

УДК 550.348. (571.56)

Сейсмический режим и особенности геофизических полей в эпицентральной области Андрей–Тасского землетрясения (сейсмотектоническая зона хребта Черского, северо–восток Якутии)

© 2023 г. А.С. Куляндина

ЯФ ФИЦ ЕГС РАН, г. Якутск, Россия

Поступила в редакцию 26.12.2022 г.

Аннотация. Рассматривается сильное Андрей–Тасское землетрясение ($M_w=6.1$), которое произошло в 2008 г. на северо-восточном фланге сейсмотектонической зоны хребта Черского в области взаимодействия Евразийской и Североамериканской литосферных плит. Для выяснения структурно-тектонических особенностей изучаемой территории и их взаимосвязи с сейсмичностью были использованы геофизические поля. Привлечение данных цифровых карт аномалий магнитных и гравитационных полей дало возможность уточнить кинематические параметры западного окончания Илин–Тасского разлома, где возник эпицентр Андрей–Тасского землетрясения. Данный разлом отделяет Индигиро–Зырянский прогиб от возвышенностей Момского хребта и кряжа Андрей–Тас и прослеживается по градиентным зонам перехода от отрицательных к положительным значениям ΔT_a и Δg . Главный сейсмический удар приурочен к сгущению изоаномалий Δg , образующих гравитационную ступень, в пределах которой значения силы тяжести уменьшаются с юга на север. На рисунке рельефа всё эпицентрально поле с афтершоками захватывает западный склон кряжа Андрей–Тас. Проведён анализ развития сейсмического процесса в течение трёх этапов: 1963–2007 гг. (до события); 2008 г. (само событие с афтершоками); 2009–2020 гг. (после события). Построен график повторяемости афтершоков Андрей–Тасского землетрясения. Информация, полученная в результате изучения последствий Андрей–Тасского землетрясения, позволяет детализировать проявления местной сейсмической активности.

Ключевые слова: сейсмический режим, магнитное поле, поле силы тяжести, макросейсмические сведения, афтершоки, эпицентр землетрясения.

Для цитирования: Куляндина А.С. Сейсмический режим и особенности геофизических полей в эпицентральной области Андрей–Тасского землетрясения (сейсмотектоническая зона хребта Черского, северо–восток Якутии) // Российский сейсмологический журнал. – 2023. – Т. 5, № 2. – С. 100–108. DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2023.2.07>. – EDN: WSCKAZ

Введение

Одно из сильных инструментально зарегистрированных землетрясений на территории северо-восточной Якутии ($K_p=15.6$, $M_w=6.1$, $I_0=7-8$) за последние 50 лет (1964–2008 гг.) произошло 22 июня 2008 г. в $23^{\text{h}}56^{\text{m}}$. Его эпицентр тяготеет к кряжу Андрей–Тас, который трактуется как фланговый клиппен Илин–Тасской лево-сдвиговой складчатой системы [Имаев и др., 2000], обрамлённый по периметру разломами взбросо-надвиговой природы (рис. 1). По юго-западной границе Андрей–Тасский блок контактирует со структурами северо-западного фланга системы Момо–Селенныхских впадин. На своём протяжении

(около 1200 км) впадина состоит из отрезков север–северо-западного или северо-западного простираний. Современный рельеф Андрей–Тасского блока представляет собой высокогорье с широким проявлением свежих форм ледниковой деятельности, абсолютные высоты здесь достигают 2500 м. С севера данные горные поднятия, имеющие альпинотипный облик, примыкают к Индигиро–Зырянскому прогибу, включающему озёрно-болотистые участки Абыйской и Ожогинской низменностей. При этом кайнозойские образования Индигиро–Зырянского прогиба, граничащие с Момским хребтом, в результате надвиговых перемещений последнего размещены в длинную систему складок [Имаев и др., 2000].

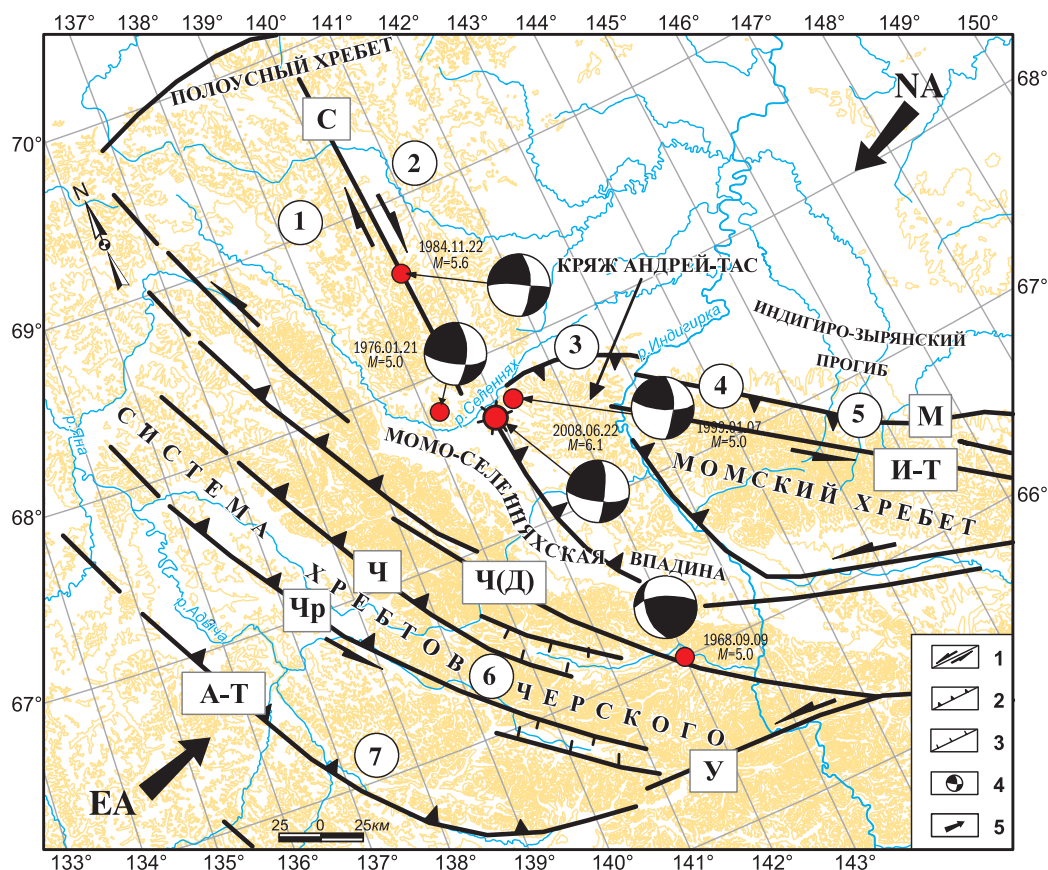


Рис. 1. Карта эпицентров сильных землетрясений территории кряжа Андрей-Тас и прилегающей Момо-Селенняхской впадины за 1968–2008 гг. по [Имаева и др., 2009].

1–3 – разломы: 1 – сдвиги, 2 – надвиги, 3 – сбросы, 4 – механизмы очагов сильных землетрясений с указанием даты их возникновения и магнитуды, белым цветом обозначены области разряжения, 5 – направление движения плит [Тектоника ..., 2001]. NA и EA – Североамериканская и Евразийская литосферные плиты. Места позднекайнозойских взросо-сдвиговых деформаций обозначены цифрами в кружках (1 – Верхнеселенняхская, 2 – Инач, 3 – Сисиктех, Никондя, 4 – Кыллах, 5 – Мятись, Элганда, 6 – Чаркынская, 7 – Ченкеленьнская). Буквами обозначены названия главных разломов: А-Т – Адыча-Тарынский, Чр – Чаркынский, Ч – Чемалгинский, Ч(Д) – Чибагалахский (Догдинский), С – Селенняхский, У – Улахан, М – Мятисский, И-Т – Илин-Тасский

Рассматриваемая территория расположена на северо-восточном фланге сеймотектонической зоны Черского в области взаимодействия между Евразийской и Североамериканской литосферными плитами. В её пределах развита широкая (400–600 км) полоса рассеянной сейсмичности, которая пересекает Северо-Восточную Азию и фиксирует диффузную границу между данными литосферными плитами [Имаев и др., 2000; Имаева, 2022] (рис. 1). Горные области хребтов Черского и Момский обрамляют соответственно с юго-запада и северо-востока Момо-Селенняхскую впадину. Момский хребет протяжённостью около 700 км в поперечном разрезе представляет собой полусвод, вершинная поверхность которого полого понижается к северо-востоку и круто, ступенчато – на юго-западном его крыле к Момо-Селенняхской впадине. На своде вершинная поверхность рас-

полагается на уровне около 1800–200 м. Превышения водоразделов над днищами речных долин составляют несколько сотен метров. На водоразделах встречаются островершинные гребни, напоминающие карлинги. У подножий хребта наблюдаются обширные веерообразные конусы флювиогляциальных отложений. Нередки участки плоских поверхностей, слагающих привершинную часть. На этих участках, вблизи бровок склонов, встречаются остатки аллювиального покрова плиоценовой поверхности выравнивания [Тектоника ..., 2001].

К Момскому хребту примыкает с запада морфоструктура хребта Андрей-Тас. Он имеет компактную изометричную форму и испытывает активное поднятие (максимальная высота 1426 м). На это также указывает карта современных вертикальных тектонических движений (2–4 мм/год), рис. 2 [Бочаров и др., 1982].

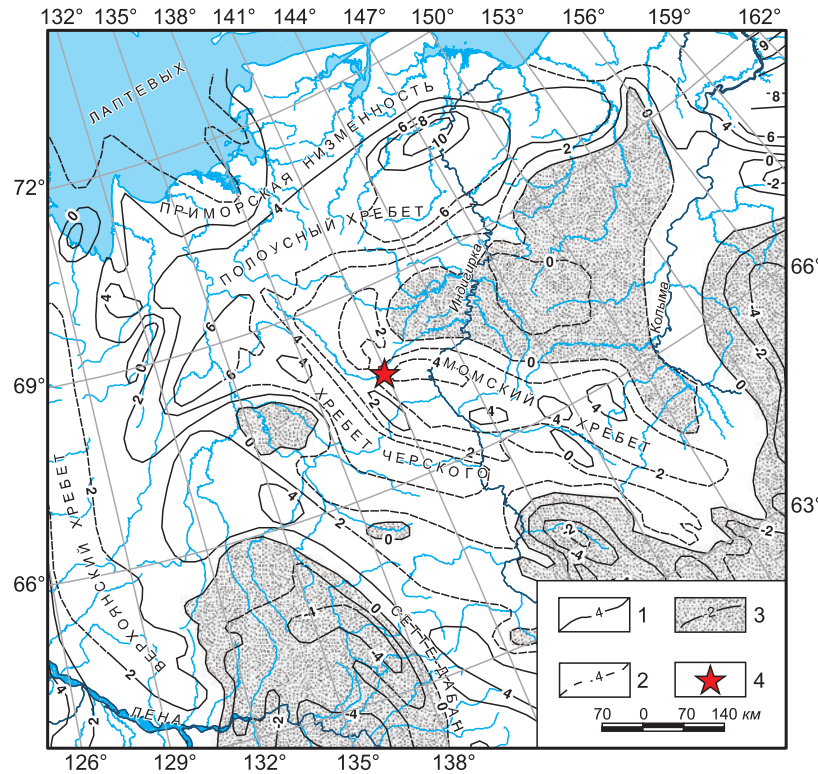


Рис. 2. Карта скоростей современных вертикальных тектонических движений (мм/год) по [Бочаров и др., 1982].

1 – поднятие, 2 – предполагаемые изолинии скорости, 3 – опускание, 4 – инструментальный эпицентр Андрей-Тасского землетрясения

Основное простирание генеральных разломов Яно-Колымских мезозойд (Илин-Тасский, Улахан и др.) соответствует направлению северо-запад–юго-восток. Андрей-Тасский толчок произошёл в системе локальных разломов, ориентированных с северо-востока на юго-запад, ортогонального расположению генеральных тектонических нарушений. Диаграммы фокальных механизмов в эпицентральной зоне указывают на преобладание подвижек типа взбросов, надвигов и сдвигов (рис. 1), способствующих воздыманию данного района.

Приведённые макросейсмические сведения подтверждают, что местные структуры, как и изосейсты, вытянуты в направлении юго-запад–северо-восток (рис. 3). Эпицентр Андрей-Тасского землетрясения был удалён более чем на 100 км от мест проживания местного населения и пришёлся на горно-таёжную местность. Ближайшим населённым пунктом является село Куберганя на реке Индигирке (в 135 км восточнее от эпицентра). Здесь интенсивность сотрясений могла достигать 5–6 баллов [Шибеев и др., 2014]. В эпицентре сила толчка составляла 7–8 баллов по шкале MSK-64 [Медведев и др., 1964]. Оно ощущалась на площади около 300 тыс. км².

Район землетрясения относится к территории с системой разновозрастных блоков, расположенных ортогонально к основным структурным элементам данной территории.

Сейсмический режим эпицентральной области Андрей-Тасского землетрясения

Анализ частоты возникновения очагов землетрясений разных магнитуд, которые обусловлены особенностями пространственно-временного и энергетического развития глубинных сейсмогеодинамических процессов, позволяет оценивать степень сейсмической опасности местности в будущем [Терещенко и др., 2014].

В период 1963–2007 гг. до рассматриваемого подземного толчка происходили эпизодические землетрясения умеренной интенсивности (6–7 баллов) с интервалом между ними около 23 лет [Куляндина, 2022] (рис. 4а). В дальнейшем возникло основное событие с интенсивностью 7–8 баллов (рис. 4б), которое сопровождалось в течение второй половины 2008 г. продолжительной серией афтершоков (более 200 событий) (рис. 4в).

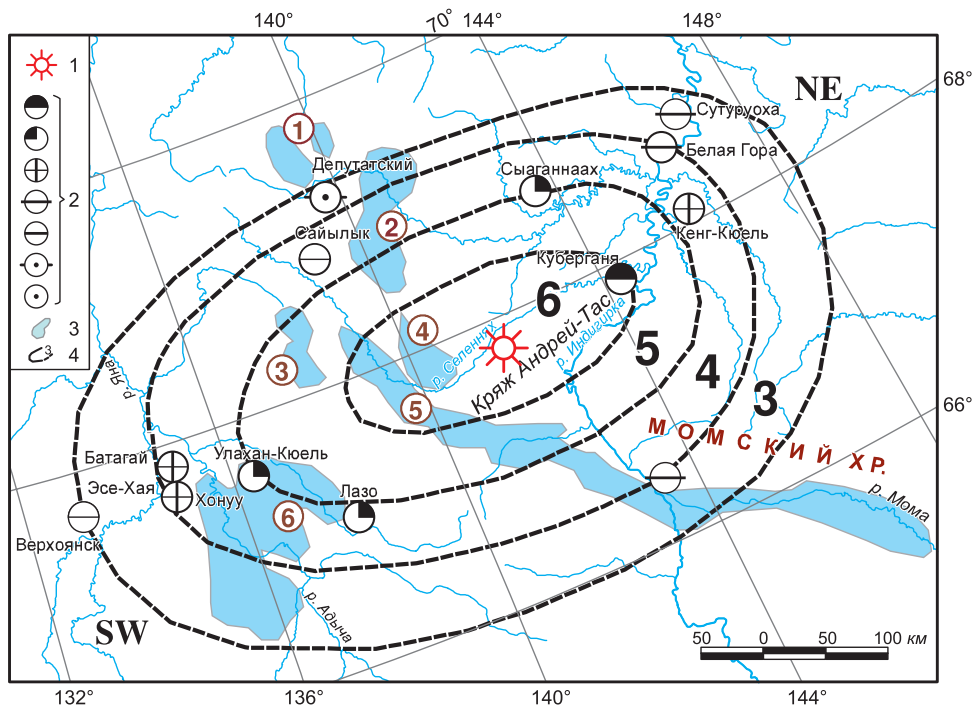


Рис. 3. Схема изосейст Андрей-Тасского землетрясения 22 июня 2008 г. с $K_p=15.6$, $M_w=6.1$ по [Шибяев и др., 2014].

NA и EA – Североамериканская и Евразийская литосферные плиты. 1 – инструментальный эпицентр; 2 – интенсивность сотрясений сверху вниз $I=6, 5, 4, 3-4, 3, 2-3$ и 2 балла соответственно (шкала MSK-64); 3 – кайнозойские впадины (цифры в кружках): 1 – Иргичанская, 2 – Уядинская, 3 – Неннелинская, 4 – Томмотская, 5 – Момо-Селеннянская, 6 – Туостаская; 4 – изосейсты (сплошные линии – уверенные, штриховые – предполагаемые)

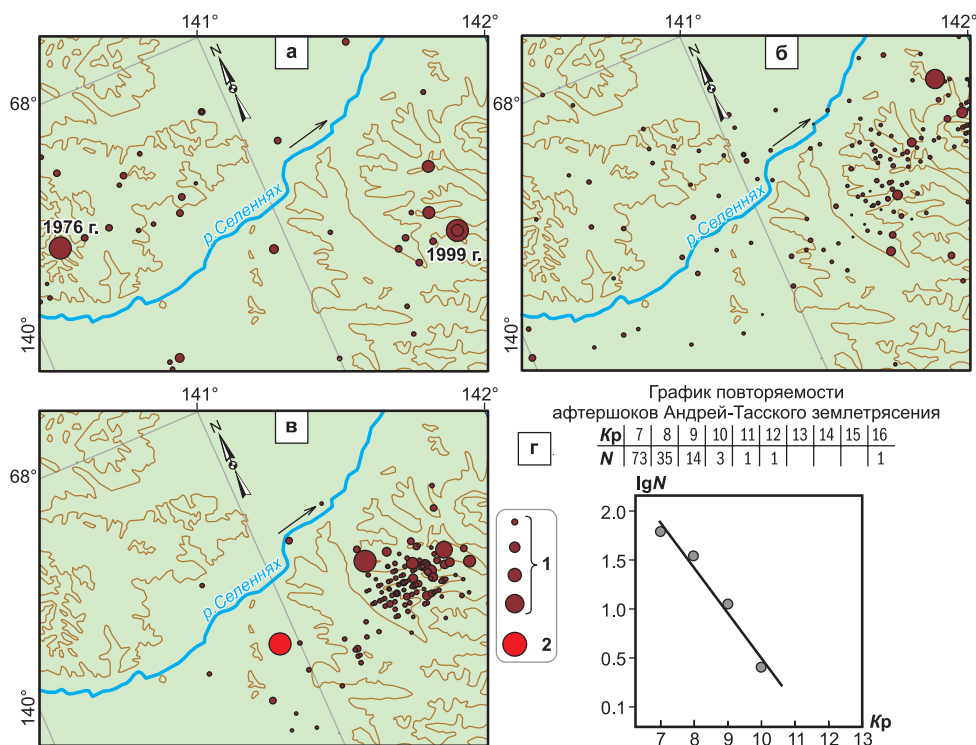


Рис. 4. Сейсмический режим: а – 1963–2007 гг. (до события); б – 2008 г. (само событие с афтершоками); в – 2009–2020 гг. (после события).

1 – эпицентры землетрясений с энергетическим классом соответственно (сверху вниз) 6.0–6.9, 7.0–7.9, 8.0–9.9, 10 и выше; 2 – инструментальный эпицентр; г – график повторяемости афтершоков Андрей-Тасского землетрясения

Таким образом, сейсмический процесс стал развиваться в северо-восточном направлении, а затем через пять лет возник новый крупный Илин-Тасский толчок 14 февраля 2013 г. с большей интенсивностью ($M_w=6.7$, $I_0=9$ баллов) [Шубаев и др., 2020].

Построен график повторяемости для афтершоков, но данных для уверенного его построения недостаточно ввиду небольшого интервала времени (рис. 4г).

Проявление элементов структурно-тектонического строения в геофизических полях

В аномальном магнитном поле (ΔT_a) и поле силы тяжести (Δg) отчётливо отражаются вещественные, структурно-тектонические особенности строения изучаемой территории. Так как к аномалиям геофизических полей приурочены многие элементы рельефа (поднятия, впадины), разрывные нарушения, тектоника является обязательным элементом карты, обосновывающей выделение сейсмических зон [Трофименко, 2011].

На карте аномального поля силы тяжести (плотность промежуточного слоя 2.67 г/см^3) (рис. 5) Андрей-Тасский блок выделяется в виде гравитационного максимума интенсивностью более 50 мГал . Зона локальных минимумов соответствуют Нагонджинскому-1, Нагонджинскому-2 и Селенняхскому блокам. На общем фоне силы тяжести выявлена вытянутая в субмеридиональном направлении менее интенсивная относительно положительных аномалий зона. Она ограничена с запада и с востока гравитационными минимумами. Изоаномалии имеют вытянутые формы в меридиональном направлении и распределяются неравномерно. Максимумы силы тяжести, возможно, определены формами рельефа юрских отложений и кристаллического фундамента. Выявлена серия глубинных разломов, различных по ориентировке и возрасту. Практически все структуры ограничены тектоническими нарушениями: Нагонджинский блок-1 (отрицательный максимум до -16 мГал); Нагонджинский-2 (отрицательный максимум -38 мГал); Селенняхский блок (отрицательный максимум -26 мГал). При этом можно легко заметить, что между блоками 1, 2 и 3 с отрицательным полем и блоком 4 с положительным полем силы тяжести прослеживается субмеридиональная полоса равнинного рельефа со менее интенсивными положительными изолиниями $2-24 \text{ мГал}$, которая слабо сейсмична. В северо-восточной части Индигиро-Зырянского прогиба наблюдается относительное сгущение изоано-

мальной силы тяжести, величина гравитационного поля уменьшается с юга на север. По всей вероятности, она отражает участок резкого погружения пород фундамента. Область наименьших значений соответствует наиболее погружённой части восточного борта Момо-Селенняхской впадины. В лобовой части шарьяжа отмечена вытянутая с севера на юг зона локального максимума значений силы тяжести, что соответствует Андрей-Тасскому блоку, где зарегистрирован эпицентр главного толчка. Вероятно, максимум Δg обусловлен воздыманием более плотных древних пород вверх по сместителю лобовой части шарьяжа.

На карте изодинам Селенняхский и Андрей-Тасский блоки выделяются локальными положительными аномалиями на фоне в целом отрицательного магнитного поля (рис. 6). Характер поля свидетельствует о глубоком залегании кристаллического фундамента в районе этих образований. Участки пониженного магнитного поля являются областями накопления мощной осадочной толщи. Чётко выделяется зона градиента при переходе от отрицательных (-50 нТл) к положительным значениям T (100 нТл), куда тяготеет эпицентр основного толчка. При этом само облако эпицентров афтершоков локализовано в пределах положительных значений изодинам от 100 до 400 нТл .

Анализ геофизических полей позволил уточнить структурно-тектоническое строение изучаемой территории, положение и ориентировку основных систем разрывных нарушений глубинного заложения, а также их кинематику.

Заключение

Андрей-Тасское землетрясение с магнитудой $M_w=6.1$ произошло в 2008 г. на северо-восточном фланге сеймотектонической зоны Черского в области взаимодействия между Евразийской и Североамериканской литосферными плитами на глубине 22 км . Интенсивность в эпицентре соответствовала $7-8$ баллам по шкале MSK-64, воздействия охватили территорию в 300 тыс. км^2 . После главного толчка до конца 2008 г. была зафиксирована серия афтершоков в количестве более 200 событий с энергетическим классом $K_p=7-16$, которые произошли на глубине $h=5-30 \text{ км}$. Их эпицентры локализованы на склонах Андрей-Тасского блока. Рассмотрены три периода развития сейсмического процесса: 1963–2007 гг. (до события); 2008 г. (само событие с афтершоками); 2009–2020 гг. (после события). Как показывает распределение эпицентров землетрясений, процесс стал развиваться в северо-

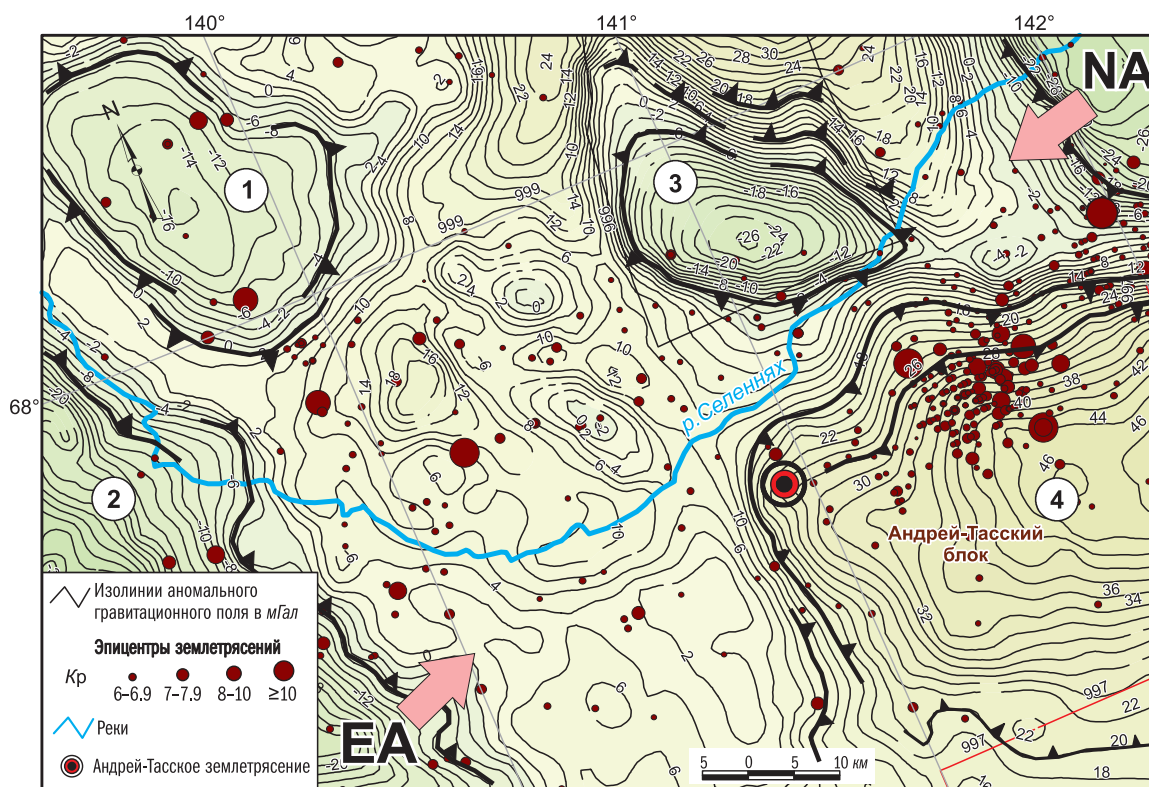


Рис. 5. Карта аномального поля силы тяжести (плотность промежуточного слоя 2.67 г/см^3) [Трофименко, 2011].

NA и EA – Североамериканская и Евразийская литосферные плиты. Цифрами обозначены блоки: 1 – Нагонджинский-1, 2 – Нагонджинский-2, 3 – Селенняхский, 4 – Андрей-Тасский

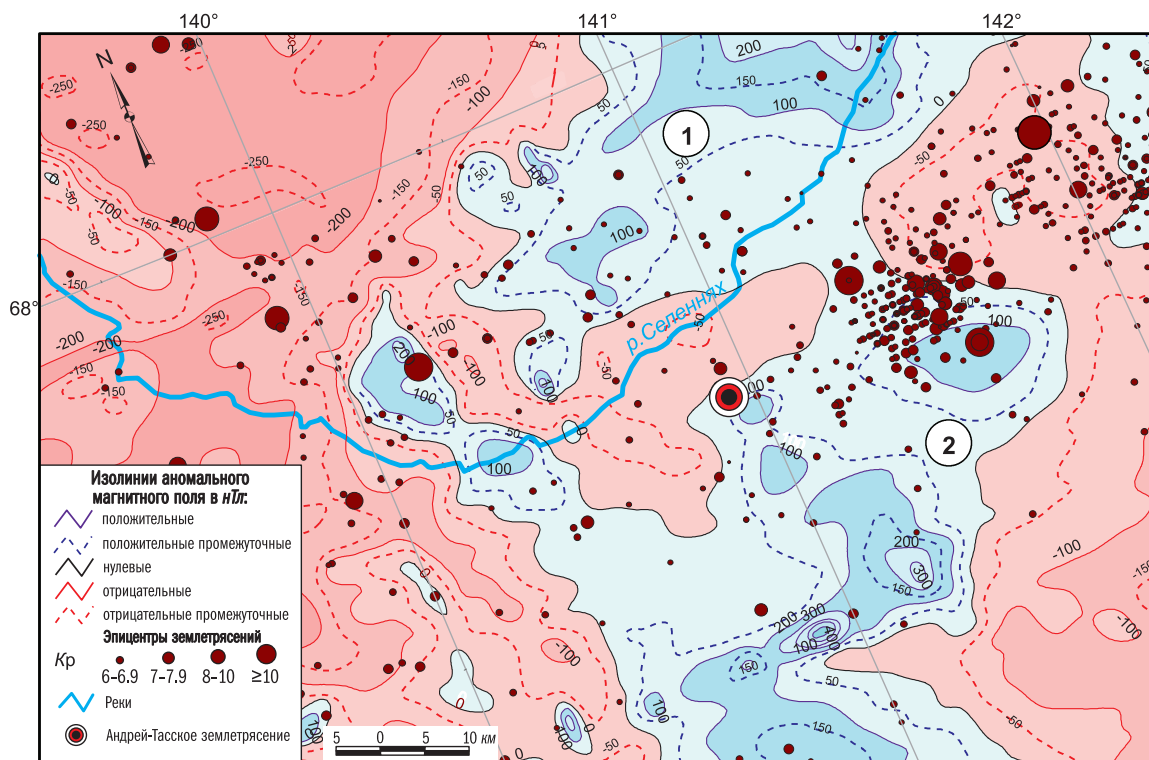


Рис. 6. Карта аномального магнитного поля [Трофименко, 2011].

Цифрами обозначены блоки: 1 – Селенняхский, 2 – Андрей-Тасский

восточном направлении, где через пять лет возник новый крупный Илин-Тасский толчок 14 февраля 2013 г. ($M_w=6.7$, $I_0=9$ баллов).

Анализ особенностей поля силы тяжести позволил детализировать блоковую структуру района исследований и позицию разрывных нарушений, которые ранее рассматривались только по данным геолого-структурных наблюдений без учёта внутреннего строения земной коры [Имаева и др., 2009; Имаева, 2022]. Картина распределения гравиметрических аномалий позволила уточнить морфо-кинематическую характеристику господствующей здесь системы надвигов и взбросов. Это также поддерживается решением фокального механизма Андрей-Тасского события с подвижкой в очаге типа надвига. В свою очередь, выделенные минимумы и максимумы магнитных полей уточнили зону градиента при переходе от отрицательных (-50 нТл) к положительным значениям T (100 нТл), куда тяготеет эпицентр основного толчка, и подтвердили блочное строение этого района и их взаимодействие между собой.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (в рамках государственного задания № 075-01271-23) и с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира» (<https://ckp-rf.ru/usu/507436/>, <http://www.gsras.ru/unu/>).

Литература

Бочаров Г.В., Гусев Г.С., Есикова Л.В., Спектор В.Б. Карта современных движений территории Якутской АССР // Геотектоника. — 1982. — № 3. — С. 60–63.

Имаева Л.П., Козьмин Б.М., Имаев В.С. Сейсмоструктура северо-восточного сегмента зоны хр. Черского // Отечественная геология. — 2009. — № 5. — С. 94–100. — EDN: KZMUXJ

Имаев В.С., Имаева Л.П., Козьмин Б.М. Сейсмоструктура Якутии. — М.: ГЕОС, 2000. — 227 с. — EDN: TIОСPL

Имаева Л.П. Сейсмоструктурная активизация новейших структур восточного сектора Сибирского кратона. — Пенза: Научно-издательский центр «Социосфера», 2022. — 370 с.

Шибеев С.В., Козьмин Б.М., Имаева Л.П., Имаев В.С., Петров А.Ф., Старкова Н.Н. Илин-Тасское (Абыйское) землетрясение 14 февраля 2013 г. с $M_w=6.7$ (северо-восток Якутии) // Российский сейсмологический журнал. — 2020. — Т. 2, № 1. — С. 92–102. DOI: 10.35540/2686-7907.2020.1.09. — EDN: PXLPLM

Шибеев С.В., Козьмин Б.М., Петров А.Ф., Имаева Л.П., Тимиршин К.В. Андрей-Тасское землетрясение 22 июня 2008 г. с $K_p=15.6$, $M_w=6.1$, $I_0=7-8$ (Северо-восток Якутии) // Землетрясения Северной Евразии, 2008 год. — Обнинск: ГС РАН, 2014. — С. 352–358. — EDN: UDUBKZ

Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия) / Отв. ред. Л.М. Парфенов, М.И. Кузьмин. — М.: МАИК «Наука/Интерпериодика», 2001. — 571 с. — EDN: SWEFCD

Куляндина А.С., Козьмин Б.М., Шибеев С.В. Сейсмический режим Андрей-Тасского землетрясения в системе хребта Черского и его особенности в геофизических полях // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных: Тезисы XVI Международной сейсмологической школы. — Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. — С. 51. — EDN: KJUUXM

Медведев С.В., Шпонхойер В., Карник В. Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. — М.: МГК АН СССР, 1965. — 11 с.

Терещенко М.В., Гриб Н.Н. Динамика сейсмического режима и геофизических полей в Южно-Якутском регионе // Фундаментальные исследования. — 2014. — № 9-4. — С. 784–788. — EDN: SKFIZN

Трофименко С.В. Структура и динамика геофизических полей и сейсмических процессов в блоковой модели земной коры: дисс. на соиск. уч. степ. д-ра геол.-мин. наук. — Нерюнгри: Томский политехнический университет, 2011. — 223 с. — EDN: QFLURP

Сведения об авторе

Куляндина Альбина Семеновна, вед. инженер-геофизик Якутского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ЯФ ФИЦ ЕГС РАН), г. Якутск, Россия. E-mail: albineku28@gmail.com

Seismic regime and features of geophysical fields in the epicentral area of the Andrey–Tas earthquake (seismotectonic zone of the Chersky Rangle, northeast Yakutia)

© 2023 A.S. Kulyandina

YB GS RAS, Yakutsk, Russia

Received December 26, 2022

Abstract This paper describes the strong Andrey-Tas earthquake ($M_w=6.1$), which occurred in 2008 on the northeastern flank of the seismotectonic zone of the Chersky Rangle in the region of the interaction of the Eurasian and North American lithospheric plates. Geophysical fields were used to elucidate structural and tectonic features of the study area and their relationship with seismicity. Using data from digital maps of magnetic and gravity field anomalies, it was possible to clarify the kinematic parameters of the western end of the Ilin-Tas fault, where the epicenter of the Andrey-Tas earthquake occurred. This fault separates the Indigiro-Zyrian Trough from the Momekii Rangle and Andrei Tas Locke elevations and is traced by gradient zones of transition from negative to positive ΔT_a and Δg values. The main seismic shock is confined to thickening of Δg isoanomalies, which form a gravitational step, within which gravity values decrease from south to north. The entire epicentral field with aftershocks covers the western slope of the Andrei Tas Locke. The development of the seismic process during three stages was analyzed: 1963–2007 (before the event), 2008 (the event with aftershocks), 2009–2020 (after the event). We plotted the recurrence of the aftershocks of the Andrei Tas earthquake. Information obtained because of study of Andrei Tas earthquake aftershocks enables us to detail manifestations of local seismic activity.

Keywords Seismic regime, magnetic field, gravity field, macroseismic information, aftershocks, earthquake epicenter.

For citation Kulyandina, A.S. (2023). [Seismic regime and features of geophysical fields in the epicentral area of the Andrey-Tas earthquake (seismotectonic zone of the Chersky Rangle, northeast Yakutia)]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 5(2), 100–108. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2023.2.07>. EDN: WSCAKZ

References

- Bocharov, G.V., Gusev, G.S., Esikova, L.V., & Spector, V.B. (1982). [Map of modern movements of the territory of the Yakut ASSR]. *Geotektonika* [Geotectonics], 3, 60–63. (In Russ.).
- Imaeva, L.P., Koz'min, B.M., & Imaev, V.S. (2009). [Seismotectonics of the NE segment of the Cherskiy Range area]. *Otechestvennaia geologiya* [National Geology], 5, 94–100. (In Russ.). EDN: KZMUXJ
- Imaev, V.S., Imaeva, L.P., & Koz'min, B.M. (2000). *Seismotektonika Iakutii* [Seismotectonics of Yakutia]. Moscow, Russia: GEOS Publ., 227 p. (In Russ.). EDN: TIOCP
- Imaeva, L.P. (2022). *Seismotektonicheskaya aktivizatsiya noveishikh struktur vostochnogo sektora Sibirskogo kratona* [Seismotectonic activation of the newest structures of the eastern sector of the Siberian craton]. Penza, Russia: Scientific and Publishing Center "Sociosfera", 370 p. (In Russ.).
- Shibaev, S.V., Kozmin, B.M., Imaeva, L.P., Imaev, V.S., Petrov, A.F., & Starkova, N.N. (2020). [The February 14, 2013 Ilin-Tas (Abyi) earthquake ($M_w=6.7$), Northeast Yakutia]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 2(1), 92–102. (In Russ.). DOI: [10.35540/2686-7907.2020.1.09](https://doi.org/10.35540/2686-7907.2020.1.09). EDN: PXLPLM
- Shibaev, S.V., Kozmin, B.M., Petrov, A.F., Imaeva, L.P., & Timirshin, K.V. (2014). [Andrey-Tas earthquake 22.06.2008]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii, 2008 god* [Earthquakes of the Northern Eurasia, 2008] (pp. 352–358). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: UDUBKZ
- Parfenov, L.M., & Kuz'min, M.I. (Eds.). (2001). *Tektonika, geodinamika i metallogeniia territorii Respubliki Sakha (Iakutiia)* [Tectonics, geodynamics and metallogeny of the Sakha Republic (Yakutia)]. Moscow, Russia: MAIK "Nauka/Interperiodika" Publ., 571 p. (In Russ.). EDN: SWEFCD
- Kuljandina, A.S., Kozmin, B.M., & Shibaev, S.V. (2022). [Seismic regime of the Andrey-Tas earthquake

in the Chersky Ridge system and its features in geophysical fields]. In *Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh. Tezisy XVI Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly. Otv. red. A.A. Malovichko* [Modern methods of processing and interpretation of seismological data. Abstracts of the XVI International Seismological Workshop. Ed. A.A. Malovichko] (p. 51). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: KJUXXM

Medvedev, S.V., Sponheuer, W., & Karnik, V. (1965). *Shkala seismicheskoi intensivnosti MSK-64* [Seismic Intensity Scale MSK-64]. Moscow, Russia: Interdepart-

mental Geophysical Commission of the USSR Acad. Sci. Publ., 11 p. (In Russ.).

Tereshhenko, M.V., & Grib, N.N. (2014). [The dynamics of the seismic regime and geophysical fields in the South-Yakutia region]. *Fundamental'nye issledovaniia* [Fundamental Research], 9-4, 784-788. (In Russ.). EDN: SKFIZN

Trofimenko, S.V. (2011). [Structure and dynamics of geophysical fields and seismic processes in the block model of the Earth's crust. Dr. geol. and miner. sci. diss.]. Neryungri, Russia: Tomsk Polytechnic University Publ., 223 p. (In Russ.). EDN: QFLURP

Information about the author

Kuliandina Albina Semyonovna, Leading Geophysicist Engineer of the Yakutsk Branch of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (YB GS RAS), Yakutsk, Russia. E-mail: albineku28@gmail.com