Нам р-и

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

СЕРИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

Резанов И.А. Кочетков В.М
Новейшая тектоника и сейсмическое районирование северо-востока СССР.

12

МОСКВА · 1962

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

№ 12, 1962 СЕРИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ 1673—1684

Глубокоуважаемому Михаилу Михайловичу Арсеньеву от авторов

ФИЗИКА ЗЕМЛИ

И. А. РЕЗАНОВ, В. М. КОЧЕТКОВ

НОВЕЙШАЯ ТЕКТОНИКА И СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ СЕВЕРО-ВОСТОКА СССР

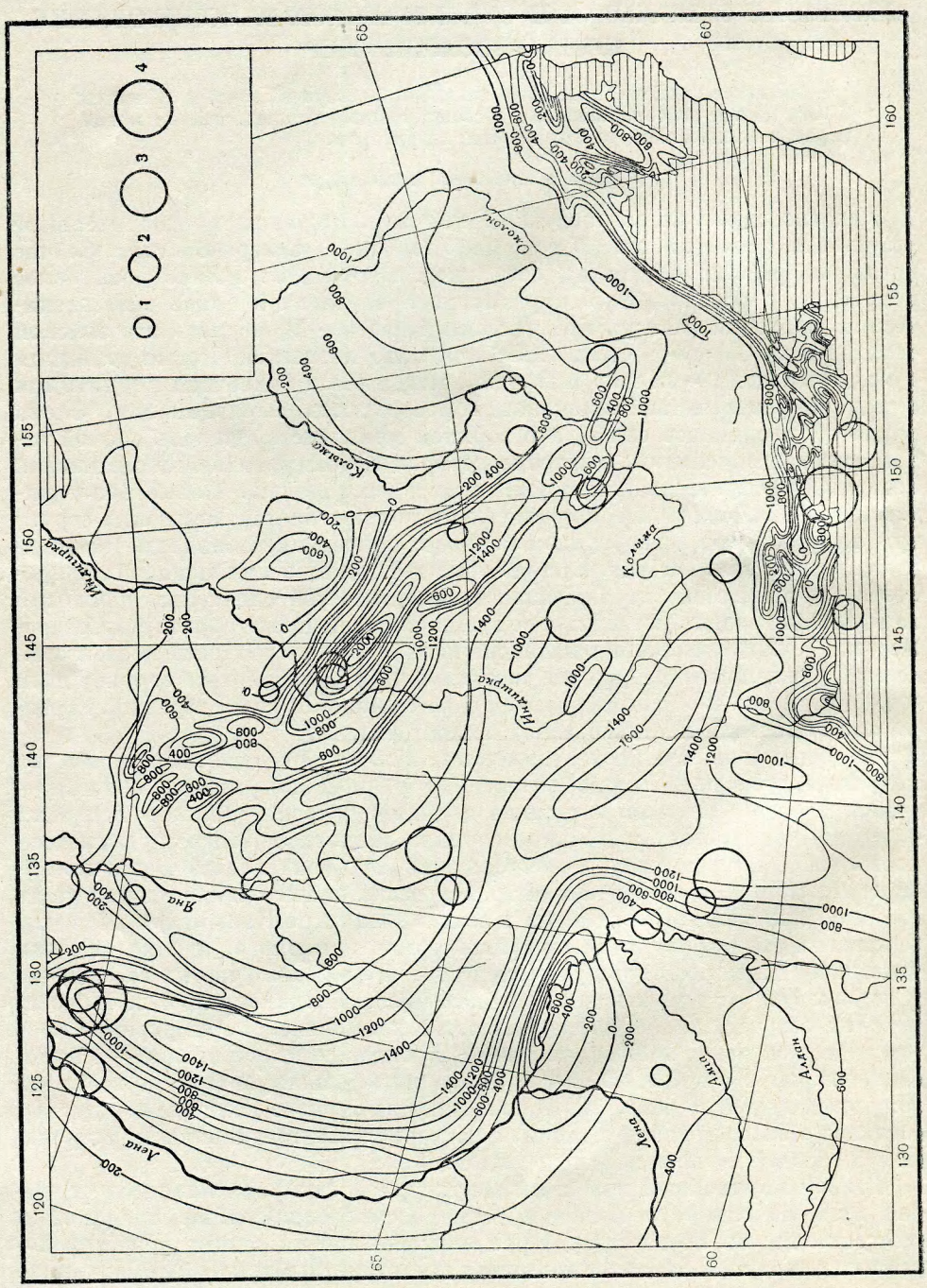
Излагается схема новейшей тектоники северо-восточных областей СССР, дается ее сопоставление с сейсмичностью и предлагается новая карта сейсмического районирования территории.

Схема новейшей тектоники

Недавно одним из авторов [1] были опубликованы предварительные результаты исследований по новейшей тектонике Северо-Востока. Сейчас после завершения обработки собранных материалов можно дать более подробную и обоснованную картину распределения в плане неотектонических движений. Как уже отмечалось ранее [1—3], область мезозойской складчатости Северо-Востока СССР испытала неотектонические движения в конце миоцена — начале плиоцена, когда была захвачена поднятиями и начала расчленяться миоценовая поверхность выравнивания. Эпоха поднятий проявилась слабо, а в верхнем плиоцене сменилась эпохой относительных опусканий, в течение которой сформировалась более низкая поверхность выравнивания, вложенная в миоценовую. Новые более интенсивные движения, завершившие формирование неотектонических структур, проявились в четвертичном периоде, причем интенсивность их нарастала во времени. На фиг. 1 дана схема деформации плиоценовой поверхности выравнивания, отражающая градиент неотектонических движений за верхний плиоцен—четвертичное время большей части территории Северо-Востока СССР. Различная интенсивность и направленность неотектонических движений и разное их соотношение с мезозойским структурным планом привели к образованию довольно сложной и разнообразной картины распределения неотектоники в плане (фиг. 2).

По направленности неотектонических движений северо-восточная Азия подразделяется на две приблизительно равные по размеру области — северную опускающуюся и южную поднимающуюся. Область недавних опусканий охватывает не только огромную Индигиро-Колымскую низменность. Сюда же относится и мелководная шельфовая часть Восточно-Сибирского моря. До четвертичной трансгрессии значительная южная часть его была континентом и входила в состав Индигиро-Колымской впадины. О времени заложения этой впадины данных немного, однако все они указыкают на ее необычайную молодость. Отдельные участки ее, судя по находкам флоры в угленосных осадках низовий Индигирки и на Новосибирских островах, возникли в палеогене и миоцене. Формирование ее в том виде, как мы ее наблюдаем сейчас, произошло много позже — в плиоцен-четвертичное время. В пользу этого свидетельствует прежде всего наложенный характер впадины. В большинстве случаев контуры ее идут несогласно с более древним планом, а по периферии впадины мы не встречаем отложений древнее верхнего плиоцена.

Второй крупнейшей новейшей структурной единицей является огромная дуга поднятий, лежащая между рассмотренной выше впадиной и Охотским морем. В ее пределах расположены зоны с разным режимом новейших движений. Выделяются зоны с контрастными новейшими движе-



Фиг. 1. Схема перестройки плиоценовой поверхности выравнивания Северо-Востока СССР (составил И. А. Резанов)

Кружками нанесены эпицентры землетрясений: $1 - M = 0 \div 4,45$; $2 - M = 4,5 \div 5,25$; $3 - M = 5,5 \div 6,25$; $4 - M = 6,5$

ниями в противоположность большей части этого крупнейшего поднятия, характеризующейся чрезвычайно низкой их контрастностью. Причем контрастные зоны расположены обычно по периферии этого крупнейшего поднятия. Рассмотрим сначала внутренние области, характеризующиеся невысоким градиентом новейших движений.

Одним из наиболее крупных является морфологически четко выраженное новейшее поднятие, отвечающее в рельефе Верхоянскому хребту, ось которого приблизительно совпадает с осью Верхоянского мегантиклинория. В осевой части этого новейшего поднятия высоты деформированной верхнеплиоценовой поверхности выравнивания превышают 1400 *м*. Поднятие это асимметрично — западный склон в несколько раз круче восточного.

С запада и юга новейшее Верхоянское антиклинальное поднятие граничит с очень слабо выраженным прогибом, приблизительно по оси которого течет р. Лена. В низовьях Алдана размах плиоцен-четвертичных опусканий был значительно большим и начался еще в миоцене. Судя по материалам бурения, впадина резко асимметрична с крутым северным бортом, обращенным в сторону Верхоянского поднятия, и пологим южным.

Следующее крупное сводообразное поднятие отвечает в рельефе хр. Сунтар-Хаята. Оно имеет примерно те же абсолютные высоты, что и Верхоянское, но отличается менее выраженной линейностью — почти вдвое короче по долине и более полого на крыльях. К югу, в сторону Южного Верхоянья, ответвляется пологий свод, протягивающийся до истоков р. Маи.

К северо-востоку от этих двух в общем достаточно пологих сводовых поднятий располагается зона шириной в 200 и более километров, почти полностью лишенная какой-либо деформации поверхности выравнивания. Лишь только отдельные небольшие впадины, по размерам совершенно не соизмеримые со всей этой недифференцированной территорией, несколько разнообразят эту монотонную зону. Одной из таких впадин является Оймяконская. Она служит как бы парой к поднятию Сунтар-Хаята, но по размерам много меньше. Оймяконская впадина принадлежит к числу относительных впадин. Она фиксируется лишь очень небольшим (не более 100—150 *м*) погружением плиоценовой поверхности выравнивания по отношению к прилежащим районам. Вторая близкая по размерам Верхненерская впадина построена более сложно. Как впадина она фиксируется некоторым опусканием поверхности выравнивания. Внутри контура этой относительной впадины в юго-западной ее половине развита система впадин меньшего порядка, заложившихся еще в плиоцене и выполненных эоплейстоценовыми осадками. Н. А. Шило и З. В. Орлова [4] обратили внимание на приуроченность эоплейстоценовых впадин к зоне крупного тектонического шва, разделяющего Аян-Уряхский антиклинорий от расположенного к северо-востоку Иньяли-Дебинского мегасинклинория.

Низкая контрастность движений характерна для бассейна верхнего течения р. Колымы и большей части Охотско-Колымского водораздела. На восток малоконтрастная зона продолжается в пределы Приколымья и бассейна р. Омолон. Здесь в первом приближении она может быть подразделена на две, из которых северная характеризуется несколько меньшим размахом плиоцен-четвертичных поднятий (600—800 *м*), а в южной поверхность выравнивания поднята на высоту более 1000 *м*. В пределах этого обширнейшего столообразного поднятия выделяются лишь очень пологие относительные впадины. К их числу должны быть отнесены Верхнекоркодонская впадина и более крупная впадина в среднем течении р. Омолона.

В Анюйской складчатой области в новейшее время возникло крупное сводовое поднятие, состоящее из двух новейших антиклинальных структур, разделенных относительной впадиной, проходящей по долине Малого Анюя. Северо-восточное из этих двух поднятий приблизительно совпадает

с Алярмаутским антиклинорием. Анюйское поднятие с обеих сторон ограничено отрицательными структурами, открытыми в сторону впадины Восточно-Сибирского моря и центроклинально выклинивающимися в юго-восточном направлении. У этих впадин можно заметить некоторые черты унаследованности от мезозойского этапа, выраженной очень слабо. Так, Большеанюйская впадина захватила северо-восточную часть Олойского прогиба, который прогибался в нижне- и верхнемеловую эпохи и даже, судя по покровам эффузивов, в палеогене. Чаунская впадина приблизительно совпадает с областью незначительных юрских прогибаний. Но одновременно эти впадины являются наложенными, накладывающимися на структуры разного возраста и отделены от геосинклинального этапа длительным периодом поднятия. В образовании этих впадин, которые являются целиком четвертичными, можно видеть процесс постепенного распространения к югу огромнейшей области опускания, идущей со стороны Северного Ледовитого океана.

Те же особенности новейшей тектоники присущи Чаун-Чукотке. Новейшая впадина, разделяющая Чукотку на два поднятия — северное и южное, расположена в пределах мезозойской синклинальной структуры, следовательно, как и Большеанюйская, характеризуется определенными чертами унаследованности. С другой стороны, все четвертичные впадины Чаун-Чукотки являются наложенными, секущими мезозойские и более древние структуры.

Принципиально иным режимом неотектонических движений характеризуется северо-западный склон хр. Черского, система Момских впадин и Момский хребет. Контрастность новейших движений возрастает здесь в десятки раз. Момский хребет и система Момских впадин представляют на северо-востоке Азии единственное исключение, где совместно расположены две равновеликие новейшие структуры — впадина и поднятие.

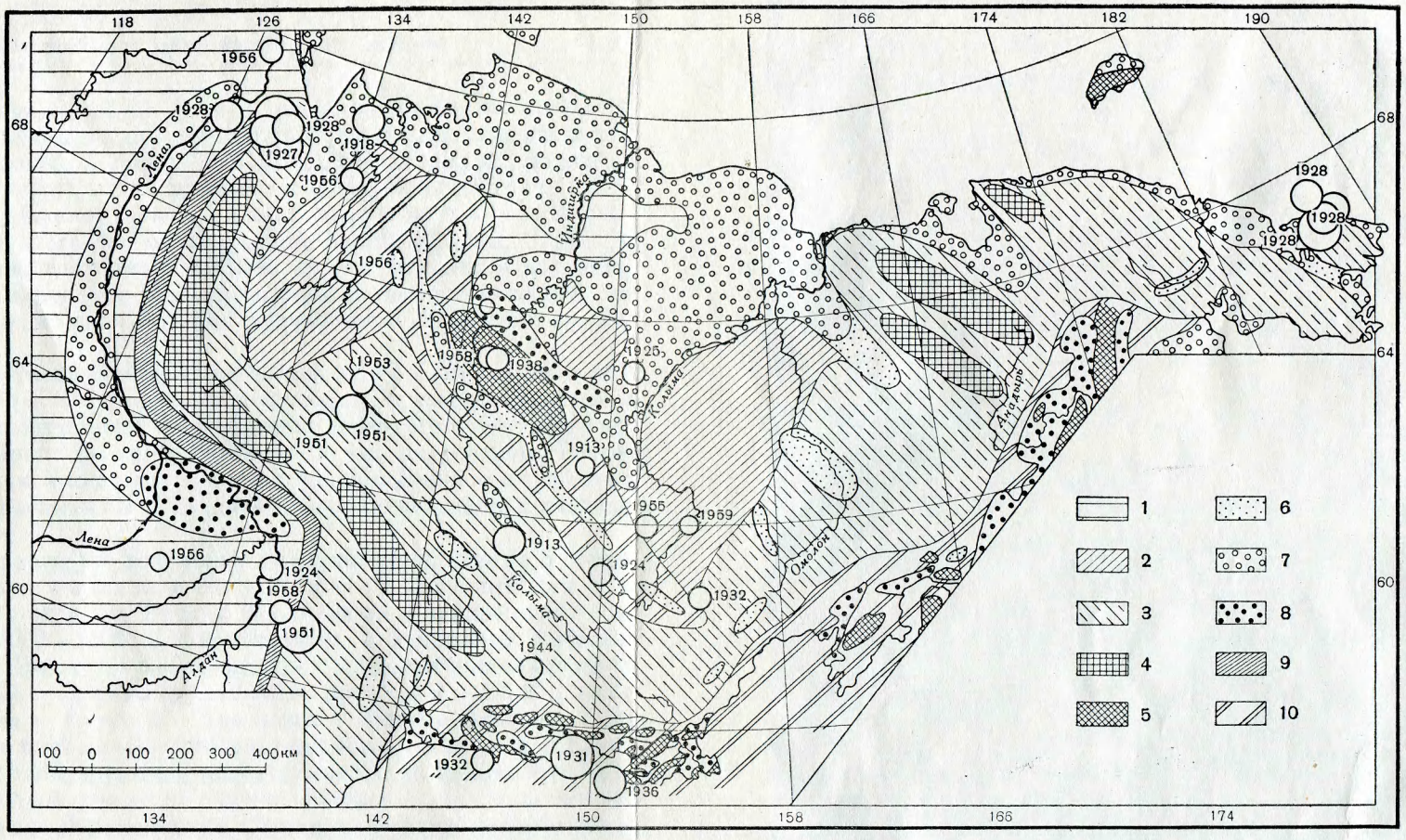
Момский антиклинорий испытал мощное поднятие, которое по амплитуде превосходит все другие антиклинальные структуры Северо-Востока СССР — плиоценовая поверхность выравнивания поднята здесь на абсолютную высоту почти в 2000 *м*. По своему характеру Момское поднятие представляет складку-свод, возникшую в результате деформации поверхности выравнивания. К северу от Момского хребта развита плиоцен-четвертичная впадина, продолжающая погружаться и в настоящее время. Об этом свидетельствуют многочисленные выходы третичных пород по северному ограничению хребта.

Вдоль юго-западного склона Момского хребта располагается сложная система впадин. В структурном отношении они расположены в пределах нижнемелового прогиба на юго-западном крыле Момского антиклинория. Однако зона впадин не ограничивается областью развития меловых и верхнеюрских пород. По простиранию она распространяется к северо-западу и юго-востоку в область развития палеозойского и мезозойского структурного ярусов, благодаря чему общая длина этой контрастной зоны, тяготеющей к хребту Черского, достигает 1200 *км*.

Сложно построено северо-западное окончание этой высококонтрастной неотектонической зоны. Здесь на фоне поворота на север и северо-восток палеозойских и мезозойских структур существует система наложенных и резко дискордантных к простиранию фундамента молодых четвертичных впадин и разделяющих их поднятий. Наиболее крупные из них — впадины в верховьях рр. Селенняха и Уяндины.

Контрастная зона распространяется далеко на юго-восток, почти достигая Охотского моря, включая Тасканскую и Сеймчано-Буюндинскую впадины.

Высококонтрастная зона цепей Черского расположена в зоне сочленения мезозойской складчатой области со срединным Колымским массивом. В возникновении ее можно видеть черты унаследованности от мезозойского плана. Момский антиклинорий является тектонической зоной,



Фиг. 2. Схема новейшей тектоники Северо-Востока СССР:

1 — область слабых недифференцированных поднятий; *2* — области средних по величине недифференцированных поднятий; *4* — пологие сводообразные структуры; *5* — крутые сводообразные новейшие структуры, иногда осложненные разломами; *6* — относительные четвертичные впадины; *7* — четвертичные впадины на некоторых участках, заложившиеся еще в плиоцене; *8* — плиоценовые впадины; *9* — флексура по границе плиоцен-четвертичного поднятия с Сибирской платформой; *10* — зоны контрастных новейших движений (кружками обозначены эпицентры землетрясений, см. фиг. 1). (Составил И. А. Резанов)

которая позже, чем какая-нибудь другая, испытала инверсию геотектонических условий — поднятие на месте верхнеюрского прогиба возникло здесь только в нижнемеловую эпоху. В новейший этап зона интенсивных верхнеюрских и нижнемеловых движений, расположенная на границе областей поднятия и опускания, приобрела наибольшую контрастность движений и сильно разрослась по простиранию. Таким образом, будучи в центральной части унаследованной, на флангах она становится наложенной структурой. Формирование этой своеобразной неотектонической зоны началось в плиоцене, но основные свои черты она приобрела в четвертичном периоде.

Другая высококонтрастная неотектоническая зона развита по северной окраине Охотского моря. Она начинается на западе в районе Охотска и протягивается непрерывной полосой вдоль всего северного побережья рассматриваемой территории. Ее продолжением служит полуостров Тайгонос и система ограничивающих его с севера впадин. Дальше к этой зоне принадлежит система депрессий и поднятий, ограничивающих с востока Корякское нагорье.

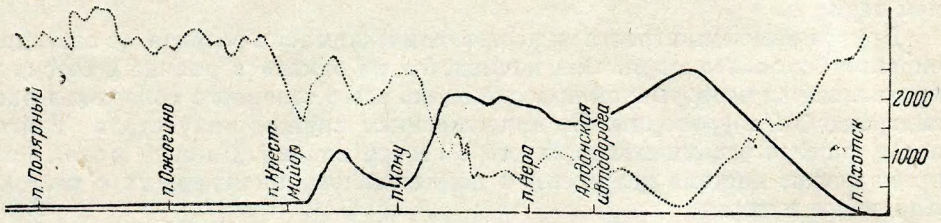
Для этой зоны характерны локальные впадины, выполненные плиоценовыми и четвертичными осадками, и разделяющие их линейные или сводообразные новейшие поднятия. Размах движений за плиоцен-четвертичное время достигает 1000—1200 *м*, увеличиваясь в единичных случаях до 2000 *м*. В Северном Приохотье в этой высококонтрастной зоне намечается две подзоны с впадинами, имеющими различную историю и разный размах движений. В южных — Кавской, Арманской, Ольско-Ямской, Сигланской, являющихся наиболее крупными, прогибания начались в плиоцене и продолжались с той или иной интенсивностью до настоящего времени. Иначе развивалась северная группа впадин — Челомджинская, Хасынская, Маяканская, Верхнеямская. В плиоцене здесь не было осадконакопления. Впадины начали формироваться в четвертичное время. Однако и в это время история северной и южной групп впадин также была различной. В то время как на юге вплоть до настоящего времени происходит активное прогибание (аккумуляция), севернее впадины, постепенно втягиваясь в поднятие, начинают расчленяться. Таким образом, высококонтрастная часть Северного Приохотья в свою очередь состоит из двух зон, из двух ступеней, в южной из которых новейшие движения начались раньше и были на протяжении всего четвертичного периода более интенсивными.

Приблизительно тот же характер новейших движений сохраняется и на полуострове Тайгонос. Гижигинская губа и западная часть залива Шелихова принадлежат той же неотектонической зоне. Но в этом районе она развивалась на более низком гипсометрическом уровне и сейчас погружащая под уровень моря. Гижигинскую губу следует рассматривать как одну из наиболее крупных впадин типа Кавской, несомненно в свою очередь состоящей из ряда более мелких впадин и разделяющих их поднятий. Аналогичное строение имеет и северная часть Пенжинской губы, принадлежащая впадине, западная часть которой захватывает низовья р. Парень, а восточная — низовья Пенжины.

Соотношение новейшей структуры с гравитационным полем и строением земной коры

В связи со слабой геофизической изученностью Северо-Востока в настоящее время могут быть высказаны лишь некоторые самые общие соображения о связи новейших структур со строением земной коры. С этой целью попытаемся совместно проанализировать схемы новейшей тектоники (фиг. 1, 2) и характер аномалий силы тяжести в редукции Буге. Области обширной Индигиро-Колымской впадины, продолжение которой скрыто под водами Восточно-Сибирского моря, отвечают слабо положительные аномалии силы тяжести. Близкими к нулевым или слабо положи-

тельными значениями силы тяжести обладают опущенные восточные районы Сибирской платформы — Приверхоянский прогиб и Вилюйская синеклиза. Переход от областей прогибания к областям новейших поднятий характеризуется сменой положительных значений на отрицательные. Наиболее значительные отрицательные аномалии силы тяжести пространственно совпадают с областями наибольших новейших поднятий. Это наглядно видно на примере Верхоянья, Охотско-Колымского водораздела и особенно новейшего поднятия Сунтар-Хаята, которому на карте



Фиг. 3. Зависимость аномалий силы тяжести от современного рельефа (т. е. от величины и направленности новейших движений).

Кривая аномалий силы тяжести в редукции Буге взята из работы [25]

изоаномал силы тяжести отвечает поле максимальных отрицательных значений. Связь новейших структур с полем силы тяжести устанавливается и для более частных структур. На фиг. 1 в верховье р. Нелькесе и Тирехтяхского хребта показано некоторое сгущение изолиний, отвечающее пологому флексурообразному перегибу плиоценовой поверхности выравнивания. На карте силы тяжести эта «флексура» отображена в виде сгущения изоаномал.

Зоны повышенной контрастности новейших движений отличаются от малоконтрастных областей и иным характером поля силы тяжести. Вся высококонтрастная зона, обрамляющая северное побережье Охотского моря, характеризуется слабо положительными значениями силы тяжести, тогда как к северу от нее в пределах Охотско-Колымского водораздела значения силы тяжести слабо отрицательные. Показательно, что полоса положительных значений силы тяжести не ограничивается побережьем Охотского моря, а протягивается полосой вдоль зоны повышенной контрастности, уходящей от п-ова Тайгонос по долине Пенжины и Анадыря к Чукотке. Этот факт свидетельствует, что особенности неотектоники, обнаруживаемые на поверхности, находят отражение в глубоких слоях коры. Повышенным градиентом аномалий силы тяжести характеризуется и высококонтрастная зона цепей Черского и Момского хребта.

Сказанное выше показывает, что между характером и интенсивностью неотектонических движений и полем силы тяжести существует четкая и определенная зависимость. Она может быть сформулирована следующим образом. Области опусканий обладают слабо положительным полем, области поднятий — слабо отрицательным. В пределах поднятий величина отрицательной аномалии пропорциональна величине новейших поднятий (фиг. 3). Зоны контрастных новейших движений характеризуются бо́льшим градиентом силы тяжести.

Как известно, большие по площади, т. е. региональные аномалии силы тяжести в редукции Буге в первом приближении отражают строение земной коры, а именно глубину залегания раздела Мохоровичича. В нашем случае дефект массы под горными сооружениями свидетельствует о некотором утолщении под ними земной коры, т. е. поверхностный рельеф в самом грубом виде является зеркальным отображением рельефа раздела Мохоровичича. Такая закономерность, выявляемая на основании гравитационных данных, подтверждается профилем глубинного сейсмического зондирования, проведенного по линии Магадан — Колыма [5]. Глубина

раздела Мохоровичича возрастет с юга на север от 28 *км* в северной части Охотского моря до 33 *км* в районе Палатки (где кончается контрастная зона), до 38 *км* на северном склоне Охотско-Колымского водораздела.

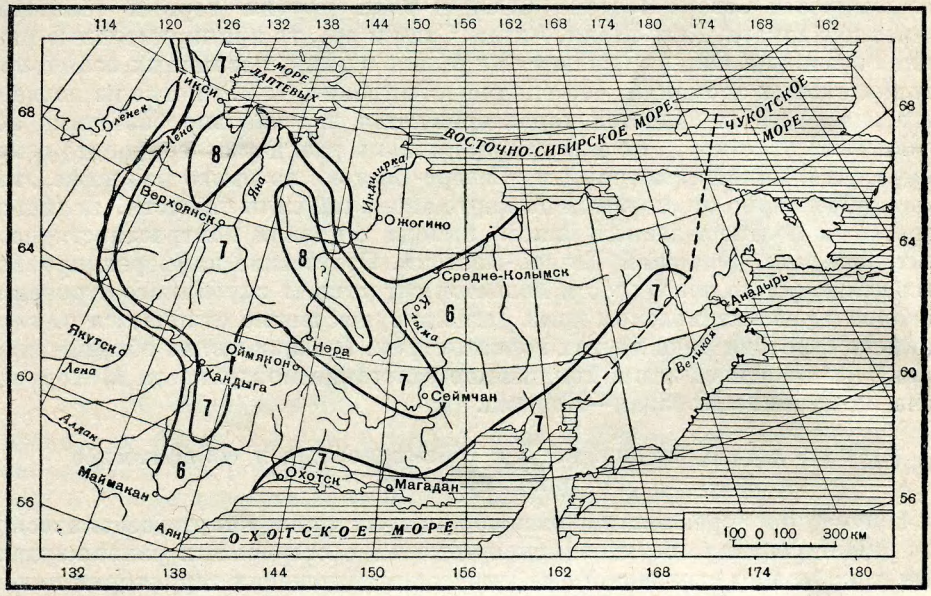
Анализ гравитационного поля проливает свет на одну из важнейших особенностей новейшей истории Северо-Востока, а именно на малую контрастность неотектонических движений. Если сравнить характер поля силы тяжести Северо-Востока СССР и ряда других горных областей, а именно Кавказа, Тянь-Шаня, Алтая, Саян и др., то принципиальные различия очевидны. Они выражаются не только в резко различных величинах отрицательных аномалий, что вполне естественно, т. к. многие из названных выше горных областей характеризуются значительно бо́льшими абсолютными отметками, но и в принципиально различном градиенте изменения силы тяжести, который на Северо-Востоке во много раз ниже.Этот факт, объективно отраженный на карте аномалий силы тяжести, является серьезным подтверждением нашего вывода о низкой контрастности неотектонических движений Северо-Востока. Отсутствие дифференцированных движений на поверхности является следствием глубинного строения, которое в рассматриваемом нами регионе существенно отличается от глубинного строения ряда других горных стран. В связи с этим обратим внимание на практически прямолинейное залегание поверхности Мохоровичича на профиле Магадан—Колыма.

Связь новейших движений с сейсмичностью и сейсмическое районирование

Прежде чем перейти к изложению нашего варианта карты сейсмического районирования, остановимся кратко на составленных ранее картах. Для такой мало изученной в сейсмическом отношении территории,какой является Северо-Восток СССР, больше, чем для любой другой территории СССР, характерно последовательное увеличение силы ожидаемых сейсмических толчков по мере изучения территории в сейсмическом и геологическом отношениях. На первых картах сейсмического районирования, включая карту, составленную Г. П. Горшковым [6] в 1947 г., на северо-востоке Азии сейсмически активные зоны опоясывают только побережье Охотского моря. Так, в районе Магадана выделяется наиболее сейсмоопасный семибалльный участок. Основанием для этого послужило сильное землетрясение 1851 г. Шестибалльная зона протягивается на запад до района Охотска. Основываясь на ряде эпицентров в Верхоянье [7] и данных Д. М. Колосова [8] о новейшем сводовом поднятии Верхоянского хребта, Г. П. Горшков выделил широкую сейсмическую зону, протягивающуюся от Охотского моря по простиранию Верхоянского хребта до моря Лаптевых. Не зная силу зарегистрированных там землетрясений, он оценил эту зону как пятибалльную. Вся остальная территория северо-восточной Азии, включая цепи Черского и Чукотку, в связи с отсутствием в ее пределах эпицентров землетрясений рассматривалась как асейсмическая.

Следующий вариант карты сейсмического районирования составлялся в Институте физики Земли в 1957 г. В то время изучение сейсмотектоники этого района еще только начиналось. Накопившиеся к тому времени сейсмические данные, а также предварительные результаты по изучению новейшей тектоники, позволили изменить прежние представления о сейсмичности рассматриваемой территории [1]. Районирование северного побережья Охотского моря осталось почти без изменений. Зато иную трактовку получили внутренние районы Северо-Востока СССР. Сейсмическая опасность Верхоянского хребта (точнее зоны его сочленения с Сибирской платформой, где контрастность новейших движений максимальна) была увеличена до 6 баллов. Как потенциально сейсмически опасная была выделена сейсмическая зона в пределах цепей Черского. Сила ожидаемых там толчков была оценена в 6 баллов. Оймяконская впадина и

другие районы, расположенные между цепями Черского и Верхоянским хребтом, характеризующиеся слабодифференцированными новейшими движениями, были отнесены к сейсмически менее опасным (5 баллов). В Верхоянском хребте были выделены две семибалльные зоны. Одна из них захватила участок северного Верхоянья, где была известна группа



Фиг. 4. Предлагаемый вариант схемы сейсмического районирования. (Составили В. М. Кочетков и И. А. Резанов)

очагов с магнитудой до 6,5, вторая выделена в Южном Верхоянье в области его сочленения с Сибирской платформой. Шести- и семибалльная зоны были показаны на северо-восточной Чукотке, основываясь на зарегистрированных там землетрясениях. Некоторые исправления к этой карте были сделаны в 1960 г. [1].

Позже В. М. Кочетков [9], основываясь на имеющихся сейсмических данных, предложил новый вариант сейсмического районирования Якутии и Северо-Востока СССР. Мы остановимся только на той части карты, которая захватывает рассматриваемую в статье территорию. Во внутренних районах Северо-Востока СССР им выделяются те же сейсмические зоны, что и на предыдущей карте с той существенной разницей, что балльность выделяемых зон увеличивается в среднем на 1 балл — в качестве семибалльной зоны выделяется хребет Черского. Расположенные к юго-западу от него районы из пятого балла переведены в шестой; сильно расширена семибалльная зона в южном Верхоянье.

Перейдем теперь к анализу связей новейших движений с сейсмичностью. Имеющийся материал свидетельствует, что сейсмичность территории целиком определяется характером неотектонических движений. Влияние древнего (мезозойского) структурного плана сказывается лишь в той мере, в какой он наследуется или не наследуется новейшими структурами.

Сейсмический режим Северо-Востока СССР до сих пор изучен неудовлетворительно *. Материалы за исторический период, за редким исключением, отсутствуют, а имеющиеся инструментальные данные за несколько последних десятилетий не отражают пространственное распределение

* Нами использованы литературные данные [6, 7, 9, 10—23], материалы, суммированные в Атласе сейсмичности СССР, а также более поздние наблюдения, обработанные В. М. Кочетковым.

сейсмичности даже в первом приближении. Кроме того, точность их ниже, чем в любом другом районе СССР, подавляющее большинство инструментальных эпицентров внеклассные. Обстановка на Северо-Востоке сейчас приблизительно такова, какой она была в северо-восточном Забайкалье до Муйского землетрясения, когда в области, считавшейся ранее асейсмичной, произошло землетрясение в 10 баллов. Нужно отметить, что Н. А. Флоренсов, В. П. Солоненко и А. А. Тресков за год до Муйского землетрясения, основываясь исключительно на анализе геологического материала, показали эту зону как сейсмически опасную. Аналогичный подход должен быть применен и на Северо-Востоке. В связи с крайней бедностью сейсмических данных ведущее значение при сейсмическом районировании придается геологическим материалам. В том, что по геологическим материалам с учетом лишь небольшого числа эпицентров правомерно выделять и оконтуривать сейсмические зоны, говорит опыт, полученный в других сейсмически активных районах, которые в сейсмическом отношении изучены значительно лучше. Разработанные там геологические критерии сейсмичности с учетом особенностей неотектонического развития Северо-Востока СССР могут быть применены и на его территории.

Начнем с северного побережья Охотского моря. Повышенная сейсмичность развитой здесь высококонтрастной неотектонической зоны несомненна. В ее пределах произошло несколько сильных землетрясений. В 1851 г. районы к востоку от Тауйской губы были захвачены землетрясением с силой в эпицентре не менее 7 балов [11, 16]. Из землетрясений, зарегистрированных сейсмическими станциями, укажем на толчки 1931 г. с магнитудой 6,5 и 1936 г. — с магнитудой 5,5. Таким образом, имеются все основания связывать высокую сейсмичность с зоной контрастных неотектонических движений. Потенциальная сейсмическая опасность этой зоны, судя по силе происшедших здесь толчков, оценена в 7 баллов. Сейчас после проведения специальных исследований по неотектонике имеются все основания не ограничивать семибалльную зону только областью, в которой были зарегистрированы землетрясения, а распространить зону 7 баллов на всю ту территорию, которая характеризуется высококонтрастными новейшими движениями. Мы считаем необходимым включить в семибалльную зону полуостров Тайгонос и всю полосу Анадырь-Пенжинских поднятий и прогибов, разделяющих мезозоиды Северо-Востока СССР от кайнозойской Корякско-Камчатской геосинклинальной области. Хотя там и не зарегистрированы землетрясения, общность неотектонического развития с северным побережьем Охотского моря позволяет считать и эти области также потенциально сейсмически опасными.

Вторая высококонтрастная неотектоническая зона расположена в пределах цепей Черского и на их продолжении. Как в пределах этой зоны, так и по ее периферии зарегистрирован ряд эпицентров. Однако, судя по магнитуде, это относительно слабые толчки, не отвечающие, по нашему мнению, максимально возможным здесь землетрясениям. Как было показано выше, эта зона характеризуется значительным градиентом молодых движений и большой линейной выдержанностью неотектонических структур. Новейшие разломы, в том числе глубокие, здесь несомненны и четвертичный вулкан Балаган-Тас служит отнюдь не единственным подтверждением этому. Эти геологические факты заставляют нас оценить потенциальную сейсмичность этой зоны как значительно более высокую, чем зарегистрированные здесь толчки.

Новообразованный Момский хребет и систему Момских впадин мы относим сейчас к восьмибалльной зоне, которая распространена нами и к северо-западу в пределы того района, где новейшие структуры несогласно секут древний структурный план. Хотя в этом участке пока не зарегистрировано ни одного эпицентра землетрясения, ожидаемая сейсмичность должна быть высокой. В пользу этого говорит опыт, полученный в других районах Советского Союза. Неоднократно было установлено, что участки

новейшей переработки более древних структур обладают повышенной сейсмической активностью. Повышенная сейсмичность хр. Черского подтверждается и значительным числом слабых толчков, зарегистрированных сейсмической станцией в Усть-Нере. Периферия этой зоны, а также ее юго-восточное окончание, где интенсивность неотектонических движений несколько падает, отнесена нами к зоне в 7 баллов.

Специального рассмотрения заслуживает широкая полоса малоконтрастных неотектонических движений, протягивающаяся между цепями Черского и Верхояньем. Судя по характеру неотектонических движений, она должна характеризоваться невысокой сейсмической активностью. Однако это не так, и в ее пределах известен ряд эпицентров, в том числе и очень сильных. Особого внимания заслуживают землетрясения 1931 и 1951 гг.

По расчетам Н. В. Шебалина [24], первое из них имело в эпицентре силу 6—7 баллов, а второе — 8 баллов. Такая высокая балльность землетрясения 1951 г. при магнитуде 6 обусловлена малой глубиной очага, которую Н. В. Шебалин оценил в 14 *км*. Столь высокая сейсмичность этой малодифференцированной в отношении новейших движений области остается необъяснимой. При настоящей очень низкой точности определения эпицентров землетрясений, происшедших в этой области, не исключено, что указанные очаги в действительности располагались северо-восточнее в пределах цепей Черского. Ошибка в 200 *км* для этих внеклассных в отношении точности определения толчков возможна. Все же полностью исключить из нашего анализа эти очаги мы не можем. Поэтому территория в верховьях р. Адычи отнесена нами к семибалльной зоне. Выделять восьмибалльную зону в этом районе, хотя здесь и произошло как будто бы восьмибалльное землетрясение, мы не считаем возможным.

Чрезвычайно слабо охарактеризован сейсмически Верхоянский хребет и его западный склон, обращенный в сторону платформы. Эпицентры известны только на крайнем юге — в Южном Верхоянье и на севере — в Хараулахе. Южное Верхоянье характеризуется высокой сейсмичностью. Землетрясение 14 марта 1951 г. имело магнитуду 6,5. Н. В. Шебалин оценил глубину очага в 45 *км* и поэтому балльность в эпицентре оказалась равной только 7 баллам. Расположенный рядом эпицентр землетрясения 1958 г. имеет значительно меньшую магнитуду — 4,5. Столь высокая сейсмичность Южного Верхоянья, характеризующегося в общем относительно невысокой контрастностью неотектонических движений, трудно объяснима. Значительная глубина очага, судя по полученным цифрам лежащего на границе коры или даже в мантии, позволяет предположить, что на сейсмичность сказывается влияние глубинного структурного шва, разграничивающего Сибирскую платформу и рифейско-мезозойскую геосинклинальную область. Этот шов очень древнего заложения оказался омоложенным в новейшее время. Правильно это наше предположение или нет, но значительная сейсмичность Южного Верхоянья позволяет считать потенциально сейсмически опасной всю зону сочленения Верхоянья с Сибирской платформой. Поэтому несмотря на отсутствие эпицентров на значительной его части мы относим Верхоянский хребет к семибалльной зоне. Заметим, кстати, что контрастность неотектонических движений по границе хребта с Приленской равниной выше, чем в Южном Верхоянье.

Наконец, последняя группа эпицентров, в том числе и сильных, расположена на северо-западе рассматриваемой нами территории — в Хараулахе и в низовьях р. Яны. Некоторые из этих очагов, например землетрясения 14 ноября 1927 г., с магнитудой в 6,5 Н. В. Шебалин оценивает в 8 баллов. Эта сейсмическая зона продолжается далее на север в Северный Ледовитый океан, протягиваясь полосой по склону подводного хребта Ломоносова. Высокая сейсмичность этого района объяснялась тем, что в этом районе в меридиональном направлении с севера на юг в область приподнятых в новейшее время мезозойских структур глубоко вклинивается

молодой (четвертичный) наложенный прогиб [1]. Изменение направленности движений на поверхности, очевидно, свидетельствует о перестройке в глубоких частях коры, что и вызывает высокую сейсмичность этого участка. Более точное определение эпицентров землетрясений этого района, выполненное В. М. Кочетковым, показало, что наиболее сильные очаги расположены как будто бы несколько западнее — на северном периклинальном окончании сводового новейшего поднятия Верхоянья. Этот новый факт позволяет предположить, что хотя бы частично эти очаги связаны с ростом Верхоянского новейшего поднятия в северном направлении. На многих примерах в других районах СССР известно, что окончания новейших антиклинальных (и синклинальных) структур обладают повышенной сейсмической активностью. В настоящее время в связи с малой точностью определения очага трудно окончательно решить вопрос о связи этих очагов с теми или иными особенностями неотектоники. Нужно думать, что скорее всего высокая сейсмическая активность этого района обусловлена совместным влиянием обеих рассмотренных выше особенностей новейшей тектоники. Периклинальное окончание хребта, его осевая часть и наложенная четвертичная впадина отнесены нами к восьмибалльной сейсмической зоне.

Нам осталось сказать несколько слов о потенциальной сейсмической опасности обширной горной территории к востоку от р. Колымы — бассейна рек Коркодона, Омолона, Олоя, Большого и малого Анюев. Вся эта огромная территория вплоть до Чукотского полуострова лишена эпицентров даже слабых землетрясений. Материалы по западной части Северо-Востока СССР, где известны эпицентры, свидетельствуют, что участки даже очень и очень низкой контрастности неотектонических движений сейсмически активны и в их пределах зарегистрированы землетрясения силой по меньшей мере в 6 баллов. Это позволяет, несмотря на отсутствие пока эпицентров землетрясений, отнести перечисленные выше районы к потенциальной сейсмической зоне. Силу ожидаемых здесь толчков мы оцениваем в 6 баллов.

Итак, основной вывод, к которому мы приходим, анализируя связь сейсмических явлений с геологической обстановкой, сводится к тому, что сейсмичность почти целиком определяется планом новейших структур и контрастностью неотектонических движений. Наиболее сейсмически опасными оказываются зоны с высокими градиентами четвертичных движений и зоны, в которых наиболее резко идет перестройка структурного плана. Таким образом, основными являются два критерия: 1) контрастность неотектонических движений; 2) степень перестройки в новейшее время более древнего структурного плана.

В заключение авторы считают необходимым подчеркнуть, что предлагаемая ими схема сейсмического районирования построена в значительной степени лишь на основании геологических данных, не всегда подтвержденных сейсмическим материалом. Эта карта отражает представления авторов и требует обсуждения, прежде чем быть утвержденной в качестве нормативного документа.

Академия наук СССР
Институт физики Земли
Сибирское отделение
Якутский филиал

Поступила
7.VII 1962

ЛИТЕРАТУРА

1. Резанов И. А. О новейшей тектонике и сейсмичности Северо-Востока СССР. Бюлл. Сов. по сейсмол., № 10, 1960.
2. Петрушевский Б. А., Резанов И. А. О некоторых особенностях новейших тектонических движений Верхояно-Колымской области. Докл. АН СССР, 133, № 5, 1960.
3. Резанов И. А., Зарудный Н. Н. История колебательных тектонических движений Северо-Востока СССР. Изд. АН СССР, 1962.

4. Шило Н. А., Орлова З. В. Верхне-Нерская впадина и возраст ее отложений. Матер. по геол. и полезн. ископ. Северо-Востока СССР, вып. 12, 1958.
5. Давыдова Н. И., Шварц Я. Б., Ярошевская Г. А. Волновая картина при ГСЗ на профиле Магадан—Колыма. В кн. «Глубинное сейсмическое зондирование в СССР», Гостоптехиздат, 1962.
6. Горшков Г. П. Землетрясения на территории Советского Союза. Географгиз, 1949.
7. Линден Н. А., Райко Н. В. О землетрясении 20.XI 1933 г. в Баффиновом заливе и распределение сейсмических очагов в Арктике. Тр. Сейсмолог. ин-та АН СССР, № 61, 1935.
8. Колосов Д. М. Общие вопросы геоморфологии Северо-Востока СССР, Матер. по геол. и полезн. ископ. Северо-Востока СССР, вып. 5, Магадан, 1949.
9. Кочетков В. М. О сейсмическом районировании территории Якутии. Геол и геофиз., № 5, 1962.
10. Алявдин В. Ф. О землетрясении в бассейне верхнего течения р. Индигирки (июль 1946 г.). Матер. по геол. и полезн. ископ. Северо-Востока СССР, вып. 3, 1948.
11. Булычев И. Путешествие по Восточной Сибири, ч. 1, Якутская обл. Охотский край, СПб., 1856 (О сильном землетрясении 28.XI 1851 г. на берегах Охотского моря, от Охотска до Гижиги).
12. Кочетков В. М. Результаты интерпретации инструментальных наблюдений при землетрясениях 5 января и 14 сентября 1958 г. Геол. и геофиз., № 6, 1960.
13. Лебедева Т. М. Сейсмическая карта ДВК, Вестник ДВФ АН, № 1 (8), 1934.
14. Линден Н. А. Землетрясения дальневосточной зоны. В кн. Землетрясения СССР. М., 1961.
15. Линден Н. А. Сейсмичность Советской Арктики. В кн. Землетрясения в СССР. М., 1961.
16. Мушкетов И. В., Орлов А. Н. Каталог землетрясений Российской империи. Зап. РГО, XXXI, САБ, 1893.
17. Мушкетов Д. И. О сейсмичности Арктики. Тр. Сейсмол. ин-та АН СССР, № 61, 1935.
18. Мушкетов И. В. Материалы для изучения землетрясений России. СПб., 1899.
19. Соловьев П. А. Землетрясение в Центральной Якутии. Изв. АН СССР, сер. геофиз., № 12, 1957.
20. Соловьев С. Л. Общий обзор сейсмичности СССР. В кн. Землетрясения в СССР. М., 1961.
21. Токарев В. А. О сейсмичности Арктики. Докл. АН СССР, 106, № 5, 1956.
22. Уланов А. С. К материалам по сейсмологии Дальнего Востока. Изв. ДВ. Геофиз. ин-та, вып. 1(8), 1931; вып. 2 (9), 1932.
23. Землетрясение в Охотском округе, Вестник РГО, 1, ч. 5, отд. 5, 1852.
24. Шебалин Н. В. Балльность, магнитуда и глубина очага. В кн. Землетрясения в СССР, М., 1961.
25. Шапошников К. К., Шапошникова К. И. Некоторые вопросы тектонического районирования северо-восточной Якутии по геофизическим данным. Геол. и геофиз., № 3, 1961.

Сканирование - *Беспалов, Николаева*
DjVu-кодирование - *Беспалов*

Нам р-и

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР

СЕРИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК)

Резанов И.А. Кочетков В.М
Новейшая тектоника и сейсмическое районирование северо-востока СССР.

12

МОСКВА · 1962