

И С С Л Е Д У Й

СБОРНИК СТАТЕЙ НАУЧНО-АКАДЕМИЧЕСКОГО
СООБЩЕСТВА КЫРГЫЗСТАНА

ЯНВАРЬ 2023 Г. • ВЫПУСК 1 • ЧАСТЬ 10



В целях широкого распространения научных знаний формирующихся в высших учебных заведениях Кыргызстана по дисциплинам имеющих связь с вопросами сохранения экологии, развитием зелёной экономики, охраной окружающей среды, а также процветанию кыргызстанской науки. ОО "Студенты Кыргызстана за Зелёную Экономику" (jerdin_baldary) совместно с Экологическим Информационным Сервисом (ЭКОИС) инициировали создание настоящего сборника преследующий задачу сбора и обмена научными знаниями между научно-академическим сообществом и широкой общественностью.

Данный сборник включает в себя опубликованные результаты научных исследований педагогов, ученых, аспирантов, докторантов в научных журналах "Вестник" из различных ВУЗов Кыргызстана.

**СБОРНИК ПОДГОТОВЛЕН КОМАНДОЙ
ОО "СТУДЕНТЫ КЫРГЫЗСТАНА ЗА ЗЕЛЕНУЮ ЭКОНОМИКУ"
"JERDIN_BALDARY"**

**ПРЕДСТАВЛЕН В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ИНФОРМАЦИОННОМ СЕРВИСЕ
(ЭКОИС)**

СОДЕРЖАНИЕ

1) АБДРАХМАТОВ К.Е.1. СТРОМ А.Л.: АКТИВНЫЕ РАЗЛОМЫ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ РАЗНЫХ ТИПОВ И НАЗНАЧЕНИЯ	3
2) КАМЧЫБЕКОВ М.П., МУРАТАЛИЕВ Н.М., КАМЧЫБЕКОВ Ы.П., АЖЫБЕК К. А.: СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ВОКРУГ ГОРОДА ОШ, КЫРГЫЗСТАН	7
3) КЕНДИРБАЕВА. ДЖ.Ж. : О ВЗАИМОСВЯЗИ СЕЙСМИЧНОСТИ И ГИДРОНИМАНИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ КЫРГЫЗСТАНА	14
4) ТИЛЕК КЫЗЫ ГУЛКАЙЫР : К ПРОБЛЕМЕ СНИЖЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БИШКЕК	22
5) ТОКТОСОПИЕВ А. М. : РОЛЬ ПРИЛИВНЫХ ДЕЙСТВИЙ ЛУНЫ И СОЛНЦА В ВОЗНИКНОВЕНИИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО ТЯШЬ-ШАНЯ	26



**АКТИВНЫЕ РАЗЛОМЫ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ПРОЕКТИРОВАНИЕ СООРУЖЕНИЙ
РАЗНЫХ ТИПОВ И НАЗНАЧЕНИЯ**

Аннотация. Приведены примеры, показывающие важность проведения исследований по выявлению активных разломов при проектировании и строительстве ответственных сооружений. Эти работы необходимы для корректной и обоснованной оценки рисков, возникающих при подвижке по разлому, и для разработки мероприятий, позволяющих минимизировать тяжесть последствий.

Ключевые слова: активный разлом, оценка рисков, подвижка, сооружение.

**АКТИВДҮҮ ЖАРАКАЛАР, АР ТУРДҮҮ ТИПТЕГИ КУРУЛУШТАРДЫ ЖАНА
ОБЪЕКТЕРДИ ДОЛБОРЛООНУН ДАЙЫНДАЛЫШЫ**

Кыскача мазмуну. Жооптуу структураларды долбоорлоодо жана курууда активдүү жаракаларды аныктоо үчүн изилдөө жүргүзүүнүн маанилүүлүгү жөнүндө мисалдар келтирилген. Бул жумуштар активдүү жаракалардын тобокелдиктерин туура жана негиздүү баалоо кесепеттеринин оордугун минималдаштыруу боюнча чараларды иштеп чыгуу үчүн зарыл.

Негизги сөздөр: активдүү жаракалар, тобокелдикти баалоо, кыймыл, структура.

**ACTIVE FAULTS, CONSTRUCTION AND DESIGN OF STRUCTURES OF DIFFERENT
TYPES AND PURPOSES**

Abstract. Cases are given when studies are carried out to identify active faults in the design and construction of responsible institutions. These works are necessary to correct and reasonably assess the risks arising from movement along the fault, and to develop measures to reduce the severity of the consequences.

Key words: active fault, risk assessment, movement, construction.

В последние годы в Кыргызской Республике строятся и намечаются к реализации многие сооружения разных типов и назначения, такие как эко-город «Асман», автомобильная трасса «Север-Юг» с многокилометровым тоннелем, пересекающим Ферганский хребет, железная дорога «Китай-Кыргызстан-Узбекистан», гидроэлектростанция «Камбаратинская ГЭС-1» и другие. При этом, подавляющее большинство этих сооружений будет возводиться в весьма сложных сеймотектонических условиях – в областях высокой сейсмичности, в непосредственной близости от активных разломов, в местностях с развитием каменных оползней и других опасных геологических явлений.

Для того, чтобы вышеуказанные сооружения успешно и безопасно функционировали в течение многих лет, необходимо знание об этих явлениях и умение их обходить или учитывать в процессе проектирования.

Движения по активным разломам – одно из весьма опасных природных явлений. Они представляют существенную угрозу практически для любых сооружений, попадающих в зону влияния таких нарушений. Резкие подвижки по разломам порождают землетрясения, которые оказывают и непосредственное, прямое воздействие на сооружения, пересекаемые такими разломами, поэтому их выявление и изучение – одно из основных направлений исследований, выполняемых для оценки сейсмической опасности участков строительства.

Наиболее распространённое определение понятия «активный разлом»:

«Активным является такой разлом, по которому за некоторый период времени произошла хотя бы одна подвижка». Продолжительность этого периода времени определяется на основании эмпирических данных о повторяемости смещений на одном и том же отрезке разлома. Обычно она принимается в интервале от 10 000 лет (голоцен) до ~100 000 лет (поздний плейстоцен - голоцен). Но в этом определении отсутствует характеристика величины или скорости подвижки, т.е. тех

параметров, которые, собственно, и закладываются в расчёты сооружений, пересекаемых активным разломом. Поэтому, например, в России, при разработке свода правил СП 14.13330.2014

«Строительство в сейсмических районах» и ряда других нормативных документов было предложено следующее определение: «Активный разлом — тектоническое нарушение с признаками постоянных или периодических перемещений его крыльев в позднем плейстоцене - голоцене (за последние ~100 000 лет), величина (скорость) которых такова, что она представляет опасность для сооружения и требует специальных конструктивных и / или компоновочных мероприятий для обеспечения его безопасности».

Это определение подразумевает тесное сотрудничество изыскателей и проектировщиков. Именно проектировщики могут и должны определять, какие смещения представляют опасность для того или иного сооружения, а какие - нет.

Когда речь идёт о зданиях или иных «точечных» сооружениях, размещаемых на площадках, пересекаемых активными разломами, то оптимальным решением является перенос площадки, тем самым позволяя сразу избавиться от многих проблем. Но если проводятся изыскания по трассе линейного сооружения (автомобильной или железной дороги, ЛЭП, магистрального трубопровода), очень часто избежать пересечения с активным разломом невозможно или нецелесообразно.

Трудно представить себе экономически оправданную конструкцию автодороги, сохраняющую работоспособность при резкой сейсмогенной или длительной криповой подвижке по пересекающему её разлому. Если это произойдёт, дорога будет просто отремонтирована. Т.е. проектировщик, скорее всего, не будет использовать эти данные. Соответственно, при изысканиях для автодорог заниматься детальным изучением активных разломов, как конкретных опасных структур, на наш взгляд, нецелесообразно. Это, естественно, не относится к изысканиям для отдельных сооружений на дорогах (мосты, виадуки, тоннели). Их, по возможности, не следует возводить на пересечении дороги с активным разломом, так как при разрушении или повреждении такого сооружения восстановить движение будет намного сложнее. Т.е. достаточно установить факт наличия активного разлома и его положение относительно трассы.

Здесь необходимо остановиться на принципиально разной организации работ по изучению активных разломов для выявления причин повреждений существующего сооружения, особенно таких повреждений, которые периодически происходят на одном и том же месте, и для прогноза мест возможных осложнений при изысканиях для нового строительства.

Если мы предполагаем, что периодические деформации сооружения обусловлены тектоническим крипом, то оптимальным является проведение повторных высокоточных геодезических измерений по нескольким профилям, пересекающим зону разлома. Выполнить такие исследования в ходе эксплуатации линейного сооружения вполне реально, так как мы, в принципе, не ограничены сроками. Но провести многолетние повторные измерения в рамках инженерных изысканий для будущего строительства в отведённые на них сроки практически нереально. Поэтому, учитывая, что мы не можем конструктивно защититься от таких движений, на наш взгляд наиболее целесообразно вести регулярные наблюдения уже на построенной железной дороге.

Для наиболее эффективной организации таких работ следует заблаговременно, в ходе изысканий, выделять участки, на которых повторные наблюдения должны выполняться в первую очередь. Наряду с этим следует анализировать результаты периодических обследований состояния пути и, при выявлении каких-либо отклонений, оперативно корректировать программу мониторинга. И, по аналогии с автодорогами, по возможности, не следует возводить сложные сооружения на пересечении железной дороги с активным разломом, так как при их разрушении или повреждении восстановить движение будет намного сложнее.

Для подтверждения важности проведения таких работ приведём пример строительства Камбаратинской ГЭС-2 (Рисунок 1), которая расположена в зоне разлома, протягивающегося в субширотном направлении. Отметим, что при проектировании этой ГЭС, активность разлома была неизвестна, поскольку явных признаков молодых смещений не наблюдалось.



Рисунок 1. Район расположения Камбаратинской ГЭС-2.

Однако, непосредственно при начале строительства были обнаружены следы как минимум трёх повторяющихся подвижек с единовременными смещениями около

1.5 – 2.0 м каждая (Рисунок 2). Плоскость разлома пересекает напорные водоводы ГЭС там, где они выходят из тоннелей, пройденных в поднятом крыле, и соединяются со зданием ГЭС, расположенном на опущенном крыле разлома (Рисунок 2).

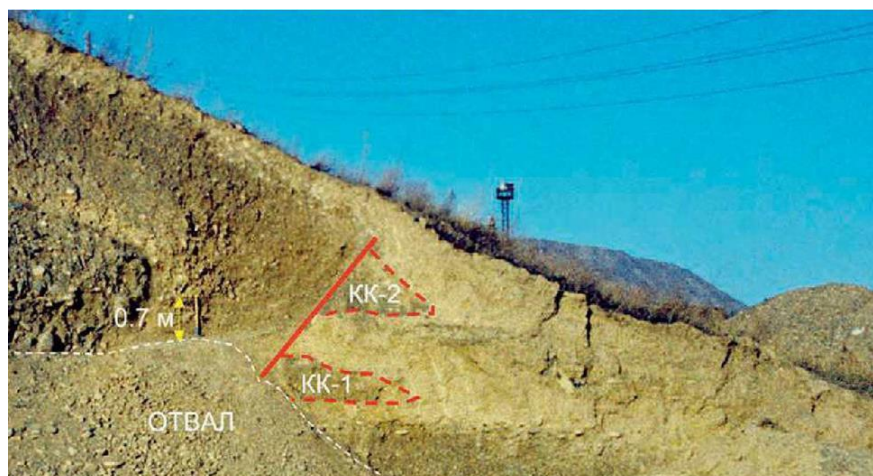


Рисунок 2. Следы повторяющихся подвижек по разрыву в стенке котлована здания Камбаратинской ГЭС-2. Красная линия — плоскость разрыва; КК-1 и КК-2 коллювиальные клинья, образовавшиеся при первой и второй подвижках по разлому при разрушении всячего крыла разрыва. Третья подвижка примерно на 1.5 – 2.0 м срезала коллювиальный клин 2.

Запроектированные при разработке проекта Камбаратинской ГЭС-2 компенсаторы были размещены на тектоническом контакте между палеозойскими скальными породами и полускальными отложениями неогена. Но разлом, показанный на Рисунках 2 и 3, отделяет отложения неогена от четвертичных галечников, и расположен за пределами зоны действия компенсаторов. Когда произойдёт следующая подвижка по этому разлому, неизвестно. Возможно, через сотни или даже тысячи лет. Но она может произойти и завтра.

При этом необходимо провести расчёты, чтобы определить, срежет ли подвижка по разрыву три сталежелезобетонных напорных водовода, оставив здание ГЭС неподвижным, или воздымающийся тектонический блок, в котором расположены тоннели водоводов, потянет за собой за водоводы бетонного здания ГЭС, стоящее на мощной толще аллювиальных галечников, из-за чего оно может накрениться, что приведёт к отклонению оси вращения агрегатов от вертикали?

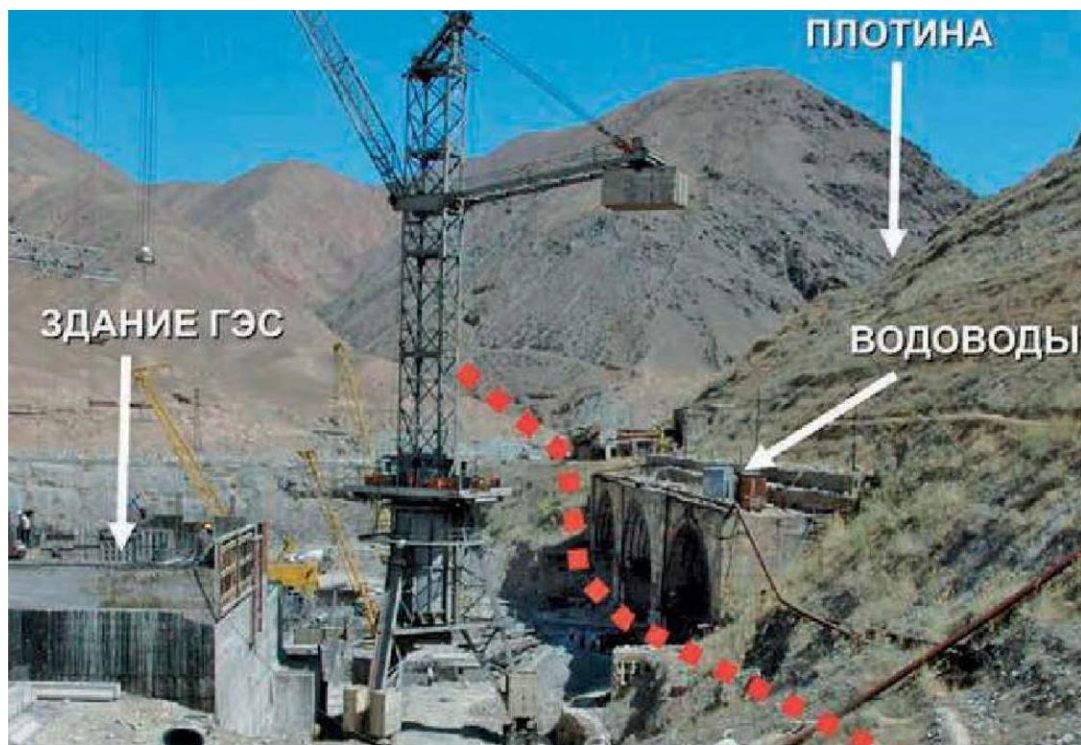


Рисунок 3. Положение активного разлома, обозначенного красной пунктирной линией, относительно основных сооружений Камбаратинской ГЭС-2. Снимок сделан в 2009 году, до возведения плотины и завершения строительства здания ГЭС.

Таким образом, приведённый выше пример показывает важность проведения исследований по выявлению активных разломов при проектировании и строительстве ответственных сооружений. Эти работы необходимы для корректной и обоснованной оценки рисков, возникающих при подвижке по разлому, и для разработки мероприятий, позволяющих минимизировать тяжесть последствий.

Рецензент: к. г.-м. н. Омуралиев М.О.

**Камчыбеков М.П., Мураталиев Н.М.,
Камчыбеков Ы.П., Ажыбек к. А.**
*Институт сейсмологии НАН КР,
г. Бишкек, Кыргызстан
КГТУ им. И.Раззакова,
г. Бишкек, Кыргызстан*

СЕЙСМИЧНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ ВОКРУГ ГОРОДА ОШ, КЫРГЫЗСТАН

Аннотация. В данной работе дано описание сейсмичности территории вокруг г. Ош. Приведены сведения о разрушительных и ощутимых землетрясениях, произошедших в районе исследования. Фактический материал, характеризующий сейсмологические особенности, и анализ этих данных позволяют выявить сейсмичность исследуемого района и использовать выводы для оценки сейсмической опасности проектируемой площадки строительства.

Ключевые слова: землетрясение, сейсмичность, график повторяемости землетрясений.

ОШ ШААРЫНДАГЫ АЙМАКТАРДЫН СЕЙСМИКАЛУУЛУГУ, КЫРГЫЗСТАН

Кыскача мазмуну. Бул эмгекте Ош шаарынын айланасындагы аймактын сейсмикалык абалы жазылган. Изилдөө зонасында болгон кыйратуучу жана сезилүүчү жер титирөөлөр жөнүндө маалымат берилген. Сейсмологиялык өзгөчөлүктөрдү мүнөздөөчү иш жүзүндөгү материал, маалыматтарды талдоо жана изилденүүчү аймактардын сейсмикалуулугун аныктоого жана долбоордук курулуш объектисинин сейсмикалык коркунучун баалоо боюнча корутундуларды пайдаланууга мүмкүндүк берет.

Негизги сөздөр: жер титирөө, сейсмикалык, жер титирөөнүн кайталануу графиги.

SEISMICITY OF THE TERRITORY AROUND THE OSH CITY, KYRGYZSTAN

Abstract. This paper describes the seismicity of the area around the Osh city. Information about destructive and felt earthquakes that occurred in the study area is given. The actual material characterizing the seismological features and the analysis of these data make it possible to identify the seismicity of the study area and use the results for the seismic hazard assessment of the projected construction site.

Key words: earthquake, seismicity, earthquake's recurrence plot.

Район исследования расположен на юге Кыргызстана, в пределах юго-восточной части обширной Ферганской долины, в низовье р. Ак-Буры. Он ограничен радиусом 100 км вокруг города Ош – центра Ошской области Кыргызской Республики.

Сведения о разрушительных и ощутимых землетрясениях прошлого собраны на основании исторических данных [1-6, 8,11-16,19] и каталога землетрясений Института сейсмологии НАН КР (ИС НАН КР). Используемый каталог наиболее сильных землетрясений, произошедших за последнее столетие на изучаемой территории, приведён в таблице 1 и на Рисунке 1. Анализ изосейст исторических сильных землетрясений показывает, что на территорию г. Ош сильное воздействие оказывали землетрясения, произошедшие в радиусе 60 км, поэтому в данной работе описаны сильные землетрясения в пределах этого района. Много работ посвящено тектоническим особенностям этого района, но более детальные результаты приведены в публикациях [17, 18]. На Рисунке 1 представлена карта эпицентров разрушительных и ощутимых землетрясений и расположение тектонических разломов.

Таблица 1. Каталог сильных землетрясений в радиусе 60 км от г. Ош.

Год	Месяц	Дата	Час	Минута	Секунда	Широта	Долгота	Глубина очага Н, км	Энергетический Класс, К	Магнитуда М _{рв}	Интенсивность в эпицентре, балл	Название и год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1 3
1883	11	14	17	0	00.0	40.60	72.80	12	13.9	5.5	7 (8)	Ошское
1883	11	18				40.60	72.80				7	
1895	12	18	13	4	00.0	40.00	73.00	15	14.5	5.8	6 (7)	Ошское
1902	12	16	5	7	00.0	40.80	72.30	9	15.6	6.4	9	Андижанское
1903	3	28	8	55	10.0	40.80	72.70	14	15.0	6.1	8	Аимское
1907	9	15	17	46	00.0	40.30	72.50	10	14.6	5.9	8	Кырккольское
1907	9	19	19	14	00.0	40.30	72.50	14	13.9	5.5	7 (8)	Кырккольское
1914	10	18	20	46	00.0	40.70	73.10	16	13.2	5.1	6	
1924	7	12	15	12	35.0	40.60	73.20	14	15.6	6.4	7 (8)	Куршабское-1
1924	7	6	18	31	51.0	40.50	73.10	22	15.3	6.3		Куршабское-2
1926	5	28	22	31	41.0	40.90	73.10	9	13.6	5.3	6	
1947	6	2	6	40	33.0	40.90	72.30	13	14.5	5.8	8	Найманское
1962	8	3	11	4	05.0	40.92	73.12	20	14.0	5.6	7 (8)	
1971	12	27	20	59	39.3	39.98	73.02	55	13.4	5.2		
1974	2	20	11	43	04.9	40.70	73.37	20	13.2	5.1	6 (7)	
1991	10	31	2	29	03.7	40.17	72.87	15	13.6	5.3		
2008	1	1	6	32	28.1	40.32	73.03	16	13.2	5.9		Ош Кокбелское
2015	11	17	17	29	36.5	40.32	73.17	13	14.1	6.4	7	Талдыкское

Ниже в хронологическом порядке приводится краткое описание разрушений в очаговой зоне и сотрясений в городе Ош и близлежащих территориях от этих землетрясений.

14 ноября 1883 года произошло землетрясение 7-8 (± 0.5) - балльное, эпицентр которого находился на севере на расстоянии 7.5 км. от центра г. Ош. Местные жители ощутили поземный гул перед землетрясением. Сейсмособытие привело к человеческим жертвам и разрушениям жилых построек [1, 3, 4, 6, 12, 14, 16].

18 ноября 1883 г. было землетрясение силой 7 (± 0.5) баллов, в окрестностях г. Ош (к северу, около 7.5 км от центра г. Ош). Разрушены жилые постройки и были человеческие жертвы [6].

18 декабря 1895 г. произошло землетрясение силой 6-7 (± 2) баллов, нет сведений из эпицентральной зоны. Эпицентр находился на южной стороне и примерно в 61 км от г. Ош [11, 12].

В примерно в 52 км северо-западнее города Ош находился эпицентр одного из сильнейших землетрясений в Средней Азии - 9 (± 0.5) - балльного Андижанского землетрясения, произошедшего 16 декабря 1902 года. В результате этого землетрясения город Андижан и многие населённые пункты, расположенные в эпицентральной зоне, были почти полностью разрушены. Погибло 4562 человека, 26000 построек разрушено, потеряно 7000 голов скота. При землетрясении наблюдались изменения в почве: в Андижане и близ его окрестностей образовалось много трещин шириной до 10 см, в некоторых местах наблюдались фонтаны с песком до 1 м высотой, произошло опускание почвенного слоя вдоль трещин на глубину до 70 см. В городе Андижане были изогнуты железнодорожные рельсы на протяжении 4-х километров. Были сброшены с рельс паровоз и вагоны поезда, готовившегося отойти от железнодорожной станции

«Андижан». В г. Ош данное землетрясение проявилось силой в 6-7 баллов. Были небольшие разрушения, трещины в саманных постройках [1, 2, 19].

28 марта 1903 года произошло 8 (± 0.5) - балльное Аимское землетрясение, в результате которого в близлежащих селениях разрушено 11 тысяч домов, были человеческие жертвы. Оно проявилось в городах Андижане, Джал-Абаде, Базар-Кургане и Массакх с силой 6-8 баллов. Эпицентр землетрясения находился примерно 31 км к северу от г. Ош. В г. Ош его интенсивность достигла около 6 баллов, что привело к образованию трещин в саманных постройках и небольшим разрушениям [6, 12, 16].

Кыркольское (Иски-Наукатское) землетрясение 15 сентября 1907 года проявилось с силой 8 (± 1) баллов - в 30 км к юго-западу от города Ош, в долине реки Кыркол. Особо значительные разрушения отмечались в районе селения Иски-Наукат, где было разрушено 186 местных построек, человеческие жертвы – 7, ранено двое и задавлено 15 голов рогатого скота. В городе Оше его интенсивность достигла ≈ 6 баллов [6, 12, 13]. Через четыре дня 19 сентября 1907 г. произошло (афтершок или отдельное землетрясение) землетрясение силой, примерно равной основному толчку, 7-8 (± 1) баллов. Эпицентр находился в той же эпицентральной зоне, что и предыдущее землетрясение, в г.Оше его интенсивность достигла около 6 баллов [12].

18 октября 1914 года на северо-востоке, примерно в 32 километрах от г. Ош, в районе с. Достук, было землетрясение силой 6 (± 0.5) баллов [2, 12, 15]. О последствиях землетрясения сведений нет.

Два восьми-девятибалльных Куршабских землетрясения произошли 6-июля 1924 г. силой 7-8 (± 1) баллов и 12-июля 1924 года силой 8-9 (± 0.5) баллов. Их эпицентры находились в 20~25 км северо-востоку от г. Ош. Наибольшие разрушения случились в поселке Куршаб, который за несколько минут был превращён в груды развалин, разрушено и повреждено 1073 здания, число человеческие жертв и раненых – 26. Каркасные постройки были устойчивее, хотя и они получили значительные повреждения. Строения, вытянутые с юга на север, сохранились лучше, чем вытянутые с востока на запад. Необычный факт, что больше разрушились дома, построенные на сухом месте, чем на влажном. В селе Куршаб на сухом месте образовалось много трещин. В семи верстах (7.5 км) от этого села, в горах произошли оползни, которые были вытянуты в меридиональном направлении. В городе Оше сила сотрясений составила примерно 6-7 баллов [4, 6, 12].

28 мая 1926 года было землетрясение, эпицентр которого находился в 48 километрах к северо-востоку от г. Ош. Интенсивность в эпицентре была 6 (± 0.5) баллов. Сведений о последствиях землетрясения нет (Каталог землетрясений Кыргызстана, ИС НАН КР).

Найманское землетрясение произошло 2 июня 1947 года силой в эпицентре 8 (± 1) баллов. Здания тряслись, двери стучали, окна дребезжали, многие закрытые двери открылись, дверные рамы покосились. Люди выбежали из помещений. Во многих стенах домов из сырцового кирпича появились трещины, в некоторых домах происходило обрушение стен, некоторые постройки рухнули. Эпицентр землетрясения находился на северо-западе в 58 километрах от г. Ош. В г.Оше интенсивность землетрясения составила 5 баллов [1, 6, 8, 12].

Маркайское (Кок-Янгакское) землетрясение произошло 3 августа 1962 года силой 7-8 (± 0.5) баллов. Эпицентр землетрясения располагался на северо-востоке приблизительно в 50 км от города Ош. В г. Ош интенсивность была 5 баллов [6, 8, 12].

27 декабря 1971 года случилось землетрясение, эпицентр которого располагался на юго-востоке в 64 км от города Ош. Макросейсмических данных нет (каталог землетрясений ИС НАН КР).

Макросейсмические сведения имеются о Куршабском землетрясении (20 февраля 1974 года) силой 6-7 (± 0.5) баллов. Эпицентр землетрясения находился северо- восточнее, приблизительно в 61 километров от города Ош. В г. Ош сила землетрясения составляла 5.5 баллов [12].

31 октября 1991 года произошло землетрясение, эпицентр которого располагался на юго-западе, примерно, в 41 километрах от города Ош (каталог землетрясений ИС НАН КР Р).

1 января 2008 года на юго-востоке в 31 километрах от города Ош произошло Ош- Кокбелское землетрясение (каталог землетрясений ИС НАН КР).

Талдыкское землетрясение - 17 ноября 2015 года [5], силой 7 баллов. Эпицентр находился на юго-востоке в 39 километрах от города Ош. В г. Ош сила толчка землетрясения составила 5.3 баллов.

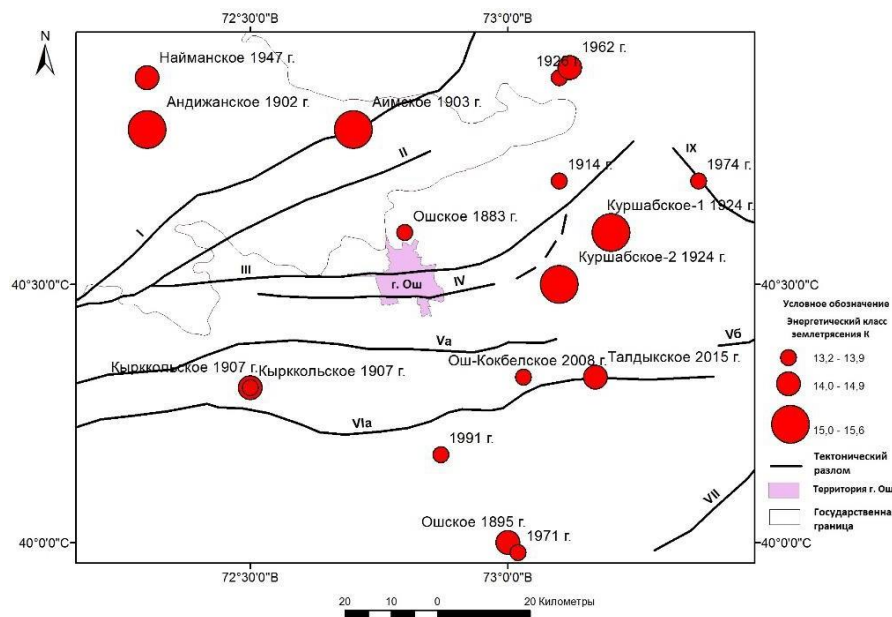


Рисунок 1. Расположение эпицентров разрушительных и ощутимых землетрясений вокруг территории вокруг г. Ош и тектонические разломы.

- - эпицентры землетрясений; I – Северо-Кувинский; II – Южно-Кувинский;
- III – Мадинско-Талдысуйский; IV – Кенешский; Va – Катарский; Vб – Алдыярский; VIa – Южно-Наукатский; VIб – Джусалинский; VII – Гульчинский; IX – Узгенский.

Алайская горная система, прилегающая с юга к Ферганской долине, на которой расположен город Ош, относятся к сейсмоопасным регионам. Поэтому при анализе сейсмичности исследуемой территории необходимо оценить пространственное распределение эпицентров землетрясений. В данной работе мы рассматриваем охват территории в пределах 100 км вокруг г. Ош, что означает зону исследований размером 200 x 200 км [9, 20] с координатами $\varphi=39^{\circ}35' - 41^{\circ}30'$ и $\lambda=71^{\circ}30' - 74^{\circ}00'$ (Рисунок 2). Как показывает карта распределения эпицентров землетрясения с энергетическим классом $K \geq 8.0$ они распределены неравномерно.

По расположению эпицентров землетрясений на исследуемой территории выделяются две крупные зоны по распределению сейсмичности - Северная и Южная (Рисунок 3). Северная зона расположена на северо-восточном обрамлении Ферганской долины. Характерным для этой зоны является отчётливая тенденция группирования разрозненных стустков эпицентров землетрясений. В центре и на юго-востоке этой зоны наблюдается максимальная концентрация эпицентров землетрясений.

Южная зона связана с юго-восточным обрамлением Ферганской долины и простирается с востока на запад, севернее Алайского хребта. Эпицентры землетрясений распределены с неоднородной плотностью, кроме отдельных участков в северо- западной, центральной и восточной части. Особенно большое скопление эпицентров землетрясения наблюдается в юго-восточной части зоны.

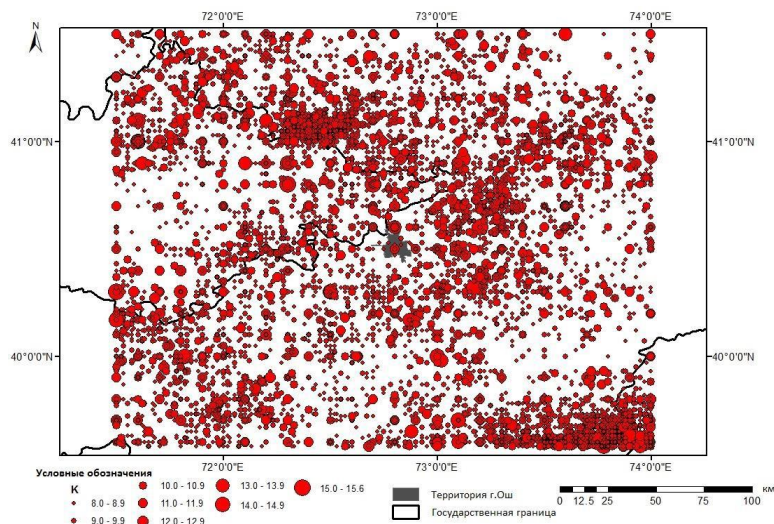


Рисунок 2. Эпицентры землетрясений с $K \geq 8.0$, расположенные в 100 км вокруг г. Ош с исторических времен по 2021 г.

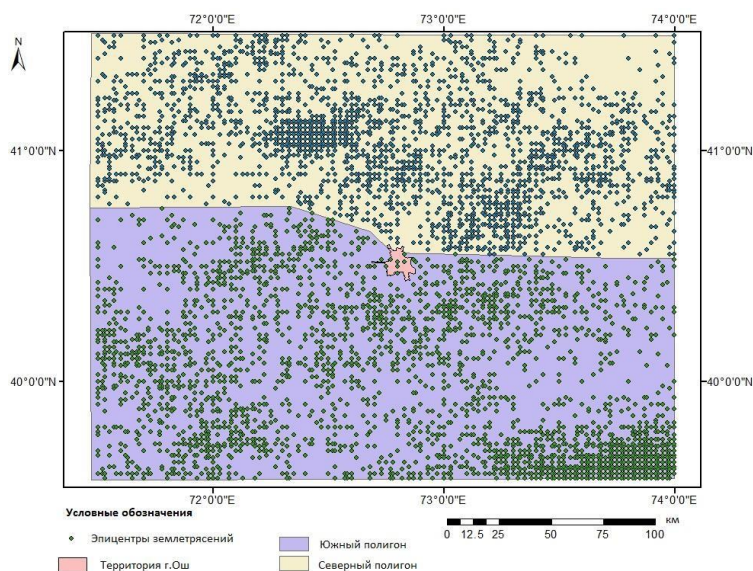


Рисунок 3. Расположение эпицентров землетрясений в Южной и Северной зонах с исторических времен по 2021 г.

Таким образом, из обзора карты эпицентров видно (Рисунок 3), что на обеих выделенных зонах очаги землетрясений, в основном, сосредоточены крайне неравномерно на исследуемой территории. В отдельных районах наблюдается повышенная сейсмическая активность, где в будущем возможно возникновение сильных землетрясений, которые могут представлять опасность для города Ош.

Кроме того, выявлено, что на исследуемой территории вокруг города Ош в радиусе 100 километров имеется наличие эпицентров с глубиной до 30 км. При оценки сейсмической опасности территории важно не только пространственное распределение эпицентров, но и частота повторения землетрясений. Для количественной оценки повторяемости землетрясений составляются графики, по которым определяется средний период повторяемости сильных землетрясений.

Исторически так сложилось, что раньше для энергетической оценки землетрясения в странах бывшего СССР в большей степени использовался такой параметр, как энергетический класс землетрясения при составлении каталога землетрясений. На современном этапе большинство исследователей применяет моментную магнитуду M_w . В данной работе использован анализ

корреляционной зависимости моментной магнитуды и энергетического класса землетрясения, которые приведены в работах [7, 10].

Повторяемость землетрясений определена по закону Гуттенберга-Рихтера [21]. График повторяемости характеризуется наклоном. Данная зависимость выражается формулой $\lg N = (a - b) \cdot M_w$, где N — число событий с магнитудой M_w , а «а» и «b» константы.

Повторяемость землетрясений, определённая по закону Гуттенберга-Рихтера для Северной зоны (Рисунок 4), - $\lg N = -0.9M_w + 4.32$, а для Южной зоны - $\lg N = -0.99M_w + 4.63$ (Рисунок 5).

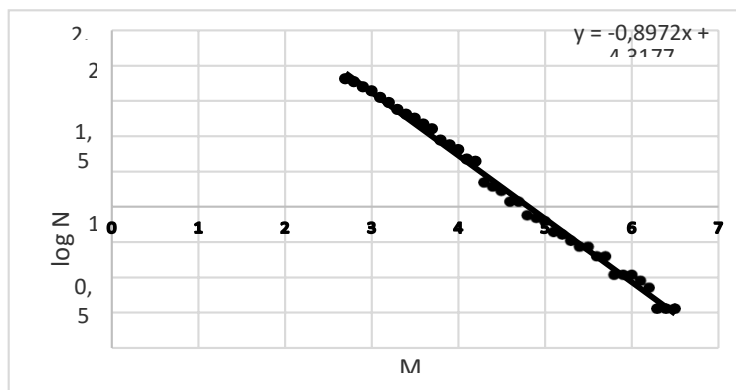


Рисунок 4. График повторяемости Северной зоны.

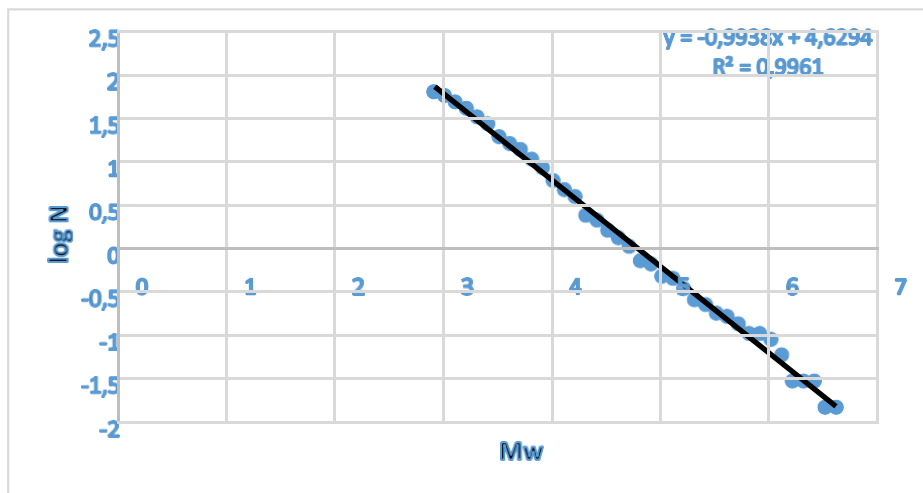


Рисунок 5. График повторяемости Южной зоны.

Выводы:

- Построена карта эпицентров сильных и ощутимых землетрясений в радиусе 60 км вокруг города и составлено краткое описание разрушений в очаговых зонах и сотрясениях в городе.
- На карте эпицентров землетрясений по сейсмологическим данным выделены две сейсмоактивные зоны Северная и Южная, расположенные вокруг г. Ош в радиусе 100 км.
- Построены графики повторяемости землетрясений Северной и Южной зон.

Литература

1. Атлас землетрясений СССР. / Под ред. Е.Ф. Саваренского и др. М.: АН СССР, 1962. - 336 с.

2. Бутовская Е.М., Захарова А.И. Иодко В.К., Фленова М.Г., Фленов Ю.П. Сейсмичность Узбекистана (Приташкентский и Южный сейсмические районы, центральная часть Чаткальского хребта). Вып. 2. - Ташкент: «Наука» Узбекской ССР, 1964. – 124 с.
3. Введенская Н.А. Каталог сильных землетрясений Тянь-Шаня. Фонды ИФЗ АН СССР, М., 1962. Введенская Н.А. Обобщение сейсмостатистических данных при сейсморайонировании Средней Азии. Тр. ИФЗ АН СССР, №22, 1962. - 196 с.
4. Горшков Г.П. Землетрясения на территории СССР. М.: Географгиз., 1949. – 120 с.
5. Гребенникова В.В., Фортуна А.Б. Талдыкское землетрясение 17 ноября 2015 года/В книге: Мониторинг, прогнозирование опасных процессов и явлений на терр. КР, Бишкек: МЧС КР, 2016, - С. 664-671.
6. Джанузаков К.Д. Землетрясения Киргизии и сейсмическое районирование ее территории. – Фрунзе: Илим, 1964. – 116с.
7. Джанузаков К.Д. Сопоставление различных магнитудных и энергетических определений величины землетрясений Центральной Азии/В книге: Геолого- геофизические исследования ИС НАН КР. Бишкек: Илим, 2006, - С. 38-46.
8. Ибрагимов Р.Н., Иодко В.К., Конкова А.Т. Флеиова М.Г. Сильные землетрясения Восточной Ферганы/В кн. Сейсмичность Восточной Ферганы. Сборник статей/ [Отв. ред. В.И. Уломов]. АН УзССР. Ин-т геологии и геофизики им. Х.М. Абдуллаева. - Ташкент: Фан, 1966. – 175с.
9. Камчыбеков М.П., Мураталиев Н.М., Камчыбеков Ы.П., Егембердиева К.А. Сейсмичность территории городов Балыкчи и Токмок, Кыргызстан // Вестник Института сейсмологии НАН КР №2(18), 2021. – С. 62-66.
10. Михайлова Н.Н., Неверова Н.П., Калмыкова Н.А. Энергетические и магнитудные характеристики землетрясений в практике сейсмических наблюдений на Северном Тянь-Шане // Землетрясения Северной Евразии в 1993 г. М.: НИИ- Природа, 1999, - С. 60-68.
11. Мушкетов И.В., Орлов А.П. Каталог землетрясений Российской империи. – «Зап. РГО», 26, Спб., 1893. - 582 с. (С. 47-49).
12. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. Отв. ред. Н.В. Кондорская и Н.В. Шебалин. М.: Наука, 1977. – 536с. (С.198-296).
13. Розова Е.А., Грин В.П. Расположение эпицентров землетрясений, происшедших на территории Киргизии. Фрунзе, Из-во АН КиргССР, 1955. (Розова Е.А. Землетрясения Средней Азии// Тр. Сейсмол. ин-та АН СССР. 1947. - №123. - С. 1 – 120)
14. Семенов А.А. Перечень землетрясений в Средней Азии и сопредельных с нею странах с древних времен до 1830 года // Тр. Ин-та сейсмологии и сейсмостойкого строительства АН ТаджССР. Сталинабад, 1958. Т. 94. - С. 37-52.
15. Семенов П.Г., Семенова В.А. Каталог землетрясений, ощущавшихся на территории Таджикистана за период 1865-1940 и 1941-1952 гг. Сталинабад: АН таджССР, 1958. // Тр. ин-та сейсмол. АН ТаджССР 1958. - Т.86. Вып. 3. - 146 с.
16. Спесивцева В.П. Историко-статистические материалы по сейсмичности Средней Азии // Тр. Сейсмол. ин-та АН СССР. -1933. -№34. Вып. 2. - С. 33-59.
17. Чедия О.К. Морфоструктуры и новейший тектогенез Тянь-Шаня. Фрунзе: Илим, 1986. - 314 с.
18. Чедия О.К., Джумадылова Ч.К. Морфология новейших разломов на стыке Южно-Ферганской и Фергано-Атойнокской сейсмогенных зон / В книге: Новейшая тектоника восточной части горного обрамления Ферганской впадины. Фрунзе: Илим, 1981. – С.78-93.
19. Чернышев Ф., Бронников М., Вебер В., Фаас Ф. Андиганское землетрясение 3/16 декабря 1902 г. СПб.: Труды Геолог. Ком. Нов. Серия, 1910, вып. 54. – 94с.
20. Conrad L. A logic tree extension of the capacity spectrum method developed to estimates seismic risk in Oslo, Norway. Journal of Earthquake Engineering, Vol. 9, No. 6(2005) 877-897.
21. Gutenberg B., Richter C.P. Seismicity of the Earth and associated phenomena. and Ed. Princeton Univ. press, Princeton, N. J., 1954, 310 p.

Рецензент: д-р ф.-м. н., профессор Муралиев А.М.

О ВЗАИМОСВЯЗИ СЕЙСМИЧНОСТИ И ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ КЫРГЫЗСТАНА

Аннотация. Рассмотрены гидродинамические поля в скважинах территории Кыргызстана. Ретроспективно проанализирована их взаимосвязь с землетрясениями с эпицентрными расстояниями 100 – 250 км до районов пунктов наблюдений. В Кыргызстане перед землетрясениями наибольшие изменения температуры и уровня воды, свидетельствующие о роли фильтрационного поля, зафиксированы в подземных водах «чувствительных зон» земной коры – глубинных разломах. Для изучаемых параметров в самоизливающейся скважине «Джеты-Огуз 20» и неглубокой скважине «Каракол» характерны высокие градиенты напряжений, вызывающие гидродинамические предвестники.

Ключевые слова: гидродинамические предвестники, сейсмичность, пункты наблюдений, эпицентральное расстояние, температура и уровень воды, фильтрационное поле, глубинные разломы.

КЫРГЫЗСТАНДАГЫ СЕЙСМИКАЛЫК ЖАНА ГИДРОДИНАМИКАЛЫК КАБАРЛАРДЫН ӨЗ АРА БАЙЛАНЫШТАРЫ

Кыскача мазмуну. Кыргызстандын аймагындагы түтүкчөлөрдүн гидродинамикалык талааларынын маалыматтары каралат. Алардын жер титирөөлөр менен байланышы 100-250 км эпицентрдик аралыкта байкоо пункттарынын аймактарына ретроспективдүү талданат. Кыргызстанда жер титирөөлөргө чейин фильтрация талаасынын көрсөткүчтөрү- суунун температурасын жана деңгээлинин эң көп өзгөрүүсү жер кыртышынын «сезимтал зоналарында» - терең жаракалардагы жер астындагы сууларда катталган. Изилденген параметрлер «Жети-Өгүздөгү 20» - түтүкчө жана «Караколдөгү тайыз» түтүкчө гидродинамикалык өзгөрүүлөрдү пайда кылууга жөндөмдүү жогорку чыңалуудагы градиенттер менен мүнөздөлөт.

Негизги сөздөр; гидродинамикалык прекурсорлор, сейсмикалык, байкоо пункттары, эпицентрдик аралык, температура жана суунун деңгээли, чыпкалоо талаасы, терең жаракалар.

ON THE INTERRELATION OF SEISMICITY AND HYDRODYNAMIC FIELDS IN KYRGYZSTAN

Abstract. The hydrodynamic fields of holes in the territory of Kyrgyzstan are considered. Their interrelation with earthquakes at epicentral distances of 100-250 km to the observation points is analyzed retrospectively. In Kyrgyzstan, before earthquakes, the greatest changes in temperature and water level, indicating the role of the filtration field, were observed in groundwater in «sensitive zones» of the earth's crust - deep faults. The studied parameters in self-flowing hole «Dzhety-Oguz 20» and shallow hole «Karakol» are characterized by high stress gradients causing hydrodynamic precursors.

Key words: hydrodynamic precursors, seismicity, observation points, epicentral distance, temperature and water level, filtration field, deep faults.

Введение. Изучение проблем прогноза землетрясений с большим размахом связано с последними десятилетиями XX века, и, благодаря познанию природы развития сейсмических процессов и геофизических полей, достигли наиболее широкого развития. Вопросы этого направления сводятся к исследованию закономерностей и особенностей подготовки сейсмических процессов, вызывающих различные реакции водной среды с помощью автоматизированных средств наблюдений. Для этого научных препятствий нет, за исключением трудностей из-за ограниченной доступности к развивающимся очагам для постановки натурных наблюдений, а также к экономическим средствам, бесспорно, имеющим решающее значение, ибо организация наблюдательной сети является весьма затратной.

Известно, что в гидродинамических параметрах скважин воздействие поверхностных

сейсмических волн от сильных удалённых землетрясений происходят значительные вариации.

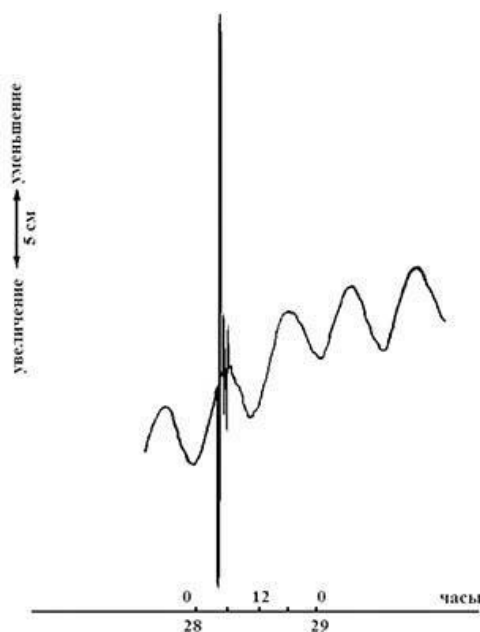


Рисунок 1. Изменение уровня воды в скважине с глубиной 1660 м «Хейбаарт» во время Аляскинского землетрясения 28.03.1964 г. при эпицентральной дистанции 10115 км по данным [1].

В качестве примера на Рисунке 1 приведён график изменения уровня воды в скважине «Хейбаарт» (Бельгия) в результате сильнейшего Аляскинского землетрясения 28.03.1964 г. с $M_w = 8.8$ [1]. Было получено много сообщений об изменениях уровня воды в скважинах на расстоянии даже до 11 тысяч километров от очага данных землетрясений. При этом продолжительность вариаций уровней воды составляла от нескольких часов до одних суток, а амплитуды - от нескольких сантиметров до 4.5 метров [2]. К примеру, в Китае перед Таншаньским землетрясением 28.07.1976 г. с $M = 7.8$ в скважине на расстоянии 200 км от эпицентра дважды отмечено кратковременное понижение температуры воды на 5°C . Аналогичные эффекты наблюдались и на ове Изу перед землетрясением, произошедшим в Японии 14.01.1978 г. с $M = 7.0$. В скважине - синхронное снижение уровня воды и объёмные деформации. В обоих случаях предвестники обусловлены, вследствие деформации растяжения приповерхностной зоны при подготовке землетрясений, повышением фильтрационной проницаемости и увеличением притоков холодных вод. Однако, решение задач прогноза землетрясений и его практическая реализация не оправдались, т.к. по временным вариациям уровней и дебита воды выделение полезных сигналов, поступающих из глубинных зон, представляет собой сложную задачу. Его главная причина заключается в том, что исследования, связанные с изучением неоднородности среды и сейсмических деформаций разного ранга в условиях развития напряжённо-деформированного состояния целенаправленно не проводились, а доминировало необоснованное стремление выделить аномалии в качестве предвестника в зависимости от расстояния к эпицентрам сильного землетрясения и времени основного толчка. Не учитывались то, что ведь подобные аномалии могут быть связаны не только с процессами подготовки землетрясения, но и с разной реакцией полей, с которых ведутся мониторинговые наблюдения.

Особый интерес к такому виду исследований в Кыргызстане вызван тем, что в показателях уровней и расходов изучаемых вод улавливаются вариации не только за счёт произошедших землетрясений, но и по гидродинамическим предвестникам, возникающим перед сильными землетрясениями [3]. Это указывает на необходимость применения комплексного изучения режима системы «скважина-резервуар» с отражением периоды активизации сейсмичности и сейсмического затишья. Это обусловлено тем, что природа его возникновения и реализация является многоплановой, из-за чего масштабы и алгоритмы исследований в реальном времени должны тщательно оцениваться результатами многократной экспертизы. Достижение этого возможно с помощью системного подхода, способного на выявлении основных факторов и учёта суммы поступающей информации по иерархическим уровням.

Методика исследований. В Кыргызстане исследуемые воды по эмпирической плотности распределения подчиняются нормальному закону и для очищения временных рядов использован фильтр скользящего среднего 365 и более суток с полугауссовским окном в свете динамического влияния тектонического и экзогенно-техногенного факторов.

Системный подход позволит, исключив ошибки в изучении вопросов прогноза землетрясений, скорректировать этапы и направленность исследований. Одним из моментов этого методического является применение достижения исследований, представляющих собой совокупность научно-теоретических концепций, в которых объекты - сейсмичность и термальные воды рассматриваются как единая система, которая имеет множество значений с учётом внутренних и внешних связей, обладающих материальным, энергетическим и информационным характером. Именно связи превращают систему из простого набора компонентов в единое целое, определяя вместе с компонентами её структуру. Например, с точки зрения теории систем, основу которой заложил Л. фон Берталанфи (1968), для них характерен различный набор компонентов и множественность физических свойств, участвующих в реализации поставленной цели.

По данным Zoltan Visy - это также взаимодействие, которое предполагает иерархичную зависимость параметров экспериментально-натурного материала от результативности сведений, реально свидетельствующей о готовящемся землетрясении. В соответствии с этим, сейсмичность и подземные воды являются системами, причём сами исследуемые объекты, в свою очередь, могут быть неотъемлемой частью более расширенной системы.

Иными словами, как считает Ерохина Е.А., последние, удовлетворяя принцип системности, позволяют использовать общенаучную методологию качественного исследования и моделирования всех процессов как полноценную систему. Дело в том, что любая система имеет определённый набор показателей, например, в данном случае минеральные воды, являющиеся источником информации прогноза землетрясений, благодаря набору и количественному содержанию компонентов, а также геолого- тектоническим особенностям условно разделяются на подсистемы и элементы. В свою очередь, подсистемы представляют собой сложные системы, тогда как их элементы являются её нерасчленимыми носителями. В системе такие составляющие связаны между собой как непосредственно, так и опосредованно, т.е. через другие параметры.

С учётом мнения Бэджюли Ф., мы считаем, что, действительно, методы системных подходов - это сложный алгоритм, требующий комплексного исследования, в данном случае, современных достижений в области химии и биологии, физики и математики, где опытным путём выделяются предвестниковые признаки. Поскольку последние рассматриваются как отражение определённой последовательности взаимосвязанных геолого-геохимических событий, которые происходят в течение длительного геологического времени, то для достижения результатов в изучении системы

«сейсмичность-подземные воды» предусмотрено моделирование их поведения в годовом и многолетнем режиме.

Несмотря на разнообразие существующих сегодня определений сути изучаемой проблемы, практически речь идёт о её составных частях. Так, на современном этапе научно-практические исследования включают создание регионального и локального мониторинга за комплексом физико-химических показателей объектов. Из этого следует, что вовлекаются специалисты широкого профиля и в этом определении присутствуют все необходимые системообразующие факторы - есть функция и есть структура, есть цель и путь действия. Это позволяет изучить характер взаимосвязи сейсмичности и термальных вод в виде открытой системы (Рисунок 1). При этом отправным моментом служат полные сведения о наборе параметров с учётом всех форм нахождения, особенно, в водной среде.

Экспериментально-натурное моделирование включает такие методические приёмы как воспроизводимость получаемых результатов и контроль анализа. Первое достигается многократным повторением физико-химических анализов, т.к. сходимость результатов свидетельствует об отсутствии ошибок. Общий контроль анализов получаемых сведений производится на основе содержания в них макро- и микрокомпонентов, а их правильность оценивается допустимыми пределами ошибок, что, например, в зависимости от величины сухого остатка колеблется от 1.5 до 10%; так, для воды с сухим остатком более 50 г/л это значение не должно превышать 10%, а при 40-50 и 30-40, 20-30 и 2-10 г/л предусмотрены количества 1.5-2.0%; 2-3%; 3-4%; 4-5% соответственно.

Комплексирование экспериментально-натурного моделирования с интенсивностью и эпицентрами произошедших землетрясений, повышая значимость результатов исследований, вытекает из общности объектов гидрогеологии и сейсмологии. В данном случае каждая из них изучает воды в таких аспектах: если гидродинамика рассматривает её в качестве объекта для

выяснения источников и путей поступления дополнительной порции параметров, то сейсмология, опираясь на существующее представление о предвестниках, развёртывает наблюдения за сигналами, поступающими от нарушения равновесия в системе «порода-подземные воды- сейсмичность».

Их классифицирование является одним из методов научного познания, раскрывающих внутренние и внешние связи между параметрами, реально создающие объективную базу для гидрогеосейсмологических мероприятий.

Полученные результаты. В Кыргызстане гидрогеологические наблюдения являются одним из способов мониторинга, направленного на поиски предвестников землетрясений (Рисунок 2). Это определяется высокой чувствительностью водонасыщенных пород к внешним воздействиям, в т. ч. к процессам развития напряжённо-деформационного состояния земной коры [4]. В течение более полувека проводятся наблюдения, используя системы регистрации уровня, температуры и расхода воды, а также атмосферного давления. Их интервал регистрации составляет 40 минут, точность - до десятых долей, а атмосферного давления – 0.2 мбар.

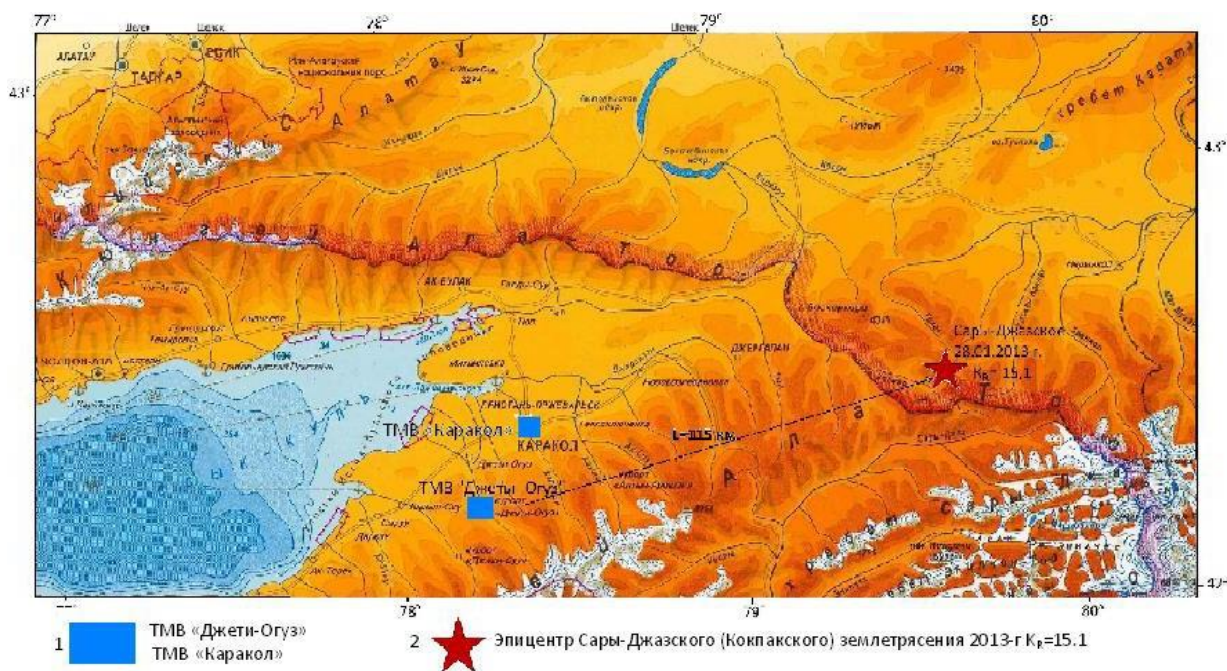


Рисунок 2. Схема Восточного Прииссыкулья и пункты наблюдений.

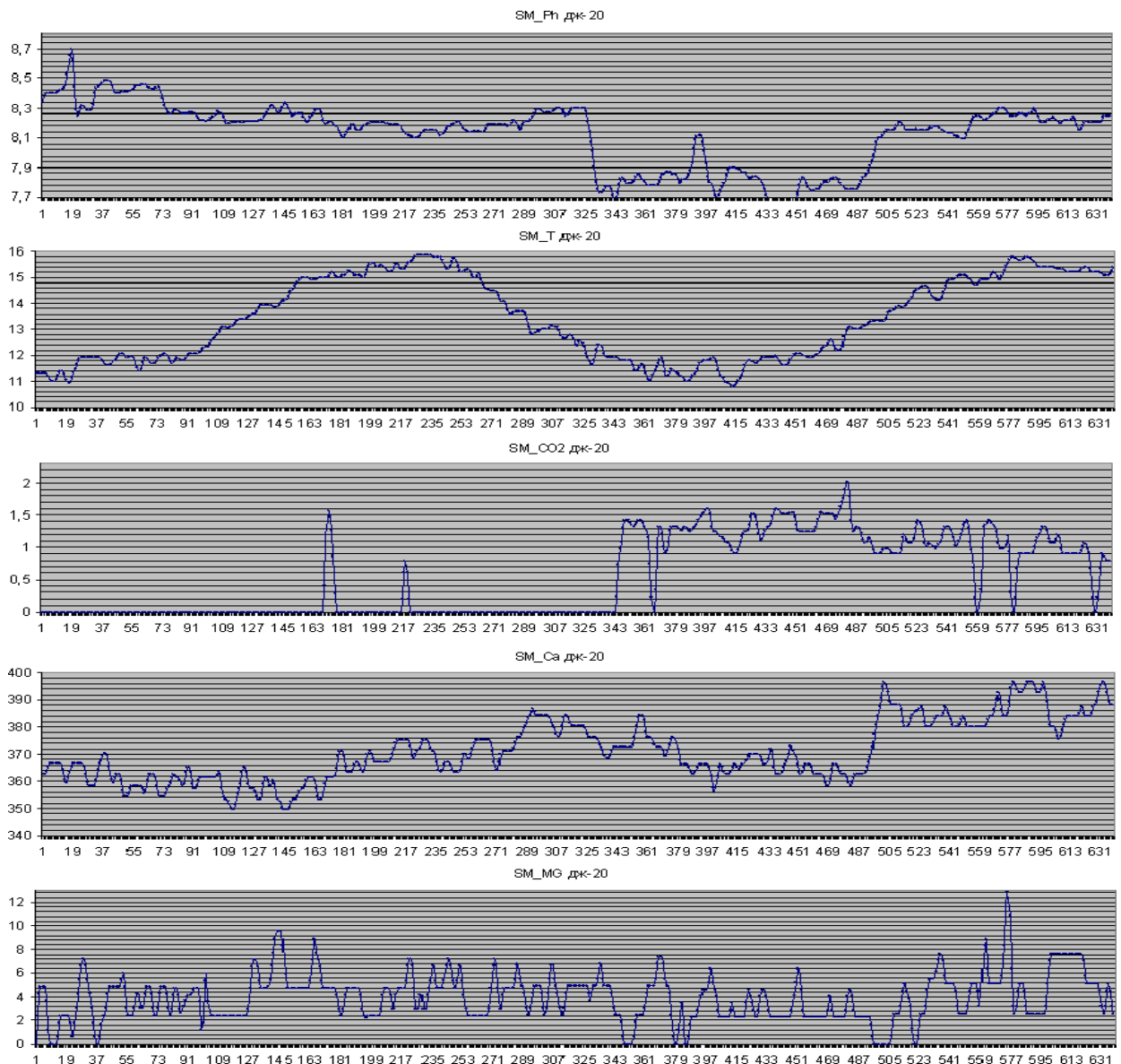
Сегодня в Кыргызстане эффективность функционирования гидродинамического мониторинга, как показано в [5], улучшается за счёт, во-первых, комплексирования методики регистрации режима уровня воды и атмосферного давления с интервалом дискретизации до 30-35 минут, во-вторых, а также компенсируя естественными факторами- величинами солнечно-земных приливов, источников современного питания и техногенного воздействия; деформационных свойств наблюдательных пунктов, основанных на учёте асинхронности вариаций уровня и отклика температуры воды для оценки чувствительности термальных вод в целом [6].

Поступающие из ГГХС и ГДО геохимические и гидродинамические сведения заносятся в банк данных, а в лабораторных условиях они оперативно обрабатываются: по каждому параметру строятся временные графики при помощи программного обеспечения «Excel», по которым анализируются динамика их режима, с соответствующей корреляцией с сейсмической обстановки.

В целом исследуемые воды по эмпирической плотности распределения подчиняются нормальному закону. Для очищения ряда использован фильтр скользящего среднего с полугауссовским окном, в результате чего по данным скважины «Джети-Огуз 20» периодичность колебаний параметров составили 28 - кратные им 14 и 7 сут. (Рисунок 3).

С помощью сглаживания заранее можно прогнозировать в годовом и многолетнем разрезе среднемесячные значения, среднеквадратичные отклонения и коэффициенты вариаций очищенных рядов, характерные для периодов сейсмического затишья, на фоне которого сейсмическое событие с интенсивностью $K > 12.0$ выделяется независимо от удалённости очага, т.к. в пункте наблюдения эти параметры будут превышать средний уровень.

При этом аномальной амплитудой колебания показателя принимается превышение его значения в два раза, а именно, амплитуды вариации временного ряда колеблются в диапазоне $> \pm 2\delta$ от стандартного отклонения. Это обусловлено тем, что режим объектов наблюдений в годовом и



многолетнем разрезе в периоды сейсмического затишья характеризуется устойчивой стабильностью, в связи с чем его изменение $> \pm 2\delta$ от среднearифметического значения принимают как предвестниковый сигнал о предстоящих сейсмических толчках.

Рисунок 3. Сглаживание временных рядов скв. «Джеты-Огуз 20» за 2021-2022 гг.

Дисперсия показателя рассматривается как математическое ожидание квадрата его отклонения от среднего значения, причём является естественной мерой рассеивания относительно центра распределения, а вычисленный коэффициент вариации- относительная характеристика его рассеивания- это отношение среднеквадратичного отклонения к среднему значению, выражена в процентах (%).

Путём суммирования коэффициента каждого показателя термальных вод определяют интегральный коэффициент вариации, направленный на повышение предвестникового эффекта, поскольку параметры, составляющие по информативности его основную часть, характеризуются наибольшими флуктуациями. Так, для нахождения связи между параметрами временных рядов ГД «Кара-Ой» и атмосферного давления вычислены коэффициенты взаимной корреляции для «скользящего окна», т.е. это

$$\text{данные наблюдений по формуле: } \Sigma = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_i (x_i - \bar{x})^2 \sum_i (y_i - \bar{y})^2}}$$

где x_i и y_i – определяемые параметры; $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum y_i$; $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i$ – среднеарифметические значения (Рисунок 4).

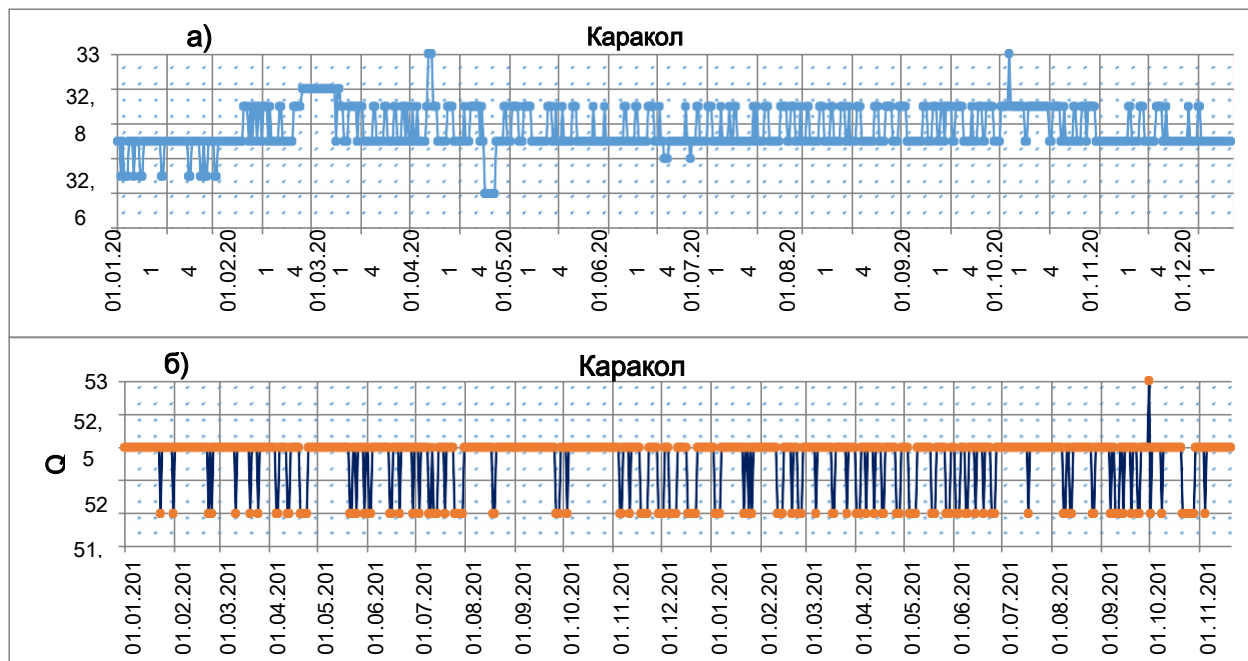


Рисунок 4. Вариации температуры и дебита грунтовой воды ГД «Каракол».

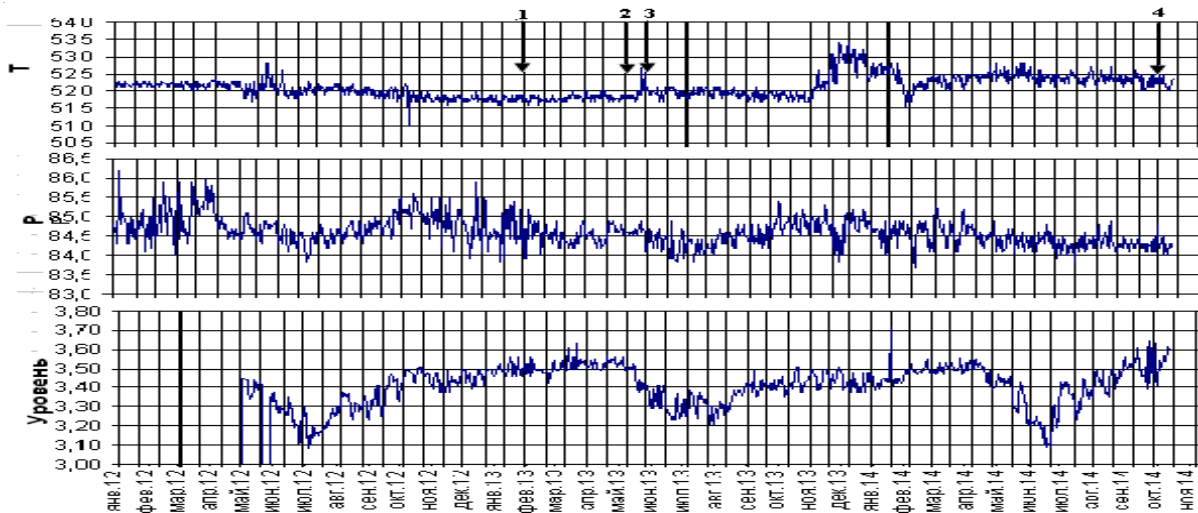
Поэтому при коэффициентах приливов, превышающих барометрическую эффективность, рассчитаны максимальные значения уровня или напора для периодов новолуния и полнолуния, и, наоборот, введён период с максимальными перепадами атмосферного давления. Рассчитанные таким образом наибольшие амплитуды короткопериодных колебаний временных рядов ограничивают фоновые пределы, а колебания внутри них считаются закономерными, тогда как выход за эти рамки – это аномалии, связанные с активизацией сейсмичности.

По территории Кыргызстана установлено, что флуктуации выше 10%, связанные с землетрясениями с $K_R \leq 12.0$ ($M \leq 4.0$): зафиксированы по дебитам (Q , л/сек) от 20 до 100%, уровням (H , м) – от 0.3 до 1 м и температуре (T^0C) – до 1^0C . В скважине 909

«Аламедин» проявляются импульсы в изменении поведения Р-Т условий, т.е. наблюдается по замерам уровня воды понижение до 5 см и, наоборот, повышение – атмосферного давления ($кгс/см^2$) от 86.2 до 84.4 $кгс/см^2$ (Рисунок 5). Данная картина зафиксирована накануне четырёх землетрясений с $K = 6.6-7.3$, произошедших в июле-августе на эпицентральной расстоянии около 42 км.

Здесь практически на фоне сезонной цикличности появляются колебания с резкими амплитудами и формами, напоминающими в тектонических блоках сложную природу развития напряжённости, обуславливающую каждый раз свою индивидуальность на подготовку сейсмичности. В этих случаях вариации давления слабо воздействуют на гидростатический напор в скважине, в результате чего в широко проявляется статически изолированный отклик уровня воды на земные приливы и атмосферное давление.

Итак, результаты совмещения анализа сейсмичности и изменений в гидрогеологических условиях, в свою очередь, как и изучение качественного набора и количественных содержаний параметров в последних имеют все необходимые системообразующие связи - функцию, которая выполняет изучение их возможности для оценки свойств, а также цель- установить и дать заключение об их эффективности для применения в качестве источника информации о сейсмичности. В то же время по нашим гидродинамическим данным установлено, что вышесказанное связано не только недостаточностью уровня знаний и накопленного опыта, но и с неопределённостью диапазона колебаний частотно-амплитудных характеристик в конкретном наблюдательном пункте, а также многообразием источников и факторов формирования их суточного и декадного, годового и многолетнего режима. Так, [8] считает, что отделение отклика на а по рн ы х вод и объёмных деформографов различается неоднородной реакцией и инерционностью системы « скважина- землетрясение-породы», а также недоступностью прямого



учёта воздействия гидростатического напора и порового давления. На выполнение всего этого позволяют принципы и подходы системных исследований.

Рисунок 5. Многолетние вариации гидродинамических параметров по скважине 909 «Аламедин».

Выводы. В Кыргызстане исследуемые воды по эмпирической плотности распределения подчиняются нормальному закону и для очищения временных рядов использован фильтр скользящего среднего 365 и более суток с полугауссовским окном в свете динамического влияния тектонического и экзогенно-техногенного факторов. Установлено, что флуктуации выше 10% связаны с землетрясениями с $K_R \leq 12.0$ ($M \leq 4.0$) и зафиксированы по дебитам (Q , л/сек) от 20 до 100%, уровням (H , м)- от 0.3 до 1м и температуре (T^0C) до 1^0C .

Разделение отклика изучаемых вод от объёмных деформографов различается из- за неоднородной реакции и инерционности системы «скважина – землетрясение - породы», особенно, недоступностью прямого учёта величины воздействия гидростатического напора и порового давления. Для выполнения вышеуказанного предлагается проведение системных исследований.

Литература

1. Кендирбаева Дж.Ж. Типизация пространственно-временной морфологии гидрогеохимических и гидродинамических траекторий Кыргызстана при сейсмической активизации /Мат-лы Шукинской конф. «Структура, вещественный состав, свойства, современная геодинамика и сейсмичность платформенных территорий и сопредельных регионов». Воронеж, 2020. С. 160- 165.

2. Sterling A., Smets E. Study of earth tides, earthquakes and terrestrial spectroscopy by analysis of the level fluctuations in Borehole at Haibaart (Belgium) // Geophys. Journal Royal Astronom. Soc. 1971. V. 23. № 2. P. 225-242.

3. Cooper H.H., Bredehoeft J.D., Papadopoulos I.S. et al. The response of well-aquifer system to seismic waves // J. Geophys. Res. 1965. V. 70. P. 3915-3926.
4. Кендирбаева Дж.Ж., Гребенникова В.В. Результаты гидродинамического мониторинга в Кыргызстане // Вестник Института сейсмологии НАН КР. 2015. 1(5). С. 46-54.
5. Кендирбаева Дж.Ж. Идентификация гидрогеохимических и гидродинамических эффектов с проявлениями сейсмичности на территории Кыргызстана // Вестник КРАУНЦ. Физико-математические науки. 2020. Т. 33. № 4. С. 209-223.
6. Имашев С.А., Кендирбаева Д.Ж., Свердлов Л.Г. Алгоритм и технологии программного обеспечения «Geochemistry» для выявления гидрогеохимических эффектов землетрясений // Вестник КРСУ. 2018. Т.18. № 4. С. 164-169.
7. Кендирбаева Д.Ж. Об основных процессах к интерпретации гидрогеохимических изменений в целях прогноза землетрясений: анализ и синтез практики и знаний // Вестник Института сейсмологии НАН КР. 2014. № 2 (4). С. 51-60.
8. Кендирбаева Дж.Ж. Основные параметры современных термоминеральных вод и сейсмичность Кыргызстана / Сб. Булатовские чтения. Кубанский ГУ. 2021. Т. 1. С. 60- 63.

Рецензент: д. ф-м.н., профессор Муралиев А.М.

К ПРОБЛЕМЕ СНИЖЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО РИСКА ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА БИШКЕК

Аннотация. Каждый год в результате землетрясений на Земном шаре погибает около 20 000 человек, а сопутствующие экономические потери составляют примерно 7.5 миллиардов долларов США. Учитывая непредсказуемость и потенциальную серьезность этих стихийных бедствий, жизненно важно принять меры по защите людей, критически важной инфраструктуре и инвестициям от ущерба, причинённого сейсмическим воздействием.

Ключевые слова: землетрясение, уязвимость, потери, риск, экономический ущерб.

БИШКЕК ШААРЫНЫН ТЕРРИТОРИЯСЫНДА СЕЙСМИКАЛЫК КОРКУНУЧТУ АЗАЙТУУНУН ПРОБЛЕМАСЫ

Корутунду. Жыл сайын жер жүзүндө жер титирөөнүнүн кесепетинен 20 000 ден ашык адам, ал эми экономикалык чыгым 7.5 миллиард долларды түзөт. Бул табигый кырсыктардын күтүлбөгөндүгүн жана потенциалдуу катаалдыгын эске алуу менен, адамдарды, маанилүү инфраструктураларды жана инвестицияларды сейсмикалык зыяндан коргоо үчүн чараларды көрүү абдан маанилүү.

Негизги сөздөр: жер титирөө, жоготуулар, тобокелдик, экономикалык чыгым.

TO THE PROBLEM OF SEISMIC RISK REDUCTION OF THE BISHKEK CITY TERRITORY

Abstract. Every year, earthquakes kill about 20,000 people around the world, and cause an estimated \$7.5 billion in associated economic losses. Given the unpredictability and potential severity of these natural disasters, it is vital to take measures to protect people, critical infrastructure, and investments from damage caused by seismic impacts.

Key words: earthquake, vulnerability, losses, risk, economic losses.

Бишкек – столица Кыргызской Республики, которая расположена на севере страны. Её территория входит в состав Чуйского региона Северного Тянь-Шаня и ограничена с юга крупным активным Иссык-Атинским разломом, простирающимся с востока на запад. За время своего существования город неоднократно испытал сейсмические воздействия различной интенсивности. Это Баласагынское землетрясение 1475 г. ($M=6.5$), Беловодское в 1885 г. ($M=6.9$), Георгиевское 1910 г. ($M=5.6$) (Рисунок 1) и другие, который привели к негативным последствиям (разрушения строений, гибель людей) и стал регрессом для благосостояния и развития, а также подтвердили высокий уровень сейсмоопасности в этом регионе [1, 2]. Таким образом, оценка последствий разрушительных землетрясений должна стать в ближайшие десятилетия одним из главных элементов анализа для снижения риска и повышения устойчивости, особенно в свете глобального роста городского населения и экономики.

За годы независимости (всего за три десятилетия) территория г. Бишкек значительно увеличилась в размерах (Рисунок 2), в частности, выросла промышленная инфраструктура, плотность населения (число жителей достигло более одного миллиона человек) [3].

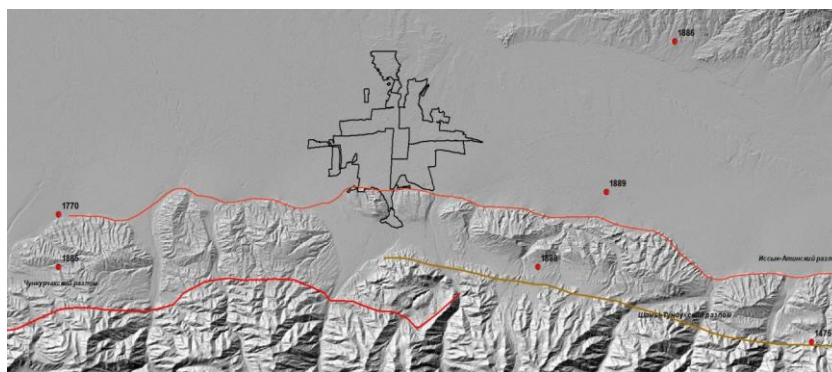


Рисунок 1. Карта очагов землетрясений и разломов на территории Чуйской впадины.

Согласно последней «Карты сейсмического районирования территории Кыргызстана» (2011 г.) на территории Чуйского региона возможно проявление 8-балльных сейсмokatastroф, что заставляет нас работать над тем, чтобы встретить данную сейсмическую опасность и отреагировать на неё с наименьшими потерями [4]. Однако, пока невозможно точно оценить вероятность и силу землетрясения из-за стохастической природы, но неблагоприятные последствия землетрясения можно эффективно уменьшить или избежать большие потери, используя соответствующие процедуры оценки и управления сейсмическими рисками (потенциальные экономические, социальные и экологические последствия опасных событий, которые могут произойти в определенный период времени). Проводимое нами исследование показало, что, например, землетрясение магнитудой 7.5 на Иссык-Атинском разломе может вызвать $7\,900 \pm 2600$ полных разрушений зданий, ещё $16\,400 \pm 2000$ поврежденных зданий и 2400 ± 1500 смертельных случаев [5].

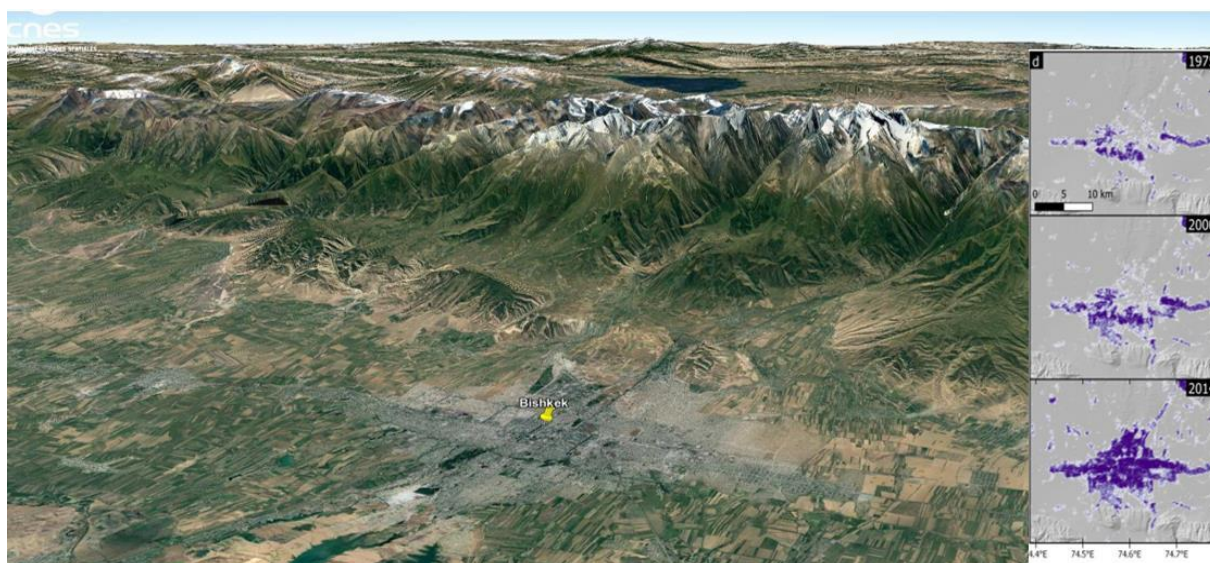


Рисунок 2. Расширение города Бишкек с 1975 г. по 2014 гг.

В таблице 1 показано возможное количество различных повреждений зданий, если эти исторические землетрясения повторятся сегодня.

Таблица 1. Оценка ущерба по жилым зданиям от моделируемых сценариев землетрясений.

Повреж-де-ние	Бала-сагынское землетря-	Беловодское землетрясе	Сууса-мырское землетря-	Чункурча-Аттинское землетрясение Mw 7.5	Ыссык-Атинское землет
---------------	--------------------------	------------------------	-------------------------	---	-----------------------

	сение Mw 6.4	ние Mw 6.9	сение Mw 7.2		ря- сение Mw 7.5
Незначи те- льное/ Умерен ное	2600 ± 1600	9200 ± 2100	2300 ± 1400	14.300 ± 1800	16.400 ± 2000
Полное разруше ние	50 ± 100	660 ±700	40 ± 100	2.200 ± 1800	7.900 ± 3500

В связи с вышеизложенным, проблема защиты населения и объектов от опасностей сейсмогенного характера, а также решение этих проблем весьма актуальна и является одной из важных функций государства.

5 октября 2008 года на юге Кыргызстана в Алайском регионе (в месте схождения границ Кыргызстана, Таджикистана и Китая) произошло землетрясение с $M=6.7$. Это сейсмособытие нанесло серьёзный ущерб селу Нура - до 90% инфраструктуры села было разрушено, более 850 человек остались без крова, погибло более семидесяти человек. Сумма ущерба в результате этого землетрясения по оценкам составила около 20 млн. долларов [6]. Таким образом, крупное сейсмическое событие может привести к колоссальным убыткам, что значительно влияет на экономику страны.

Как и многие развивающиеся страны, расположенные в сейсмоопасных районах, Кыргызстан сталкивается с проблемой - какую часть своих ограниченных финансовых ресурсов необходимо использовать для «смягчения» опасности от землетрясений. Решение данной задачи затруднено тем, что крупные землетрясения случаются нечасто, а самое главное, неизвестно, когда они могут произойти, насколько они могут быть сильными и какой вред могут причинить.

Общий подход к снижению риска землетрясений заключается в повышении осведомлённости о рисках и вариантах снижения рисков, наращивании местного потенциала, разработке государственной политики и укреплении критической инфраструктуры, а также содействии обеспечению готовности предотвращения риска. С этой целью необходимо проводить курсы для специалистов по проектированию и строительству зданий с привлечением местных и зарубежных учёных и специалистов в данной области (как идентифицировать здания, потенциально нуждающиеся в сейсмической реабилитации, или как обезопасить неструктурные компоненты зданий, чтобы уменьшить потери от землетрясений для государственных и местных должностных лиц, регулирующих строительство). Необходимо отметить, что, несмотря на увеличение экономического ущерба от бедствий, вызываемых природными угрозами в регионе, до сих пор 99 процентов домохозяйств и предприятий остаются незастрахованными на случай таких бедствий [6].



Рисунок 3. Карта очагов землетрясений на территории Чуйской впадины с 1474 г. по 2021 г. Большие кружочки – очаги разрушительных землетрясений [1].

Учитывая насущные проблемы, как социальные, так и экономические, возникает вопрос, достаточно ли в нашем государстве ведутся работы для смягчения последствий столицы от сейсмокатастроф? Оценка рисков должна проводиться не как разовый анализ, а как неотъемлемый и регулярный элемент процесса планирования. Результаты оценки рисков должны позволить местным органам власти решить, где и какие меры по снижению риска бедствий могут быть наиболее эффективными. Мы можем оценить опасности настолько, насколько это в наших силах, но на риски влияют действия человека, которые увеличивают или уменьшают уязвимость, например, где люди живут и как они строят [7].

Развитие нашей Республики и обеспечение безопасности граждан являются одними из приоритетных целей, для достижения которых необходимо активно работать в направлении снижения риска, вызванного землетрясениями на территории страны. Землетрясения в Тянь-Шаньском регионе неизбежны, но последствия от землетрясений частично поддаются контролю с помощью эффективной системы управления рисками.

Литература

1. Каталог землетрясений территории Кыргызстана, Институт сейсмологии НАН КР.
2. К.Д. Джанузаков, М. Омуралиев, А. Омуралиева, Б.И. Ильясов, Б.И. Ильясов. Сильные землетрясения Тянь-Шаня в пределах Кыргызстана и прилегающих районов стран Центральной Азии// Бишкек: Илим, 2003, с.37-44.
3. <https://ru.aznations.com/population/kg/cities/bishkek>
4. Абдрахматов К.Е., Джанузаков К.Д., Погребной В.Н. и др. Оценка вероятностной сейсмической опасности территории Кыргызстана на периоды 10 лет и 50 лет (2012-2021 и 2012-2061). Составление новой карты сейсмического районирования территории КР в масштабе 1:1 000 000). Отчет. Фонды ИС, Бишкек, 2011, 244 с.
5. Ruth Amey, John Elliott, C. Scott Watson, Richard Walker, Marco Pagani, Ekbal Hussain, Kanatbek Abdrakhmatov, Sultan Baikulov, Gulkaiyr Tilek Kyzy. «Improving urban seismic risk estimates for Bishkek, Kyrgyzstan, incorporating recent geological knowledge of hazards».
6. Кто заплатит по счетам природных катастроф? Исследование оптимальных способов финансирования риска стихийных бедствий// World of Bank, Международная стратегия уменьшения опасности бедствий, CAREC. 2009/
7. Тилек к Г., Абдрахматов К.Е., Байкулов С.К. Анализ и оценка сейсмического риска города Бишкек с использованием программы «OpenQuake»//«Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана», выпуск 4-21, стр. 73-79.
8. <https://blogs.worldbank.org/ru/europeandcentralasia/why-we-need-talk-more-about-risk-reduction-central-asia>
9. <https://www.globalquakemodel.org/>

Рецензент: к.т.н. Камчибеков М.П.

РОЛЬ ПРИЛИВНЫХ ДЕЙСТВИЙ ЛУНЫ И СОЛНЦА В ВОЗНИКНОВЕНИИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ - ШАНЯ

Аннотация. Изучены возможные закономерности распределения числа слабых землетрясений по интервалам времени суток, произошедших на территории Северного Тянь-Шаня.

Ключевые слова: слабые землетрясения, приливные волны, притяжение луны.

ТҮНДҮК ТЯНЬ-ШАНЬ АЙМАГЫНДАГЫ ЖЕР ТИТРӨӨЛӨРДҮН ПАЙДА БОЛУШУНА АЙ МЕНЕН КҮНДҮН ТИДАЛДЫК (приливных) АРАКЕТТЕРДИН РОЛУ.

Корутунду: Түндүк Тянь-Шандын территориясындагы күчү аз жер титирөөлөрдүн суткалык убакыт интервалдары боюнча бөлүнүш закон ченемдүүлүгүн изилдөө.

Негизги сөздөр: күчү аз жер титирөөлөрдү, толкундар, айдын тартуу күчүнүн.

THE ROLE OF THE TIDAL ACTIONS OF THE MOON AND THE SUN IN THE APPEARANCE OF EARTHQUAKES IN THE NORTHERN TIEN SHAN TERRITORY

Abstract. Possible pattern of distribution of the weak earthquakes number according to time intervals of the day that occurred on the territory of the Northern Tien Shan have been studied.

Key words: weak earthquakes, tidal waves, moon's attraction.

Уровень морей и океанов на Земле испытывает подъёмы (приливы) и спады (отливы) дважды за 24 час. 52 мин. Поскольку Луна при движении вокруг Земли смещается за сутки на 13° к востоку, этот интервал времени является средним между последовательными верхними кульминациями Луны. Такое совпадения указывает на то, что главной причиной приливных явлений является притяжение водной оболочки Земли Луной. Как и Луна, Солнце также вызывает приливы. Величина приливного ускорения в этом случае определяется также по формуле, но только вместо массы Луны берётся масса Солнца, расстояние от которого до Земли в 2 раза дальше и, следовательно, солнечные приливы, примерно, в 2 раза меньше лунных. Сложение лунных и солнечных приливов приводит к весьма сложной картине. Во время полнолуний и новолуний (сизигий) солнечные и лунные приливы совпадают, в связи, с чем наблюдается максимальный прилив. Во время квадратур (первая и последняя четверти Луны) гравитационное действие Солнца и Луны направлены противоположно, и приливы оказываются минимальными. Картина приливов осложняется ещё и тем, что силы трения между водной оболочкой и поверхностью Земли приводят к запаздыванию приливов (так называемой «прикладной час»), которое в разных местах Земли оказывается различным. Приливное воздействие искажает и атмосферу Земли: она немного вытянута в сторону Луны и в противоположную сторону. Эта вытянутость атмосферы, впрочем, вызывает колебания атмосферного давления у поверхности, которые ничтожно малы по сравнению с их отклонениями от среднего при изменении погоды [1]. По современным представлениям в эпоху своего образования Луна быстро вращалась вокруг своей оси.

Сильное приливное воздействие со стороны Земли заставило принять орбиту вращения вытянутую форму. Постоянно приливное трение замедляло скорость вращения Луны до тех пор, пока её вращение не стало равно периоду её обращения вокруг Земли.

Учёные мира давно ищут связь между землетрясением и приливами земной коры (смещение уровней поверхности) под действием приливных сил, обусловленных гравитацией Луны и Солнца. Однако роль приливного напряжения, как спускового механизма землетрясений, до сих пор не выяснена. По этому вопросу имеется большое число противоречивых работ [2, 3]. Механизм возникновения землетрясения под действием приливных сил в первом приближении можно описать следующим образом. Допустим, идёт возрастание (уменьшение) приливной силы тяжести.

Принесённые массы к Земле после удара коронального выброса создают дополнительное изменение силы тяжести, совпадающее по направлению с притяжением Луны и Солнца, провоцируя тем самым деформационное изменение в земной коре [4].

Другой причиной отсутствия обоснованного представления о роли приливов в возникновении землетрясений является отсутствия данных о существовании зависимости моментов более активного влияния приливов земной коры, а, следовательно, моментов возникновения подземных толчков, от тектонической структуры и взаимного расположения разломов в отдельных участках сейсмоактивного региона (для сильных землетрясений) или в зоне очага сильного землетрясения (для афтершоков).

В литературе имеются некоторые прогрессивные представления - [2], [5]. Н.Н. Парийским и другими была высказана идея о том, что для возникновения сейсмособытия существенно неприливное изменение силы тяжести, а относительная скорость изменения тектонических касательных напряжений, возникающих при приливах, на площадях ожидаемых разрывов, приводящих к землетрясениям. В разных регионах Земли отличаются взаимные расположения разломов и их ориентация относительно основных точек горизонта. Поэтому в них максимумы касательных напряжений будут возникать в моменты, не совпадающие с моментами наибольших приливных изменений силы тяжести [2].

Б.Д. Зетлер [5] высказал предположение, что если деформация земной коры ориентирована вдоль тектонических разломов, то можно ожидать, что воздействие приливообразующих сил окажется максимальным в то время, когда их горизонтальная компонента будет параллельна простиранию разлома.

Луна оказывает в 2.17 раз большее приливное действие, чем Солнце. Поэтому исследователями, в основном, все усилия были направлены на установление зависимости частоты землетрясений от фаз Луны, моментов прохождения её через перигелий орбиты периода обращения узлов пересечения лунной орбиты с плоскостью эклиптики и от величины приливного изменения силы тяжести [3, 6]. Предполагалось, что наибольшее число землетрясений, произошедших на земном шаре в течение нескольких десятилетий, должно соответствовать суткам новолуний и полнолуний. Наименьшее число землетрясений ожидалось в сутках первой и последней четвертей Луны, так как, при этом Луна и Солнце находятся под прямым углом относительно Земли.

Академик М.А. Садовский отметил [7], что для прогноза землетрясений весьма важным параметром является повторяемость землетрясений, определённый для каждого региона и отдельных участков. Для этой цели целесообразно изучение временных распределений сильных землетрясений, происходящих в отдельных районах в течение нескольких десятков лет.

В литературе имеются данные, подтверждающие влияние разломов на величину деформации земной коры вследствие большой чувствительности их приливным действиям Солнца и Луны [9-11]. Эти факты показывают, что при этом основную роль играют приливные волны, обусловленные притяжениям Луны, на разрывах земной коры наблюдаются аномальные изменения амплитуды и фазы приливных наклонов.

Таким образом, наблюдения приливных наклонов можно использовать для изучения тектонических разломов, который является естественным усилителем приливных смещений [9]. При этом деформация земной коры под действием приливных сил зависит от скоростей современных движений в каждом регионе [10]. Имеется также предположение о том, что форма тектонических блоков земной коры является следствием периодических деформаций, имеющих волновой характер и возникающих в теле Земли вокруг своей оси [10]. Эти факты и представления позволяют предполагать, что приливные силы могут служить не только спусковыми механизмами землетрясений, но одним из основных факторов, ускоряющих их подготовку.

Для поиска возможных закономерностей распределения числа землетрясений по интервалам времени суток нами были использованы слабые землетрясения с энергетическими классами $K = 5.0 - 12.0$, произошедшие на территории Северного Тянь- Шаня за 7 лет (таблица 1). По одночасовым интервалам поясного времени (расстоянии $r = 300$ км от сейсмостанции «Пржевальск») - в течении 1993-1999 гг. (по каталогу землетрясений Кыргызстана Института сейсмологии НАН КР).

При исследовании временного распределения слабых землетрясений была использована методика, разработанная в работе [11], т.е. по интервалам времени для месяца года. Для составления таблиц, предназначенных для построения гистограмм и диаграмм, проводилось складывание количества землетрясений по одночасовому интервалу, затем для нахождения среднего значения количества землетрясений производилось разделение общего количества землетрясений на суточный интервал времени.

На гистограммах пунктиром отмечено число землетрясений, ожидаемых при условии равномерного распределения по месяцам года. Месяцы, в которых произошли землетрясения в количестве меньшем, чем при условии равномерного распределения, названы «менее сейсмичными», те же месяцы, в которых произошли землетрясения в большем количестве, чем при условии равномерного распределения землетрясений по месяцам называют «более сейсмичными». Это объясняется противоположными положениями Солнца относительно местонахождения зоны очага землетрясения, т.е. приливными действиями Солнца. Диаграммы отражают «более сейсмичные» интервалы времени, т.е. интервалы имеющие большее значение равномерного распределения.

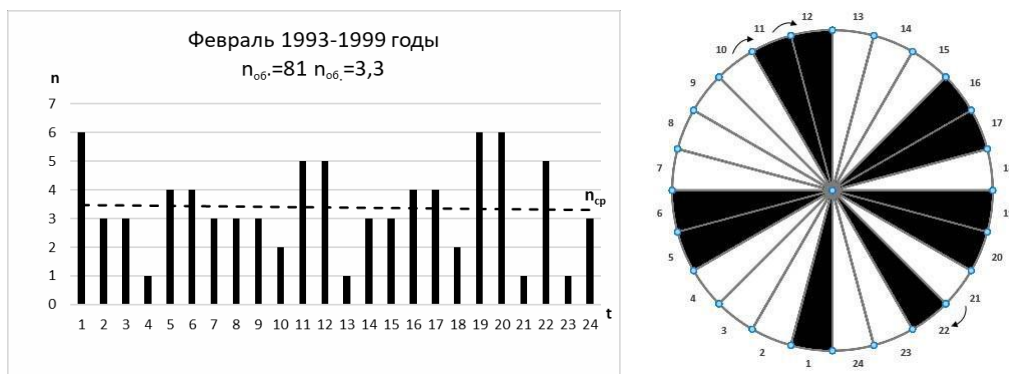
В таблице 1 приведено распределение слабых землетрясений, произошедших за период 1993-1999 гг. Их гистограммы и круговые диаграммы приведены на рисунках 1-3. В таблице 1 и на гистограммах, а также на круговых диаграммах стрелками указаны смещения «более сейсмических» одно часовых интервалов времени с течением времени относительно «более сейсмических» интервалов времени предыдущего месяца.

Таблица 1.

Месяцы	Время суток																								Поб/Пер
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
январь	3	2	1	1	0	1	2	6	0	6	3	2	2	1	1	1	3	1	3	3	4	1	5	0	51/2.1
февраль	6	3	3	1	4	4	3	3	3	2	5	5	1	3	3	4	4	2	6	6	1	5	1	3	81/3.3
март	6	3	3	3	2	7	4	3	3	14	12	14	6	3	7	1	3	4	3	4	7	2	4	3	119/4.8
апрель	4	7	4	3	9	5	4	4	4	6	9	6	4	0	8	6	4	3	8	7	4	4	8	5	125/5.3
май	3	6	2	2	4	3	6	2	3	4	0	6	6	6	1	6	6	1	6	4	7	6	6	3	94/3.9
июнь	6	1	2	5	3	4	2	8	3	3	3	4	3	2	5	6	7	2	1	4	5	6	6	3	94/3.9
июль	3	5	3	5	7	5	6	9	4	4	4	4	6	3	8	3	6	3	8	4	6	5	4	2	117/4.8
август	2	2	2	1	2	5	5	3	4	4	3	8	5	3	5	2	4	2	3	2	3	3	2	2	77/3.2
сентябрь	3	1	4	1	1	3	3	3	4	5	2	5	2	0	2	1	4	3	2	6	2	3	5	1	66/2.7
октябрь	3	1	1	2	5	7	2	2	1	5	3	4	3	2	2	5	3	4	5	4	0	2	4	6	76/3.1
ноябрь	4	2	7	2	2	6	2	4	0	1	10	6	6	2	1	7	4	2	1	5	1	1	4	2	82/3.4
декабрь	1	0	2	4	0	4	7	1	7	3	4	2	4	7	5	4	3	3	3	5	0	4	3	3	79/3.3

Рассмотрим смещение «более сейсмических» интервалов в феврале относительно января: 00-01, 07-08, 09-11, 16-17, 19-21, 22-23 (Рисунок 1).

Сравнивая гистограммы, видно, что произошло смещение «более сейсмических» интервалов



времени: с 9-10 на 10-11, с 10-11, на 11-12, с 20-21 на 21-22 (Рисунки 2 и 3).

Рисунок 1. Диаграмма смещения «более сейсмических» интервалов в феврале 1993-1999 гг.

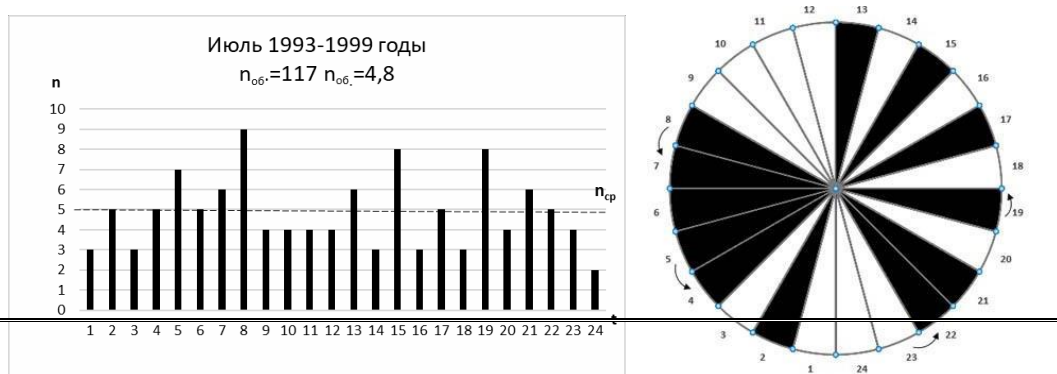


Рисунок 2. Диаграмма смещения «более сейсмичных» интервалов в июле 1993-1999 гг.

Рассмотрим смещение в августе относительно июля на Рисунке 3. Видно, что в августе произошло смещение относительно июля с 07-08 на 06-07, с 13-12 на 11-12.

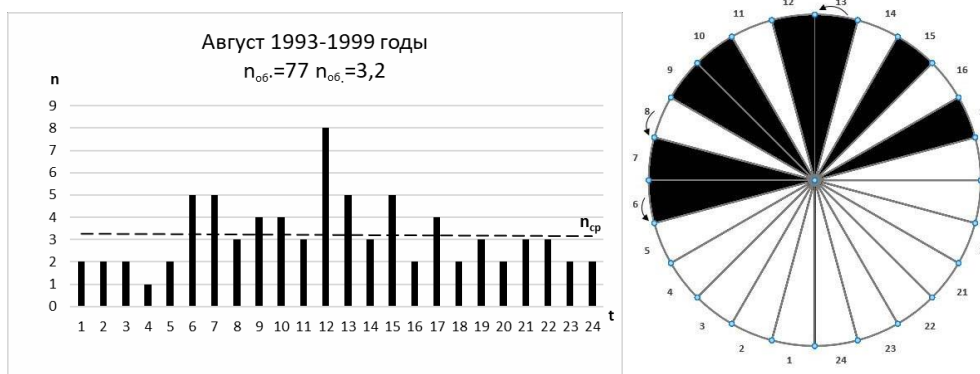


Рисунок 3. Диаграмма смещения «более сейсмичных» интервалов в августе 1993-1999 гг.

«Обратный» ход часовой стрелки объясняется следующим образом, с 22-июня по 22-декабря наблюдается обратное явление. Азимуты точек восхода и захода Солнца уменьшаются, зенитное расстояние Солнца увеличивается. Приливная сила и её горизонтальная составляющая будут совпадать с раньше фиксированными плоскостями разрывов земной коры в ранних интервалах времени солнечных суток, т.е. тогда, когда Солнце находится ещё под горизонтом.

Выводы:

- Очаги слабых землетрясений формируется, соответственно, на границах блоков земной коры, имеющих сравнительно малые размеры, а именно с длиной и шириной, не превышающие 40-50 км.
- На их границах, вблизи поверхностей разрывов земной коры в местах из зацепления друг к другу, и формируются очаги слабых землетрясений, когда приливные силы будут совпадать с направлениями преимущественного перемещения блоков по разломам и увеличивается частота возникновения слабых землетрясений, но моменты таких совпадений зависит от времени года.

Литература

1. Широков В.А. Влияние 19-и летнего лунного прилива на возникновения больших камчатских извержений и землетрясений и их долгосрочный прогноз// Сб. «Геологические и геофизические данные о большой трещине». М.: Наука. 1978.
2. Парийская Н.К., Артамасова Г.К., Крамер Н.В. - К вопросу о приливные напряжения как спускового механизма при землетрясениях. М.: Наука. 1970.
3. Кнопов Я. - Упругие приливы как спусковой механизм для землетрясений// Сб. «Предсказание землетрясений». Мир. Москва, 1968.
4. Антонов Ю.В., Антонова И.Ю. Природа неприливных вариаций силы тяжести и землетрясения // Проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов. Шестой международный симпозиум. Бишкек - 2014. С.93.
5. Зетлер Б.Д. «Роль упругих приливов в возникновении землетрясений». Сб. «Предсказание землетрясений». Мир. Москва, 1968.
6. Ломакин В.В. «Байкальские землетрясения и лунно-солнечные приливы». Природа №9.23.1966.
7. Садовский М.А. «Введение в кн. «Физические основания поисков методов прогноза землетрясений» «Наука». М. 1970.
8. Латынина Л.А., Шишкина Т.Т. «Об интенсивности приливных движений в зоне Сурхабского разлома». Физика земли. №6, 87, 1978.
9. Островский А.Е., Старков В.И., Старкова Э.Я. Аномалии в амплитудах и фазах приливных наклонов». Сб. «Изучения земных приливов», «Наука». Москва, 1980.
10. Кармалеева Р.М., Латынина Л.А., Егорова Г.А. «Результаты наблюдения за приливными

деформациями земной поверхности на станции Протвина». Сб.

«Изучения земных приливов». «Наука», Москва, 1980.

11. Кочербаев Т.К. Роль приливных действий Солнца в возникновении землетрясений//
Депонированная рукопись. №135. КИ-Д 83, Пржевальск, 1983.

Рецензент: д.ф. – м.н, профессор Муралиев А. М.