УДК 624.04

DOI 10.37153/2687-0045-2021-14-54-65

*Секция 6
Геоинформатика, паспортизация зданий и сооружений,
оценка и управление сейсмическим риском*

**ПАСПОРТИЗАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ Г. АЛМАТЫ
В ЦЕЛЯХ ЕЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ НА СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ**

Кульбаев Б.Б., Генеральный директор АО «КазНИИСА»,
Шокбаров Е.М., к.т.н., Управляющий директор по производству АО «КазНИИСА»

АННОТАЦИЯ: В данной статье изложена информация о проделанной работе по паспортизации: создание электронных паспортов, визуальное обследование, оценка ожидаемой степени повреждения зданий, разработка рекомендаций с целью их сейсмической безопасности. Представлены результаты паспортизаций жилых зданий и социальных объектов по городу Алматы.

Ключевые слова: землетрясение, паспортизация, обследование, экспертная оценка сейсмической уязвимости.

**PASSPORTIZATION OF EXISTING BUILDINGS IN ALMATY
FOR THE URPOSE OF THEIR SURVEY FOR EARTHQUAKE RESISTANCE**

Kulbayev B. B., general director of JSC "Kazniisa",
Shokparov E. M. candidate of technical sciences, managing director of production of JSC
"Kazniisa»

Abstract: The information on the work done on the passportization: creation of electronic passports, visual inspection, assessment of the expected damage to buildings, development of recommendations for their seismic safety. The results of certification of residential buildings and social facilities in the city of Almaty are presented.

Keywords: survey, seismic safety, electronic passport, earthquake, seismic reinforcement

Введение

Актуальность работы связана с исторически сложившимся размещением и развитием застройки города Алматы в одном из наиболее сейсмоактивных регионов Центральной Азии, на северных предгорьях Заилийского Алатау, в которых расположены очаги сильнейших землетрясений. Неудовлетворительное состояние значительной части городской застройки и жилого фонда города Алматы, характеризующегося высокими эксплуатационными затратами, определяет необходимость реализации первоочередных мероприятий по учету сейсмического риска, предупреждению социальноэкономических потерь, для обеспечения безопасности и повышения качества жизни населения,

устойчивого социально-экономического развития региона. В настоящее время значительная часть жилого фонда города Алматы находится в неудовлетворительном или аварийном состоянии и характеризуется высокими эксплуатационными затратами. В течение длительного времени ремонт жилых помещений проводился в крайне недостаточных объемах. Наряду с новым строительством необходимо наращивать объемы ремонтных работ. В противном случае, в ближайшие 10–15 лет произойдет лавинообразное нарастание жилищного фонда, требующего неотложного реконструкционного вмешательства.

Исходными данными для выполнения работы являются материалы паспортизации сложившейся застройки города Алматы, проведенной в 2017-2018 годы (всего – 10 525 объектов).

Новизна работы заключается в использовании материалов последней паспортизации застройки города Алматы, проведенной в 2017-2018 годы, для оценки экономического ущерба и социальных потерь при повреждении многоквартирных жилых домов и объектов социальной сферы от прогнозируемых землетрясений различной интенсивности.

Работы по капитальному ремонту, реконструкции, модернизации реновации зданий, сооружений и территорий сложившейся застройки должны базироваться на научнообоснованной концепции, разработанной с учетом инженерногеологических, сейсмологических, градостроительных, демографических и других особенностей населенного пункта и преемственности решений по сохранению и реорганизации жилищного фонда города.

Необходимость разработки программы обусловлена рядом социальных, градостроительных и экономических факторов. Социальные факторы связаны с низким качеством, потенциальной аварийностью жилья в процессе обычной эксплуатации и угрозой значительных повреждений и обрушений при возможных землетрясениях, а также высокими эксплуатационными затратами на его содержание. Градостроительные факторы – с низкой интенсивностью использования земли при наличии растущего дефицита территории для размещения строительства. Экономические – с высокой инвестиционной привлекательностью территорий, на которых, как правило, размещается ветхое и сейсмостойкое жилье.

Стратегия программы комплексной реконструкции (реновации), модернизации и благоустройства жилого фонда и объектов социальной сферы, первым этапом которой является паспортизация зданий с оценкой сейсмоустойчивости, должна быть направлена на переход от территориального роста города к качественному преобразованию сложившейся застройки, путем сбалансированного решения градостроительных и жилищно-коммунальных проблем.

Характеристика сейсмических условий г. Алматы

Город Алматы (Верный, Алма-Ата) основан в 1867 г. и в настоящее время является крупнейшим административным, экономическим и культурным центром Республики Казахстан. Город расположен севернее хребта Заилийский Алатау на территории конусов выноса рек Большая и Малая Алматинка и примыкающей к ним наклонной равнины. Территория города расположена в одном из наиболее сейсмоактивных регионов Центральной Азии. За последние 100 с небольшим лет здесь имели место три сильнейших землетрясения: Верненское 1887 г., Чиликское 1889 г. и Кеминское 1911 г. Магнитуда (М) последнего из них была близка к 8,2 при интенсивности в эпицентре от 10 до 11 баллов [1]. В г. Верном эти землетрясения сопровождались разрушениями зданий и гибелью людей. Алматинская сейсмогенерирующая зона граничит на юге с Заилийской, на юго-

востоке с Северо-Кунгейской, на юго-западе с Кеминской, в которых и располагались очаги сильнейших землетрясений.

При Верненском землетрясении 9 июня (29 мая) 1887 г. магнитуда (М) - 7,3, интенсивность в эпицентре (I₀) – 9 и более баллов (здесь и далее по тексту интенсивность указывается в баллах описательной части сейсмической шкалы MSK-64), местное время – 4 часа 35 мин., большая часть зданий города была разрушена или сильно повреждена. На момент землетрясения в г. Верном и пригородных селениях по различным данным насчитывалось 1938 домов со стенами из сырцового кирпича и камня, 938 деревянных строений. При этом землетрясении в г. Верном и пригородных селениях погибло и было ранено около 800 человек. В то время в городе проживало около 30 тысяч человек [2].

В первый день после землетрясения ощутимые подземные толчки следовали с промежутком от 2 до 3 минут. К концу 1887 г. количество толчков достигло 250, а в следующем 1888 г. было отмечено около 150 повторных толчков.

При Чиликском землетрясении 12 июля (1 июля) 1889 г. (М – 8,3, I₀ – 10 баллов, местное время – 3 часа 14 минут) до 27% зданий города были сильно повреждены или разрушены (интенсивность проявления землетрясения на территории города достигала 8 баллов). При этом землетрясении число жертв не превышало нескольких десятков. Землетрясение ощущалось на огромной территории, в том числе в городах Джаркенте, Пржевальске, Каркаралинске, Павлодаре и Омске.

После основного землетрясения повторные толчки (афтершоки) продолжались до конца 1891 г. До мая 1891 г. жители города ощутили до 150 толчков, которые являлись в основном афтершоками Чиликского землетрясения. На территории г. Верного землетрясение началось с сильных сотрясений волнообразного характера (плавное колебательное движение).

При Кеминском землетрясении (М – 8,2, I₀ – более 10 баллов, местное время – 4 часа 25 ми.) 4 января 1911 г. (23 декабря 1910 г.) до 50% зданий на территории города были разрушены и сильно повреждены. На территории города интенсивность проявления землетрясения менялась в пределах от 9 до 10 баллов в зависимости от инженерно-геологических условий площадок строительства.

Землетрясение ощущалось на огромной территории. Так, в городах Омске, Томске, Кокшетау (на расстоянии свыше 1000 км от эпицентра) отмечалось качание висячих предметов. Кеминское землетрясение является одним из сильнейших внутриконтинентальных землетрясений XX века. Оно было исключительным не только по силе, но и по площади распространения колебаний. В Верном оно началось с сильных горизонтальных ударов и закончилось колебаниями в разных направлениях. Продолжительность колебаний была исключительно большой. Перед главным толчком 4 января 1911 г. в Верном отмечались форшоки: сильные – 1 февраля 1910 г.; менее сильные – в августе и начале сентября; 18 декабря 1910 г.

В результате землетрясения в г. Верном практически не осталось ни одного дома, который бы не пострадал хотя бы в малой степени. При этом землетрясении в городе и близлежащих селениях погибло 44 и было ранено 108 человек. В отдельных районах города образовались разрывы в грунте. Местами ширина разрывов достигала 1 м при глубине до 5 м. За первые шесть месяцев после землетрясения в г. Верном было зарегистрировано не менее 300 повторных толчков, большая часть которых (170) произошла в январе. Афтершоки 9, 12 и особенно 14 января были сильными и по интенсивности уступали только главному толчку.

Рис.1 Верненское землетрясение 1887 г. (М7,3)

Рис.2 Чиликское землетрясение 1889 г. (М8,3)

Количество более слабых землетрясений с интенсивностью 5-7 баллов исчисляется десятками. На территории города выделены зоны возможного проявления тектонических разломов на земной поверхности, участки, расположенные на склонах с крутизной более 15% и сложенные рыхлыми водонасыщенными и просадочными грунтами или в зонах возможного прохождения селевых потоков. Согласно карте комплексного сейсмического микрорайонирования 1981 года территория города Алматы разделена на зоны с различной интенсивностью прогнозируемых сейсмических воздействий: зона I-8 баллов, зона II-9 баллов, зона III-10 баллов. Ежегодно в Казахстане происходит, в среднем, 15-20 землетрясений интенсивностью до 3-4 баллов [3].

Общие положения

В сейсмоопасных регионах Республики Казахстан и в г. Алматы в разное время проводились работы по экспертной оценке состояния существующей застройки.

Экспертная оценка состояния зданий в сейсмоопасных районах Казахстана, выполненная в 1990 годах, показала, что, например, жилые здания общей площадью 16,5 млн. м² (19%) требовали сейсмоусиления; 10 млн. м² (12%) - подлежали сносу.

В 2008 году под эгидой Японского Агентства Международного сотрудничества (JICA) было проведено выборочное обследование 320-и многоквартирных жилых домов, расположенных в разных административных районах г. Алматы. Выполненное обследование показало, что не менее 30% существующих многоквартирных жилых домов являются не сейсмостойкими.

Международный опыт показывает, что каждое разрушительное землетрясение приводит к изменению строительных норм в сторону ужесточения требований. В связи с наблюдаемым ужесточением требований норм перед исследователями и проектировщиками возникают проблемы, связанные с оценкой сейсмостойкости и сейсмобезопасности ранее возведенных объектов [4].

В то же время развертывание комплекса работ по подготовке городов к стихийным бедствиям сдерживается в настоящий период отсутствием сведений об объемах необходимых затрат на проведение защитных мероприятий различной значимости. Обоснованием этим затратам могут служить оценки ожидаемого ущерба и возможных проявлений землетрясений, выполняемых в виде прогнозов. При этом, прогнозирование последствий землетрясений должно стать промежуточным этапом между прогнозированием землетрясений и проведением защитных мероприятий, а за основу комплексной реализации прогнозов должна быть принята стратегия подготовки к единичным сильным землетрясениям [4].

Цель работы

определение необходимости реализации первоочередных мероприятий по учету сейсмического риска, предупреждению социально-экономических потерь, для обеспечения безопасности и повышения качества жизни населения, устойчивого социально-экономического развития;

создание условий для устойчивого функционирования основных объектов социальной инфраструктуры, систем жизнеобеспечения и жилищного фонда г. Алматы;

достижение приемлемого уровня сейсмической безопасности зданий и сооружений г. Алматы;

снижение возможного экономического, социального и экологического ущерба от сейсмических воздействий;

создание паспортов обследования на сейсмостойкость объектов недвижимости (многоквартирных жилых домов и зданий школ, детских садов, больниц, поликлиник) г. Алматы;

создание карту риска с привязкой материалов паспортизации обследованных объектов г. Алматы.

Задача работы

Создание электронного паспорта и электронной карты обследования сейсмостойкости объектов недвижимости жилищно-гражданского назначения города Алматы в ГИС программе (форматы gdb, shp, xml) с геопривязкой фотоматериалов и с привязкой объектов к местной системе координат г. Алматы.

Визуальное обследование объектов недвижимости жилищно-гражданского назначения в разрезе административных районов города Алматы, определение их месторасположения и характеристик

Выявление сейсмически уязвимых объектов, по отношению к которым должны быть в первую очередь разработаны меры по снижению сейсмического риска их дальнейшей эксплуатации до допустимого уровня.

Оценка ожидаемой степени повреждения зданий и сооружений в зависимости от их конструктивных решений, износа и сейсмовооруженности при максимальных сейсмических воздействиях на конкретных площадках обследуемых зданий, с учетом исторической оценки землетрясений в г. Алматы.

Техническое обследование надежности и устойчивости отдельных типов зданий различных конструктивных систем с разработкой научно-технических отчетов.

Разработка кратких рекомендаций по дальнейшей эксплуатации, сейсмоусилению или сносу объекта.

Оценка экономического и социального ущерба от последствий прогнозируемых землетрясений.

Составление научно-технического отчета «Паспортизация объектов недвижимости города Алматы в целях их обследования на сейсмостойкость».

Выполненные работы

Международный опыт показывает, что каждое разрушительное землетрясение приводит к изменению строительных норм в сторону ужесточения требований. В связи с наблюдаемым ужесточением требований норм перед исследователями и проектировщиками возникают проблемы, связанные с оценкой сейсмостойкости и сейсмобезопасности ранее возведенных объектов. Специалистами АО «КазНИИСА» была проведена научно-исследовательская работа Паспортизация зданий и сооружений

существующей застройки г. Алматы. Научная работа состояла из двух этапов и выполнялось 2017-2018 годы. В 2017 году было проведено обследование 7027 объектов недвижимости г. Алматы, в том числе 6493 многоквартирных жилых домов и 534 социальных объектов (школ, детских садов, больниц, поликлиник). По результатам выполненных в 2017 году работ по паспортизации объектов недвижимости г. Алматы было выявлено:

Из общего числа обследованных зданий сейсмостойкими являются: школы – 190 из 323 (58,9%), детские сады – 129 из 246 (52,5%), больницы – 76 из 191 (39,8%), поликлиники – 69 из 89 (77,6%), многоквартирные жилые дома – 4147 из 6490 (62,5%). По строительному объему (общей площади) сейсмостойкими являются здания 73,6% школ, 62,1 % детских садов, 77,6% больниц, 91,5% поликлиник, 82,1% многоквартирных жилых домов.

В 2018 году было проведено обследование 3169 объектов жилищно-гражданского назначения г. Алматы, в том числе 1683 многоквартирных жилых домов, 1486 гражданских и общественных зданий (административные здания, торговые центры, спортивные сооружения, здания школьных и дошкольных учреждений, санаторно-курортные здания, здания отдыха и туризма, поликлиники).

Из общего числа обследованных зданий сейсмостойкими являются: школы – 80 из 96 (83,4%), детские сады – 84 из 104 (80,8%), медицинские, оздоровительные учреждения – 267 из 365 (73,2%), прочие здания (многофункциональные, административные, торговые развлекательные центры, магазины, спортивные и пр.) 778 из 922 (84,4%), многоквартирные жилые дома – 1662 из 1683 (98,8%). По строительному объему (общей площади) сейсмостойкими являются здания 81,5% детских садов, 91,2% школ, прочих зданий (многофункциональные, административные, торговые развлекательные центры, магазины, спортивные и пр.), 99,6% многоквартирных жилых домов. Паспортизация объектов недвижимости является актуальной задачей не только для г. Алматы, но и для всех населенных пунктов, расположенных в сейсмоопасных регионах Республики Казахстан. Результаты паспортизации позволяют выявить сейсмоопасные здания, назначить первоочередные объекты по их сейсмоусилению или сносу, определить объемы затрат на усиление сейсмоопасных зданий и снос ветхого жилья.

Многоквартирные жилые дома.

Жилая многоэтажная застройка города Алматы, примерно, на 80% представлена кирпичными, каркасными, крупнопанельными и монолитными зданиями, возведенными по типовым и индивидуальным проектам. При выполнении работ по паспортизации было проведено визуальное обследование многоквартирных жилых домов (таблица 1).

Таблиц 1. Оценка сейсмической уязвимости жилых домов разных конструктивных систем г. Алматы.

№ п/п	Серия домов	Общее количество домов	Сейсмостойкие	Не сейсмостойкие
1	275	127	5448	2723
2	308	891		
3	ВП	574		
4	ВТ	238		
5	70С	18		
6	1Кз-464ДС	1287		
7	1Кз-464АС	501		
8	158	662		

9	Э-147	28		
10	69	144		
11	СЖКУ-9	13		
12	ИПдер	627		
13	ИПкар	1004		
14	ИПкир	589		
15	ИПмон	1420		
16	ИПкп	36		
17	ИПметал	12		
	Всего	8171		

Многоквартирные жилые дома 2 и 3 этажные с несущими кирпичными стенами с деревянными балочными перекрытиями и с каркасно-камышитовыми стенами не отвечают современным требованиям сейсмостойкого строительства, по состоянию несущих конструкций относятся к ветхим зданиям и рекомендовано к сносу (таблица 2).

Табл. 2. Ветхие жилые дома в разрезе административных районов г. Алматы.

№	Административный район	Материал стен		Итого
		стены каркасно-камышитовые	стены из кирпичной кладки	
1	Алмалинский	5	189	194
2	Ауэзовский	24	7	31
3	Бостандыкский	60	196	256
4	Жетысуский	90	26	116
5	Медеуский	9	52	61
6	Турксибский	119	153	272
7	Алатауский	10	2	12
8	Наурызбайский	2	1	3
	Всего	319	626	945

Гражданские и общественные здания.

При выполнении работ по паспортизации было проведено визуальное обследование гражданских и общественных зданий (таблица 3).

Табл. 3. Оценка гражданских и общественных зданий в разрезе административных районов г. Алматы.

Административные районы	Количество объектов	Сейсмостойкие	Не сейсмостойкие
Алатауский	154	146	8
Алмалинский	201	142	59
Ауэзовский	224	167	57
Бостандыкский	330	266	64
Жетысуский	118	72	46
Медеуский	232	171	61
Наурызбайский	139	119	20
Турксибский	88	46	42
ИТОГО	1486	1129	357

Проведенный комплекс работ по визуальному обследованию гражданских и общественных зданий позволяют заключить следующее:

1. Здания с несущими кирпичными стенами являются сейсмоопасными и рекомендуются к сносу. Усиление зданий этой группы возможно, но не рационально с экономической точки зрения.

2. Рамные каркасы зданий поликлиник отвечают объемно-планировочным, конструктивным и расчетным требованиям норм, являются сейсмобезопасными и не требуют мероприятий по усилению.

3. Рамные каркасы зданий детских садов, вследствие их повышенной ответственности, не отвечают конструктивным и расчетным требованиям норм и требуют проведения технического обследования с разработкой рекомендаций по их усилению.

5. Рамные каркасы административных зданий отвечают объемно-планировочным, конструктивным и расчетным требованиям норм, являются сейсмобезопасными и не требуют мероприятий по усилению.

Социальные объекты

Здания школ, детских садов, больниц и поликлиник относятся к зданиям повышенной социальной ответственности. В составе объектов коммунальной собственности было проведено техническое обследование с выявлением сейсмостойкости и разработкой рекомендаций социальных объектов (зданий школ, детских садов, больниц и поликлиник) г. Алматы (таблица 4).

Проведенный комплекс работ по визуальному и детальному обследованию, результаты расчетов зданий школ, детских садов, больниц и поликлиник позволяют заключить следующее:

1. Здания с несущими кирпичными стенами являются сейсмоопасными и рекомендуются к сносу. Усиление зданий этой группы возможно, но не рационально с экономической точки зрения.

2. Рамные каркасы зданий поликлиник отвечают объемно-планировочным, конструктивным требованиям норм, являются сейсмобезопасными и не требуют мероприятий по усилению.

3. Каркасные здания серии 2Кз-200С не соответствуют требованиям действующих норм и являются сейсмоопасными. Здания требуют детального обследования с расчетно-аналитической оценкой несущей способности конструкций и разработкой антисейсмических мероприятий.

Табл. 4. Оценка сейсмической уязвимости социальных объектов г. Алматы.

№ п/п	Оценка сейсмической уязвимости	Алатауский	Амалинский	Ауэзовский	Бостандыкский	Жетысуский	Медеевский	Наурызбайский	Турксибский	Всего
1	Больницы									
1.1	сейсмостойкое	1	8	8	18	2	14	17	9	77
1.2	не сейсмостойкое	1	17	23	21	1	26	1	19	114
	ИТОГО	2	25	31	41	3	41	18	30	191
2	Поликлиники									
2.1	сейсмостойкое	9	11	13	10	3	9	6	8	69

2.2	не сейсмостойкое	3	3	2	5	2		2	3	20
	ИТОГО	12	14	15	15	5	9	8	11	89
3	Детские сады									
3.1	сейсмостойкое	17	19	30	16	18	10	3	16	129
3.2	не сейсмостойкое	1	10	27	38	10	13		18	117
	ИТОГО	18	29	57	54	28	23	3	34	246
4	Школы									
4.1	сейсмостойкое	18	29	25	44	20	23	5	26	190
4.2	не сейсмостойкое	25	8	23	15	9	25	13	15	133
	ИТОГО	43	37	48	59	29	48	18	41	323
	Всего	75	105	151	169	65	121	47	116	849

Из обработанных объектов недвижимости в зонах проявления тектонических разломов расположены – 1227 объектов: 940 жилых домов, 32 больницы, 16 поликлиник, 36 детских садов/ясли, 48 школ, 155 гражданских и общественных зданий (таблица 5).

Таблица 5. Объекты расположенные в зонах проявления тектонических разломов.

Административные районы (код района)	Количество объектов		Объекты в зоне разлома	
	Всего объектов	Из них в зоне разлома	Сейсмостойкие	Не сейсмостойкие
Алатау (321)	155	4	4	-
Алмалы (311)	201	31	22	9
Ауэзов (312)	224	36	33	3
Бостандык (313)	329	39	35	4
Жетысу (314)	118	3	2	1
Медеу (315)	232	39	30	9
Наурызбай (322)	139	3	3	-
Турксиб (317)	88	-	-	-
ИТОГО	1486	155	129	26

Оценка прямого экономического ущерба и социальных потерь от прогнозируемых землетрясений по материалам паспортизации

Оценка прямого экономического ущерба от прогнозируемых землетрясений производилось с учетом положений РДС РК 2.01–02–2014 [6]. В паспортах на обследование зданий предусматривается только две категории оценки сейсмической уязвимости зданий: сейсмостойкие и несейсмостойкие.

Анализ конструктивных решений зданий, возведенных в г. Алматы в разные периоды, позволяет условно разделить их на четыре группы:

- **сейсмостойкие здания** – здания, способные переносить сейсмическое воздействие расчетной интенсивности, сохраняя свои эксплуатационные качества в пределах, предусмотренных действующими нормами, т.е. это здания отвечающие требованиям действующих норм;

- **сейсmobезопасные здания** – здания, способные переносить сейсмическое воздействие расчетной интенсивности без повреждений и разрушений, представляющих прямую угрозу для безопасности людей, т.е. здания, имеющие проектные решения, отвечающие конструктивным требованиям действующих норм, но которые могут иметь значительные повреждения в виду неудовлетворительного качества строительства и состояния конструкций, которое можно оценить только при детальном обследовании;

– **несейсмостойкие здания** – здания не способные переносить сейсмические воздействия расчетной интенсивности, сохраняя свои эксплуатационные качества в пределах, предусмотренных действующими нормами, т.е. это здания, не отвечающие требованиям действующих норм в виду неэффективности или недостаточного объема антисейсмических мероприятий.

– **сейсмоопасные здания** – здания, разрушение которых при сейсмическом воздействии расчетной интенсивности приведет к массовым ранениям и гибели людей, т.е. это, как правило, здания современной постройки, запроектированные на основе теоретических и конструкторских разработок, не прошедших достаточной экспериментальной проверки, в результате – неудовлетворительно перенесшие реальные сейсмические воздействия.

Необходимо отметить, что в действующих нормах Республики Казахстан к сейсмобезопасным отнесены здания (построенные до 1998 г.), которые:

- отвечают конструктивным требованиям действующих норм;
- имеют прочность конструкций, соответствующую расчетным сейсмическим нагрузкам, определенным по СНиП РК 2.03–30–2006 с понижающим коэффициентом 0,5 (для жилых зданий) и 0,8 (для зданий и сооружений, функционирование которых необходимо при ликвидации последствий землетрясений и для защиты населения (системы энергои водоснабжения, пожарные депо, системы пожаротушения, сооружения связи, здания органов национальной безопасности и внутренних дел, здания и сооружения организаций по ликвидации чрезвычайных ситуаций, здания больниц с травматологическими и хирургическими отделениями и т.п.) [7].

Эти требования являются минимально необходимыми для обеспечения безопасности людей при землетрясениях.

С учетом вышеизложенного для оценки ущерба по материалам паспортизации 2017-2018 годы к категории сейсмостойких отнесены здания первой и второй группы (сейсмостойкие и сейсмобезопасные); к категории несейсмостойких – здания третьей и четвертой группы (не-сейсмостойкие и сейсмоопасные).

В таблице 6 приводится классификация зданий г. Алматы, предусматривающая две категории зданий по их сейсмоуязвимости: I и II.

Система нормативных документов, регламентирующих строительство и другую хозяйственную деятельность в сейсмических районах, постоянно пересматривается и учитывает научно–технический прогресс в области сейсмологии и сейсмостойкого строительства, а в качестве единственного обоснованного критерия эффективности при этом служат результаты анализа последствий землетрясений, которые, зачастую, и приводят к необходимости корректировки указанных документов.

Каждая новая редакция нормативных документов ОСР, МСР, СП, СН и СНиП находит свое отражение в реальных зданиях и сооружениях, что и определяет существенную неоднородность застройки сложившихся городов и других населенных пунктов по степени сейсмостойкости.

Таблица 6. Классификация зданий города Алматы по категориям сейсмической уязвимости и матрица ущерба в долях от стоимости зданий

Категория здания	Конструктивные характеристики зданий	Средневзвешенная степень разрушения (числитель) и среднее значение показателя ущерба в долях от стоимости здания (знаменатель) при землетрясениях с интенсивностью, баллы				
		6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7
I	Сейсмостойкие здания и сейсмобезопасные здания	0	1,0	1,25	2,0	2,5

Категория здания	Конструктивные характеристики зданий	Средневзвешенная степень разрушения (числитель) и среднее значение показателя ущерба в долях от стоимости здания (знаменатель) при землетрясениях с интенсивностью, баллы				
		6	7	8	9	10
	– Крупнопанельные здания с монолитными стыковыми соединениями панелей стен; здания со стальным каркасом и навесными панелями стен; здания с монолитным ж/б каркасом и навесными панелями стен; здания с монолитными ж/б ядрами жесткости; здания со сборным ж/б каркасом из укрупненных элементов и соединением элементов каркаса на сварке стальных оголовников; здания с несущими стенами из монолитного ж/б в объемно–переставной или крупнощитовой опалубке; одноэтажные здания с ж/б каркасом и навесными панелями стен;	–	0,03	0,06	0,15	0,30
	– Одно и многоэтажные здания высотой до 5 этажей с ж/б каркасом и стеновым ограждением из кирпичной кладки в плоскости каркаса и с самонесущими стенами из кирпичной кладки с нормальным сцеплением кладки не менее 120 кПа (1,2 кгс/см ²)	$\frac{0,5}{0,015}$	$\frac{1,5}{0,10}$	$\frac{2,0}{0,15}$	$\frac{2,5}{0,30}$	$\frac{3,5}{0,60}$
	– Крупнопанельные здания со стыковыми соединениями панелей стен и плит перекрытий на сварке закладных деталей; здания с несущими стенами из монолитного железобетона, возводимые в скользящей опалубке; здания со сборным ж/б каркасом из линейных элементов со стыковыми соединениями продольной арматуры на ванной сварке	$\frac{0}{-}$	$\frac{1,0}{0,03}$	$\frac{2,0}{0,15}$	$\frac{3,25}{0,50}$	$\frac{4,25}{0,90}$
II	Не сейсмостойкие и сейсмоопасные здания					
	– Здания с наружными несущими стенами и внутренним каркасом; здания с несущими стенами из кирпичной кладки и сборными ж/б перекрытиями с нормальным сцеплением кладки менее 120 кПа; здания высотой в два и более этажей с несущими стенами из кирпичной кладки и деревянными перекрытиями	$\frac{0,5}{0,015}$	$\frac{1,0}{0,15}$	$\frac{2,0}{0,4}$	$\frac{3,5}{0,9}$	$\frac{5,0}{1,1}$
	– Здания с несущими стенами из самана, кирпича–сырца, золоблоков и др. местных материалов прочностью до 35 кг/см ² без антисейсмических мероприятий	$\frac{1,25}{0,06}$	$\frac{2,75}{0,35}$	$\frac{3,75}{0,7}$	$\frac{5,0}{1,1}$	$\frac{5,0}{1,1}$
	– Многоэтажные здания с первым гибким этажом	$\frac{0}{-}$	$\frac{1,0}{0,03}$	$\frac{2,0}{0,15}$	$\frac{3,25}{0,5}$	$\frac{4,25}{0,90}$

Морально и физически устаревшая застройка составляет значительную долю в общей площади застройки населенных пунктов, расположенных в сейсмических районах.

Анализ действовавших и действующих нормативных документов показывает, что требования, предъявляемые к зданиям, возводимым в сейсмических районах, постоянно повышаются.

Заключение

Результаты паспортизации позволили выявить сейсмоопасные здания, назначить первоочередные объекты по их сейсмоусилению или сносу, определить объемы затрат на усиление сейсмоопасных зданий и снос ветхого жилья [5].

По полученным данным Паспортизации были откорректированы государственные программы (по сносу ветхих жилых домов) и ветхие жилые дома в г. Алматы сносятся и в место них строятся новые сейсмостойкие жилые дома.

Был произведен пространственно-территориальный анализ полученных данных со схемой сейсмического микрорайонирования.

Составлена классификация строительных объектов на основе сейсмической шкалы MSK-64 (K).

На основании результатов паспортизации были созданы электронные паспорта обследованных зданий с оценкой их сейсмической уязвимости.

Дана оценка прямого экономического ущерба и социальных потерь при повреждении зданий от прогнозируемых землетрясений интенсивностью 7, 8, 9 и 10 баллов в городе Алматы, приведены методика расчета и экспертная оценка экономического ущерба и социальных потерь при повреждении обследованных зданий от прогнозируемых землетрясений различной интенсивности [6].

По итогам паспортизации создана электронная база данных по сейсмической уязвимости зданий и сооружений г. Алматы, что позволит повысить надежность функционирования систем жизнеобеспечения, снизить ущерб наносимого зданиям и сооружениям и уменьшить потери населения от разрушительных землетрясений.

Создана информационная модель городской застройки в программе ArcGIS «ArcScene».

По итогам проделанных научно-исследовательских работ начата работа по созданию электронной карты сейсмического риска г. Алматы.

Список использованной литературы

1. СН РК 2.03-28-2004 «Шкала оценки интенсивности землетрясений MSK-64 (K)», Алматы 2004.
2. Таубаев А.С. «Аналитическая записка о сейсмическом режиме территории города Алматы и сейсмостойкости его застройки», г. Алматы, 2008.
3. СП РК 2.03-30-2017* «Строительство в сейсмических зонах».
4. Уроки Луговского землетрясения 23 мая 2003 года в Казахстане. Программа Развития ООН в Казахстане, Алматы 2004.
5. Ашимбаев М.У., Шокбаров Е.М., Тулеев Т.Д., Алдахов С.Д., Таубаев А.С. «Рекомендации по проектированию, строительству и усилению жилых домов из местных строительных материалов (саман, шлакозоблоки) в сейсмических районах Казахстана» Алматы, 2008.
6. РДС РК 2.01-02-2014 «Оценка ущерба от последствий катастрофических событий природного и техногенного характера», Алматы, 2015.
7. СНиП РК 2.03-30-2006* «Строительство в сейсмических районах» Алматы, 2006.