

УДК 550.34

Омуралиев М., Омуралиева А.
Институт сейсмологии НАН КР,
г.Бишкек, Кыргызстан

ОПЫТ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДИНАМИКОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ ВСЕЙ ЗЕМЛИ В ЦЕЛОМ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ ЧИЛИ 16 СЕНТЯБРЯ 2015 Г., M=8.3

Аннотация: В работе приведены результаты опыта слежения за динамикой сейсмичности всей Земли. Показаны закономерности изменения параметров динамики сейсмичности. Оценка сейсмической опасности подтверждена в определённой мере землетрясением Чили 16 сентября 2015 г., M=8.3.

Ключевые слова: суточное слежение, последовательность землетрясений, периоды активизации и затишье, сейсмический цикл, кумулятивная сейсмическая энергия, динамика сейсмичности, сейсмическая опасность.

ОПЫТ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ДИНАМИКОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ ВСЕЙ ЗЕМЛИ В ЦЕЛОМ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ ЧИЛИ 16 СЕНТЯБРЯ 2015 Г. M=8.3

Кыскача мазмуну: Макалада бүтүн Жердин сейсмикалык абалынын динамикасын байкоо жүргүзүүнүн тажрыйбасынын жыйынтыктары берилген. Сейсмикалык параметрлеринин динамикасынын өзгөрүү закон ченемдүүлүгү көрсөтүлгөн. Сейсмикалык коркунучтун баасы 16 сентябрдагы 2015 ж., M=8.3 Чили жер титирөөсү менен ырасталган.

Негизги сөздөр: суткалык көзөмөлдөө, жер титирөөлөрдүн ырааттуулугу, сейсмикалык активизация жана басаңдоо периоддору, сейсмикалык цикл, топтолгон сейсмикалык энергия, жер титирөөлөрдүн динамикасы, сейсмикалык коркунуч..

MONITORING FOR THE SEISMICITY DYNAMICS OF THE WHOLE EARTH AND THE CHILE EARTHQUAKE OF SEPTEMBER, 16, 2015, M=8.3

Abstract: The results of monitoring for the seismicity dynamics of the whole Earth are presented in the paper. Regularities of parameters' change of the dynamics of seismicity are shown. Seismic hazard assessment was confirmed to a certain extent by the M=8.3 Chile earthquake (16.09.2015).

Keywords: Daily monitoring, earthquakes' sequence, active and calm periods, seismic cycle, cumulative seismic energy, dynamics of seismicity, seismic hazard

В 2015 г. продолжены ежесуточное слежение (начатое в 2012 г.) за проявлением землетрясений всей Земли в целом и отдельных материков: Америки (Северной и Южной Америки), Азии (часть Евразии) и Австралии (вместе взятые), и их оценка среднесрочной сейсмической опасности [1-7]. Можно отметить, что опыт слежения за сейсмичностью всей Земли и оценки среднесрочной оценки подтверждены землетрясениями в Охотском море 24 мая 2013 г. M=8.3, Чили 12 апреля 2014 г., Непале 25 апреля 2015 г.

Исходными данными исследований является ежесуточный каталог землетрясений USGS [8]. Исследование сейсмичности всей Земли в целом и её частей показало, что динамика сейсмичности наиболее достоверно выражается следующими параметрами: 1 - последовательностью проявления землетрясений, чередованием периодов сейсмической активизации и затишья, проявлением сейсмического цикла; 2- изменением кумулятивной сейсмической энергии, нижним и верхним пределами её флуктуации [9-10]; 3- распределением глубины землетрясений во времени.

Последовательность землетрясений с магнитудами $M \geq 4$ всей Земли приведена на рисунке 1. По максимальным значениям магнитуды отмечаются периоды активизации и затишья, а также цикличности первого и второго порядков. Так 14 августа 2012 г. произошло землетрясение с $M=7.7$ в Охотском море. Затем наступил период сейсмической активизации, проявилось землетрясение с $M=8$ на островах Санта Круз 6 февраля 2013 г.

24 мая 2013 г. сейсмическая активизация достигла своего пика, произошло землетрясение с $M=8.3$ в Охотском море. В дальнейшем наблюдался спад активизации и 24 сентября 2013 г. наступил период затишья. В это время проявилось землетрясение с $M=7.7$ в Пакистане. 17 ноября снова отмечалась сейсмическая активизация, которая сопровождалась землетрясением с $M=7.8$. На пике сейсмической активизации 1 апреля 2014 г. произошло землетрясение с $M=8.2$ в Чили. При этом отмечался сейсмический цикл первого порядка с 24 мая 2013 г. по 1 апреля 2014 г. длительностью около 11 месяцев. На фоне этого цикла отмечались циклы второго порядка длительностью около 1.1–4.5 месяцев.

В дальнейшем наблюдался спад активизации. В этом периоде проявились землетрясения 23 июня 2014 г. $M=7.9$, Little Sitkin, 14 октября 2014 г. $M=7.3$, Jiquilillo. 13 февраля 2015 г. наступило затишье. В это время произошло землетрясение $M=7.1$, Mid Atlantic Ridge. 29 марта 2015 г. снова наступила активизация, проявилось землетрясение $M=7.5$, Papua New Guinea и в дальнейшем ожидалось сильные землетрясения. В связи с этим возникает вопрос – в какой части Земли, т.е. где и когда произойдет ожидаемое сильное землетрясение? Следовало первым делом изучить последовательность землетрясений в пределах материков таких, как Азия (часть Евразии), Австралия и Америка (Северная и Южная), где имеются активные зоны.

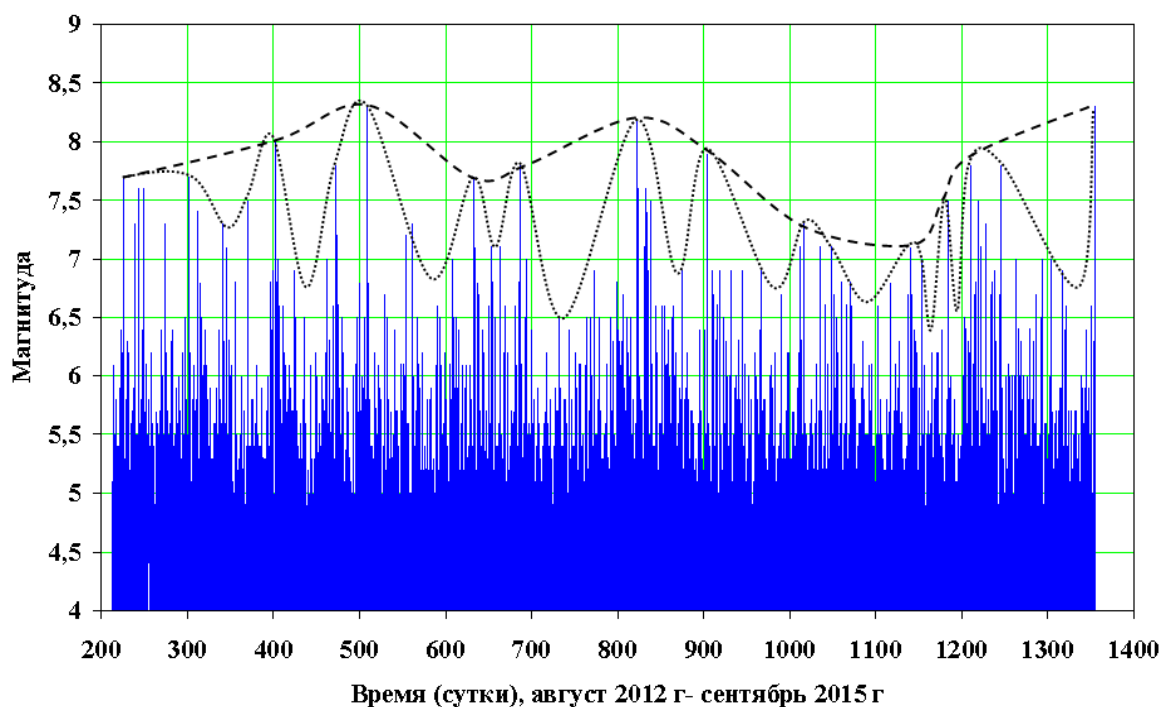


Рисунок 1. Последовательность землетрясений с магнитудами $M \geq 4$ Земли в целом и проявление сейсмических циклов, периодов сейсмической активизации и затишья за 08.2012 г. – 09.2015 г. Пунктирной и точечной линиями показаны сейсмические циклы, периоды активизации и затишья первого и второго порядков.

Последовательность землетрясений с магнитудами $M \geq 4$ Азии и Австралии приведена на рисунке 2. По максимальным значениям магнитуды отмечаются периоды

активизации и затишья, цикличности первого и второго порядков. 14 августа 2012 г. проявилось землетрясение с $M=7.7$ в Охотском море на глубине около 583 км. После наступил период сейсмической активизации, отмечалось землетрясение с $M=8$ на Соломоновых островах на глубине около 24 км. На пике активизации произошло 24 мая 2013 г. землетрясение с $M=8.3$ в Охотском море на глубине около 598 км. После наблюдался спад активизации, отмечались землетрясения 24 сентября 2013 г. с $M=7.7$ в Пакистане на глубине 15 км и 12 апреля 2014 г. на Соломоновых островах на глубине около 22 км. Затем наблюдался период затишья, 15 ноября 2014 г. проявилось землетрясение с $M=7.1$ в Индонезии на глубине около 45 км. С 30 марта 2015 г. наступил период активизации, произошло землетрясение $M=7.5$, Papua New Guinea. В дальнейшем ожидалось сильное землетрясение. На самом деле 25 апреля 2015 г. произошло землетрясение с $M=7.8$ в Непале, а 30 мая 2015 г. - землетрясение с $M=7.8$ в Японии.

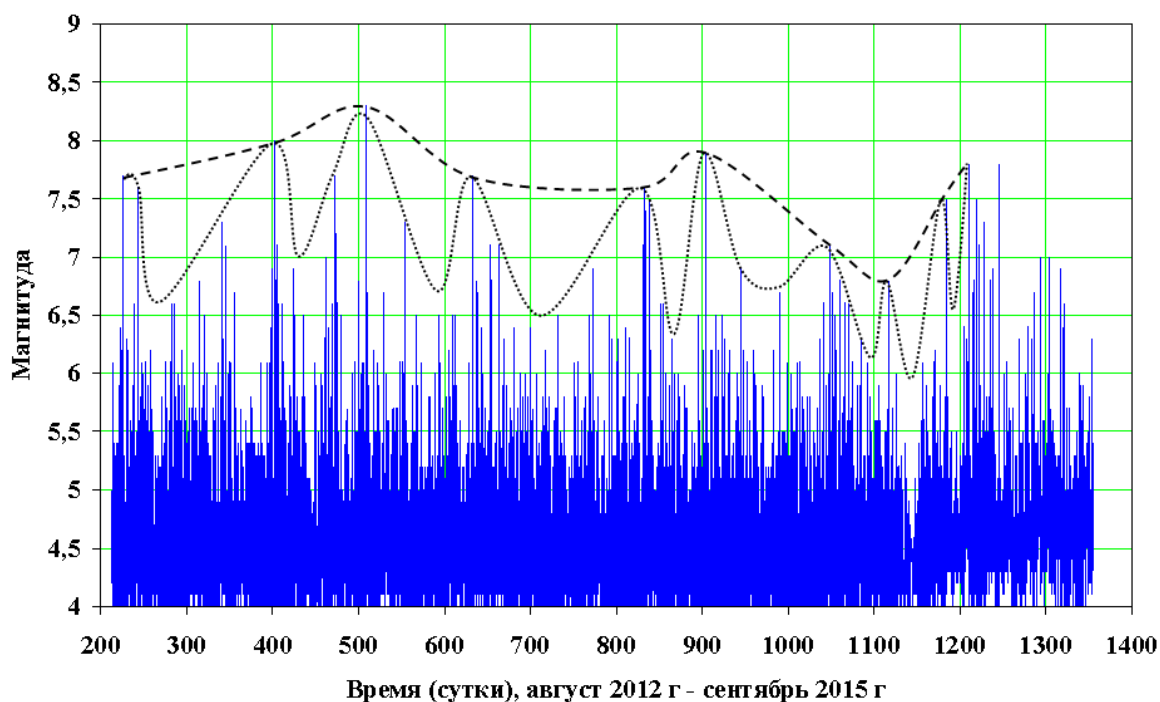


Рисунок 2. Последовательность землетрясений с магнитудами $M \geq 4$ Азии, Австралии и проявление сейсмических циклов, периодов сейсмической активизации и затишья за 08.2012 г. – 09.2015 г. Пунктирной и точечной линиями показаны сейсмические циклы, периоды активизации и затишья первого и второго порядков.

Последовательность землетрясений с магнитудами $M \geq 4$ Америки (Южной и Северной) приведена на рисунке 3. По максимальным значениям магнитуды отмечают периоды активизации и затишья, цикличности первого и второго порядков. 1 апреля 2014 г. отмечался пик сейсмической активизации, произошло землетрясение с $M=8.2$ в Чили на глубине около 20 км. После наблюдался спад сейсмической активизации, произошли землетрясения: 7 июля 2014 г. с $M=6.9$ в Мексике на глубине 60 км, 24 августа 2014 г. с $M=6.9$ в Перу на глубине 101 км, 8 декабря 2014 г. с $M=6.6$ в Панама на глубине 20 км, 7 января 2015 г. с $M=6.6$ в Панаме на глубине 10 км и 11 февраля 2015 г. с $M=6.7$ в Аргентине на глубине около 223 км. В дальнейшем наступил период сейсмического затишья, проявились землетрясения: 23 марта 2015 г. с $M=6.4$ в Чили на глубине 120 км, 24 апреля 2015 г. с $M=6.2$ в Канаде на глубине 10 км, 20 июня 2015 г. с $M=6.4$ в Чили на глубине 10 км. С 16 июля 2015 г. наблюдалась относительная активизация, произошло землетрясение с $M=6.5$ в Barbados на глубине 10 км, а 13 сентября 2015 г. – землетрясение с

$M=6.6$ в Мексике на глубине 10 км. В связи с этим предполагалось проявление пика сейсмической активизации. Подтверждением являлось землетрясение Чили 16 сентября 2015 г. с $M=8.3$. При этом длительность сейсмического цикла от 1 апреля 2014 г по 16 сентября 2015 г составляла около 17.5 месяцев. На фоне данного цикла первого порядка отмечаются циклы второго порядка длительностью 25-195 сутки.

Следует отметить, что землетрясение Чили с $M=8.3$ 16 сентября 2015 г. являлось также пиком сейсмической активизации всей Земли в целом. Здесь длительность последнего сейсмического цикла первого порядка с 1 апреля 2014 г. по 16 сентября 2015 г составила также около 17.5 месяц.

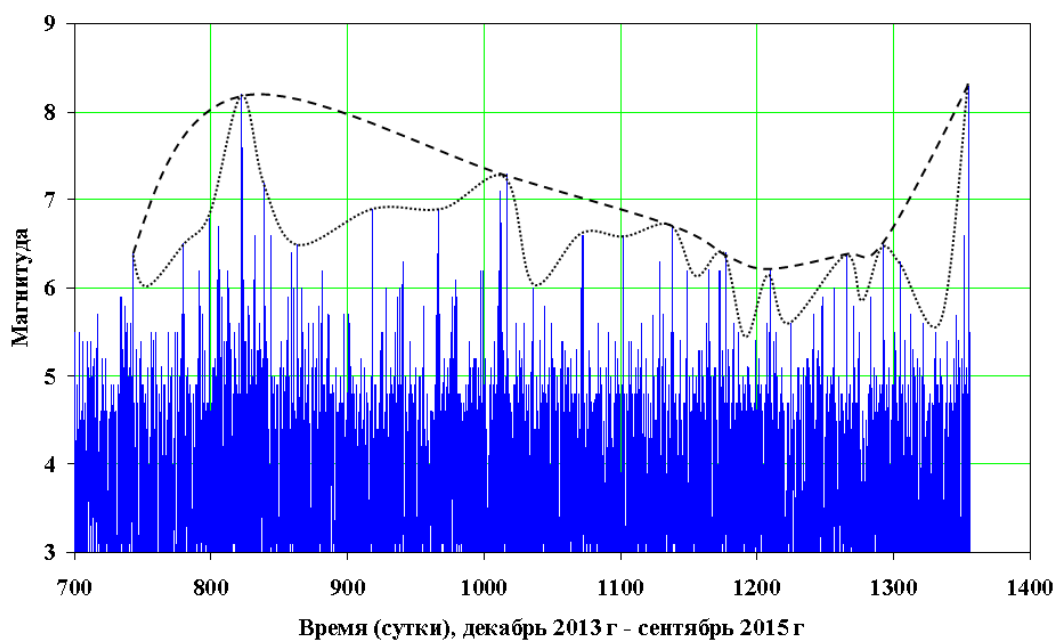


Рисунок 3. Последовательность землетрясений с магнитудами $M \geq 4$ Америки (Южной и Северной) и проявление сейсмических циклов, периодов сейсмической активизации и затишья за 12.2013 г. – 09.2015 г. Пунктирной и точечной линиями показаны сейсмические циклы, периоды активизации и затишья первого и второго порядка.

График изменения кумулятивной сейсмической энергии Земли в целом за август 2012 г. – март 2015 г. имеет неровный ступенчатый вид и характеризуется осреднённой линией (трендом; рисунок 4):

$$E_k = (0.098247677t - 18.021273969) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (1)$$

где t – время (сутки), коэффициент 0.0982 имеет единицу измерения мощности эрг/сутки. Флуктуация рассматриваемой кумулятивной энергии (рисунок 4) ограничивается сверху и снизу параллельно-прямыми линиями. Верхняя линия выражается формулой:

$$E_k = (0.098247677t - 5.494427911) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (2)$$

а нижняя линия – формулой:

$$E_k = (0.098247677t - 31.147) * E + 23, \text{ эрг}. \quad (3)$$

Верхняя линия указывает на интервал суммарной сейсмической энергии ожидаемых землетрясений по вертикали от последнего момента, а нижняя линия - на возможную продолжительность периода затишья от последнего момента по горизонтали и наступление активизации. Здесь время активизации составляло середина апреля 2015 г. На самом же деле землетрясение произошло 24 апреля 2015 г., $M=7.8$, Непал.

За период август 2012 г. – апрель 2015 г. график кумулятивной сейсмической энергии имеет линейный тренд (рисунок 5):

$$Ek = (0.096451382t - 17.066590215) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (4)$$

где t – время (сутки), коэффициент 0.0964 имеет единицу измерения мощности эрг/сутки. Верхняя линия флуктуации выражается формулой:

$$Ek = (0.096451382t - 4.5796835) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (5)$$

а нижняя линия – формулой:

$$Ek = (0.096451382t - 30.166061) * E + 23, \text{ эрг}. \quad (6)$$

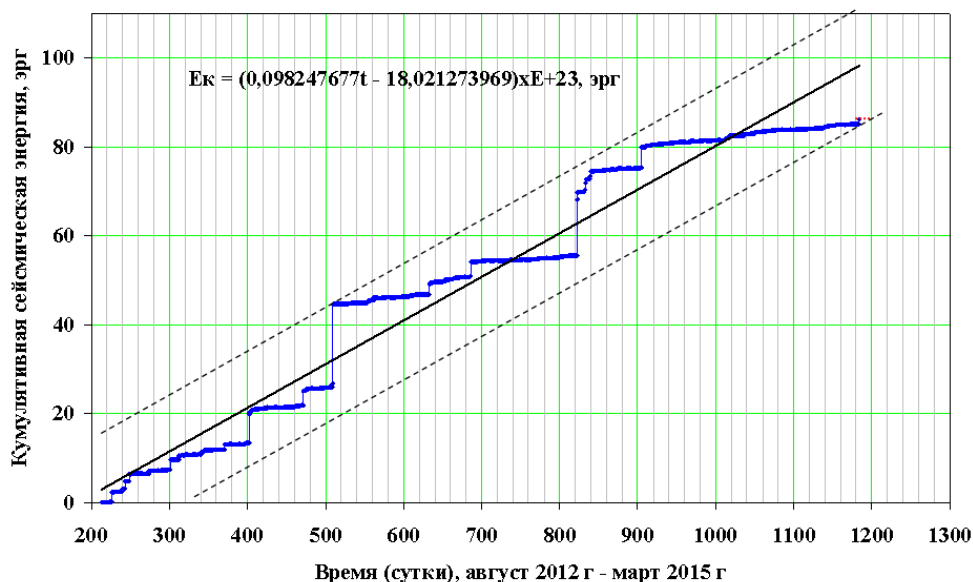


Рисунок 4. Кумулятивная сейсмическая энергия, высвобожденная при землетрясениях с магнитудами $M \geq 4.5$ на Земле в целом с августа 2012 г. по март 2015 г. Сплошной линией обозначена средняя линия (тренд), пунктирными линиями – верхний и нижний пределы флуктуации, красной точечной линией - время ожидания сильного землетрясения и наступления активизации.

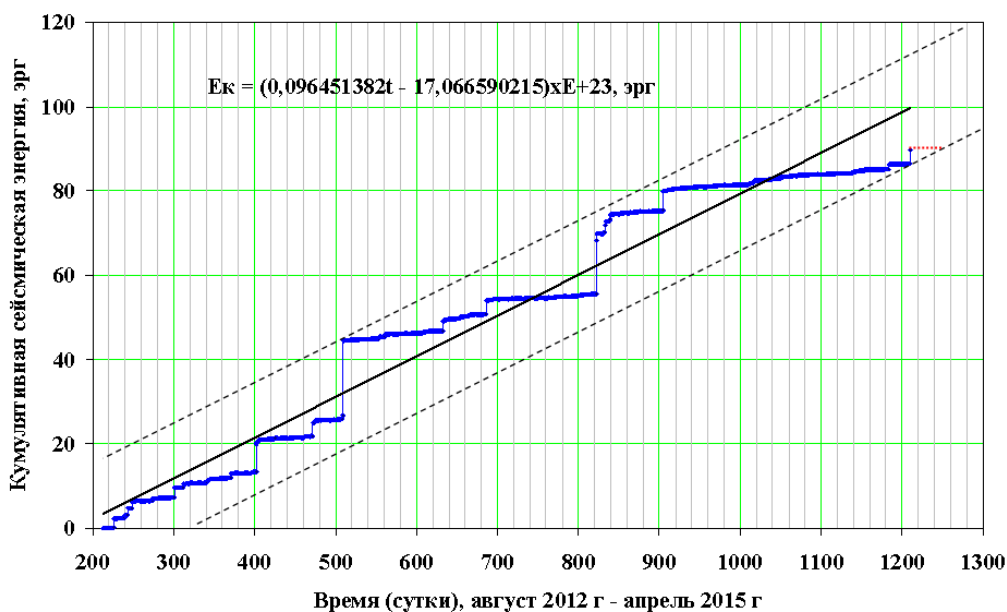


Рисунок 5. Кумулятивная сейсмическая энергия, высвобожденная при землетрясениях с магнитудами $M \geq 4.5$ на Земле в целом с августа 2012 г. по апрель 2015 г. Сплошной линией обозначена средняя линия (тренд), пунктирными –

верхний и нижний пределы флуктуации, красной точечной линией - время ожидания сильного землетрясения и наступления активизации.

Нижняя линия графика флуктуации кумулятивной сейсмической энергии показывала, что ожидаемое сильное землетрясение может быть после июня 2015 г. На самом же деле 16 сентября 2015 г произошло землетрясение в Чили с $M=8.3$. После главного толчка график кумулятивной сейсмической энергии имел среднюю линию (рисунок 6):

$$E_k = (0.089664596t - 13.268684700) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (7)$$

где t – время (сутки), коэффициент 0.08966 имеет единицу измерения мощности эрг/сутки.

Верхняя линия флуктуации выражается формулой:

$$E_k = (0.089664596t - 1.12) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (8)$$

а нижняя линия – формулой:

$$E_k = (0.089664596t - 23.851145) * E + 23, \text{ эрг}. \quad (9)$$

Верхняя линия графика флуктуации кумулятивной сейсмической энергии показывала, что после землетрясения в Чили 16 сентября 2015 г. на всей Земле остался запас сейсмической энергии.

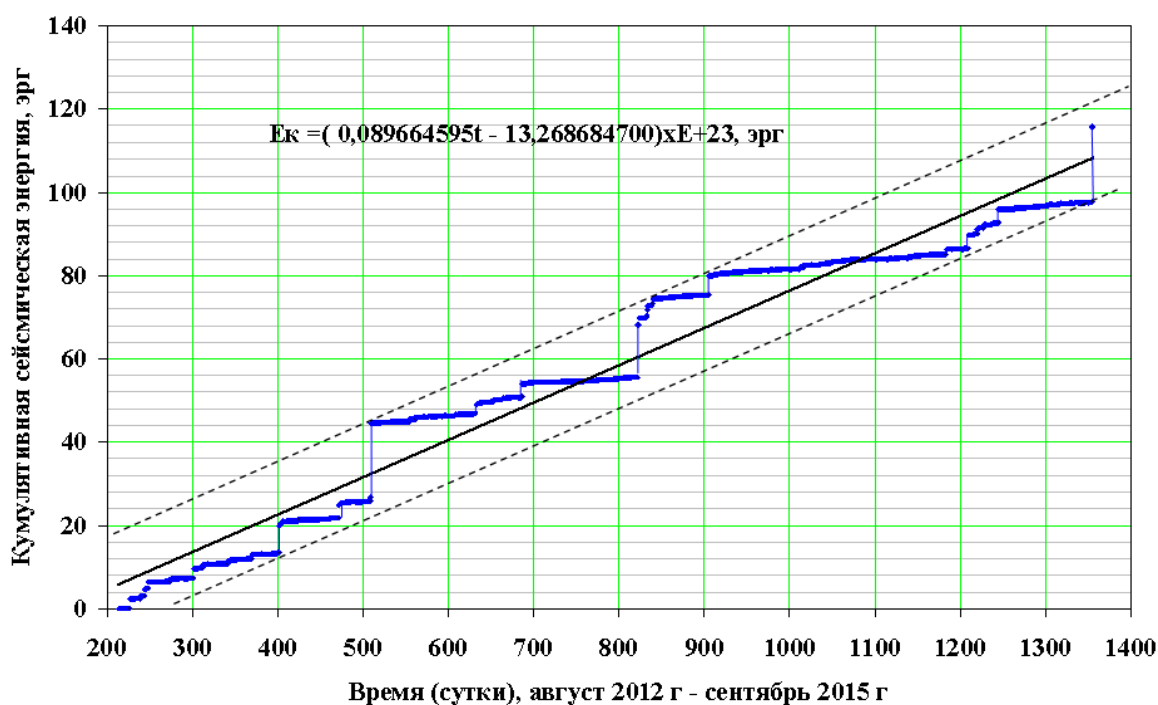


Рисунок 6. Кумулятивная сейсмическая энергия, высвобожденная при землетрясениях с магнитудами $M \geq 4.5$ на Земле в целом с августа 2012 г. по сентябрь 2015 г. Сплошной линией обозначена средняя линия (тренд), пунктирными линиями – верхний и нижний пределы флуктуации.

График изменения кумулятивной сейсмической энергии Америки (Южной и Северной) за декабрь 2013 г. – апрель 2015 г. (в апреле был период сейсмического затишья) имеет неровный ступенчатый вид и характеризуется осредненной линией (трендом; рисунок 7):

$$E_k = (0.037337383t - 23.220750831) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (10)$$

где t – время (сутки), коэффициент 0.03733 имеет единицу измерения мощности эрг/сутки. Пределы флуктуация рассматриваемой кумулятивной энергии ограничиваются сверху и снизу прямыми линиями. Верхняя линия выражается формулой:

$$E_k = (0.037337383t - 16.08310026) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (11)$$

а нижняя линия – формулой:

$$E_k = (0.037337383t - 30.28408) * E + 23, \text{ эрг}. \quad (12)$$

Нижняя линия показывала, что в июне 2015 г. наступит активизация. На самом же деле 20 июня 2015 г. произошло землетрясение с $M=6.4$.

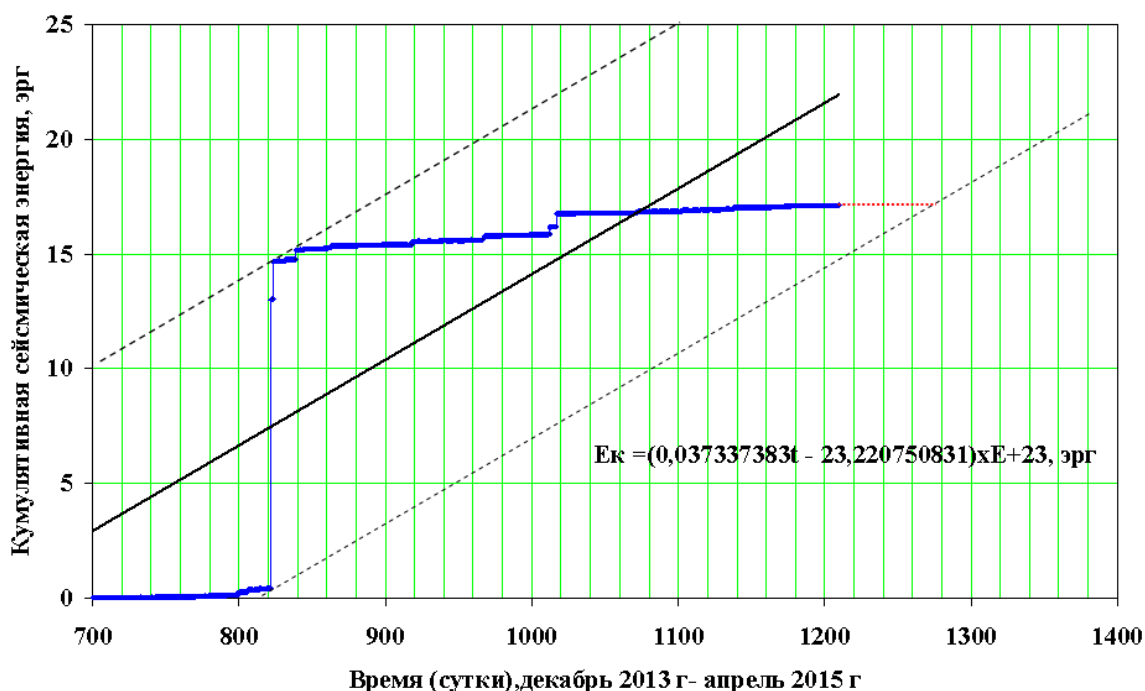


Рисунок 7. Кумулятивная сейсмическая энергия, высвобожденная при землетрясениях с магнитудами $M \geq 4.5$ в пределах Америки (Южной и Северной) с декабря 2013 г. по апрель 2015 г. Сплошной линией обозначена средняя линия (тренд), пунктирными линиями – верхний и нижний пределы флуктуации, красной точечной линией - время ожидания наступления периода сейсмической активизации.

За период декабрь 2013 г.- июнь 2015 г. график кумулятивной сейсмической энергии (рисунок 8) имел линейный тренд:

$$E_k = (0.032126347t - 18.649129533) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (13)$$

где t – время (сутки), коэффициент 0.03212 имеет единицу измерения мощности эрг/сутки. Флуктуация рассматриваемой кумулятивной энергии ограничивается сверху и снизу прямыми линиями. Верхняя линия выражается формулой:

$$E_k = (0.032126347t - 11.90669448) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (14)$$

а нижняя линия – формулой:

$$E_k = (0.032126347t - 26.0014133) * E + 23, \text{ эрг}. \quad (15)$$

Нижняя линия указывала на время ожидания сильного землетрясения на пике сейсмической активизации – сентябрь 2015 г. На самом же деле 16 сентября 2015 г. произошел главный толчок землетрясения в Чили с $M=8.3$.

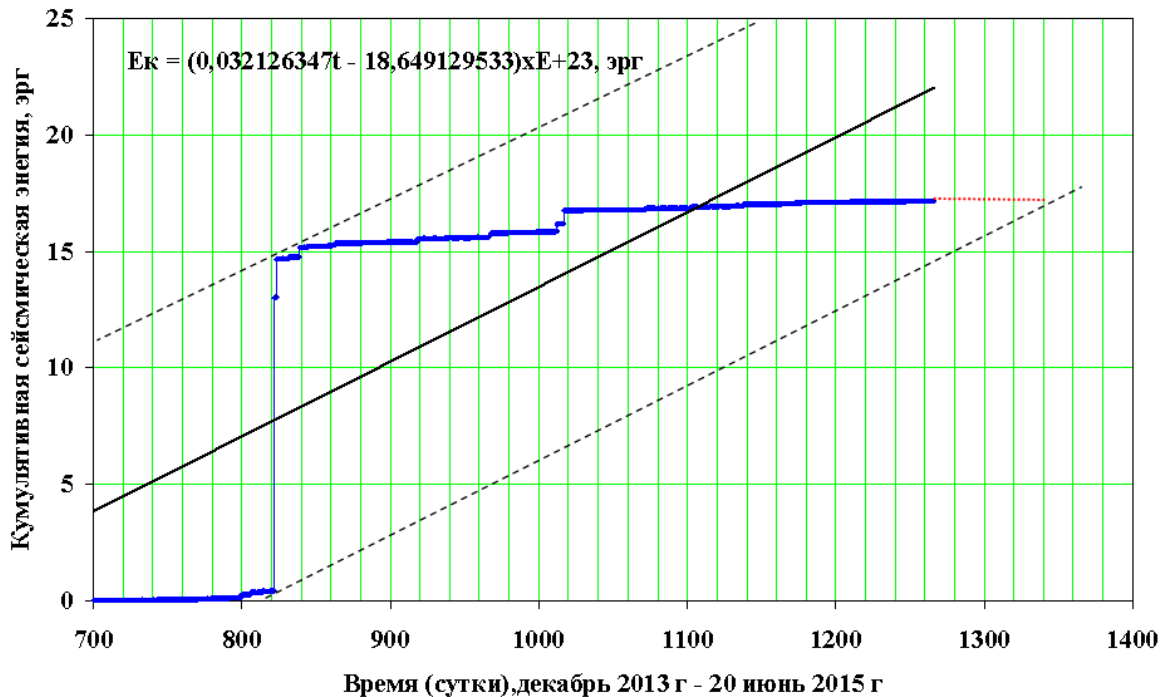


Рисунок 8. Кумулятивная сейсмическая энергия, высвобожденная при землетрясениях с магнитудами $M \geq 4.5$ в пределах Америки (Южной и Северной) с декабря 2013 г. по июнь 2015 г. Сплошной линией обозначена средняя линия (тренд), пунктирными линиями – верхний и нижний пределы флуктуации, красной точечной линией - время ожидания сильного землетрясения на пике сейсмической активизации.

После основного толчка 16 сентября 2015 г. график кумулятивной сейсмической энергии Америки за период декабрь 2013 г. – сентябрь 2015 г. (рисунок 9) имел линейный тренд:

$$E_k = (0.025535593t - 12.738439171) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (16)$$

где t – время (сутки), коэффициент 0.025535593 имеет единицу измерения мощности эрг/сутки. Пределы флуктуация рассматриваемой кумулятивной энергии ограничиваются сверху и снизу прямыми линиями. Верхняя линия выражается формулой:

$$E_k = (0.025535593t + 0,52571) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (17)$$

а нижняя линия – формулой:

$$E_k = (0.025535593t - 20.944829) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (18)$$

Здесь верхняя линия графика кумулятивной сейсмической энергии указывает на то, что в дальнейшем в пределах Америки (Южной и Северной) проявится сейсмическое затишье и сильные события не ожидаются.

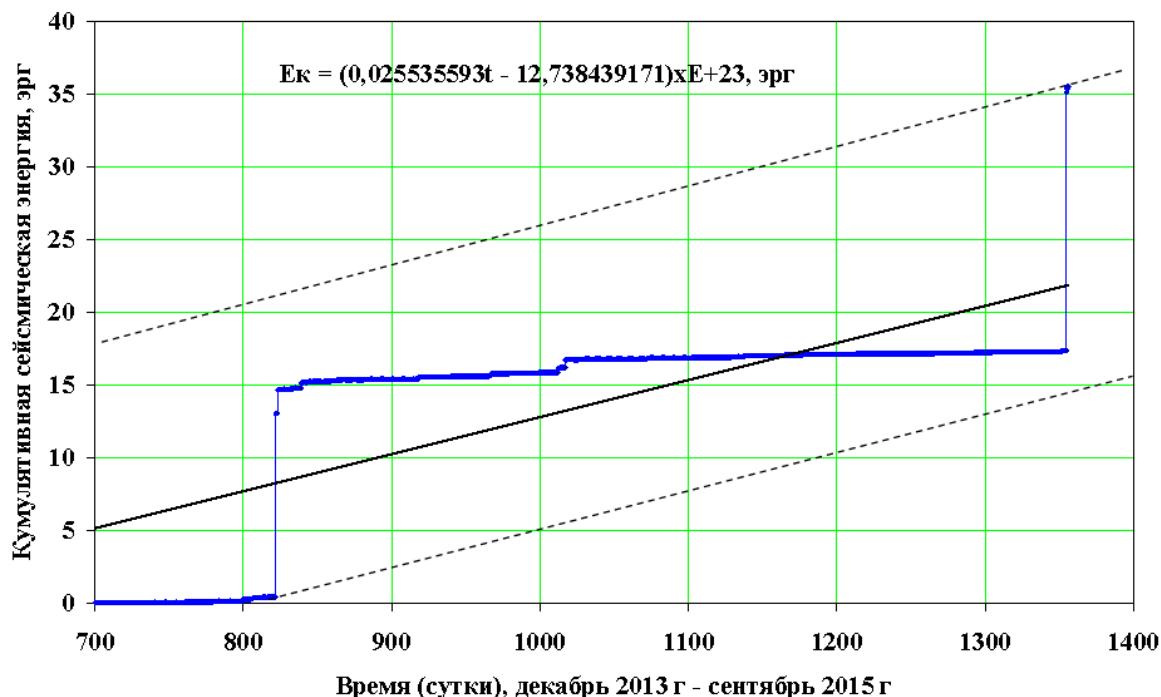


Рисунок 9. Кумулятивная сейсмическая энергия, высвобожденная при землетрясениях с магнитудами $M \geq 4.5$ в пределах Америки (Южной и Северной) с декабря 2013 г. по сентябрь 2015 г. Сплошной линией обозначена средняя линия (тренд), пунктирными линиями – верхний и нижний пределы флуктуации

График изменения кумулятивной сейсмической энергии Азии, Австралии за август 2012 г. – сентябрь 2015 г. (рисунок 10) имеет неровный ступенчатый вид и характеризуется осреднённой линией (трендом):

$$E_k = (0.056784838t - 6.732668345) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (19)$$

где t – время (сутки), коэффициент 0.0567848 имеет единицу измерения мощности эрг/сутки. Пределы флуктуация рассматриваемой кумулятивной энергии ограничиваются сверху и снизу прямыми линиями. Верхняя линия выражается формулой:

$$E_k = (0.056784838t + 6.15976177) * E + 23, \text{ эрг}, \quad (20)$$

а нижняя линия – формулой:

$$E_k = (0.056784838t - 16.860248) * E + 23, \text{ эрг}. \quad (21)$$

Нижняя линия графика кумулятивной сейсмической энергии указывает на то, что в ноябре 2015 г. проявится сейсмическая активизация в пределах Азии и Австралии.

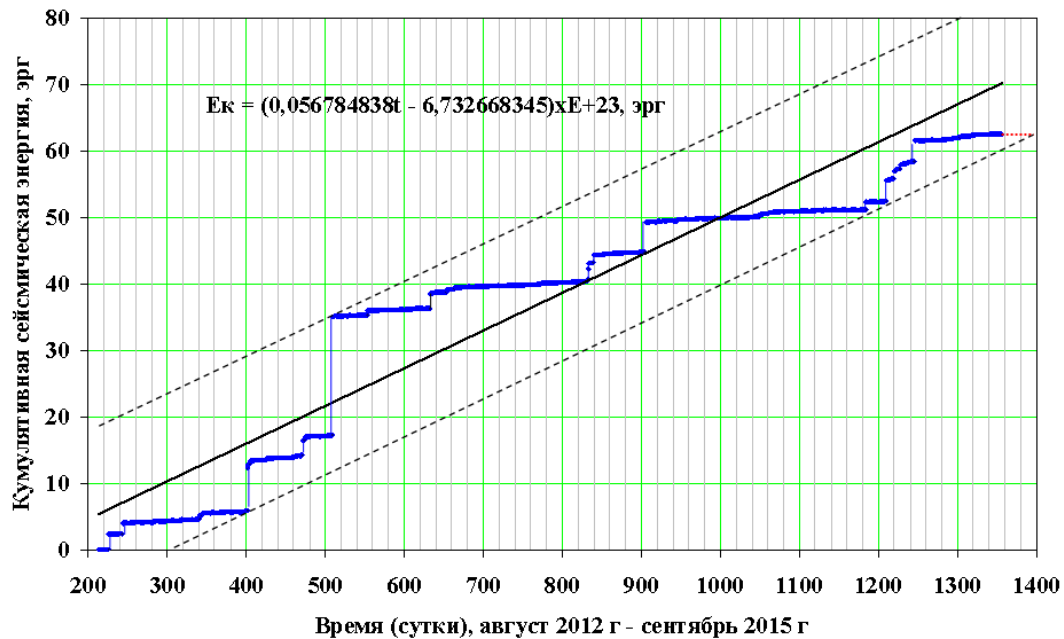


Рисунок 10. Кумулятивная сейсмическая энергия, высвобожденная при землетрясениях с магнитудами $M \geq 4.5$ в пределах Азии и Австралии с августа 2012 г. по сентябрь 2015 г. Сплошной линией обозначен линейный тренд, пунктирными линиями – верхний и нижний пределы флуктуации, красной точечной линией - вероятное время ожидания сейсмической активизации.

Распределение глубины землетрясений всей Земли во времени приведено на рисунке 11. Землетрясения имеют глубины до 700 км. Высокая плотность их отмечается в верхней части литосферы. Концентрация их уменьшается с глубиной. На глубинах 500-600 км наблюдается относительно большая концентрация. В связи с этим можно предположить, что свойства геофизической среды, вероятно, отличаются на глубинах: 0-350 км, 350-500 км, 500-600 км, 600-700 км и более 700 км.

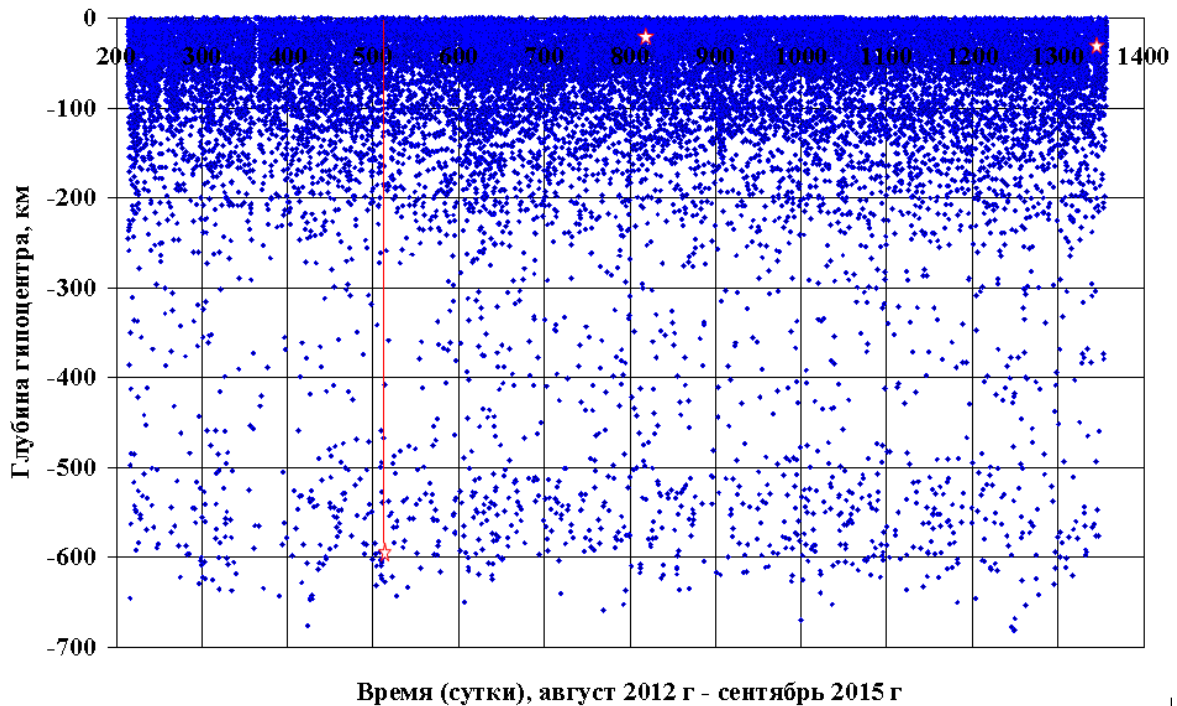
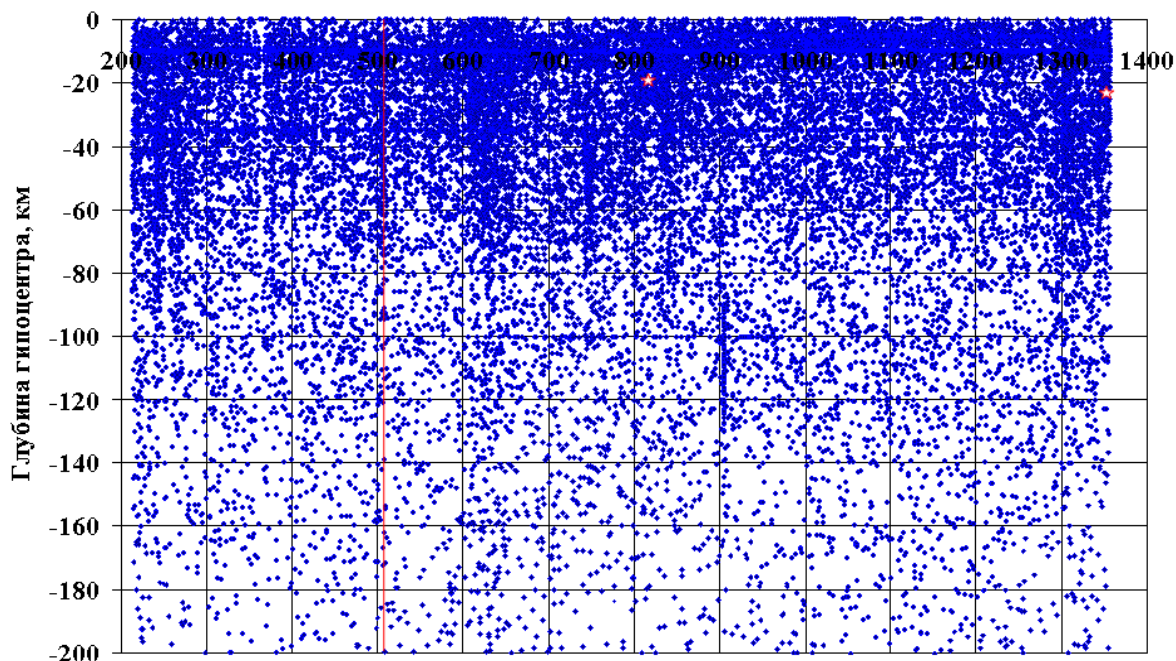


Рисунок 11. График изменения глубины землетрясений всей Земли в целом во времени за август 2012 г. - сентябрь 2015 г. Звёздочками и линиями обозначены гипоцентры

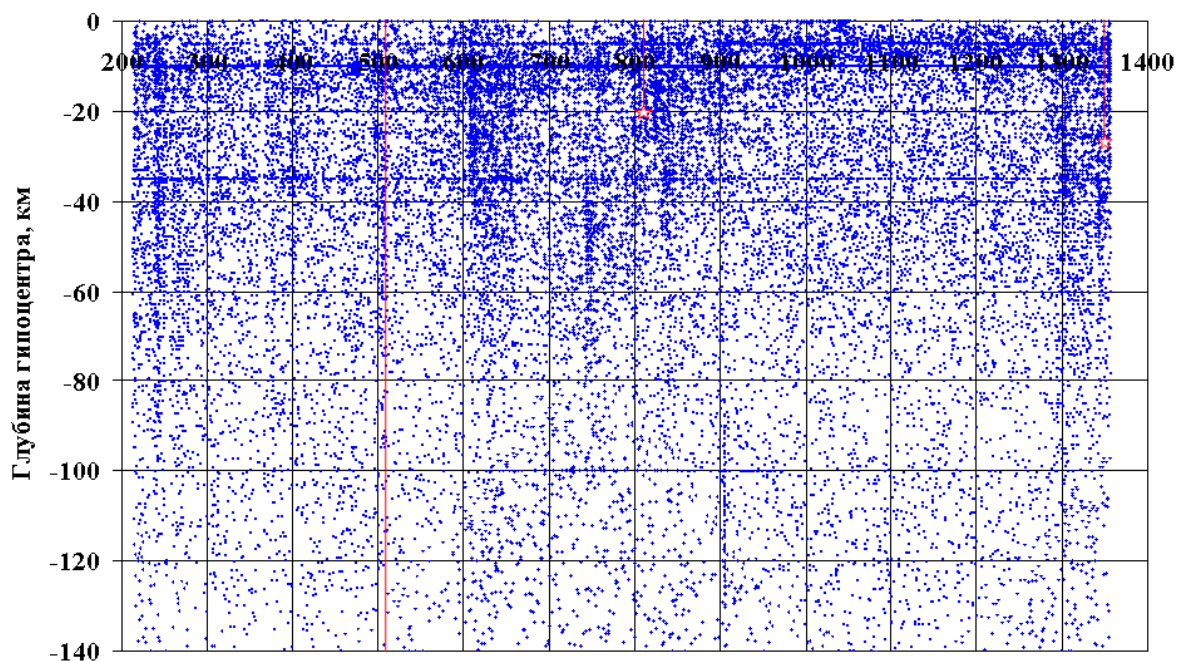
и время сильных землетрясений: с $M=8.3$ в Охотском море, с $M=8.2$ в Чили, с $M=8.3$ в Чили.

Перед сильными землетрясениями на больших интервалах глубины проявились своеобразные «вспышки», которые на графиках выделяются в виде цепочек в основном до глубин 200 км (рисунки 12, 13). Эти цепочки отмечались и во время главного толчка, и после него.



Время (сутки), август 2012 г - сентябрь 2015 г

Рисунок 12. Распределение гипоцентров землетрясений всей Земли в целом во времени за август 2012 г. - сентябрь 2015 г. на глубинах до 200 км. Звёздочками и линиями обозначены гипоцентры и время сильных землетрясений: с $M=8.3$ в Охотском море, с $M=8.2$ в Чили, с $M=8.3$ в Чили.

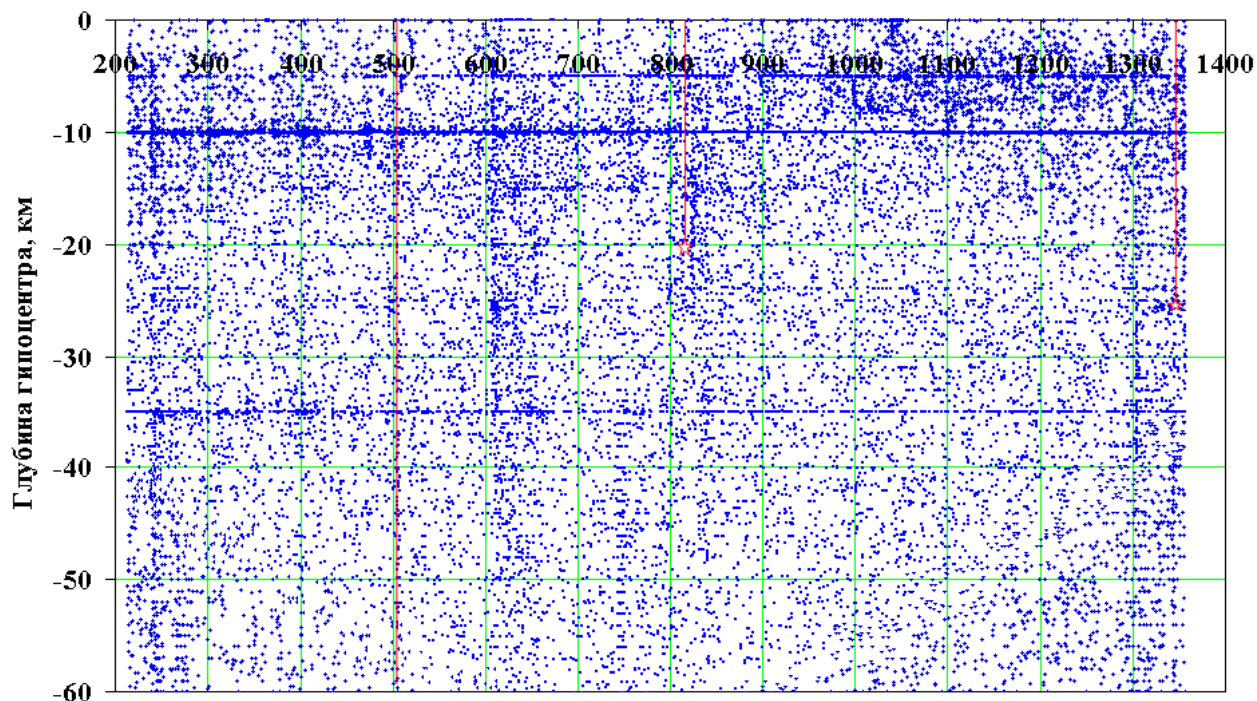


Время (сутки), август 2012 г - сентябрь 2015 г

Рисунок 13. Распределение гипоцентров землетрясений всей Земли в целом во времени за август 2012 г. - сентябрь 2015 г. на глубинах до 140 км. Звёздочками и линиями

обозначены гипоцентры и время сильных землетрясений: с $M=8.3$ в Охотском море, с $M=8.2$ в Чили, с $M=8.3$ в Чили.

Важно отметить, что на глубинах 35 км, 10 км и 5 км выделяются горизонты концентрации гипоцентров землетрясений (рисунок 14.). Эти горизонты представляют собой горизонтальные зоны (границы), разделяющие литосферу Земли в целом на слои.

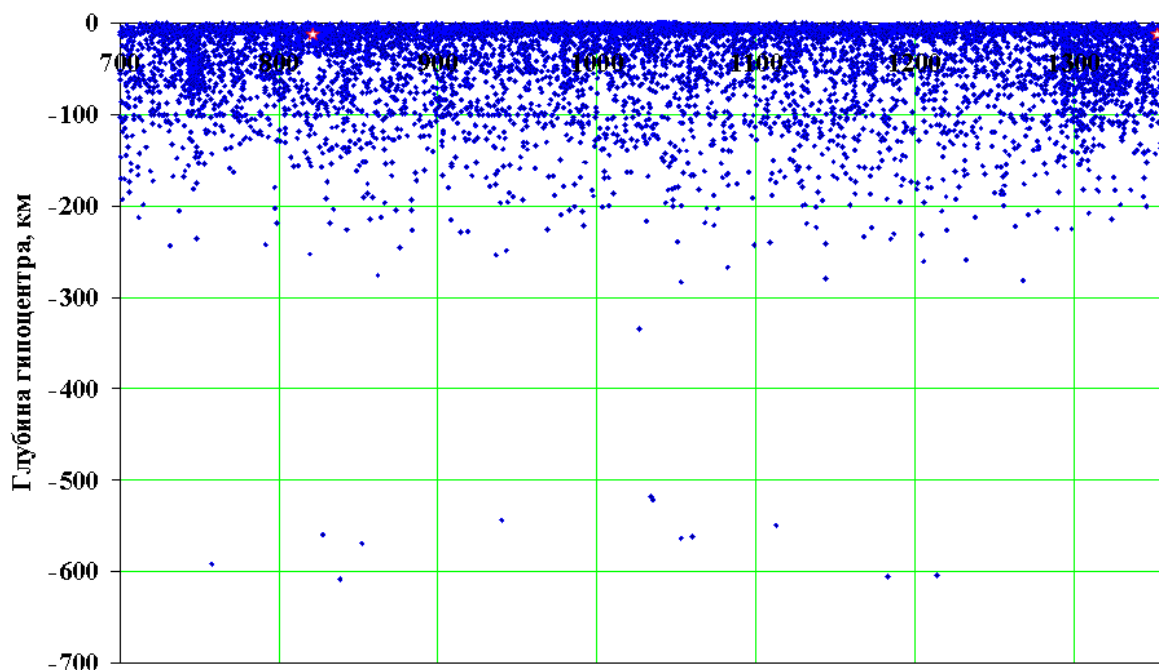


Время (сутки), август 2012 г - сентябрь 2015 г

Рисунок 14. Распределение гипоцентров землетрясений всей Земли в целом во времени за август 2012 г. - сентябрь 2015 г. на глубинах до 60 км. Звёздочками и линиями обозначены гипоцентры и время сильных землетрясений: с $M=8.3$ в Охотском море, с $M=8.2$ в Чили, с $M=8.3$ в Чили.

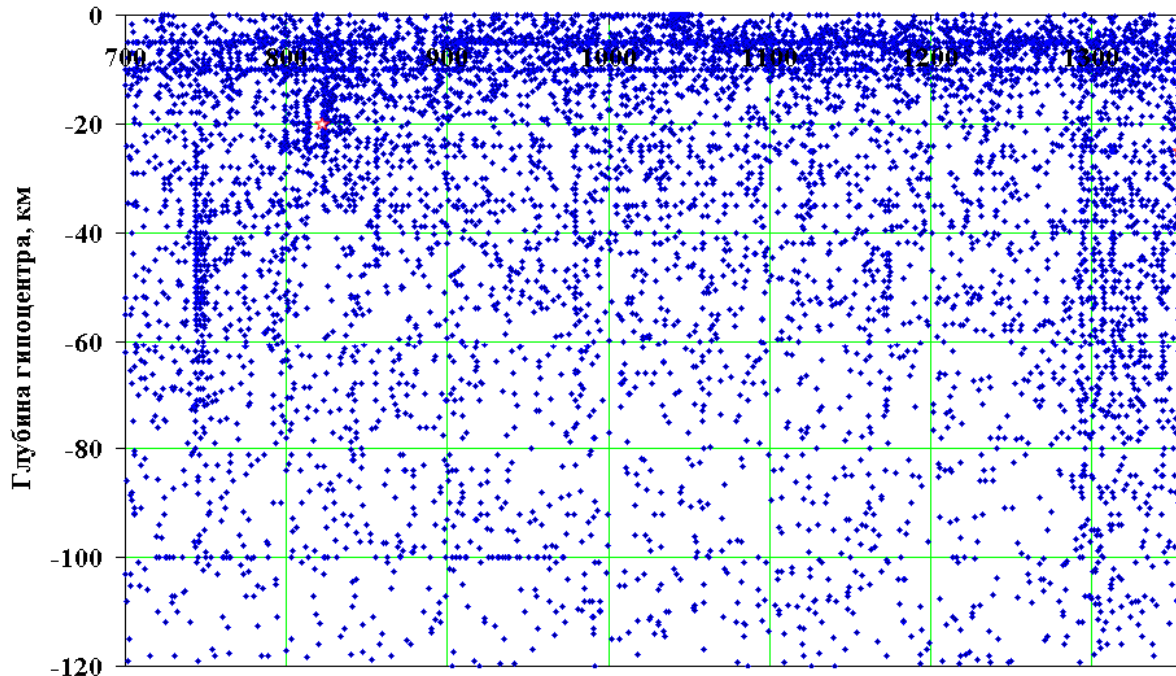
Распределение глубины землетрясений Америки (Южной и Северной) во времени за август 2012 г. – сентябрь 2015 г. приведено на рисунке 15. Землетрясения проявились на глубинах до 335 км и в интервале 520-610 км. В связи с этим можно предположить, что свойства геофизической среды, вероятно, отличаются на глубинах: 0-300 км, 300-500 км, 500-610 км и более 610 км. Интервалы глубины 300-500 км и более 610 км за рассматриваемый период представляли собой асейсмичные горизонты.

Перед сильными землетрясениями Америки на больших интервалах глубины проявились своеобразные «вспышки», которые выделяются в виде висячих цепочек (рисунок 16). Так, вспышки событий проявились в январе 2014 г. на глубинах 25-75 км, а после вспышки проявились в феврале-марте 2014 г. на глубинах 5-25 км, которые сопровождалось землетрясением в Чили 1 апреля 2014 г. с $M=8.2$ на глубине около 20 км. В дальнейшем вспышки землетрясений начались с марта 2015 г. на глубинах до 120 км. После, в начале сентября 2015 г. наблюдались цепочки событий на глубинах 35-65 км и сопровождалось землетрясением в Чили 16 сентября 2015 г. с $M=8.3$ на глубине 25 км. После главного толчка цепочки проявились на глубинах 5-38 км.



Время (сутки), декабрь 2013 г - сентябрь 2015 г

Рисунок 15. График изменения глубины землетрясений Америки (Южной и Северной) во времени за декабрь 2013 г. - сентябрь 2015 г. на глубинах до 700 км. Звёздочками обозначены сильные землетрясения: с $M=8.2$ в Чили, с $M=8.3$ в Чили.



Время (сутки), декабрь 2013 г - сентябрь 2015 г

Рисунок 16. Распределение гипоцентров землетрясений Америки (Южной и Северной) во времени за декабрь 2013 г. - сентябрь 2015 г. на глубинах до 120 км. Звёздочками обозначены сильные землетрясения: с $M=8.2$ в Чили, с $M=8.3$ в Чили.

Следует отметить, что на глубинах 5 км и 10 км наблюдаются горизонты концентрации землетрясений Америки (Южной и Северной) (рисунок 17), а на глубинах 25 км, 35 км и 100 км - прерывистые горизонты.

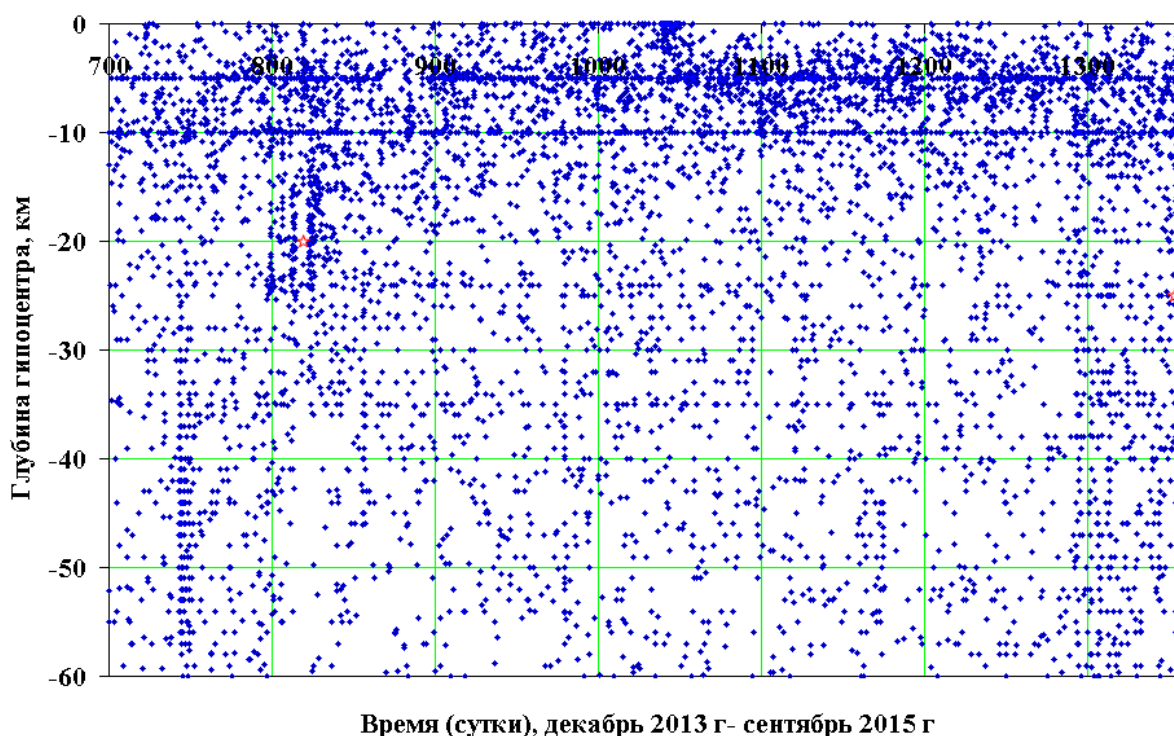


Рисунок 17. Распределение гипоцентров землетрясений Америки (Южной и Северной) во времени за декабрь 2013 г. - сентябрь 2015 г. на глубинах до 60 км. Звёздочками обозначены сильные землетрясения: с $M=8.2$ в Чили, с $M=8.3$ в Чили.

Распределение глубины землетрясений Азии, Австралии во времени за август 2012 г. – сентябрь 2015 г. приведено на рисунке 18. Землетрясения проявились на глубинах до 700 км. Высокая плотность их отмечается в верхней части литосферы, а концентрация уменьшается с глубиной. Однако, на глубинах 480-640 км с мая 2014 г. по январь 2015 г. наблюдалась относительно большая концентрация. Здесь можно отметить, что свойства геофизической среды отличаются, вероятно, на глубинах 0-250 км, 250-480 км, 480-640 км и более 640 км.

Перед сильными землетрясениями Азии и Австралии на больших интервалах глубины проявлялись своеобразные «вспышки», которые на графике выделяются в виде висячих цепочек (рисунок 19). Так, вспышки проявились в феврале 2013 г. на глубинах 5-35 км, а с апреля 2013 г. - на глубинах до 70 км, и сопровождалась 24 мая 2013 г. землетрясением в Охотском море с $M=8.3$ на глубине около 598 км. В дальнейшем вспышки наблюдались в середине апреля 2014 г. на глубинах до 60 км и в конце июня 2014 г. на глубинах 85-135 км. В феврале 2015 г. отмечалось сейсмическое затишье, землетрясения проявлялись редко. В начале марта 2015 г. наблюдалась слабая вспышка событий и 25 апреля 2015 г. сопровождалось землетрясением в Непале с $M=7.8$ на глубине 15 км, а 30 мая 2015 г. землетрясением в Японии с $M=7.8$ на глубине около 677 км.

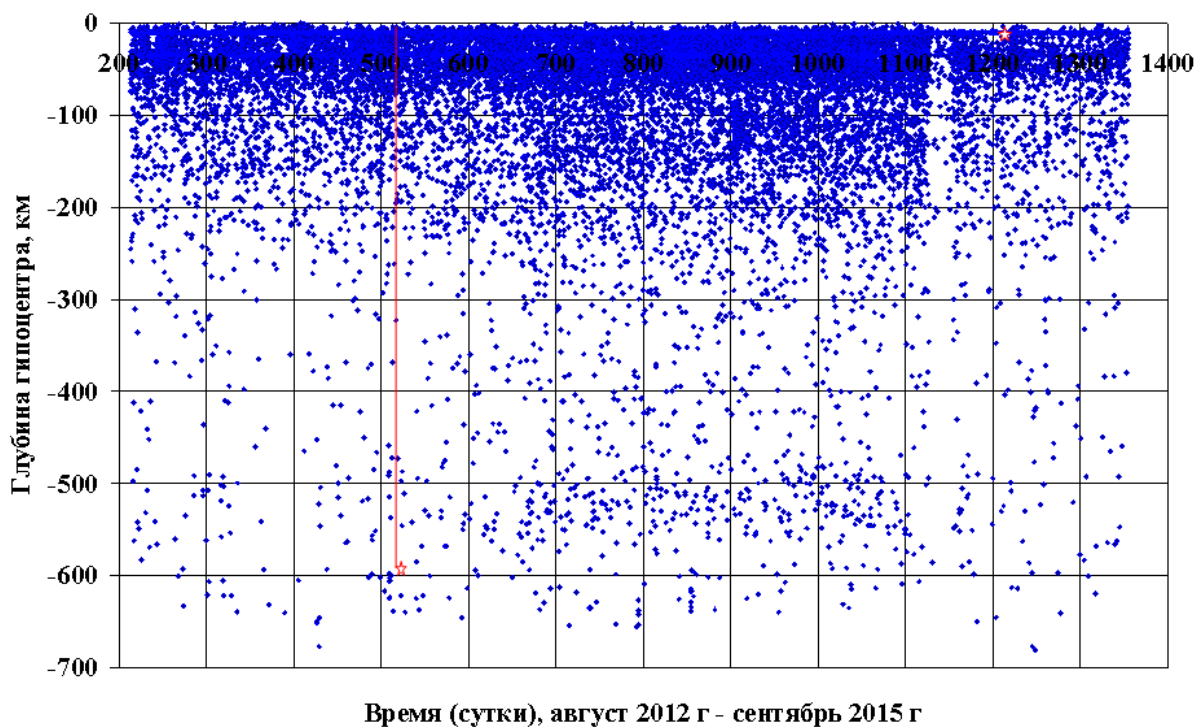


Рисунок 18. График изменения глубины землетрясений Азии и Австралии во времени за август 2012 г. - сентябрь 2015 г. Звёздочками и линиями обозначены гипоцентры и время сильных землетрясений: с $M=8.3$ в Охотском море, с $M=7.8$ в Непале.

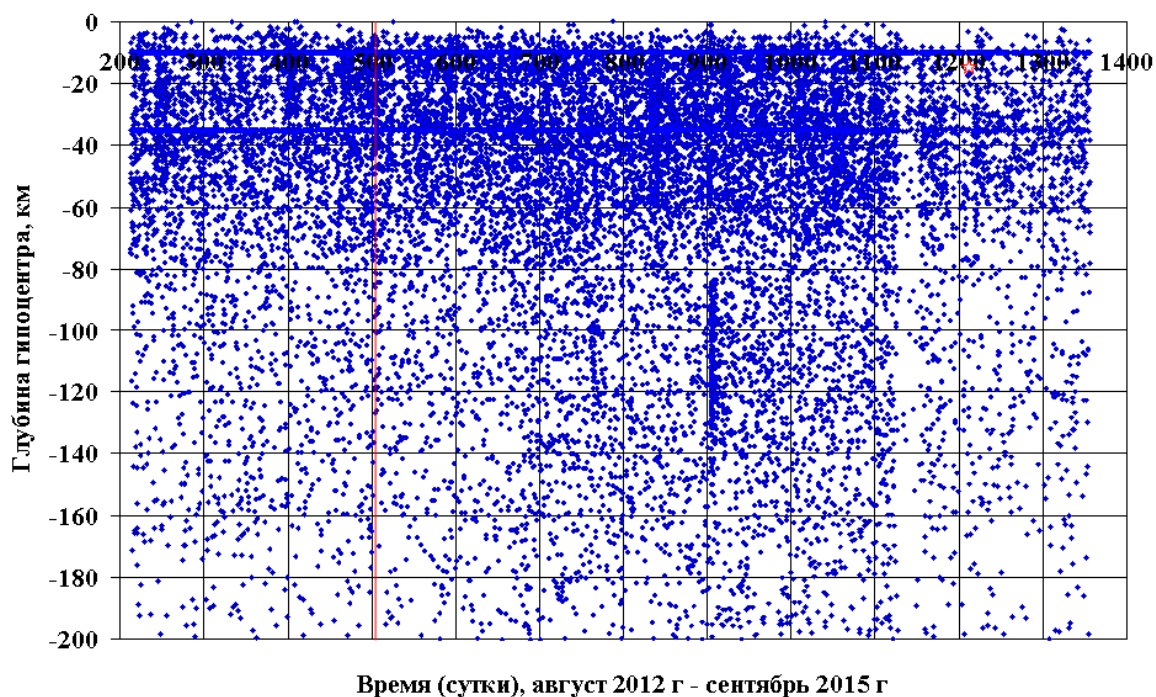


Рисунок 19. Распределение гипоцентров землетрясений Азии и Австралии во времени за декабрь 2013 г. - сентябрь 2015 г. на глубинах до 200 км. Звёздочками и линиями обозначены гипоцентры и время сильных землетрясений: с $M=8.3$ в Охотском море, с $M=7.8$ в Непале.

В распределении гипоцентров землетрясений Азии и Австралии выделяются горизонты их концентрации на глубинах 10 км и 35 км (рисунок 20). Эти горизонты представляют собой особые термодинамические зоны - границы, разделяющие литосферу на слои.

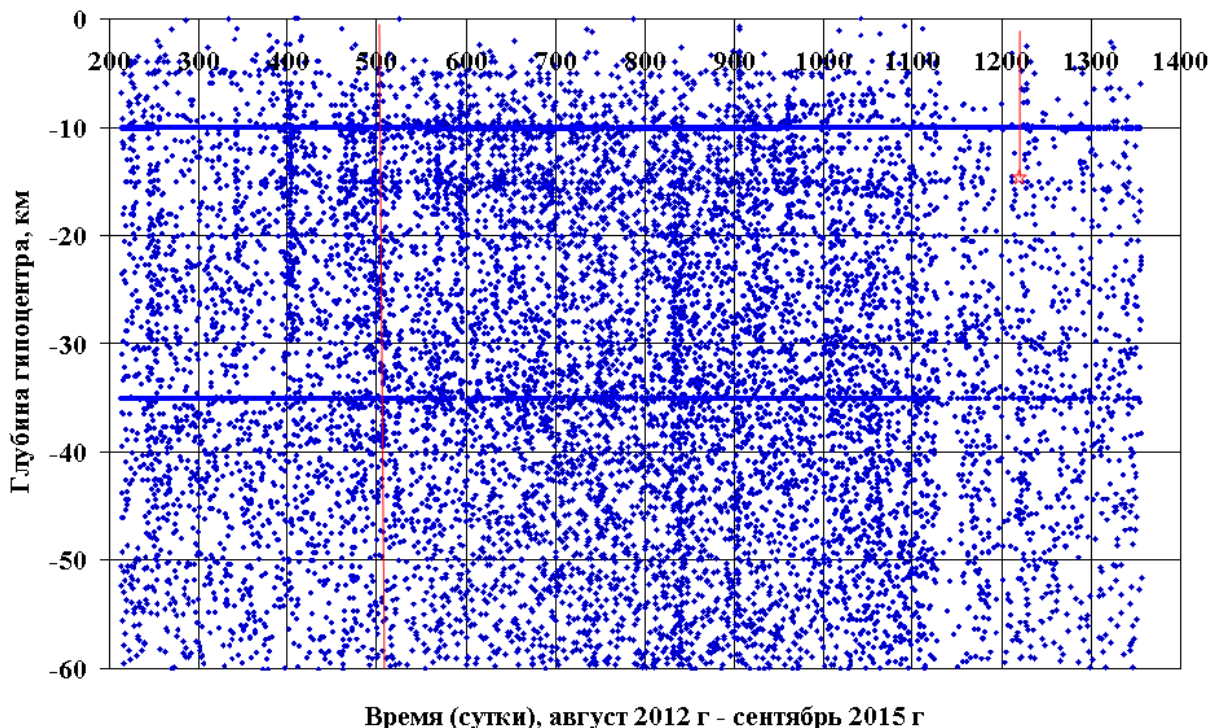


Рисунок 20. Распределение гипоцентров землетрясений Азии и Австралии во времени за август 2012 г. - сентябрь 2015 г. на глубинах до 60 км. Звёздочками и линиями обозначены гипоцентры и время сильных землетрясений: с $M=8.3$ в Охотском море, с $M=7.8$ в Непале.

Заключение

1. Осуществлено суточное слежение за динамикой сейсмичности всей Земли в целом и в пределах отдельных материков по сейсмологическим данным USGS (с 2012 г.).
2. Результаты исследований показали, что последовательность землетрясений, цикличность, чередование периодов сейсмической активизации и затишья, закономерное изменение кумулятивной сейсмической энергии, распределение глубины землетрясений во времени являются (на данном этапе исследования) наиболее информативными параметрами динамики сейсмичности, отражающие сейсмические процессы в глобальном масштабе.
3. Поэтапное выделение периода спада сейсмической активизации всей Земли в целом с июня 2014 г. по ноябрь 2014 г., периода затишья с середины февраля 2015 г. и наступления периода активизации с конца марта 2015 г. позволили наметить вероятное ожидаемое сильное землетрясение. Одновременное поэтапное выделение периода спада сейсмической активизации и в пределах материков, а именно Америки (Южной и Северной) с июля 2014 г. по февраль 2015 г., периода затишья с марта 2015 г. по июнь 2015 г. и наступления периода активизации с середины июля позволили наметить ожидаемое сильное землетрясение. Подтверждением этих выводов является землетрясение в Чили 16 сентября 2015 г. с $M=8.3$ на пике сейсмической активизации, замыкающая сейсмический цикл. Составлением анимации серии графиков кумулятивной сейсмической энергии по ходу проявления

землетрясения и высвобождения энергии, анализа положения движущей вершины графика относительно линии, очерчивающей нижние пределы флуктуации в масштабе Земли в целом, локализовалось время ожидаемых сильных землетрясений (в апреле и после июня), что подтвердилось землетрясением в Непале (25 апреля 2015 г, $M=7.8$) и землетрясением в Чили (16 сентября 2015 г, $M=8.3$), соответственно; в масштабе Америки (Южной и Северной) время сильного землетрясения намечалось на сентябрь 2015 г. и в действительности произошло землетрясение в Чили (16 сентября 2015 г, $M=8.3$); в масштабе Азии и Австралии отмечено, что ноябрь 2015 г. может быть временем ожидания сильного землетрясения. Вершина графика кумулятивной сейсмической энергии после главного толчка в Чили относительно линии, очерчивающей верхние пределы флуктуации в масштабе Земли в целом, определён запас энергии, который может высвободиться в будущем; в масштабе Америки (Южной и Северной) после главного толчка запас энергии исчерпан, наступил период спада активизации.

4. Отмечено, что распределение глубины землетрясений всей Земли в целом отражает динамику геодинамических процессов в глобальном масштабе. Перед сильными землетрясениями проявляются своеобразные вспышки землетрясений на больших интервалах глубины, которые выделяются на графиках в виде висячих цепочек протяжённостью до около 120 км. Перед землетрясением в Чили 16 сентября 2015 г. с $M=8.3$ в пределах материка Америка (Южной и Северной) произошли вспышки в марте на глубинах 5-120 км, в начале сентября 2015 г. на глубинах 35-65 км. Установлены горизонты концентрации гипоцентров на глубинах около 5 км, 10 км, 35 км в пределах всей Земли, на глубинах около 5 км, 10 км в пределах Америки (Южной и Северной), на глубинах около 10 км, 35 км в пределах Азии и Австралии.

Рецензент: к.г.-м.н. Аманов К.А.

Литература

1. Чипизубов А.В. Реконструкция и прогноз изменений сейсмичности Земли. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2008, с. 241.
2. Омуралиев М., Омуралиева А., Ачакеев Э.А. Масштабный закон периодичности проявления и повторяемости землетрясений. Кыргызпатент, Авторское свидетельство №2037, 2012.
3. Омуралиев М., Омуралиева А. Последовательность исторических землетрясений Земли в целом и периоды сейсмической активизации и затишья. //Наука и новые технологии, 2012. №3. С.90-96.
4. Омуралиев М., Омуралиева А. Последовательность исторических землетрясений на территории США и периоды сейсмической активизации и затишья. //Известия Вузов, 2012. №3. С. 61-67.
5. Омуралиев М., Омуралиева А. Опыт оценки сейсмической среднесрочной опасности территории Кыргызстана и краткосрочной опасности территории США. //Вестник Института сейсмологии НАН КР.-2013.- №1. Интернет-журн. URL: http://www.journal.seismo.kg/archive/journal_2013-1/article11.pdf
6. Омуралиева А., Омуралиев М. Последовательность проявления землетрясений, высвобождение сейсмической энергии Земли в целом и её регионах (Азии, США) и оценка сейсмической опасности. //Вестник Института сейсмологии НАН КР. 2013. №1. Интернет-журн. URL: http://www.journal.seismo.kg/archive/journal_2013-1/article12.pdf

7. Омуралиев М., Омуралиева А. Закономерность геодинамических процессов в сейсмических циклах Земли в целом и ее частях: Америки, Азии, Кыргызстана и средне-, краткосрочная сейсмическая опасность после июня 2014 г. Кыргызпатент. Авторское свидетельство 2441, 2014.
8. U.S. Geological Survey (USGS < <http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/>>)
9. Tsuboi С. Time rate of earthquake energy release in and near Japan. Proc. Jap. Acad., 1965, 41,392-7.
10. Касахара К. Механика землетрясений. М: Мир,1985. С. 264.