УДК 551.34 DOI: 10.31431/1816-5524-2022-1-53-24-31

ВЫБОР ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЛЯ УНИФИЦИРОВАННОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО КАТАЛОГА КЫРГЫЗСТАНА

© 2022 Е.В. Воронцова

ФГБУН Научная станция Российской академии наук в г. Бишкеке, Бишкек, Киргизия, 720049; e-mail: vorontsova@gdirc.ru

Поступила в редакцию 09.12.2021; после доработки 03.03.2022; принята в печать 27.03.2022

В работе обоснован выбор в качестве основной энергетической характеристики для унифицированного сейсмического каталога Кыргызстана класса K_P, введенного в практику сейсмологических наблюдений Т.Г. Раутиан в 1960 г. и получившего широкое распространение в СССР и постсоветских странах. Приведено сравнение калибровочной функции σ(Δ), используемой для расчета энергетического класса K_P для четырех независимых каталогов, содержащих наиболее полную информацию о сейсмических событиях Кыргызстана. Для событий из каталога KNET, составленного на Научной станции Российской академии наук, выявлена необходимость пересчета K_P. Показана хорошая согласованность новых значений $K_{P\,KNET}$ со значениями K_P для общих событий из других сейсмических каталогов Кыргызстана. Полученные значения $K_{P\,KNET}$ могут использоваться при составлении сводного каталога, не нарушая однородности методики расчета величины сейсмических событий.

Ключевые слова: сейсмический каталог, энергетический класс, шкала Раутиан, калибровочная функция.

ВВЕДЕНИЕ

Инструментальные сейсмические наблюдения на территории Кыргызстана ведутся с 1927 г. За прошедшее время конфигурация сейсмологических сетей, методы расчета параметров очага сейсмических событий и их энергетических характеристик претерпели значительные изменения. До 1991 г. сейсмологические станции Средней Азии входили в единую сейсмологическую сеть СССР. За период 1962–1991 гг. составлялся и публиковался единый каталог СССР (Землетрясения..., 1964–1993). После распада СССР в 1991 г. на основе существовавших сейсмологических станций на территории Кыргызстана и Казахстана были сформированы три обособленных сети: Института сейсмологии Национальной академии наук Кыргызской Республики (ИС НАН КР), Национального ядерного центра Республики Казахстан (НЯЦ РК) и Сейсмологической опытно-методической экспедиции Комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан (СОМЭ) (Непеина, 2018). Также в 1991 г. на севере и северо-западе Кыргызстана были установлены десять цифровых станций, а новая сеть получила название KNET (Kyrgyz Seismic Telemetry Network, 1991). На основе получаемых данных, на Научной станции РАН в г. Бишкеке (НС РАН) с 1994 г. проводится составление сейсмического каталога KNET, промежуточная версия которого с 2003 г. передается в Международный Сейсмологический Центр ISC (International Seismological Centre, 20XX).

Таким образом, наиболее полными и достоверными каталогами для территории Кыргызстана после 1991 г. являются каталоги ИС НАН КР (KRNET), НЯЦ РК (NNC), СОМЭ (SOME) и НС РАН (KNET, с 1994 г.). Однако сравнение этих каталогов (Мухамадеева, Сычева, 2017) показало ряд расхождений — пропуски событий, несоответствие классов и т.д. Отметим, что практически все регистрируемые события из каталогов KRNET с 2010 г., NNC с 2002 г. и SOME с 2003 г. входят в мировой каталог ISC, а сведения о средних и сильных сейсмических событиях из этих каталогов содержатся в

работах (Землетрясения..., 1997–2020); Кальметьева и др., 2009). Финальный каталог KNET не входит в перечисленные источники, что означает отсутствие единого каталога обо всех событиях, зарегистрированных различными сейсмологическими сетями на территории Кыргызстана. Кроме того, современные тенденции в сейсмологии ведут к ретроспективному анализу исторических сейсмограмм (Чеброва и др., 2019) и поиску пропущенных по каким-либо причинам сейсмических событий. Подобная работа запланирована и в НС РАН на основе данных наблюдений сети KNET с 1994 г. Все это является предпосылками для создания нового общего, уточненного сейсмологического каталога Кыргызстана, работа над которым ведется в настоящее время в НС РАН. Поэтому важно выбрать основную энергетическую характеристику для будущего унифицированного каталога и провести критический анализ имеющихся каталогов на предмет однородности методик и функций, используемых для ее расчета. В окончательном каталоге KNET используется только класс K_P по Раутиан (Раутиан, 1960), в остальных описанных бюллетенях, каталогах и сборниках приводятся различные энергетические характеристики — для большинства событий рассчитан класс K_P по Раутиан, дополнительно может быть указано значение по одной-трем магнитудным шкалам из списка: MPV (MPVA), MLH, Ml, Mb, Ms (Михайлова и др., 1999; Bormann, 2009). Таким образом, на территории Кыргызстана в качестве основной применяется шкала классов по Раутиан.

ШКАЛА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КЛАССОВ K_p

Для определения величины землетрясений при составлении каталогов сейсмических событий в СССР начиная с 1960–1970 гг. широкое распространение получила шкала энергетических классов, введенная Т.Г. Раутиан в 1960 г. (Раутиан, 1960). Класс землетрясения K_P связан с высвобожденной сейсмической энергией формулой $K_P = \lg E$ (Дж). Под руководством К.Д. Джанузакова (1964) была начата работа по пересмотру данных о сейсмических событиях Кыргызстана с 1770 г. по 1962 г. и приведение их к энергетической классификации по шкале Т.Г. Раутиан. До сих пор для сохранения однородности с сейсмическими каталогами СССР эта шкала остается основной энергетической характеристикой во многих странах и регионах на постсоветском пространстве (Землетрясения..., 1997–2020). В том числе и для сейсмических событий в каталогах и бюллетенях KNET, KRNET, NNC и SOME обязательно указывается класс K_P по Раутиан. Именно эту шкалу энергетических классов логично выбрать основной энергетической характеристики при составлении унифицированного каталога сейсмических событий Кыргызстана.

Значения K_P землетрясений являются функцией A_P+A_S (суммы максимальных амплитуд P- и S-волн по потоку сейсмической энергии через референц-сферу стандартного радиуса 10 км) и эпицентрального расстояния.Ранее K_P определялось с помощью номограмм, как функция A_P+A_S и эпицентрального расстояния (Раутиан, 1960; Rautian et al., 2007). В настоящее время расчет K_P производится по формуле (Михайлова, Власова, 1990):

$$K_P = 1.8 \times \lg (A_P+A_S) + \sigma(\Delta), \qquad (1)$$

где A_P и A_S — амплитуды P- и S-волн в мкм, а $\sigma(\Delta)$ — калибровочная функция, зависящая от эпицентрального расстояния Δ (км).

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В настоящей работе проведено сравнение калибровочных функций $\sigma(\Delta)$, используемых в вышеозначенных каталогах для расчета K_P. Для этого были собраны данные всех доступных бюллетеней (по 31.12.2020 г.), предоставляемых ИС НАН КР, НЯЦ РК и СОМЭ в ISC, бюллетени финальной обработки KNET за 2005–2020 гг., файлы вступлений P- и S-волн («arrival»-файлы) событий каталога KNET за 1994–2020 гг. С целью сравнения класса для одних и тех же землетрясений в каталоге KNET и остальных каталогах дополнительно были использованы: оперативный каталог СОМЭ (Оперативный..., 2020) за 2020 г. (на момент написания статьи СОМЭ передал в ISC бюллетени по 31.12.2019 г.), каталог ИС НАН КР за период 1994–2001 гг., полученный в рамках договора о сотрудничестве ИС НАН КР и НС РАН, и каталоги ИС НАН КР за периоды 2002–2004 гг. и 2006–2009 гг. из печатных источников (Ильясов и др., 2003–2005; 2011).

Для анализа были выбраны сейсмические события, расположенные на территории ограниченной эллипсом с координатами центра 75.07° в.д., 42.35° с.ш., с полуосями 3.3°, 1.8° и углом наклона –9.5° (рис. 1). Эта территория хорошо соответствует области, охватываемой сетью KNET — внутри нее располагается 96% событий соответствующего каталога.

Таким образом, для 5490 событий (40100 пар A_P+A_S) из бюллетеней KNET, для 21133 событий (199870 пар A_P+A_S) из бюллетеней KRNET, для 20920 событий (85660 пар A_P+A_S) из бюллетеней NNC и для 14820 событий (121445 пар A_P+A_S) из бюллетеней SOME была построена зависимость

$$\sigma(\Delta) = K_P - 1.8\times \lg(A_P+A_S) \qquad (2)$$

от эпицентрального расстояния Δ (км).

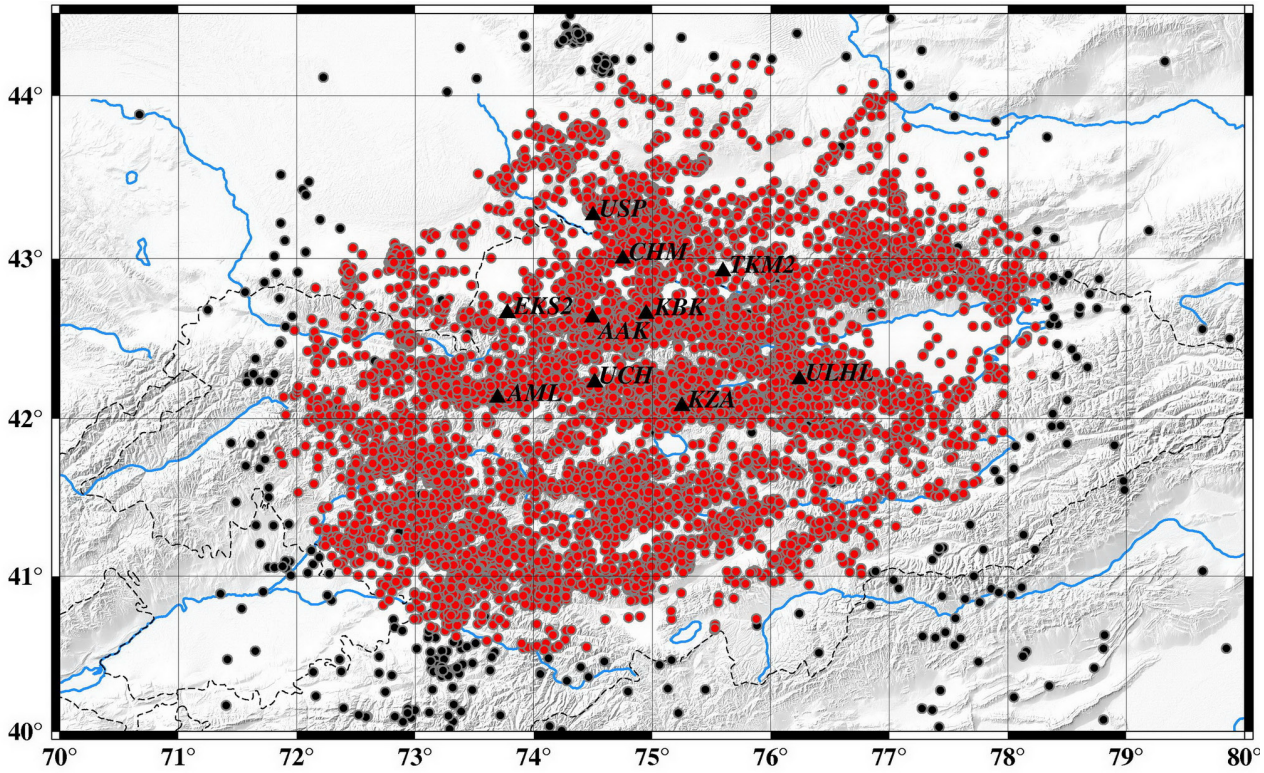

Рис. 1. Карта сейсмических событий из каталога KNET: черные точки — все события за период 1994–2020 гг., красные точки — события, используемые в работе. Черные треугольники — станции сейсмической сети KNET.

Fig. 1. Map of seismic events from the KNET catalog: black dots — all events for the period 1994–2020, red dots — events used in the work. Black triangles — stations of the KNET seismic network.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного анализа (рис. 2) очевидно, что для расчета энергетического класса K_P в ИС НАН КР и НЯЦ РК используется одна и та же калибровочная функция σ(Δ). В СОМЭ, по-видимому, для расчета K_P применяется некоторое приближение к $\sigma(\Delta)_{NNC}$ дискретными значениями. Также разброс может быть связан с представлением координат сейсмических событий в бюллетене SOME в градусах с точностью до третьего десятичного знака.

Функция σ(Δ), применяемая для расчета K_P в НС РАН, отличается от таковой в других каталогах, что приводит к значительным расхождениям в определении K_P. Следует отметить, что при эпицентральных расстояниях свыше 100 км $K_{P\ KNET}$ перестает зависеть от расстояния и становится лишь функцией от A_P+A_S, что является принципиальным несоответствием номограмме Раутиан. За период 1994–2020 гг. количество таких пар A_P+A_S с эпицентральным расстоянием более 100 км (по данным имеющихся «arrival»-файлов) составляет 31343 или 52.43% от общего количества. Таким образом, возникает необходимость в пересчете энергетических классов сейсмических событий для всего каталога KNET.

Первым шагом было математическое описание зависимости σ(Δ) для каталогов KRNET и NNC. Эту функцию можно разбить на несколько линейных участков (рис. 2) и представить как $\sigma(\Delta) = a \times \Delta + b$ в пределах каждого из них. Границы участков и соответствующие им коэффициенты a и b представлены в таблице.

Следовательно, для эпицентрального расстояния Δ, находящегося в пределах i-ого участка, K_P выражается формулой:

$$K_P = 1.8 \times \lg (A_P+A_S) + a_i \times \Delta + b_i \qquad (3)$$

Для перерасчета K_P были выбраны 9569 событий из каталога KNET за период 1994–2020 гг., для которых имеются файлы вступлений P- и S-волн и соответствующих максимальных амплитуд A_P и A_S. В результате пересчета значения K_P в среднем уменьшились на 1.16, что хорошо заметно на распределении по классам, представленном на рис. 3*а*. Для вышеозначенной территории приведены аналогичные графики повторяемости (рис. 3*б–г*) для сейсмических событий из каталогов KRNET (33066 с 1994 г. по 2020 г., исключая 2005 г.), NNC (20828 с 2002 г. по 2020 г.) и SOME (15191 с 2003 г. по 2020 г.). Соответствующие относительные кумулятивные распределении по классам (рис. 4) тоже демонстрируют уменьшение значений $K_{P\ KNET}$ после пересчета, и их большее соответствие сейсмическому режиму

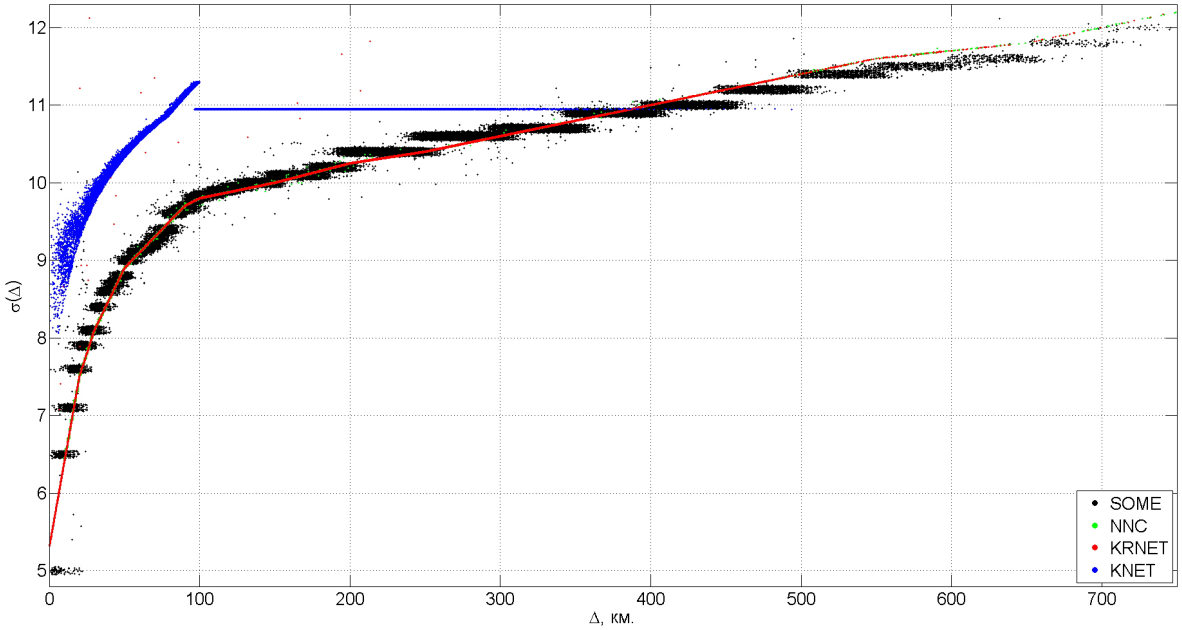

Рис. 2. Калибровочная функция σ(Δ), используемая для расчета K_P, для каталогов KNET, KRNET, NNC и SOME.

Fig. 2. Calibration function σ(Δ), used for calculating K_P for KNET, KRNET, NNC and SOME catalogs.

Зависимость калибровочной функции σ(Δ) для каталогов KRNET и NNC от расстояния
Dependence of the calibration function σ(Δ) for the KRNET and NNC catalogs on distance

Δ, км	0-20	20-30	30-50	50-90	90-100	100-150	150-200	200-250	250-550	550-650	650-750
a	0.11	0.06	0.04	0.02	0.01	0.004	0.005	0.003	0.004	0.002	0.004
b	5.3	6.3	6.9	7.9	8.8	9.4	9.25	9.65	9.4	10.5	9.2

Примечание. Δ — эпицентральное расстояние в км, a и b — коэффициенты линейного уравнения σ(Δ) = a × Δ + b.
Note. Δ — the epicentral distance in km, a and b — the coefficients of the linear equation σ(Δ) = a × Δ + b.

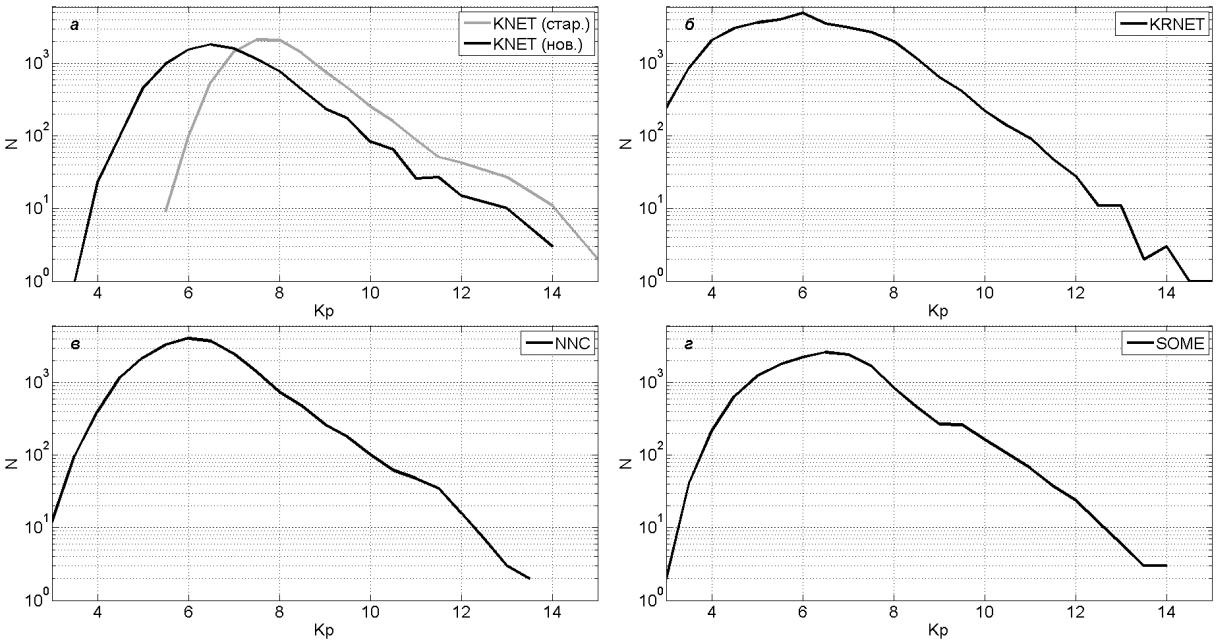

Рис. 3. Распределение количества землетрясений по энергетическим классам для каталогов: *а* — KNET; *б* — KRNET; *в* — NNC; *г* — SOME.

Fig. 3. Distribution of the number of earthquakes by energy classes for the catalogs: *a* — KNET; *б* — KRNET; *в* — NNC; *г* — SOME.

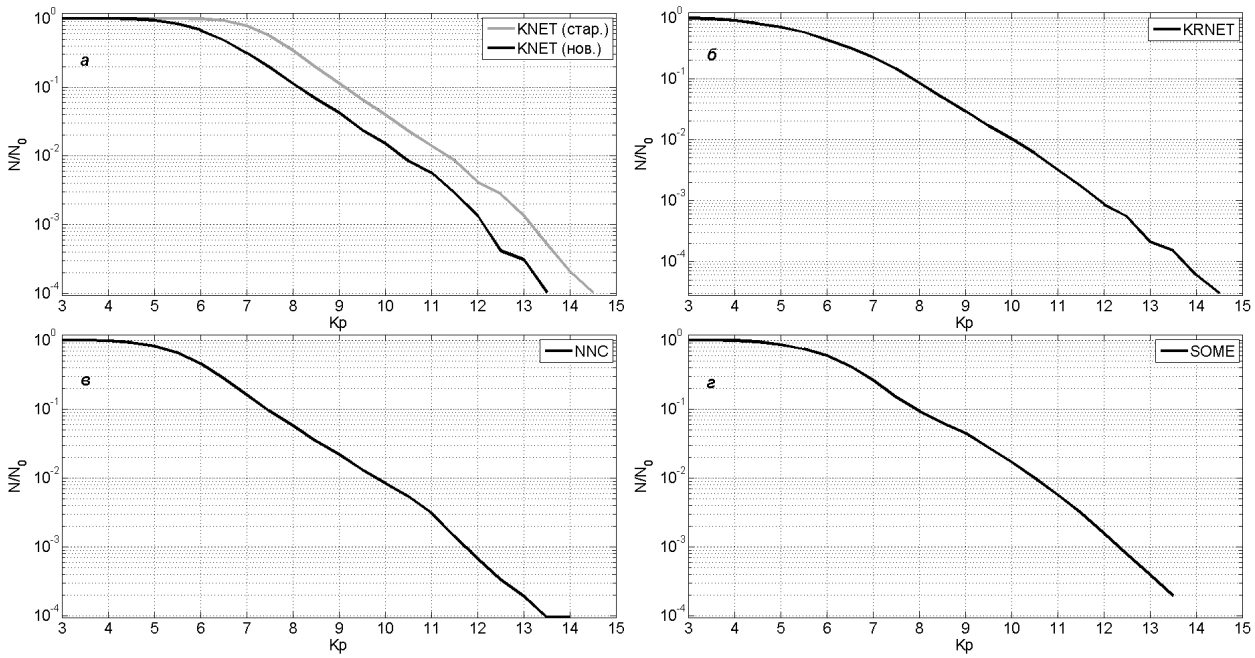

Рис. 4. Относительное кумулятивное распределение количества землетрясений по энергетическим классам для каталогов: *а* — KNET; *б* — KRNET; *в* — NNC; *г* — SOME. N_0 — полное количество событий.

Fig. 4. Relative cumulative distribution of the number of earthquakes by energy classes for the catalogs: *a* — KNET; *б* — KRNET; *в* — NNC; *г* — SOME. N_0 is the total number of events.

данной территории: это хорошо заметно по количеству событий с $K_P \geqslant 7$. До пересчета доля таких событий в каталоге KNET составляла 0.78, после — 0.32, для остальных каталогов это число составляет: 0.23 (KRNET), 0.16 (NNC), 0.26 (SOME). На основе представленных графиков повторяемости можно оценить, что порог представительности для всех анализируемых в работе каталогов (в пределах указанной территории) составляет K_P 6~6.5.

В настоящей работе было проведено сравнение классов событий, зарегистрированных как KNET, таки другими агентствами, до и после пересчета значений $K_{P\ KNET}$. Здесь и далее под старыми значениями подразумеваются значения $K_{P\ KNET}$, входящие в каталог KNET; под новыми значениями — K_P, рассчитанные по формуле (3), то есть с использованием калибровочной функции $\sigma(\Delta)_{KRNET,\ NNC}$. Было обнаружено, что для периода 1994–2001 г. максимум распределения $K_{P\ KRNET}$–$K_{P\ KNET}$ для 1515 общих событий расположен для старых значений — в нуле, стандартное отклонение 0.69, для новых значений — 1.25 (рис. 6*а*), стандартное отклонение составляет 0.58. Также заметно большее соответствие между старыми значениями $K_{P\ KNET}$ и $K_{P\ KRNET}$ (рис. 5*а*). Однако аналогичное сравнение 4299 общих событий за 2002–2020 гг. (рис. 5*б*, 6*б*) показывает, что новые значения $K_{P\ KNET}$ лучше согласуются с $K_{P\ KRNET}$ — в этом случае для $K_{P\ KRNET}$–$K_{P\ KNET}$ максимум распределения расположен в нуле и стандартное отклонение составляет 0.51, тогда как старые значения $K_{P\ KNET}$ в среднем на 0.7–1 превышали $K_{P\ KRNET}$, а стандартное отклонение $K_{P\ KRNET}$–$K_{P\ KNET}$ составляло 0.64. Основываясь на приведенном материале, можно предположить, что до 2002 г. расчет $K_{P\ KRNET}$ проводился с применением калибровочной функции $\sigma(\Delta)$, отличной от используемой в KRNET в настоящее время, и это следует учитывать при анализе сейсмичности за различные годы. Данное предположение также подтверждается сравнением, проведенным Н.А. Сычевой (2020): для 970 локальных событий из каталогов KNET и KRNET за период 1996–2001 гг. среднее значение разницы по классу сейсмического события составило ~ 0.09.

$K_{P\ NNC}$–$K_{P\ KNET}$ для новых значений (4716 общих событий) характеризуется максимумом распределения вблизи нуля и стандартным отклонением 0.60, для старых значений эти значения соответственно равны −1.25 (рис. 6*в*) и 0.69, что опять же указывает на большую достоверность пересчитанных значений $K_{P\ KNET}$ (рис. 5*в*). Сравнение $K_{P\ SOME}$ и $K_{P\ KNET}$ для 2915 общих событий до пересчета и после (рис. 5*г*) в целом тоже показывает лучшее согласие между $K_{P\ SOME}$ и новыми значениями $K_{P\ KNET,}$ чем старыми — так стандартное отклонение $K_{P\ SOME}$–$K_{P\ KNET}$ в первом случае составляет 0.37, во втором — 0.49. Заметим, что значения $K_{P\ SOME}$ превышают новые значения $K_{P\ KNET}$ в среднем на 0.5 (рис. 6*г*). По-видимому, это связано с показанным на рис. 2 различием между $\sigma(\Delta)_{KRNET,\ NNC}$ и $\sigma(\Delta)_{SOME}$. Это позволяет сделать вывод о том, что при наличии сейсмического события в разных каталогах (SOME и KRNET, NNC) при составлении сводного каталога

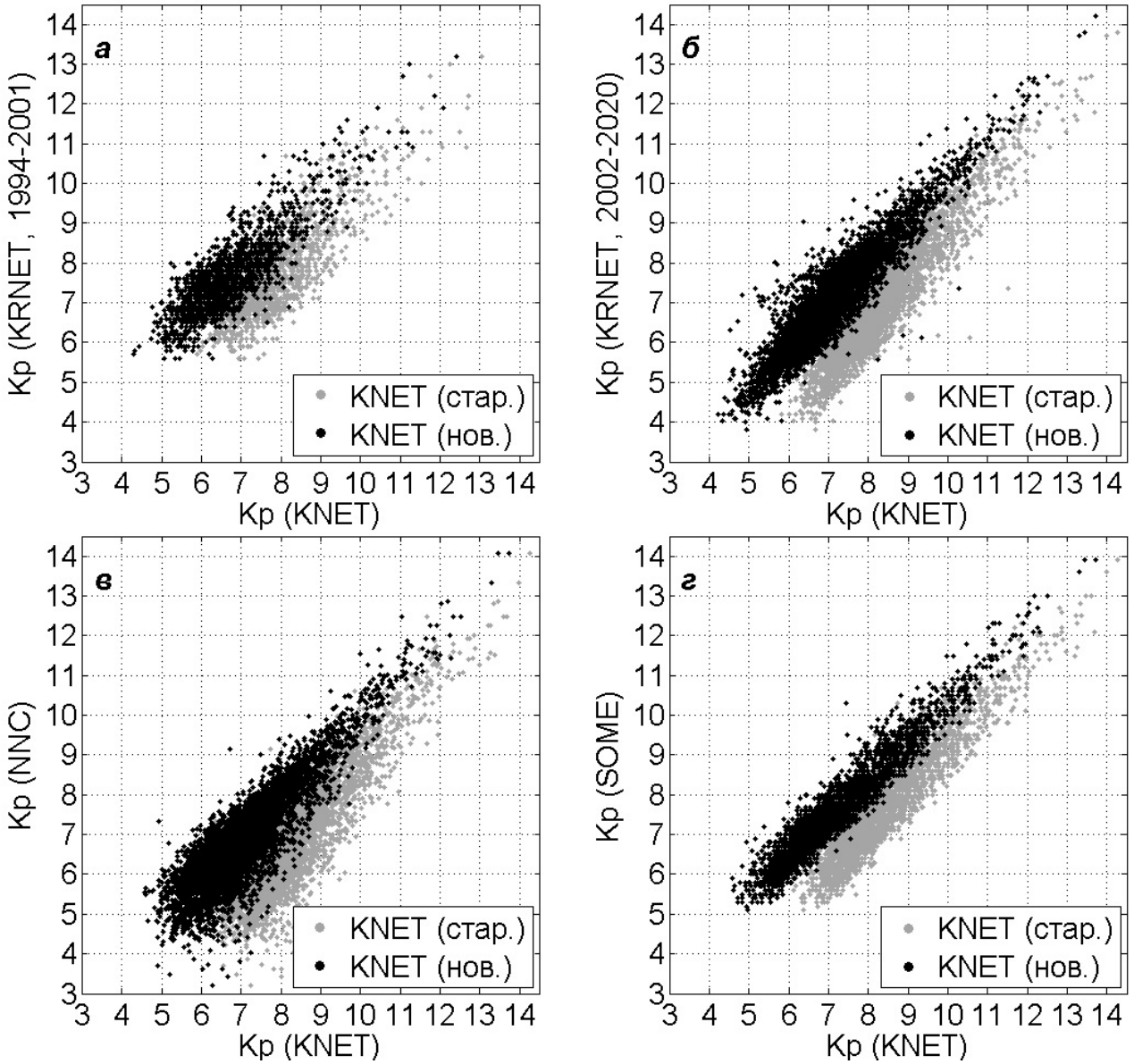

Рис. 5. Сравнение значений K_P из каталога KNET, соответствующих им пересчитанных значений K_P со значениями K_P для общих сейсмических событий из каталогов: *а* — KRNET (1994–2001 гг.); *б* — KRNET (2002–2020 гг.); *в* — NNC; *г* — SOME.

Fig. 5. Comparison of the K_P values from the KNET catalog, their corresponding recalculated K_P values with the K_P values for common seismic events from the catalogs: *a* — KRNET (1994–2001 years), *б* — KRNET (2002–2020 years); *в* — NNC; *г* — SOME.

следует отдать предпочтение значениям $K_{P\ KRNET}$ или $K_{P\ NNC}$.

ВЫВОДЫ

При составлении сводного каталога Кыргызстана основной энергетической характеристикой сейсмических событий логично выбрать класс K_P по Раутиан, в том числе для сохранения однородности с сейсмическими каталогами СССР.

Показано, что в ИС НАН КР и НЯЦ РК в настоящее время используется одна и та же калибровочная функция $\sigma(\Delta)$ для расчета K_P. Функция $\sigma(\Delta)_{KNET}$ не соответствует $\sigma(\Delta)_{KRNET,\ NNC}$ и номограмме Т.Г. Раутиан, что является основанием для пересчета K_P сейсмических событий, входящих в каталог KNET. Приведенное сравнение старых и пересчитанных по $\sigma(\Delta)_{KRNET,\ NNC}$ значений $K_{P\ KNET}$ для общих событий из каталогов ИС НАН КР, НЯЦ РК и СОМЭ демонстрирует хорошую согласованность новых значений с $K_{P\ KRNET}$ и $K_{P\ NNC}$, значения $K_{P\ SOME}$ превышают $K_{P\ KNET}$ в среднем на 0.5.

Таким образом, при составлении унифицированного каталога сейсмических событий Кыргызстана, по нашему мнению, следует использовать для событий из каталога KNET новые

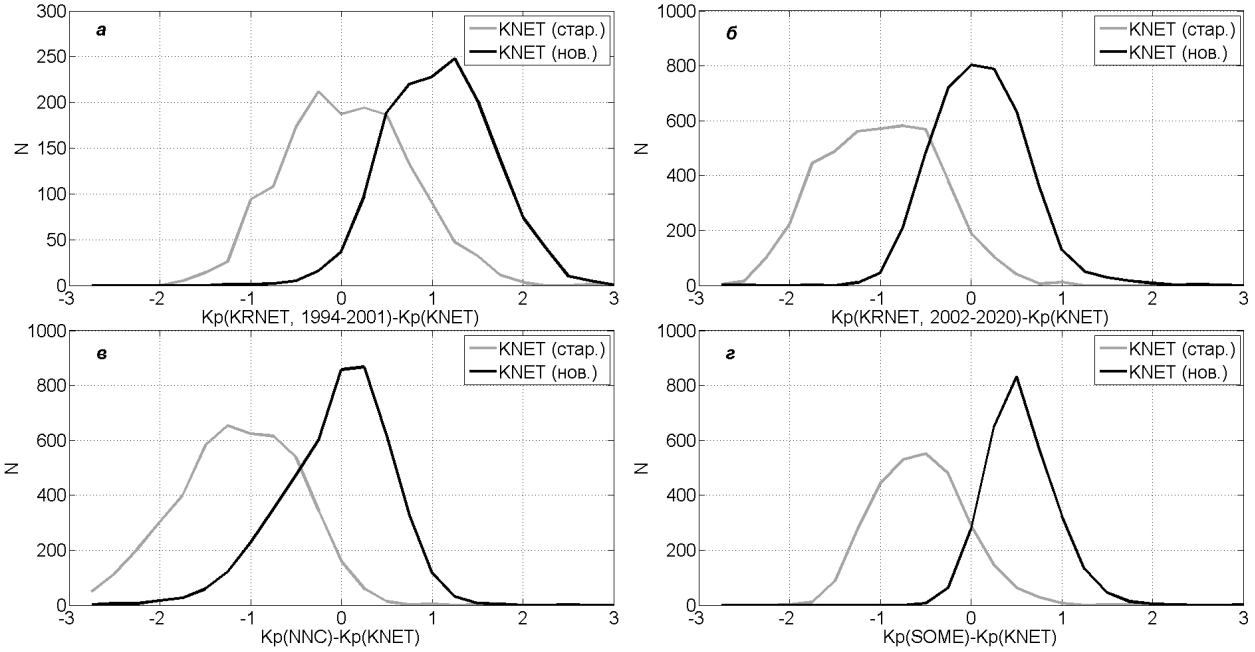

Рис. 6. Распределение разницы между значениями K_P из каталога KNET и соответствующих им пересчитанных значений K_P со значениями K_P для общих сейсмических событий из каталогов: *а* — KRNET (1994–2001 гг.); *б* — KRNET (2002–2020 гг.); *в* — NNC; *г* — SOME.

Fig. 6. Distribution of the difference between the K_P values from the KNET catalog and their corresponding calculated K_P values with the K_P values for common seismic events from the catalogs: *a* — KRNET (1994–2001 years); *б* — KRNET (2002–2020 years); *в* — NNC; *г* — SOME.

значения $K_{P\,KNET}$, рассчитанные по $\sigma(\Delta)_{KRNET,\,NNC}$. При определении характеристик сейсмических событий для каталога НС РАН в будущем также необходимо использовать калибровочную функцию $\sigma(\Delta)_{KRNET,\,NNC}$.

Результаты, представленные в данной работе, получены в рамках выполнения государственного задания федерального государственного бюджетного учреждения науки «Научная станция Российской академии наук в г. Бишкеке» по теме АААА-А19-119020190064-9.

Список литературы [References]

Джанузаков К.Д. Землетрясения Киргизии и сейсмическое районирование ее территории. Фрунзе: Илим, 1964. 116 с. [*Dzhanuzakov K.D.* Earthquakes in Kyrgyzstan and seismic zoning of its territory. Frunze: Ilim, 1964. 116 p. (in Russian)].

Землетрясения в СССР. Ежегодники. М.: Наука, 1964–1993 [Earthquakes in the USSR. Yearbooks. Moscow: Nauka, 1964–1993 (in Russian)].

Землетрясения Северной Евразии. Ежегодники. Обнинск: ГСРАН, 1997–2020. https://doi.org/10.35540/1818-6254 [Earthquakes in Northern Eurasia. Yearbooks. Obninsk: GS RAS, 1997–2020 (in Russian)].

Ильясов Б.И., Кальметьева З.А., Молдобекова С.К. и др. Каталог землетрясений Кыргызстана. Ежегодники. Бишкек: Илим, 2003–2005 [*Ilyasov B.I., Kalmetyeva Z.A., Moldobekova S.K. et al.* Catalog of earthquakes in Kyrgyzstan. Yearbooks. Bishkek: Ilim, 2003–2005 (in Russian)].

Ильясов Б.И., Кальметьева З.А., Молдобекова С.К. и др. Каталог землетрясений Кыргызстана в 2006–2010 годах. Бишкек: Илим, 2011. 187 с. [*Ilyasov B.I., Kalmetyeva Z.A., Moldobekova S.K. et al.* Catalog of earthquakes in Kyrgyzstan in 2006-2010. Bishkek: Ilim, 2011. 187 p. (in Russian)].

Кальметьева З.А., Миколайчук А.В., Молдобеков Б.Д. и др. Атлас землетрясений Кыргызстана. Бишкек: ЦАИИЗ, 2009. 74 с. [*Kalmetyeva Z.A., Mikolaichuk A.V., Moldobekov B.D. et al.* Atlas of earthquakes in Kyrgyzstan. Bishkek: CAIAIZ, 2009. 74 p. (in Russian)].

Михайлова Н.Н., Власова А.А. Каталог землетрясений Северного Тянь-Шаня и прилегающих территорий Т. I-II. Алма-Ата: Наука, 1990. 130 с. [*Mikhailova N.N., Vlasova A.A.* Catalog of earthquakes in the Northern Tien Shan and adjacent territories. V. I-II. Alma-Ata: Nauka, 1990. 130 p. (in Russian)].

Михайлова Н.Н., Калмыкова Н.А., Неверова Н.П. Энергетические и магнитудные характеристики землетрясений в практике сейсмических наблюдений на Северном Тянь-Шане // Землетрясения Северной Евразии в 1993 году. Обнинск: ГС РАН, 1999. С. 60–64 [*Mikhailova N.N., Kalmykova N.A., Neverova N.P.* Energy and magnitude characteristics of earthquakes in the practice of seismic observations in the Northern Tien Shan // Earthquakes in Northern Eurasia in 1993 year. Obninsk: GS RAS, 1999. P. 60–64 (in Russian)].

Мухамадеева В.А., Сычева Н.А. О предварительных результатах анализа каталогов землетрясений для территории Бишкекского геодинамического полигона // Вестник КРСУ. 2017. Т. 17. № 8. С. 170–177 [*Mukhamadeeva V.A., Sycheva N.A.*

Preliminary results of analysis of the earthquakes catalogs for the territory of Bishkek geodynamic proving ground // Vestnik KRSU. 2017. V. 17. № 8. P. 170–177 (in Russian)].

Непеина К.С. Сети сейсмических наблюдений в Центральной Азии // Вестник НЯЦ РК. 2018. Вып. 2. С. 107–115 [*Nepeina K.S.* Seismological Network Observations in Central Asia // Vestnik NYAC RK. 2018. V. 2. P. 107–115 (in Russian)].

Оперативный каталог землетрясений с KP⩾7.0. ТОО «СОМЭ» (Электронный ресурс). URL: http://some.kz/index.php?p=ocat&outlang=1&oid=10 (дата обращения 31.10.2021) [Operational catalog of earthquakes with K_P⩾7.0. TOO «SOME» (Electronic resource) URL: http://some.kz/index.php?p=ocat&outlang=1&oid=10 (accessed 31.10.2021, in Russian)].

Раутиан Т.Г. Энергия землетрясений // Методы детального изучения сейсмичности. Труды Института Физики Земли АН СССР. 1960. № 9 (176). С. 75–114 [*Rautian T.G.* Energy of earthquakes // Methods for the Detailed Study of Seismicity. Proceedings of the Physics Institute of the Earth of AS USSR. 1960. № 9 (176). P. 75–114 (in Russian)].

Сычева Н.А., Богомолов Л.М., Кузиков С.И. Вычислительные технологии в сейсмологических исследованиях (на примере KNET, Северный Тянь-Шань). Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН, 2020. 358 с. https://doi.org/10.30730/978-5-6040621-6-6.2020-2 [*Sycheva N.A., Bogomolov L.M., Kuzikov S.I.* Computational technologies in seismological research (on the example of KNET, Northern Tien Shan). Yuzhno-Sakhalinsk: IMGiG FEB RAS, 2020. 358 p. (in Russian)].

Чеброва А.Ю., Митюшкина С.В., Шевченко Н.А. Результаты работы по улучшению качества и однородности каталога землетрясений Камчатки и Командорских Островов (1962–2009 гг.). (Электронный ресурс). URL: http://www.emsd.ru/conf2019lib/pdf/seism/chebrova.pdf (дата обращения 31.10.2021) [*Chebrova A.Yu., Mityushkina S.V., Shevchenko N.A.* Results of work on improving the quality and homogeneity of the catalog of earthquakes in Kamchatka and the Commander Islands (1962–2009). (Electronic resource) URL: http://www.emsd.ru/conf2019lib/pdf/seism/chebrova.pdf (accessed 31.10.2021 (in Russian)].

Bormann P. Magnitude of seismic events // New Manual of Seismological Observatory Practice NMSOP. Revised edition. GFZ German Research Centre for Geosciences, Potsdam, 2009. Ch. 3. P. 16–53. https://doi.org/10.2312/GFZ.NMSOP_r1_ch3

International Seismological Centre (20XX), On-line Bulletin, https://doi.org/10.31905/D808B830

Kyrgyz Seismic Telemetry Network. International Federation of Digital Seismograph Networks / Kyrgyz Institute of Seismology, IVTAN/KIS & University of California, San Diego. 1991. https://doi.org/10.7914/SN/KN

Rautian T.G., Khalturin V.I., Fujita K. et al. Origins and Methodology of the Russian Energy K-Class System and Its Relationship to Magnitude Scales // Seismological Research Letters. 2007. V. 78 (6). P. 579–590. https://10.1785/gssrl.78.6.579

THE CHOICE OF ENERGY CHARACTERISTICS FOR THE UNIFIED SEISMIC CATALOG OF KYRGYZSTAN

E.V. Vorontsova

Research Station of the Russian Academy of Sciences, Bishkek, Kyrgyz Republic;
e-mail: vorontsova@gdirc.ru

Received December 09, 2021; revised March 03, 2022; accepted March 27, 2022

The paper substantiates the choice of the Rautian K_P class as the main energy characteristic for the unified catalog of Kyrgyzstan.K_P class introduced into the practice of seismological observations by T.G. Rautian in 1960 and widely used in the USSR and post-Soviet countries. Comparison of the calibration function $\sigma(\Delta)$ used to calculate the energy class of the K_P for four independent catalogs containing the most complete information on seismic events in Kyrgyzstan is presented. The need to recalculate the K_P of seismic events included in the KNET catalog obtained at the Research Station of the Russian Academy of Sciences has been revealed. A good agreement between of the new K_P values with the K_P values for common events from other seismic catalogs of Kyrgyzstan is shown. The obtained K_P values for the KNET catalog can be used to compile when compiling the composite catalog without violating the uniformity of the methodology for calculating the magnitude of seismic events.

Keywords: seismic catalog, energy class, Rautian scale, calibration function.