая, что конечной целью рассмотрения геологических методов является выдача рекомендаций по составлению нормативной карты сейсмического районирования территории СССР, наиболее приемлемым представляется масштаб 1:2500000. Это не исключает возможности проведения некоторых работ в более крупном масштабе, однако получаемые в этом случае результаты могут быть использованы при общем сравнительном анализе с определенными оговорками.

Только при соблюдении отмеченных выше главных условий мы сумеем получить материал, необходимый для сравнительного анализа. Остановимся более подробно на характеристике исходных геологических данных, которые можно объединить в несколько групп: 1) материалы по истории геологического развития и структуре изучаемой территории; 2) материалы о геофизических полях и глубинном ее строении; 3) данные о результатах проведения в ее пределах палеосейсмогеологического анализа; 4) сведения о детальном изучении отдельных сейсмоопасных зон. Рассмотрим последовательно некоторые из этих групп данных.

Опыт изучения сейсмогеологических условий ряда регионов СССР и зарубежных территорий показал, что основным исходным геологическим материалом для целей сейсмического районирования является карта историко-тектонического районирования [2, 6]. Карты этого типа сопоставляются на основе существующих методов геотектонического анализа вертикальных тектонических движений (например, анализа фаций и мощностей отложений) для разных отрезков геологической истории изучаемого региона, в первую очередь для палеозоя (для каледонского и герцинского этапов) и мезокайнозоя (для альпийского этапа). Общие требования к картам такого типа достаточно хорошо известны [1, 6]. Главное из них — необходимость выделения участков, различавшихся в течение определенных отрезков времени знаком и интенсивностью проявления вертикальных тектонических движений, определение границ таких участков, совпадающих большей частью с зонами длительно развивавшихся разломов в земной коре, выявление структурно-исторических элементов, характеризующих поперечную геотектоническую зональность различного ранга и т. д.

Данные историко-тектонического районирования должны допол-

няться материалами по новейшим и современным тектоническим движениям, оформленным в виде карт. Из их числа в первую очередь должна быть названа карта новейшей тектоники, иллюстрирующая суммарный эффект проявления тектонических движений за неоген-четвертичное время (около 35—40 млн. лет). Обычно такие карты составляются в изолиниях, отражающих деформации за указанное время определенной поверхности, занимавшей примерно горизонтальное положение перед началом проявления неотектонического этапа.

Поскольку карты новейшей тектоники характеризуют развитие территории за длительный период времени, желательна детализация подвижности отдельных ее участков за более короткие отрезки. Для этой цели составляются карты четвертичной тектоники (продолжительность четвертичного периода оценивается в 0,6—2 млн. лет), плейстоценовой тектоники (сотни тысяч лет), голоценовой тектоники (десятки тысяч лет) и современных движений (от нескольких до десятков лет). В зависимости от степени изученности того или иного региона и подготовленности исследователей первые две из отмеченных карт могут составляться в изолиниях скоростей поднятий или опусканий отдельных участков, характеризовать количественно градиент скорости вертикальных тектонических движений территории [7] или отражать ее подвижность в качественной форме.

Карты голоценовой тектоники обычно показывают проявление движений в качественной форме, поскольку их размах не настолько велик, чтобы эти движения можно было бы оценивать количественно геологическими методами. Следует, правда, отметить, что в последнее время предпринимаются попытки количественной оценки и голоценовых тектонических движений [3].

Карты современных движений основаны на результатах повторных нивелировок. Из-за труднодоступности, горные страны, отличающиеся наибольшим уровнем сейсмической опасности, наименее обеспечены указанными данными. Большинство трасс проложено в предгорьях и лишь в редких случаях они пересекают центральные части областей поднятий [10]. Поэтому при составлении карт современных движений в изолиниях большей частью приходится экстраполировать данные единичных наблюдений, используя для этого сведения о знаке и интенсивности тектонических движений тех или иных участков на предшествовавших стадиях развития.

В настоящей статье вряд ли следует специально останавливаться на данных о геофизических полях и глубинном строении изучаемых территорий. Этот вопрос требует специального рассмотрения и изучения. Отметим лишь, что желательны составление карт изостатических аномалий и их градиентов, геомагнитной карты, карт мощностей земной коры и отдельных ее слоев и т. д.

Следующая группа данных касается палеосейсмодислокаций. Материалы палеосейсмогеологических исследований уже давно находят применение при проведении работ по сейсмическому районированию При-

байкаля [20, 21, 23, 24, 25]. Этот метод, являющийся по существу сейсмостатистическим (только сейсмостатистика в данном случае собирается геологами путем изучения и анализа палеосейсмодислокаций), должен использоваться во всех районах с высокой сейсмической активностью.

Наконец, в последнюю группу входят исходные данные для детального анализа отдельных сейсмоопасных зон. Такой анализ преследует две цели. С одной стороны—это выяснение конкретной геологической обстановки возникновения землетрясений в типичных сейсмоопасных зонах. С другой—установление ряда параметров зон возникновения землетрясений, в первую очередь их ширины, как наиболее важного показателя именно с точки зрения оконтуривания зон. Когда мы имеем, например, дело с какой-нибудь сейсмогенной зоной глубинного разлома, у нас в настоящее время нет объективных показателей для определения ее ширины. Общеизвестно, что она может существенно меняться от ряда факторов: истории ее геологического развития, наклона зоны, ее протяженности, знака движений по ней и его изменений во времени и т. д. Вряд ли сейчас можно установить стандартные зависимости между перечисленными факторами и шириной зоны. Поэтому определению этого показателя в каждом конкретном случае должно уделяться большее внимание, чем в настоящее время. Для этой цели наиболее крупные сейсмоопасные зоны должны изучаться комплексно, с привлечением разнообразных геологических, геоморфологических и геофизических методов, в том числе и методов разведочной геофизики. В результате этих детальных исследований может быть составлен набор карт в масштабе 1:50000 1:100000. Из их числа следует отметить тектоническую, геоморфологическую, детальные геологические и геофизические профили вдоль и поперек простирания данной сейсмоопасной зоны и т. д. Эти материалы будут необходимы в дальнейшем, на следующих стадиях сейсмического районирования, поскольку они содержат сведения о ширине, протяженности, глубине заложения, истории развития и других показателях типичных сейсмоопасных зон.

При изложенном подходе будет собираться наиболее полная геолого-геофизическая информация обо всех сейсмоопасных районах и будут исключены все случайности, связанные с субъективностью в выборе исходных геологических данных и в выявлении геологических критериев сейсмичности.

По всей вероятности, успех в проведении сейсмического районирования в какой-то степени зависит от того, насколько исходные геологические данные, полученные для разных регионов разными исследователями и авторскими коллективами, будут унифицированы и сопоставимы между собой. Именно поэтому представляется, что карты каждой из перечисленных групп исходных данных должны составляться по одним и тем же, заранее разработанным легендам. Само собой разумеется, что в них по ходу работы могут быть внесены незначительные дополнения, но принципиальные требования к той или иной карте вряд ли изменятся.

Сопоставимость между собой геологических данных сильно увеличится, если приводить эти данные к количественной форме выражения. Частично это уже возможно в настоящее время—известны количественные способы оценки интенсивности и дифференцированности (контрастности) новейших и альпийских тектонических движений [17, 26]. Однако полностью эта очень важная задача еще далеко не решена.

Комплексная оценка максимальной сейсмической опасности с использованием геологических данных имеет одну важную особенность: она основана на экстраполяции данных сейсмостатистики в пространстве. Таким способом делается попытка компенсировать неполноту этой статистики, накопленной для данного места во времени. Вследствие этого использование указанных методов может быть эффективным только при охвате больших площадей. Чем больше территория исследований, тем больше шансов найти сходную с данным участком геологическую обстановку, уже обеспеченную материалом максимальных значений.

Было бы желательно поэтому, чтобы накопление исходных геологических данных для целей сейсмического районирования обзорного типа охватило области разного тектонического устройства на больших площадях. На первой стадии следовало бы уделить особое внимание главным внутриконтинентальным сейсмоопасным зонам СССР—зоне альпийской складчатости (Кавказ, Копет-Даг), зоне послеплатформенной активизации тектонических движений (Тянь-Шань, Восточный Казахстан, Алтае-Саянская область), зоне континентального рифта (Прибайкалье). В этом случае работы не сведутся к набору частных рекомендаций, а найдут широкое применение при сейсмическом районировании территории СССР.

Ордена Ленина Институт физики Земли  
АН СССР им. О. Ю. Шмидта

Поступила 20.III.1972.

Գ. Ի. ՌԵՅՆԵՐ

ԱՆԱՐԿԱՅԻՆ ՏԻՊԻ ՍԵՅՍՄՈՇՐՋԱՆԱՅՄԱՆ ԵՂԱԿԵՏԱՅԻՆ  
ԵՐԿՐԱՔԱՆԱԿԱՆ ՏՎՅԱԼՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հեղինակի կարծիքով սեյսմոշրջանացման համար անհրաժեշտ են հետևյալ շորս խմբի ելակետային երկրաբանական փաստացի նյութերը.

1. Ուսումնասիրվող շրջանի երկրաբանական կառուցվածքին ու նրա զարգացման պատմության վերաբերվող տվյալներ:
  2. Տվյալ տերիտորիայի խորքային երկրաբանական կառուցվածքին ու երկրաֆիզիկական դաշտերին վերաբերվող նյութեր:
  3. Պալեոսեյսմոերկրաբանական նյութեր:
  4. Առանձին սեյսմոակտիվ գոտիների մանրադնին ուսումնասիրման հետևանքով ստացված երկրաբանական ու երկրաֆիզիկական տվյալներ:
- Թվարկված տվյալներն ու նյութերը պետք է միասնականացվեն (ունիֆիկացվեն) և հնարավորության սահմաններում բանական ընույթ ըստանան:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Ананьин И. В., Бунэ В. И., Введенская Н. А., Кириллова И. В., Рейснер Г. И., Шолпо В. Н. Методика составления карты сейсмического районирования Кавказа. ВИНТИ, Москва, 1969.
2. Белоусов В. В., Сорский А. А., Бунэ В. И. Сеймотектоническая карта Европы. М., «Наука», 1968.
3. Белоусов Т. П. Количественная оценка молодых движений горных областей на примере Закавказья. Изв. АН СССР, сер. геогр. № 4, 1969.
4. Губин И. Е. О некоторых вопросах сейсмического районирования. В сб. «Проблемы прогноза землетрясений». Тр. Геоф. ин-та, № 25 (152), 1954.
5. Губин И. Е. Закономерности сейсмических проявлений на территории Таджикистана. Изд. АН СССР, М., 1960.
6. Кириллова И. В., Люстих Е. Н., Растворова В. А., Сорский А. А., Хаин В. Е. Анализ геотектонического развития и сейсмичности Кавказа. Изд. АН СССР, М., 1960.
7. Кленов В. И. Плейстоценовая тектоника Западного Саяна и Западной Тувы. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 6, 1966.
8. Масарский С. И., Моисеенко Ф. С. О сейсмичности Алтая. Геол. и геоф., № 8, 1962.
9. Масарский С. И., Моисеенко Ф. С., Семакин В. П. Алтэе-Саянская область. В сб. «Сейсмическое районирование СССР», «Наука», М., 1968.
10. Матцова В. А., Лилисберг Д. А., Горелов С. К., Думитрашко Н. В., Муратов В. М. Карта современных вертикальных движений и морфоструктуры Кавказа. Сб. «Проблемы современных движений земной коры», М., 1969.
11. Петрушевский Б. А. Значение геологических явлений при сейсмическом районировании. Тр. геоф. ин-та АН СССР, № 28 (155), 1955.
12. Петрушевский Б. А. Геологические основания сейсмического районирования. В сб. «Строительство в сейсмических районах», Стройиздат, 1957.
13. Петрушевский Б. А. О связи между землетрясениями максимальной силы и геологической обстановкой. Бюлл. Совета по сейсмологии, № 8, 1960.
14. Петрушевский Б. А. Землетрясения и тектоника. БМОИП, отд. геол., т. 44 (11), 1969.
15. Ранцман Е. Я. Геоформология и сейсмичность долины р. Сурхоб. ДАН СССР, т. 124, № 1, 1959.
16. Ранцман Е. Я. Некоторые вопросы геоморфологии Гармского района Таджикской ССР в связи с его сейсмичностью. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 5, 1960.
17. Рейснер Г. И. Построение карт градиентов скорости вертикальных тектонических движений земной коры на примере северного Тянь-Шаня. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 9, 1960.
18. Рейснер Г. И. О тектонике сейсмичности Горного Алтая. Изв. АН СССР, сер. Физика Земли, № 5, 1971.
19. Сеймотектоника и сейсмичность рифтовой системы Прибайкалья. «Наука», М., 1968.
20. Сейсмическое районирование СССР. «Наука», М., 1968.
21. Солоненко В. П. О сейсмическом районировании Монгольской Народной Республики. ДАН СССР, т. 127, № 2, 1959.
22. Солоненко В. П. Определение эпицентральных зон землетрясений по геологическим признакам. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 11, 1962.
23. Солоненко В. П. Сейсмическое районирование Восточной Сибири. Изд. СО АН СССР. Иркутск, 1963.
24. Солоненко В. П., Тресков А. А., Флоренсов Н. А. Сейсмическое районирование Восточной Сибири. Геол. и геоф., № 10, 1960.
25. Хромовских В. С. Сейсмогеология Южного Прибайкалья. «Наука», М., 1965.
26. Шолпо В. Н. Количественные критерии оценки режима вертикальных движений. Геотектоника, № 2, 1969.