



Doi: <https://doi.org/10.33644/scienceandconstruction.v25i3.3>

УДК 699.841+624.042.7



НЕМЧИНОВ Ю.И.

Д-р тех., профессор, первый заместитель директора института по научной работе, Государственное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций», г. Киев, Украина,
e-mail: yu.nemch@ndibk.gov.ua
тел.: +38 (050) 469-35-77
ORCID: 0000-0002-6618-125X

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 1927 ГОДА В КРЫМУ (26 ИЮНЯ И 11-12 СЕНТЯБРЯ). ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

АНОТАЦІЯ

Территория Украины расположена в зонах сейсмической активности, на которой происходят землетрясения, интенсивностью от 6 до 9 баллов. В сейсмических зонах проживает около 20% населения. Землетрясения 7-8 баллов наблюдаются в Одесской области и в Крыму. Крымские землетрясения относятся к категории разрушительных. В статье дана обобщённая характеристика землетрясений на Южном берегу Крыма произошедших в июне и сентябре 1927 года. Рассмотрены первичные и вторичные явления во время этих землетрясений (первые наблюдаемые признаки, выбросы горючих газов с морского дна, повреждения зданий и сооружений). Дискуссионным вопросом является число жертв землетрясения.

Особое внимание уделено анализу состояния памятника архитектуры дворца «Ласточкино гнездо» и рассмотрены меры по сохранению этого уникального здания. Рассмотрены также проблемы обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений в современных условиях по прошествии почти 100 лет после землетрясения и задачи развития сейсмостойкого строительства в Украине в свете современных Норм.

Неточность знаний о сейсмической опасности в Украине, изношенность основных фондов и вынужденная необходимость экономии на охранительных мероприятиях, привели к увеличению

сейсмического риска как в сейсмически активных районах, так и в районах, которые раньше относились к несейсмическим.

Рост этажности зданий, отход от симметричных форм расположения сооружений в плане, усложнение технологий промышленного производства строительных материалов и постоянное увеличение техногенной нагрузки являются причиной возникновения техногенных катастроф.

Новые нормы Украины ДБН В. 1.1-12:2014 «Строительство в сейсмических районах Украины», гармонизированные с Еврокодом 8 и ДБН В.1.2-5:2007 «Научно-техническое сопровождение строительных объектов» требуют проработки вопросов безопасности при проектировании и строительстве зданий в сейсмических районах, а также осуществления экспериментальных проверок сейсмостойкости конструктивных решений и учёт реальных грунтовых условий строительной площадки.

Документы в области ценообразования научно-технической продукции в строительстве не стимулируют внедрения новой техники и технологии. В этой связи, важно разработать механизм получения части экономического эффекта от внедрения результатов исследований для совершенствования экспериментальной базы и стимулирования разработчиков.



КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сейсмические районы Украины, землетрясения 1927 года в Крыму, нормативные требования, сейсмостойкое строительство и проблемы обеспечения безопасности.

ЗЕМЛЕТРУС 1927 РОКУ В КРИМУ (26 ЧЕРВНЯ І 11-12 ВЕРЕСНЯ). ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СЕЙСМОСТІЙКОСТІ БУДІВЕЛЬ І СПОРУД В СУЧАСНИХ УМОВАХ

АНОТАЦІЯ

Територія України розташована в зонах сейсмічної активності, на якій відбуваються землетруси, інтенсивністю від 6 до 9 балів. У сейсмічних зонах проживає близько 20% населення. Землетруси 7-8 балів спостерігаються в Одеській області і в Криму. Кримські землетруси відносяться до категорії руйнівних. У статті дана узагальнена характеристика землетрусів на Південному березі Криму які відбулися в червні і вересні 1927 року. Розглянуто первинні та вторинні явища під час цих землетрусів (спостерігаються перші ознаки, викиди горючих газів з морського дна, пошкодження будівель і споруд). Дискусійним питанням є число жертв землетрусу.

Особливу увагу приділено аналізу стану пам'ятки архітектури палацу «Ластівчине гніздо» і розглянуті заходи щодо збереження цього унікального будинку. Розглянуто також проблеми забезпечення сейсмостійкості будівель і споруд в сучасних умовах після майже 100 річного землетрусу і завдання розвитку сейсмостійкого будівництва в Україні в світлі сучасних Норм.

Неточність знань про сейсмічні небезпеки в Україні, зношеність основних фондів і вимушена необхідність економії на охоронних заходах, привели до збільшення сейсмічного ризику як в сейсмічно активних районах, так і в районах, які раніше відносилися до несейсмічних.

Зростання поверховості будинків, відхід від симетричних форм розташування споруд в плані, ускладнення технологій промислового виробництва будівельних матеріалів і постійне збільшення техногенного навантаження є причиною виникнення техногенних катастроф.

Нові норми України ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво в сейсмічних районах України», гармонізовані з єврокодів 8 і ДБН В.1.2-5:2007 «Науково-технічний супровід будівельних об'єктів» вимагають опрацювання питань безпеки при проектуванні і будівництві будівель в сейсмічних районах, а також здійснення експериментальних перевірок сейсмостійкості конструктивних рішень і урахування реальних ґрунтових умов будівельного майданчика.

Документи в області ціноутворення науково-технічної продукції в будівництві не стимулюють впровадження нової техніки і технології. У зв'язку з цим, важливо розробити механізм отри-

мання частини економічного ефекту від впровадження результатів досліджень для вдосконалення експериментальної бази і стимулювання розробників.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: сейсмічні райони України, землетрус 1927 року в Криму, нормативні вимоги, сейсмостійке будівництво та проблеми забезпечення безпеки.

1927 EARTHQUAKES IN THE CRIMEA (JUNE 26 AND SEPTEMBER 11-12). ENSURING THE BUILDINGS AND STRUCTURES SEISMIC RESISTANCE UNDER PRESENT-DAY CONDITIONS

ABSTRACT

The territory of Ukraine is located in the seismic activity zones, in which earthquakes with magnitudes of 6 to 9 occur. About 20% of the population live in seismic zones. The earthquakes of 7-8 points are observed in the Odessa region and in the Crimea. The Crimean earthquakes are destructive. The paper gives a generalized description of earthquakes on the southern coast of Crimea in June and September 1927. The primary and secondary phenomena during these earthquakes are considered (the first observed signs, the emission of combustible gases from the seabed, damage to buildings and structures). The number of earthquake victims is a controversial issue.

Particular attention is paid to the analysis of the "Swallow's Nest" palace architecture and the measures to preserve this unique building are considered. The problems of ensuring the buildings and structures earthquake resistance under present-day conditions in almost 100 years after the earthquakes and the tasks of the earthquake-resistant construction development in Ukraine in the modern standards context are also considered.

The limited knowledge about seismic hazards in Ukraine, fixed assets depreciation and forced necessity to save on protective measures, have led to an increase in seismic risk both in seismically active areas and in areas that were previously classified as non-seismic.

The increase of the buildings storeys number, departure from the symmetrical building locations in plan, the complication of construction materials industrial production technologies and the constant increase of man-made loads are the causes of the man-made disasters.

The new regulations of Ukraine DBN V.1.1-12: 2014 "Construction in seismic areas of Ukraine" harmonized with Eurocode 8 and DBN B.1.2-5: 2007 "Scientific and technical support of construction sites" require the safety issues special consideration with regard to the buildings design and construction in seismic areas, as well as carrying out the experimental tests of structural solutions seismic resistance and taking into account the real soil conditions at the construction site.

The scientific and technical products pricing



documents in the construction field do not stimulate the new equipment and technology introduction. In this regard, it is important to develop a mechanism for obtaining economic benefits from the research results implementation in order to improve the experimental base and stimulate the developers.

KEY WORDS: Seismic regions of Ukraine, earthquakes of 1927 in the Crimea, regulatory requirements, earthquake-resistant construction and safety issues.

ИСТОРИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ О ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ В КРЫМУ

В Крыму, Прикарпатье, Донбассе, Одесской, Хмельницкой и Днепропетровской областях зафиксировано более 130 тыс. оползней, которые распространяются на площади около 5 тыс. км². От абразивных процессов разрушается около 60%

морского побережья.

Эти факторы усугубляют воздействия землетрясений. Они вызывают опасные материальные и социальные последствия.

Сейсмологи и инженеры располагают сведениями о сейсмических проявлениях землетрясений в Украине из зоны Вранча с 1091 по 2006 год и проявлениями местной сейсмичности с 1670 по 2006г. [1]. Считается, что в Крымском сейсмическом регионе повторение разрушительных землетрясений происходит раз в 100-150 лет [2]. Эту информацию нельзя считать достоверной. Наиболее древнее сообщение о землетрясении в Крыму относится к 63 году до нашей эры [3, 4]. В средние века сохранились сведения о землетрясениях Крымского региона, которые можно отнести к сильным (таблица 1).

Таблица 1 - Разрушительные Крымские землетрясения [5]

Дата	Место	Описание	(баллы MSK-64)
480 г.н.э.	Херсонес	Катастрофа. Разрушены сооружения древнего Херсонеса (около Севастополя). (Попов И.И. [4]).	8 -9
1341	Константинопольское землетрясение	Разрушительное (Ена А.В. [7]). Изменилась береговая линия. Море выступило из своих берегов	7-9
1471	Херсонес	Большие разрушения	-
XV век	Ялта	Обрушена скала с военным укреплением [6]	8-9 (А. Никонов)
23.01.1838	Южный берег Крыма	В районе Карпатской дуги. Трещины во многих домах на значительной территории Крыма [8].	7
11.10.1869	Судак	Колебания привели к разрушению весьма сейсмостойких генуэзских построек. От сотрясения земли население было объято паникой.	7-8
04.1872	Феодосия	Произошёл обвал скалистых гор в Феодосии и Судак [6]	6-7
1873	Бахчисарай	Свалилась половина минарета мечети Эшиль-Джами [8]	7
25.07.1875	Севастополь	Трещины в домах и новом здании вокзала; в куполе Георгиевского монастыря.	6-7
26.06.1900	Симферополь	Около 3 ч. ночи, было землетрясение в виде толчка или удара и колебания земли [8]	
26.06.1927	Ялта, Алушта	Погибших не было, разрушений немного [5]	7 (М 6,0)
11.09 - 12.09.1927	Большая Ялта	Весь Крым. Погибло 16 чел., ранено 830, 17 тыс. – без крова; Древние и старинные сооружения почти не пострадали от землетрясения [8]. Убытки – 50 млн. руб. [5]. Разрушено 70% всех строений.	8 (М 6,8)



После землетрясения 1927 г. в Крыму специалисты фиксировали новые землетрясения: в Ялте 30.08.1949, Севастополе (18.03.1957) силой 6 баллов [5]; Анапе и Восточном Крыму 12.07.1966, 6-7 баллов [5]; Севастополе 06.08.1972, 6 баллов [5], а также более поздние в 1977, 1990, 2018 гг., интенсивность которых, по данным ИГФ НАН Украины, не превышала 4 балла.

Крымско-Черноморский регион включает территорию Крымского полуострова, южную часть Украины, часть Кубани, а также водные бассейны Чёрного и Азовского морей. Прогнозируемая интенсивность землетрясений составляет около 8 баллов для грунтов второй категории по сейсмическим свойствам. По данным геофизиков и сейсмологов в пределах Крымско-Черноморского региона известно около 80-ти крупных и ощутимых землетрясений. Для рассматриваемой зоны характерно два основных периода исследований и анализа последствий землетрясений [9,10,11]:

- доинструментальный период (с I-го столетия до нашей эры и до 1927 года);
- инструментальный период (с 1928 г. по настоящее время).

При этом интенсивность землетрясений для региона составляет от пяти до 8 баллов.

В Крымском регионе эпицентры сильных землетрясений интенсивностью 7 баллов и больше, по летописным источникам и литературным данным, известны вблизи мыса Херсонес, в районе Южного берега Крыма и в районе Керчь-Анапа. В целом разрушений было немного. Очаги сильных землетрясений зафиксированы на расстоянии 10-50 км от берега на глубине 15-40 м. Средние периоды повторяемости землетрясений в районе Ялта-Алушта равны: для интенсивности 6 баллов, $T = 20$ лет; для $I_0 = 7$ баллов, $T = 100$ лет; для $I_0 = 8$ баллов, $T = 500$ лет [12].

Разрушительные землетрясения в Крыму происходят относительно редко. За 50 лет в этой сейсмической зоне произошло более 2500 слабых землетрясений, из которых 30 проявлялись интенсивностью от трёх до пяти баллов [13].

Прогнозные оценки, полученные на основе анализа текущей сейсмической обстановки в Крыму, свидетельствуют, что «в ближайшие годы возможна реализация землетрясения с магнитудой $5,2 \pm 0,5$ » [14].

Землетрясение 26 июня 1927 г.

Землетрясение 26 июня проявилось на побережье Крыма интенсивностью 6-7 баллов, его магнитуда M 6, очаг эпицентра располагался к югу от поселков Форос и Мшатка и располагался поперёк берега. По данным [15] 26 июня в 13 часов 21 минут в море, отмечалась мелкая рябь, слышались толчки и сильный шум. Землетрясение не вызвало каких-либо серьезных разрушений и жертв, но были пострадавшие и возникла боль-

шая паника среди отдыхающих [16]. Наблюдались обвалы в окрестностях Севастополя, в некоторых домах появились трещины.

Общий ущерб от землетрясения был значительным (более 1 млн. рублей) [16,17]. В Алуште интенсивность сотрясения приближалась к 7 баллам. В зону 7-балльного воздействия отнесены Алупка, Гурзуф, Мисхор, Ялта и другие города и поселки южного побережья.

По мнению В.А. Королёва, А.М. Скляра, В.С. Князевой [18], имеющиеся описания впечатлений очевидцев землетрясений Крыма 1927 г. не всегда основаны на достоверной сейсмологической информации, разрознены и часто противоречивы.

В работе проф. А.А. Никонова [19], со ссылкой на П.А. Двойченко [20], описаны некоторые предвестники этого землетрясения вблизи Севастополя. Сообщалось, что в середине лета температура морской воды у берега была около 12°C .

Землетрясения стали причиной возникновения цунами высотой 0,5 – 0,7 м [19], а по другим данным - до 2 – 3 м [21]. В работе А.А. Никонова и А.П. Сергеева [22] отмечается, что во время Крымских землетрясений 1927 года возникали также поверхностные нарушения земной поверхности в виде обвалов и камнепадов.

Землетрясения 11-12 сентября 1927 г.

Первое землетрясение случилось ночью с 11 на 12 сентября 1927 г в 0 часов 20 минут. Его интенсивность на побережье оценивается 8 баллов и выше по шкале MSK-64 при магнитуде $M=6,8$. Глубина очага 17 км на расстоянии около 20 км к юго-востоку от Ялты. Интенсивность землетрясения в эпицентре была очевидно 9 баллов. Сооружения Артека получили серьёзные повреждения [23, 24].

Проф. С.В. Поляков в [25] отмечает: «До конца года было 352 афтершока, среди которых наиболее сильные – 12 и 16 сентября (магнитуда 5,5) и 24 сентября (магнитуда 5,25). Все города, попавшие 26 июня в зону 7-балльных сотрясений, теперь подверглись 8-балльному воздействию. К этому моменту повреждения, вызванные первым землетрясением, еще не были устранены. Это усилило разрушительный эффект второго землетрясения. Материальные убытки от землетрясения 25 млн. руб., причем в наиболее сильно пострадавшем районе Ялты было повреждено около 70% всех строений».

До и после землетрясения проявился широкий набор природных явлений, свойственный исключительным землетрясениям (моретрясение, пожар на море, разрушения зданий и сооружений, нарушения земной поверхности, цунами [26]).

О числе погибших и раненых имеются ограниченные и противоречивые сведения. В [15, 17]



отмечается, что: «были погибшие (3 человека), раненые (65 человек), огромные разрушения». В [16] приведены другие данные: «17 человек погибло, 350 были ранены, еще около тысячи получили ушибы, в отдельных южнобережных селах оказались поврежденными 60% домов».

К первым признакам землетрясения, которые стали проявляться уже около 20 часов 11 сентября, относят беспокойство животных (тревожное ржание лошадей, кошки пугливо жались к хозяевам, собаки лаяли, мычали коровы). Между Алуштой и Судакон рыбаки слышали неясный гул [15, 16, 27].

Моретрясения также следует рассматривать в качестве особенностей этого землетрясения. Моретрясения зафиксированы от Евпатории – Севастополя и до Керчи. Эти события описаны в военных мемуарах и официальных донесениях [28, 29]. Анализ таких событий на море приведен в статье А.А. Никонова [19], в которой он приходит к заключению, что: «...сейсмическое возбуждение охватило полосу морского дна около крымских берегов на протяжении 400-450 км и началось за 7-10 ч до главного события» [19].

Выбросы горючих газов с морского дна и огненные явления наблюдались в различных частях полуострова и описаны в специальной и публицистической литературе [16, 30, 31]. Эти явления были вызваны взрывами метана, высвободившемся из недр земли на поверхность моря при тектонических нарушениях. Не исключается утверждение, что это была смесь метана с сероводородом. Такие предположения были высказаны специалистами сразу же после прошедших землетрясений. Метановые газовыделения обычно располагаются в районе разломов морского дна. Однако не исключается ситуация, что во время землетрясения интенсивностью 8-9 баллов описанные процессы выделения газа со дна Черного моря могут представлять реальную опасность, которую следует учитывать при планировании мер, связанных с ликвидацией последствия землетрясения.

Повреждения зданий и сооружений. Землетрясения вызвали значительные повреждения зданий в различных городах Крыма, которые проявились интенсивностью от 6 до 8 баллов по сейсмической шкале MSK-64 (рисунок 1). Результаты анализа последствий землетрясения, выполненные отделом сейсмологии Института геофизики НАН Украины для 163-х населенных пунктов Крыма [31, 32], свидетельствуют, что для Крымского полуострова ранее определенные изосейсты землетрясения получили существенные уточнения. В архиве Ялтинского бюро технической инвентаризации были собраны сведения о конструкциях зданий, их этажности, применяемых материалах для строительства. По Ялте был получен материал по 645 зданиям (более 60% всего строительного фонда в черте города).

В работе В.С. Князевой [32], материал о последних землетрясениях 1927 года основан на анализе Актов технического обследования отдельных зданий и сооружений, проводимых специальными комиссиями непосредственно после землетрясения. В нем также использованы сводки административных органов государственной власти, а также протоколы правительственных комиссий. Дальнейшее обобщение материалов обследования последствий землетрясений в 1927 г. в Крыму содержится в работах А.М. Склера, В.С. Князевой, В.А. Королева [33] и в работе В.Е. Кульчицкого, Б.Г. Пустовитенко и А.М. Склера [34]. По уровню охвата и степени достоверности найденных данных эта работа ИГФ НАН Украины является уникальной.

Из представленных сведений видно, что из 11380 домов, получивших повреждения различной степени, 1620 домов считались «совершенно разрушенными». Это составляет более 14% от количества поврежденных зданий. Характер разрушения потребовал их полного восстановления. Поскольку землетрясение произошло глубокой ночью, когда большинство людей уже спали, то совершенно очевидно, что число жертв землетрясения в такой ситуации могло сказаться значительно больше, чем указывается в вышеприведенных сведениях из различных источников. В Ялтинском районе, в целом, количество полностью разрушенных сооружений составило около 10% (700 домов). Потенциальные жертвы при 30%-й вероятности летальных исходов составили бы не менее 1000 - 1500 человек (при условии, что в доме находилось не менее три человека), а при заданной вероятности в 10%, которую можно допустить, что большинство зданий представляли одноэтажные крестьянские дома, из которых можно было быстро и безопасно выбраться наружу, - не менее 500 человек.

Фотографии разрушений зданий и сооружений в различных городах и поселках Крыма во время землетрясений 11-12 сентября 1927г. иллюстрируют типичные разрушения рассматриваемых объектов, причиной которых являются:

- плохие связи между стенами различных направлений, приводящие к выпадению наружных стен;
- разрушения выступающих частей здания;
- низкое качество сцепления в кирпичной кладке и кладке из крупных блоков;
- изломы планировочных решений зданий в плане и неравномерное распределение жесткостей и масс.

Наибольшие повреждения получили дома, стены которых возведены из природного крымского известняка неправильной формы на известняковом или глиняном растворе низкой прочности или из булыжного камня на слабом растворе. Следует также учитывать, что построенные здания



Рисунок 1 – Повреждения зданий в Ялте при землетрясении 11-12 сентября 1927 г.: а – по ул. Боткинская, 2; б – дача Чингиза также по ул. Боткинской; в – Ласточкино гнездо на мысе Ай-Тодор (фото из архива Госстроя Украинской ССР)

и сооружения строились в большей степени без антисейсмических мероприятий. Однако включение в структуру стен деревянных поясов, как это видно из фотографии дома на Елизаветинской улице в Ялте (рисунок 2, в), значительно повышает сейсмостойкость конструкций малой этажности. В этом доме обвалилась штукатурка, но сам дом не получил повреждений.

Многие здания, имеющие высокую историческую и художественную ценность, пострадали во время этих землетрясений. Требовали восстановления постройки Никитского ботанического сада [27], пионерский лагерь «Артек», домик А.П. Чехова в Ялте [36], дом композитора Александра Спендиарова на Екатерининской улице [37].

В Алуште повреждены гостиница и Генуэзская башня, в Алупке – пострадали Воронцовский дворец и мечеть. Образовались завалы на шоссе вблизи Ореанды. В Ялте повреждены гостиницы

«Россия» и «Ялта» [37]. В Алупке был повреждён храм Архангела Михаила постройки 1908 г. [38].

Но были примеры и устойчивого поведения сооружений построенных качественно. К таким примерам можно отнести постройки Генуэзской крепости Чембало в Балаклаве [8, 39], древнейшей мечети султана Бейбарса в Солхате (Старый Крым), построенной в 1287-1288 гг. Здание сохранилось не полностью (разрушен минарет). Стены мечети были покрыты мрамором, а верх – порфиром. Землетрясение 1927 г. не вызвало в ней значительных повреждений [40].

По впечатлению очевидна, которое было послано из Ялты открыткой 15 сентября 1927 г. и опубликованное в статье А.В. Ены [7] (оригинал открытки принадлежал проф. И.И. Попову): «В 12.20 ночи раздался гул, затряслась земля и задрожали стены дома и вся балюстрада и чердачный этаж рухнули вниз. Все живущие бросились вон, но их побивало камнями. Все балконы рухнули вниз. Наш балкон выдержал падение стен, а балюстрада и весь чердак представляют груды камней, задавив собою все лежаки и кровати. Я землетрясение перенёс на Ай-Петри, в Тузлере. У нас удары и дрожание были сильнее, так что мы не в состоянии были удержаться на земле стоя...»

Дворец «Ласточкино гнездо» на мысе Ай-Тодор (рисунок 1, в), построенное в 1911-1912 гг., получило серьёзные повреждения во время землетрясения. Главная башня треснула, а терраса не разрушилась. Размеры здания в плане 10x20 м, высота 12 м. В 1968 году по проекту Ялтинского филиала института «Гипроград» началось восстановление замка, которое было завершено в 1981 году. Была произведена реконструкция этого исторического памятника архитектуры. Под основание подвели монолитный железобетонный фундамент, заделали трещины в скале, фундамент укрепили и соединили со скальным основанием

Однако под воздействием морской воды и температурных деформации скальное основание и конструкции замка продолжают разрушаться (рисунок 3). Время не пощадило это уникальное сооружение. За прошедшие годы состояние здания ухудшилось. Деграционные процессы продолжали разрушать конструкции здания. В 2010 году Государственное предприятие НИИСК совмест-

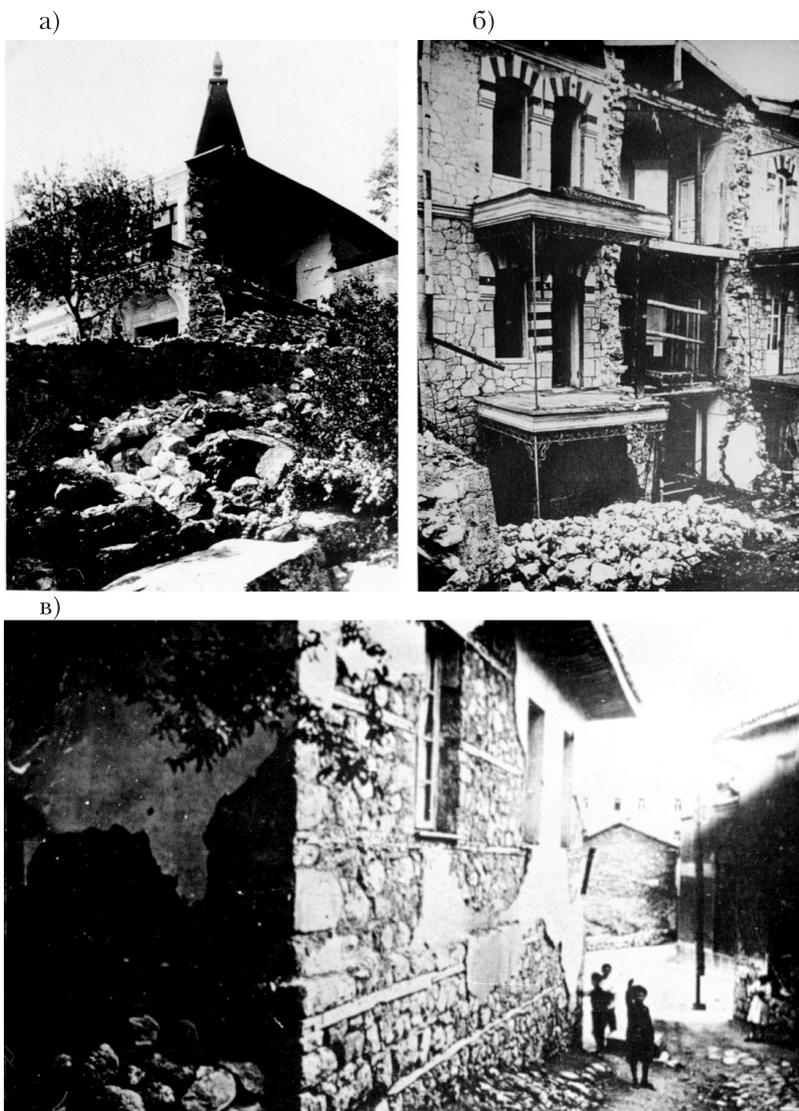


Рисунок 2 – Разрушения зданий при землетрясении 11-12 сентября 1927 г.: а- дача химиков в Рабочем уголке, Алушта; б – дача Б. Смуровой, Алупка; в – одноэтажный дом в Ялте по ул. Елизаветинской (фото из архива Госстроя Украинской ССР)

но с институтом КрымНИИпроект и «Укрзащита» провели обследование состояния конструкций здания и опорной скалы [49] и разработали рекомендации, в которых отмечена необходимость:

- стабилизации скалы, уточнения расположения и глубины трещин как в надводной, так и в подводной части скалы;
- инструментальной оценки трещин в основании старой плиты;
- выполнить комплекс исследований и разработать Рабочий Проект восстановления конструкций здания, плиты и скалы, удовлетворяющий требованиям современных норм.

Проведённые вибродинамические исследования показали, что горизонтальные колебания в уровне плиты находятся в пределах 12-18 Гц.

Сейсмогравитационные нарушения поверхности рельефа местности

Разрушительные последствия землетрясений

11-12 сентября 1927 г. вызвали большое количество сейсмогравитационных нарушений рельефа местности. Такие нарушения связаны с образованием обвалов и возникновением трещин в скальных породах и грунте. По данным А.А. Никонова и А.П. Сергеева [22] зона нарушений, соответствующая интенсивности 8 баллов, распределялась по площади 60х25 км вдоль южного берега Крыма. В зоне интенсивности 6 баллов возникали одиночные трещины в грунте и обвалы рыхлых отложений на крутых склонах Южного побережья Крыма.

Участники конференции в Севастополе в 1995 г. [41] провели обследования обвала в балке Табана-Дере и оценили интенсивность сейсмического воздействия в 6 баллов.

По мнению И.Б. Вахрушева [42] со ссылкой на работу И.Ф. Ерыш, В.Н. Саломатина: «При Ялтинском землетрясении 1927 года разрушение ряда домов в Гурзуфе, Алушке, Алуште и др. было связано не с подземными толчками, а с крупными обвалами, произошедшими во время землетрясения. Практически полностью рухнувшими известняковыми глыбами, оторвавшимися от горы Кошка, был уничтожен санаторий им. Чехова».

Участники изучения подземных пещер свидетельствуют [43], что: «8-балльное землетрясение 11 сентября 1927 г. не обрушило своды ни в одной из 20 пещер Чатыр-Дага ...Значит, землетрясения, вызвавшие образование сейсмогравитационных отложений, были более разрушительными, чем известные сейсмические толчки 1927 года».

Полезные сведения о последствиях землетрясений 1927 г. содержатся в статье А.А. Ключкина [45] и в работе А.В. Ены [7], в которых описаны обвалы скал: в Ореанде, по дороге на Ай-Петри, в Верхней Массандре, на склонах горы Демерджи, в ущелье Уч-Кош и даже на северных склонах гор. Там же отмечается, что землетрясения 1927 года вызвало на южном побережье Крыма более 100 крупных обвалов, сформировав в ландшафте поверхности многочисленные «каменные хаосы». Один из таких «хаосов» расположен в парке Алушкинского дворца, который сохранился до сегодняшнего времени.

ЗАДАЧИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Прошло более 90 лет после разрушительного землетрясения 1927 года. В 1928 году в Крыму



а)



б)



в)



Рисунок 3 – Техническое состояние замка «Ласточкино гнездо» в 2011 году: а - общий вид замка и опорной скалы (вид с северо-востока); б – северо-западная сторона (трещина в скальном основании шириной 0,5 м); в – состояние опорной плиты балкона (трещины по торцу опорной плиты)

издали временные строительные правила, обязательные при постройке зданий в сейсмических районах. До этого не было правил и учреждений, относящихся к строительству в сейсмоопасных регионах. Эти нормы и правила получили своё дальнейшее развитие уже в наше время.

По новым государственным строительным нормам ДБН В.1.1-12:2006. «Строительство в сейсмических районах Украины» [46], сейсмичность Крыма составляет 8-9 баллов. Это означает, что все новостройки, особенно в Ялте и Севастополе, должны возводиться с учётом новых требований, обеспечивающих сейсмостойкость конструкций. Старые здания в лучшем случае рассчитаны на 7 баллов по нормам СНиП [45].

За это время изменились нормативные требования и условия строительства, связанные с применением новых материалов и технологий возведения зданий в сейсмических районах:

- зданий с несущими стенами и лёгких материалов в качестве заполнителей;

- использование эффективных стеновых материалов, включая вибропрессованные многощелевые камни;
- монолитных каркасных зданий с диафрагмами или ядрами жёсткости;
- безригельных каркасных зданий повышенной этажности, которые ещё не прошли проверку сейсмостойкости в лабораторных условиях либо реальными землетрясениями.
- наметилась тенденция к увеличению этажности зданий (высотой более 12-16 этажей, т. е более 50 м), включая строительство в зонах высокой сейсмичности на Южном Берегу Крыма;
- развитие крупнопанельного домостроения (на примере строительства панельных зданий на основе производства экструзионных железобетонных плит по финской технологии на Севастопольском ДСК «КОНСОЛЬ»);
- в последние годы активно ведётся строительство высотных железобетонных зданий с применением виброизоляции в Ялте, Одессе и Киеве.

Наблюдается применение технических решений и новых строительных конструкций, не удовлетворяющих требованиям строительных норм, которые относят к объ-

ектам «экспериментального строительства», регламентируемых «Положением об экспериментальном строительстве» (Приказ №245 от 27.12.1993г. Минстройархитектуры Украины и Приказом №319 от 25.09.2006г. Минстроя Украины). Научно-техническое сопровождение проектирования и строительства, регламентируется требованиями ДБН В. 1.2-5:2007 «Науково-технічний супровід будівельних об'єктів» [47].

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СЕЙСМОСТОЙКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В УКРАИНЕ

Развитие сейсмостойкого строительства в Украине должно включать:

совершенствование нормативной базы для обеспечения сейсмостойкого строительства и Национальной системы сейсмометрических наблюдений. Важный вопрос заключается в повышении качества продукции, удовлетворяющей требованиям Европейских и Международных стандартов, а также внедре-



ние новых и модернизация существующих технологий строительства.

Необходимо разработать специальную «Программу повышения сейсмической безопасности населения», включающую реконструкцию существующих и строительство сейсмостойких сооружений, уменьшение ущерба от землетрясений, снижение социального, экономического и экологического риска.

Задачи Программы:

1. Проведение обследований и паспортизация зданий и сооружений и осуществление мероприятий по их усилению.
2. Создание научно-методической базы для оценки сейсмической опасности (сейсмические и инженерно-сейсмометрические станции; совершенствование экспериментальной базы для испытаний на сейсмостойкость; общее сейсмическое районирование Украины и микросейсмическое районирование площадок строительства).
3. Разработка и совершенствование нормативной базы по сейсмостойкому строительству и гармонизация её требований с требованиями европейских стандартов.
4. Уменьшение экономических потерь и экологического ущерба при сейсмических бедствиях и обеспечение сохранности национальных ценностей Украины.
5. Подготовка региональных программ уменьшения сейсмической опасности.
6. Повышение общенациональной и местной готовности к разрушительным землетрясениям и ликвидации последствий землетрясений.
7. Развитие информационного обеспечения населения о сейсмической опасности и подготовка кадров в области сейсмостойкого строительства.

Государство и его центральные органы управления должны обеспечить:

- Надёжную информацию о количественных параметрах реальной сейсмической опасности в форме карт общего сейсмического районирования территории страны и базы цифровых записей колебаний грунта (акселерограмм землетрясений), которые необходимы для проектирования сейсмостойких зданий и сооружений.
- Организовать и провести оценку строительного фонда Украины для определения состояния сейсмостойкости зданий и сооружений, включающую: развитие общего сейсмического районирования территории и микросейсмического районирования площадок строительства; паспортизацию зданий и сооружений в сейсмоопасных районах; разработку предложений по продлению ресурса строи-

тельных сооружений жилищно-гражданского и промышленного назначения.

- Выполнить модернизацию нормативной базы в виде Государственных строительных норм и правил с учётом новых знаний о сейсмической опасности и сейсмической защите.
- Разработать и принять Закон Украины «Сейсмическая безопасность зданий, сооружений и территории Украины».
- Разработка основ проектирования сейсмостойких зданий повышенной этажности и высотных зданий, строящихся в сейсмических районах.
- Проведение обучения инженерно-технических специалистов, занимающихся проектированием и строительством в сейсмических районах, включая: создание программ по изучению основ сейсмостойкого строительства; проведение обучающих семинаров для инженерно-технических специалистов; проведение научно-технических конференций, обобщающих опыт проектирования и строительства в сейсмических районах; информирование населения о реальной сейсмической опасности и другое.
- Готовность подразделений МЧС, МВД, Министерства здравоохранения и других подразделений быстрого реагирования к ликвидации катастрофических последствий сильных землетрясений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Неточность знаний о сейсмической опасности в Украине, изношенность основных фондов и вынужденная необходимость экономии на охранительных мероприятиях, привели к увеличению сейсмического риска как в сейсмически активных районах, так и в районах, которые раньше относились к несейсмическим.

Рост этажности зданий, отход от симметричных форм расположения сооружений в плане, усложнение технологий промышленного производства строительных материалов и постоянное увеличение техногенной нагрузки являются причиной возникновения техногенных катастроф.

Новые нормы Украины ДБН В. 1.1-12:2014 «Строительство в сейсмических районах Украины», гармонизированные с Еврокодом 8 [50, 51] и ДБН В.1.2-5:2007 «Научно-техническое сопровождение строительных объектов» требуют проработки вопросов безопасности при проектировании и строительстве зданий в сейсмических районах, а также осуществления экспериментальных проверок сейсмостойкости конструктивных решений и учёт реальных грунтовых условий строительной площадки.

Документы в области ценообразования научно-технической продукции в строительстве не стимулируют внедрения новой техники и технологии. В



этой связи, важно разработать механизм получения части экономического эффекта от внедрения результатов исследований для совершенствования экспериментальной базы и стимулирования разработчиков. Это позволило бы частично решить проблему финансирования и развития строительной науки.

ВЫВОДЫ

1. Изношенность основных фондов приводит к увеличению сейсмического риска.
2. Рост этажности зданий является причиной опасных последствий землетрясений.
3. Новые ДБН В. 1.1-12:2014 и ДБН В. 1.2-5:2007 требуют проработки вопросов безопасности при проектировании и строительстве зданий в сейсмических районах, обоснований повышения высоты зданий и учёт реальных грунтовых условий площадки.
4. Необходимо развитие экспериментальной базы для выполнения научно-технического сопровождения строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kendzera A., Omelchenko V. Seismic Hazard of the Territory of Ukraine. Int. Proc. Science and Technology for safe Development of Lifeline Systems. Natural Risks: Developments. Tools and Techniques in the CEI Area. Sofia, Bulgaria. Nov. 4-5, 2003. 10 p. URL: <http://cismee.geophys.bas.bg/papers/Kendzera-Ukraine.pdf>
2. Хапаев В.В. Письменные источники по истории Крымских землетрясений античного и средневекового периодов. Учёные записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «История». 2008, 21 (60), 1. С. 3-8.
3. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времён до 1975 г. / под ред. Н. В. Кондорская, Н. В. Шебалин. М.: Наука, 1977. 535 с.
4. Попов И. И. Землетрясения в Крыму и прилегающих к нему частях Чёрного моря / Геология СССР. VIII, Крым. М.: Недра, 1969. С. 447-459.
5. Хапаев В.В. Крымские землетрясения древности и средневековья: К истории вопроса / под ред. В.В. Хапаев, М.М. Чорев. «Материалы по археологии и истории античного и средневекового Крыма». Институт археологии Национальной академии наук Украины. Симферополь, 2008, 1. С. 89-116.
6. Полумб А. Очерк крымских землетрясений. Симферополь: Госиздат Крымской АССР, 1933. 80 с.
7. Ена А.В. Палеосейсмичность Горного Крыма в геологических памятниках и проблема сейсмогравитационной опасности. Проблемы материальной культуры – географические науки. URL:

- http://www.nbu.gov.ua/Articles/KultNar/knp50_2/knp5012_7-pdf
8. Маркевич А.И. Летопись землетрясений в Крыму. Черноморские землетрясения 1927 г. и судьбы Крыма. Симферополь, 1928. URL: <http://www.krimoved-library.ru/books/chernomorskietzemletryaseniya-1927-goda-i-sudbi-krima6.html>
 9. Харитонов О.М., Костюк О.П., Кутас В.В., Пронишин Р.С., Руденская И.М. Сейсмичность территории Украины. Геофизический журнал, 1996, 18, 1. С.3-15
 10. Пустовитенко Б.Г., Кульчицкий В.Е., Горячун А.В. Землетрясения Крымско-Черноморского региона (инструментальный период наблюдений 1927-1986 г.г.). Киев: Наукова думка, 1990. 190 с.
 11. Пустовитенко Б.Г., Пантелеева Г.А. Спектральные и очаговые параметры землетрясений Крыма. Киев: Наукова думка, 1990. 252 с.
 12. Сейсмическое районирование территории СССР. Методические основы и региональное описание карты 1978 г. / под ред. В.И.Бунэ, Г.П. Горшков. М.: Изд-во «Наука», 1980. 308 с.
 13. Пустовитенко Б.Г. О проблеме обеспечения сейсмобезопасности Крыма. Проблемы сейсмобиопасности Крыма. Сб. матер. конференции. Крымское отделение НАНУ, Крымский экспертный совет по оценке сейсмич. опасности и прогнозу землетрясений при правительстве Республики Крым (КЭС ОСОПЗ), Севастополь, 1995, С.8-15.
 14. Пустовитенко Б.Г., Капитанова С.А., Кульчицкий В.Е., Пантелеева Т.А., Поречнова Е.И. Анализ текущей сейсмической обстановки в Крыму по сейсмологическим данным. Проблемы сейсмобиопасности Крыма. Крымское отделение НАН Украины, КЭС ОСОПЗ при правительстве Республики Крым. Севастополь, 1995, С. 58-67.
 15. Крымские землетрясения 1927 года. URL: <http://ru.wikipedia.org>
 16. Кисилев С. Знаменитое южнобережное землетрясение. URL: http://www.crimea.ru/item_info_big.htm?id=854
 17. Все про Крымские землетрясения (Из беседы с начальником сейсмостанции «Ялта» Борисом Тенигиным) URL: <http://kharkov.ua/~road/earth.htm>
 18. Королев В.А., Скляр А.М., Князева В.С. Новые макросейсмические данные по Крымскому землетрясению 11 сентября 1927 года. Проблемы сейсмобиопасности Крыма. Крымское отделение НАН Украины. Севастополь, 1995, С.30-33.
 19. Никонов А.А. Крымские землетрясения 1927 года: неизвестные явления на море. Природа. 2002, № 9. С.13-20.
 20. Двойченко П.А. Черноморское землетрясение 1927 года в Крыму. Черноморские землетрясения 1927 года в Крыму и судьбы Крыма.



- Симферополь, 1928. С.77-79.
21. Фащук Д. Цунами – не только в океане. Наука и жизнь. 2005. № 3. URL: <http://www.nkj.ru/archive/articles/873/print/>
 22. Никонов А.А., Сергеев А.П. Сейсмогравитационные нарушения в Крыму при землетрясении 1927 года. Проблемы сейсмобезопасности Крыма. Крымское отделение НАН Украины, КЭС ОСОПЗ при правительстве Республики Крым. Севастополь, 1995. С.34-35.
 23. Ена В.Г., Ена Ал.В., Паршинцев А.В., Юрочкин В.Ю., Рудницкая В.Г., Тесленко И.Б. Алушта. «Стилос», 2002. URL: http://krym.sarov.info/prig_buistvo_stihii.html
 24. Свистов В.Т. «Артек за годом год». Летопись Артека. 20-е годы. URL: <http://www.suuk.su/wtemja/1920.htm>
 25. Поляков С.В. Последствия сильных землетрясений. М.: Стройиздат, 1978. 311 с.
 26. Голованов Я.К. Королев. Факты и мифы. М.: Изд-во “Наука”, 1994. 800 с.
 27. Березнеговская Л.Н. Из моих воспоминаний. Томск, 1999 г. URL: <http://klimov.ssmu.ru/CHAIR/life%20history1.doc>
 28. Пантелеев Ю.А. Полвека на флоте. Военные мемуары. М.: Воениздат, 1974. 319 с. URL: <http://militera.lib.ru/memo/russian/panteleev-ua/index.html>
 29. Кузнецов Н.Т. Накануне. Мемуары. М.: Воениздат. URL: <http://militera.lib.ru/memo/russian/kuznetsov-1/index.html>
 30. Шнюков Е.Ф., Митин Л.И., Цемко В.П. Катастрофы в Чёрном море. Киев: «Манускрипт», 1994. 297 с.
 31. Королев В.А., Скляр А.М., Князева В.С. Новые макросейсмические данные по Крымскому землетрясению 11 сентября 1927 года. Проблемы сейсмобезопасности Крыма. Крымское отделение НАН Украины, КЭС ОСОПЗ при правительстве Республики Крым. Севастополь, 1995. С.30-33.
 32. Князева В.С. Архивные материалы по макросейсмическому обследованию Крымского землетрясения 11 сентября 1927 г. Сейсмологический бюллетень Украины за 1997 г. ИГ НАНУ, Симферополь: 1999. С.88-100.
 33. Скляр А.М., Князева В.С., Королев В.А. Макросейсмический эффект землетрясений 26 июня и 11 сентября 1927 года в Крыму. Сейсмологический бюллетень Украины за 1998 г. Симферополь: ИГ НАН Украины. КЭС, 200. С.40-67.
 34. Кульчицкий В.Е., Пустовитенко Б.Г. Проблема изучения древней сейсмичности Крыма. Проблемы сейсмобезопасности Крыма. Крымское отделение НАН Украины, КЭС ОСОПЗ при правительстве Республики Крым. Севастополь, 1995. С.25-29.
 35. Домик Чехова – не музей. Facy I Kommentarii. Культура. URL: <http://www.facts.kiev.ua/Jan2005/2801/09.htm>
 36. Дом-музей музыкальной культуры имени композитора Александра Спендиарова. URL: <http://www.crimea-kurort.com/place/museum/yalta/spend/index.php>
 37. Книга рекордов Крыма: Катастрофы. Природные катаклизмы. URL: <http://www.planetakrim.com/catalog/06/9-1=0.html>
 38. Русские церкви. Архангела Михаила храм. URL: <http://r-oc.lqb.ru/viewpage.php?cat=crimea&page=24>
 39. История Балаклавы. URL: <http://www.more.ua/newsmain/print.php?id=26>
 40. Самая древняя мечеть Крыма. Статьи о Крыме. URL: http://www.krym.ru/article/article_19.html
 41. Краткие заметки по результатам обследования сейсмодислокаций в Юго-западной части Крыма. Проблемы сейсмобезопасности Крыма. Крымское отделение НАН Украины, КЭС ОСОПЗ при правительстве Республики Крым. Севастополь, 1995. С.82-87.
 42. Вахрушев И.Б. Опасные геоморфологические явления и экологическая ситуация в Крыму. Проблемы материальной культуры. Географические науки. URL: http://www.nbuv.gov.ua/Articles/KultNar/knp36/knp36_9_12.pdf
 43. Во мраке подземелий. URL: <http://www.onixtour.com.ua/books/crmcvspart04.htm>
 44. Ключкин А.А. Экстремальные проявления экзогенных процессов в XX веке в Крыму. Таврический национальный Университет. Электронные издания. Выпуск 2000 года. URL: <http://www.crimea.edu/tnu/maqazine/pontida/2000/klyukin.htm>
 45. СНиП II-7-81 Строительство в сейсмических районах. Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1982. 49 с.
 46. ДБН В.1.1-12:2006. Строительство в сейсмических районах Украины. Минстройархитектуры Украины. Киев: «Укрархбудинформ», 2006. 84 с.
 47. Пустовитенко Б.Г. Стратегия обеспечения сейсмобезопасности проживания на территории Украины. URL: http://www.ice.org.ua/files/conf/conf-article_54.pdf
 48. ДБН В.1.2-5: 2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів. Київ: 2007. 18с.
 49. Кривошеев П., Немчинов Ю., Хавкин А., Червинский Я., Бамбура А., Калюх Ю., Марьенков Н., Золотарёв И., Кукунаев В., Попов Б., Рыжий М. Техническое состояние исторического памятника «Ласточкино гнездо». Світ геотехніки. 2011. 3 (31). С.6-9.
 50. Немчинов Ю., Марьенков М., Хавкин О., Тарасюк В., Калюх Ю., Кукунаев В., Егупов К.



та і. Єврокод 8. Проектування сейсмостійких конструкцій. Частина 1. Загальні правила, сейсмичні дії, правила щодо споруд (EN 1998-1:2004, IDT). ДСТУ-Н Б EN 1998-1:2010. Мінрегіон: ДП НДІБК, ДП «Укрархбудінформ», Київ, 2013. 276 с.

51. Немчинов Ю.І., Мар'єнков М.Г., Бабік К.М., Хавкін О.К. та інші. Проектування сейсмостійких конструкцій відповідно до Єврокоду 8. Практичний посібник. Частина 1 / під ред. проф. Ю.І. Немчинова. ДП НДІБК Мінрегіона України, Київ, 2015. 142 с.

REFERENCES

1. Kendzera, A., & Omelchenko, V. (2003). Seismic Hazard of the Territory of Ukraine. *Int. Proc. Science and Technology for safe Development of Lifeline Systems. – Natural Risks: Developments. Tools and Techniques in the CEI Area*, Nov. 4-5, 2003, Sofia, Bulgaria. Retrieved from <http://cismee.geophys.bas.bg/papers/Kendzera-Ukraine.pdf>.
2. Khapaiev, V.V. (2008). Written sources on the history of the ancient and medieval periods Crimean earthquakes. In: *Scientific notes of V.I.Vernadsky Taurida National University. Series "History"*, vol. 21 (60), 1. p. 3-8.
3. Kondorskaya, N.V., & Shebalin, N.V. (Responsible eds.). (1977). *The new catalog of the USSR strong earthquakes from ancient times until 1975*. Moscow: Nauka.
4. Popov, I.I. (1969). Earthquakes in the Crimea and Black Sea adjacent waters. In *Geology of the USSR, VIII, Crimea*. Moscow: Nedra, pp. 447–459.
5. Khapaiev, V.V., & Choref, M.M. (Compiling Eds.). (2008). *NANU Institute of Archeology. Materials on the Ancient and Medieval Crimea Archeology and History (Issue I). The Crimean earthquakes of antiquity and the Middle Ages: On the history of the problem* (pp. 89-116). Simferopol.
6. Polumb, A. (1933). *An essay on the Crimean earthquakes*. Simferopol: State Publisher of the Crimean SSR.
7. Ena A.V. (2003). Crimean Mountains paleoseismicity in geological monuments and the seismic gravity hazard problem. *The Culture of the Black Sea Peoples*, 50, 7-10. Retrieved from http://www.nbu.gov.ua/Articles/KultNar/knp50_2/knp5012_7-pdf
8. Markevich, A.I. (1928). Record of earthquakes in the Crimea. In: *The Black Sea earthquakes of 1927 and the fate of Crimea*. Simferopol. Retrieved from <http://www.krimoved-library.ru/books/chernomorskic-zemletryaseniya-1927-goda-i-sudbi-krima6.html>.
9. Kharitonov, O.M., Kostiuk, O.P., Kutas, V.V., Pronishyn, R.S., & Rudenskaia, I.M. (1996). Seismicity of the territory of Ukraine. *Geophysical Journal*, 18, 1, 3-15.
10. Pustovitenko, B.H., Kulchytiskii, V.E., & Horiachun, A.V. (1990). Earthquakes of the Crimea-Black Sea region (1927-1986 instrumental observation period). Kiev: Naukova dumka.
11. Pustovitenko, B.H., & Panteleeva, T.A. (1990). Spectral and focal parameters of Crimean earthquakes. Kiev: Naukova dumka.
12. Bune, V.I., & Horshkov, H.P. (Responsible eds.). (1980). *Seismic zoning of the USSR territory Methodical basics and 1978 map regional description*. Moscow: "Nauka" Publishing House.
13. Pustovitenko, B.H. (1995). On the problem of ensuring the seismic safety of Crimea. In: *NASU Crimean branch, Crimean expert council for seismic hazard assessment and earthquakes forecast under the government of the Republic of Crimea (CEC SHAEF). Problems of seismic safety of Crimea: Conference Proceedings*, pp. 8-15. Sevastopol.
14. Pustovitenko, B.H., Kapitanova, S.A., Kulchytiskii, V.E., Panteleeva, T.A., & Porechnova, E.I. (1995). Analysis of the current seismic situation in the Crimea according to seismological data. In: *NASU Crimean branch, Crimean expert council for seismic hazard assessment and earthquakes forecast under the government of the Republic of Crimea (CEC SHAEF). Problems of seismic safety of Crimea* (pp. 58-67) Sevastopol.
15. 1927 Crimean earthquakes. Retrieved from <http://ru.wikipedia.org>.
16. Kisiliev, S. Famous South Coast Earthquake. Retrieved from http://www.crimea.ru/item_info_big.htm?id=854.
17. All about Crimean earthquakes (From a conversation with the head of the Yalta seismic station Boris Tenigin. Retrieved from <http://kharkov.ua/~road/earth.htm>.
18. Koroliev, V.A., Skliar, A.M., & Kniazeva, V.S. (1995). New microseismic data on the Crimean earthquake of September 11, 1927. In: *Seismic safety of Crimea*. Sevastopol: NASU Crimean branch.
19. Nikonov, A.A. (2002). 1927 Crimean earthquake: unknown phenomena in the sea. *Priroda*, 9, 13-20.
20. Dvoichenko, P.A. (1928). The Black Sea earthquake of 1927 in Crimea. In: *The Black Sea earthquakes of 1927 and the fate of Crimea* (pp. 77-79). Simferopol.
21. Fashchuk, D. (2005). Tsunami - not only in the ocean. *Science and life*, 3. Retrieved from <http://www.nkj.ru/archive/articles/873/print/>. – 2 с.
22. Nikonov, A.A., & Serheev, A.P. (1995). Seismogravitational disturbances in Crimea during the 1927 earthquake. In: *NASU Crimean branch, Crimean expert council for seismic hazard assessment and earthquakes forecast under the government of the Republic of Crimea (CEC SHAEF). Problems of seismic safety of Crimea* (pp. 34-35).
30. Ena, B.H., Ena, A.I., Ena, A.V., Parshyntsev, A.V., Yurochkin, V.Yu., Rudnitskaia, V.H., & Teslenko, I.B. (2002). Alushta. Alushta: Stilos. Retrieved from http://krym.sarov.info/prir_buistvo_stihii.html.
31. Svistov, V.T. Artek: year after year. In: *Artek*



- chronicle. The 1920s. Retrieved from <http://www.suuk.su/wremja/1920.htm>.
32. Poliakov, S.V. (1978). Consequences of the strong earthquakes. Moscow; Stroizdat.
33. Holovanov, Ya.K. (1994). Korolev: facts and myths. Moscow: Nauka Publishers.
34. Bereznehovskaia, L.N. & Vasiliev, N.V. (Introduction). (1999). From my memories. Tomsk. Retrieved from <http://klimov.ssmu.ru/CHAIR/life%2ohistory1.doc>.
35. Pantelev, Yu.A. (1974). Half a century in the navy. Military memoirs. Moscow: Military Publishing House. Retrieved from <http://militera.lib.ru/memo/russian/pantelev-ua/index.html>
36. Kuznetsov, N.T. Just before: Memoirs. Moscow: Military Publishing House. Retrieved from. <http://militera.lib.ru/memo/russian/kuznetsov-1/index.html>.
30. Shniukov, E.F., Mitin, L.I., & Tsemko, V.P. (1994). Disasters in the Black Sea. Kiev: Manucript.
31. Korolev, V.A., Skliar, A.M., & Kniazeva, V.S. (1995). New macroseismic data on the Crimean earthquake of September 11, 1927. In: NASU Crimean branch, Crimean expert council for seismic hazard assessment and earthquakes forecast under the government of the Republic of Crimea (CEC SHAEF). Problems of seismic safety of Crimea (pp. 30-33). Sevastopol.
32. Kniazeva, V.S. (1999). Archival materials on the macroseismic survey of the Crimean earthquake of September 11, 1927. In: IGP of NASU. 1997 Seismological Bulletin of Ukraine (pp. 88-100). Simferopol.
33. Skliar, A.M., Kniazeva, V.S., & Korolev, V.A. Macro seismic effect of earthquakes on June 26 and September 11, 1927 in the Crimea. In: IGP of NASU. 1998 Seismological Bulletin of Ukraine (pp. 40-67). Simeropol.
34. Kulchitskii, V.E., & Pustovitenko, B.H. (1995). The problem of studying the ancient seismicity of Crimea. In: NASU Crimean branch, Crimean expert council for seismic hazard assessment and earthquakes forecast under the government of the Republic of Crimea (CEC SHAEF). Problems of seismic safety of Crimea (pp. 25-29). Sevastopol.
35. Facts and comments (Culture). (2005). Chekhov's house is not a museum. 28 of January. Retrieved from <http://www.facts.kiev.ua/Jan2005/2801/09.htm>
36. Composer Alexander Spendiarov House-Museum of Musical Culture. Retrieved from <http://www.crimea-kurort.com/place/museum/yalta/spend/index.php>
37. Book of Records of the Crimea: Disasters. Natural catastrophes. Retrieved from <http://www.planetakrim.com/catalog/06/9-1=0.html>
38. Russian churches. The Archangel Michael Temple. Retrieved from <http://r-oc.lqb.ru/viewpage.php?cat=crimea&page=24>.
39. History of Balaklava. Retrieved from <http://www.more.ua/newsmain/print.php?id=26>
40. The oldest mosque in the Crimea. Retrieved from <http://www.krym.ru/article/article19.html>
41. Brief notes on the results of seismic dislocations survey in the southwestern part of the Crimea. (1995). In: NASU Crimean branch, Crimean expert council for seismic hazard assessment and earthquakes forecast under the government of the Republic of Crimea (CEC SHAEF). Problems of seismic safety of Crimea (pp.82-87). Севастополь.
42. Vakhrushev, I.B. (2002). Dangerous geomorphological phenomena and the ecological situation in the Crimea. The Culture of the Black Sea Peoples: Problems of material culture. Geographical Sciences, 36. Retrieved from http://www.nbu.gov.ua/Articles/KultNar/knp36/knp36_9_12.pdf
43. In the darkness of the catacombs. Retrieved from <http://www.onixtour.com.ua/books/crmcvspart04.htm>
44. Kliukin, A.A. (2000). Extreme manifestations of exogenous processes in the twentieth century in the Crimea. Electronic edition. Taurida National University. Retrieved from <http://www.crimea.edu/tnu/maqazine/pontida/2000/klyukin.htm>
45. Construction in seismic regions: SNiP II-7-81. (1982). Moscow: Stroizdat.
46. Construction in seismic regions of Ukraine: DBN V.1.1-12:2006. (2006).
47. Pustovitenko, B.H. Seismic safety ensuring strategy for living in Ukraine. Retrieved from <http://www.iee.org.ua/files/conf/conf-article54.pdf>
48. System for ensuring the construction projects reliability and safety. Scientific and technical support of construction projects: DBN V.1.2-5:2007. (2007).
49. Kryvosheev, P., Nemchynov, Iu., Khavkin, A., Chervinskii, Ya., Bambura, A., Kaliukh, Yu., ... Ryzhyi, M. (2011). Technical condition of the "Swallow's Nest" historical monument. World of GEOTECHNICS, 3 (31), 6-9.
50. Nemchynov, Iu., Marienkov, M., Khavkin, O., Tarasiuk V., Kaliukh, Yu., Kukunaiev, V. et al. (2013). Eurocode 8. Design provisions for earthquake resistance of structures (Part 1): General rules, seismic actions and rules for buildings (EN 1998-1:2004, IDT): DSTU-N B EN 1998-1:2010.
51. Nemchynov, Iu.I., Marienkov, M.H., Babik, K.M., Khavkin, O.K., & Nemchynov, Iu.I. (ed.). (2015). Earthquake resistant structures design according to Eurocode 8. Practical manual (Part 1). Kyiv: SE NDIBK of Minrehiion of Ukraine.

Статья поступила в редакцию 15.04.2020 года