

## ОТЗЫВ

**официального оппонента, доктора технических наук, профессора  
Ведякова Ивана Ивановича на диссертацию Бегалиева Улугбека  
Турдалиевича по теме «Экспериментально-теоретические основы  
повышения сейсмостойкости зданий и сооружений», представленной на  
соискание ученой степени доктора технических наук по специальности  
05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения»**

Диссертационная работа Бегалиева У.Т. посвящена экспериментально-теоретическим исследованиям, направленным на повышение сейсмической безопасности существующих и вновь строящихся зданий и сооружений для сейсмологических условий территории Кыргызской Республики.

Представленная диссертация соответствует специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения».

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключений по каждой главе, заключения по диссертации, списка использованных источников и приложений. Текстовая часть изложена на 300-х страницах. Содержит 137 рисунков и 43 таблицы. Список использованной литературы включает 356 наименований, в т.ч. 174 – на английском языке.

### **Оценка актуальности темы диссертационного исследования**

Актуальность темы исследования очевидна. Она возникает из необходимости гармонизации национальных нормативно-технических документов Кыргызской Республики на соответствие международным стандартам. Так, одними из эффективных путей решения поставленной задачи являются вопросы совершенствования научных основ проектирования и расчетов зданий с применением пиковых ускорений грунтов, изыскания возможностей повышения эксплуатационной пригодности существующих зданий, экспериментальные исследования поведения зданий с и без системы сейсмозащиты на воздействие сейсмических сил. Поэтому, решение задач, позволяющих повысить сейсмическую безопасность и обеспечить необходимый уровень надежности зданий и сооружений, является актуальной проблемой.



## **Научные результаты работы**

**В первой главе** автором проанализированы последствия землетрясений, существующие методы усиления конструкций зданий существующей застройки, методы расчета сейсмоизолированных зданий, особенности международных и национальных норм в области сейсмостойкого строительства.

Сейсмостойкость зданий зависит от корректного выбора сейсмичности площадки строительства, определения расчетной сейсмической нагрузки, квалифицированного проектирования и качественного выполнения строительно-монтажных работ. В работе показано, что значения пиковых ускорений грунтов и интенсивности землетрясений на новых картах сейсморайонирования Кыргызской Республики 2018 года и в представленном исследовании сильно отличаются от предыдущих норм и разработок сейсмологов и геологов. Установлена необходимость расчета зданий с учетом референтных значений пиковых ускорений грунтов без искусственного снижения интенсивности землетрясения с целью экономии средств во вред сейсмической безопасности и жизни людей, проживающих на территории Кыргызской Республики.

Приведен список наиболее сильных землетрясений, произошедших на территории Кыргызской Республики с очагами в земной коре, которые могли ощущаться на поверхности силой 7 и более баллов, за последние 140 лет (табл.1.1, с.20). Описано поведение конструктивных решений зданий при землетрясении: кирпичные, каркасные, крупнопанельные, с монолитными железобетонными стенами, с гибким нижним этажом, а также здания индивидуальной застройки. Приведена унифицированная классификация зданий для Кыргызской Республики (табл.1.2, с.37), которая была разработана при участии соискателя совместно со специалистами научно-исследовательских специализированных институтов в области сейсмостойкого строительства и других зарубежных специалистов.

Для существующих зданий при детальном обследовании предлагается разработать проекты усиления способом «инженерное лечение». Усиление аналитически подобранных несущих конструкций должен обеспечить пластическое поведение здания при землетрясении. Излишние расходы не обязательны и как ранее указывалось закономерности повреждений и

дефекты конструкций могут быть от некорректного моделирования поведения конструкций и узлов здания при сейсмическом воздействии.

Показано, что использование активных систем сейсмозащиты в виде резинометаллических опор, как правило, приводит к снижению усилий в несущих элементах от сейсмического воздействия в 2-3 раза. Приведены примеры применения резинометаллических опор в разных развитых странах. Даны отдельные результаты исследований поведения сейсмоизолированного 9-этажного жилого дома. Приведенные результаты подтверждают высокую эффективность системы сейсмоизоляции в виде резинометаллических опор и надежность здания, которое повышается и снижает сейсмические воздействия (рис.1.2, с.46).

В настоящее время научные работы, посвященные исследованию методов расчета изделий из высокоэластичных материалов, многочисленны. В связи с этим автором подробно раскрыты особенности метода расчета резинометаллических элементов и их допущения: упругая аналогия (формула 1.5, с.51), несжимаемость, малые деформации (формулы 1.6-1.8, с.52), средние деформации (формула 1.9, с.53), учет временных зависимостей (формулы 1.10 и 1.11, с.53), учет влияния температуры (формулы 1.12 и 1.13, с.54). Выявлены необходимость и новизна расчета сейсмоизолирующих резинометаллических опор с учетом диссипативных, демпфирующих и вязкоупругих свойств резин.

Автором отмечено, что процесс гармонизации Еврокодов в Кыргызской Республике пока сведен на нет, кроме разработанных в качестве «переходного периода» и внедренных строительных норм СН КР 20-02:2018, СН КР 22-01:2018, СН КР 31-02:2018. Рассмотрены отличия международных и национальных норм в области сейсмостойкого строительства. В корне отличаются сертификация строительных материалов и конструкций по Еврокодам и Госстандартам. При автоматическом введении в действие зарубежных норм в Кыргызстане можно предполагать, что при строительстве объектов из-за рубежа возможно будут ввозить не только готовые сборные конструкции, но и инертные материалы. Поэтому является своевременной разработка строительных норм переходного периода с учетом наработок и заделов отечественных ученых сравнением и постепенной гармонизацией международных стандартов для условий Кыргызской Республики.

**Вторая глава** посвящена методам проведения экспериментально-теоретических исследований. Автором предлагается определять сейсмичность площадки строительства с учетом особенностей территории Кыргызской Республики на основании референтного значения пиковых ускорений скальных грунтов в долях  $g$ , а также зон возможных очагов землетрясений. Выявлены конструктивные решения существующих зданий, требующих принятия мер по повышению их сейсмостойкости.

Доказана необходимость применения предлагаемого автором способа «инженерное лечение» здания на основе алгоритма ускоренной оценки сейсмической уязвимости и повышения сейсмостойкости зданий и сооружений существующей застройки, по результатам которой принимать масштабные для Кыргызстана решения сейсмоусиления зданий.

Установлены предлагаемая автором математическая модель здания с системой сейсмоизоляции. Доказана, что горизонтальные жесткости РМО примерно в  $\sim 10^3$  раз меньше, чем вертикальная, что позволяет использовать опоры для защиты зданий от поперечных сейсмических воздействий. Выявлена необходимость учета основных параметров резины: величина отношения модуля сдвига к модулю объемного сжатия  $G/K$  в пределах  $10^{-4} \div 10^{-3}$ ; величина отношения толщины к поперечному сечению  $\varepsilon$  составляет несколько процентов; коэффициент Пуассона  $\nu$  близок к 0,49; величина жесткости  $C$  лежит в пределах  $0,1 \div 1$ .

Предложена методика проведения динамических испытаний с использованием вибромашины типа В-2 весом 3,0 тонны для проведения экспериментальных исследований испытательной платформы с общей массой более 69,0 тонн для передачи динамических воздействий и записи ускорений более 0,45g и перемещений более 42мм.

**Третья глава** посвящена разработке основ расчета зданий и сооружений на сейсмические воздействия для условий Кыргызской Республики. Установлено определение сейсмической опасности площадки строительства в зависимости от значения пиковых ускорений грунтов. Автором предлагается определять сейсмическую опасность площадки строительства учитывая коэффициент  $S(a_{gR})$ , характеризующий влияние фактических грунтовых условий площадки строительства на интенсивность горизонтальных сейсмических воздействий в пределах от 1,0 до 2,4 в зависимости от типов грунтовых условий (табл.3.2, с.135), который также

следует умножать на коэффициент  $k_{gF}$ , учитывающий расстояние от площадки строительства до магистральной линии активного разлома (формула 3.6, с.138). Для площадок, расположенных между основанием и вершиной хребтов или склонов, автором предложен коэффициент  $S_T$ , учитывающий топографические эффекты усиления горизонтальных сейсмических воздействий на площадке строительства, как отдельно расположенные или протяженные в одном направлении (двумерные) возвышенности высотой более 30 м (рис.3.1, с.135 и табл.3.3, с.136).

Автором впервые установлены разные спектры расчетных реакций  $S_d(T)$ , характеризующие горизонтальную и вертикальную компоненты сейсмического воздействия, с учетом расчетного значения горизонтального пикового ускорения грунта на площадке строительства, периода колебаний  $T$  и коэффициента поведения  $q$  конструктивной системы, позволяющий уменьшить величину спектра реакций от 1,0 до 5,0 (формулы 3.2-3.5, с.136 и рис.3.2, с.137).

Внедрена в национальные нормативные документы зависимость определения расчетных сейсмических нагрузок  $F_{ik}$  по спектральному методу, разработанному ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко еще в 70-е годы прошлого столетия, но с обозначениями в соответствии с международными стандартами (формулы 3.7-3.9, с.140).

Новизной является введение коэффициентов ответственности  $\gamma_{Ih}$  и  $\gamma_{Iv}$ , повышающих расчетную сейсмическую нагрузку от 0,5 до 1,5, в зависимости от классов ответственности зданий по назначению и этажности, что ранее не было учтено (табл.3.6, с.142).

Для определения расчетных показателей усиления существующих зданий и сооружений доказано использование линейного динамического анализа для внедрения предложенного автором способа «инженерное лечение». Способ «инженерное лечение» предусматривает усиление аналитически подобранных конструктивных элементов повышая сопротивление несущих конструкций к поперечным сейсмическим силам и позволяет увеличить эксплуатационную пригодность на 30-40 лет соблюдая требования сейсмической безопасности.

Автором впервые в Кыргызстане предлагается упрощенные зависимости определения поперечных сил (формулы 3.34-3.53, с.151-159) и введен коэффициент модификации: для стен диафрагм жесткости зависящее

от уровня безопасности жизнедеятельности и уровня непосредственного пребывания (табл.3.8, с.159).

**В четвертой главе** рассматривается поведение здания на основе моделирования динамических характеристик конструкций. По технологии оценки сейсмической безопасности зданий в соответствии с действующими современными нормативными документами (Еврокод 8, СН КР 20-02:2018 и СН КР 22-01:2018) при участии соискателя разрабатывались конечно-элементные модели зданий разных конструктивных схем. Впервые была установлена возможность получения записей собственных колебаний существующих зданий по модальному анализу Р.Бринкера, вычислены основные динамические параметры. Выявлено, что низкие частоты соответствуют изгибу и режиму крутильных колебаний, и причина отклонения зависит от симметрии расположения лестничных клеток и самонесущих стен. Собственные колебания были зафиксированы в пяти выбранных зданиях разных конструктивных решений, расположенных в разных частях города Бишкек, с использованием сейсмических станций и современной регистрирующей аппаратуры (рис.4.1, с.171).

Идентифицированием численных данных датчиков, прикрепленных на 12-этажном здании каркасно-стеновой конструктивной схемы, установлено, что по записям собственных колебаний можно интерпретировать поведение здания и распространение волн на основе компьютерной модели здания, принимая во внимание, что при частоте 8,3 Гц возникают напряжения в нижних этажах и при частоте 2,24 Гц заметны крутящие усилия. Автором отмечено, что фиксация крутящих усилий зависит от расположения датчиков, то есть обязательно следует устанавливать их по диагонали или в нескольких точках на одном уровне (с.172-181).

В рамках разработанной математической модели здания с РМО установлены критерии эффективности сейсмозащиты: - собственная частота здания должна быть меньше критической; - основная часть частотного спектра смещений грунта  $e(\omega)$  при землетрясениях в площадке строительства содержит частоты большие, чем частота собственных колебаний  $\omega_0$ ; - резина должна быть с меньшим мгновенным модулем сдвига  $G_0$ ; - реологический параметр резины  $\beta$  должен быть меньше единицы  $\beta < 1$ . Демпфирующие, диссипативные и вязкоупругие свойства резины

использованы для задания модели РМО в программе SAP-2000 и дальнейшего расчетного анализа.

На основе расчета каркасного здания без сейсмической защиты установлено заметное увеличение ускорений в  $\sim 3$  раза, а для здания с РМО ускорения уменьшаются в  $\sim 2$  раза. Если максимальная величина ускорения грунта составляет  $\sim 3$  м/сек<sup>2</sup>, то для здания без РМО максимальная величина ускорения на крыше здания составляет  $\sim 8,5$  м/сек<sup>2</sup>, а для здания с РМО  $\sim 1,6$  м/сек<sup>2</sup>. Установлено обеспечение значительного ослабления напряжений в конструкциях сейсмоизолированного здания (рис.4.35 и 4.36, с.204-205). Величина продольной силы уменьшается более чем в 5 раз, а величина изгибающего момента в 4 раза. Следует отметить, что напряжения, возникающие в здании без защиты, являются близкими к критическим, а в сейсмоизолированном здании нагрузки не превышают допустимых нормами СНиП КР 20-03:2006.

Автором установлены основные зависимости определения: изоляционных систем с учетом нормативных перемещений от минимального продольного сейсмического воздействия  $D_D$ , максимальное перемещение системы сейсмоизоляции, при критическом воздействии сейсмических колебаний в двух и более горизонтальных направлениях, эффективный период колебания здания (формулы 4.27-4.30, с.206-208), которые внедрены в национальные строительные нормы и правила СНиП КР 20-03:2006.

**Пятая глава** посвящена экспериментально-теоретическому исследованию зданий и испытательной платформы на сейсмические воздействия в лабораторных и полевых условиях. Проведенные экспериментальные исследования надпорной части макета здания с резинометаллическими опорами при воздействии вибрации проведенной автором на лабораторном вибростенде показало правомерность математической модели, где распределение усилий в конструкциях снижаются на ускорения равной 0,12-0,23g. Предложенные уравнения расчета критических перемещений и периодов колебаний сейсмоизолирующих элементов и распространение усилий колебаний на надпорную часть здания соответствуют горизонтальному перекосу этажей. Записи колебаний показали, что эластомерные свойства резинометаллических опор снижают колебания на 0,15g или на 1-2 балла по интенсивности землетрясений (рис.5.1-5.3, с. 211-213).

Экспериментальные испытания платформы на интенсивные и крутильные колебания проводились с помощью вибрационной машины типа В-2, являющейся первой разработанной за годы независимости Кыргызской Республике машиной для экспериментального изучения сейсмостойкости натуральных зданий и сооружений. Нелинейное поведение испытательной платформы достигало максимальных ускорений более 0,45g и максимальных горизонтальных перемещений более 27,1 мм, осуществлены инструментальные записи ускорений и перемещений и были построены эпюры ее крутильного поведения в разных диапазонах времени (рис.5.5-5.16, с.215-223). Экспериментально установлено резонансное поведение платформы при ускорении более 0,2g под воздействием вибромашины, где приняты разные состояния вибромашины: без грузов-дебалансов; частичным добором-грузов весом 0,46 т; при полном загрузке 1,23 т.

Следует отметить, что испытательная платформа была построена в начале 1980-х годов под руководством проф. Айзенберга Я.М. (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко).

Экспериментальные исследования платформы на гашение сейсмических колебаний показали, что горизонтальная деформация платформы при устройстве резинометаллических элементов меньше чем без эластомеров не менее чем в два раза или 20 мм, а ускорение снизилось в пределах 0,07-0,24g, приравненное к 1-2 баллам интенсивности сейсмических воздействий. Записи ускорений и перемещений производились в реальном режиме используя специальный программный комплекс (рис.5.17-5.37, с.225-240).

Для общего представления поведения платформы в процессе вибрационных воздействий автором построены пространственные формы его деформирования во времени (рис.5.38-5.41, с.242-244). В процессе испытаний платформа совершала сложные пространственные колебания в горизонтальной плоскости. Анализ полученных инструментальных записей позволил выявить разные формы колебаний платформы: поступательные колебания платформы в направлении вибрационного воздействия; крутильное поведение платформы; снижение величин ускорений и перемещений платформы при устройстве резинометаллических опор.

Анализ результатов испытаний с детально приведенными записями ускорений и перемещений доказывает о создании новых научных



направлений и возможностей экспериментально-теоретических исследований в Кыргызской Республике.

Для апробирования испытательной платформы для целей экспериментально-теоретического исследования и сравнения результатов автором впервые в республике было проведено испытание здания из легких стальных тонкостенных конструкций в два этажа размерами в плане 6,0х6,0м. Здание испытывалось несколько раз в разном состоянии – без и с обшивкой из ОСБ, также, как с и без резинометаллических опор, проанализированы записи ускорений и перемещений здания на разных уровнях и этапах испытания (рис.5.42-5.52, с.245-254). По инструментальным записям разных комбинаций составлены спектры реакции здания из ЛСТК для дальнейшего расчетного анализа и конструирования в целях масштабного проектирования и строительства (рис.5.53-5.56, с. 257-259).

Таким образом, автором доказана работоспособность испытательной платформы и ее дальнейшее применение для экспериментальных исследований зданий разных конструктивных систем.

**Шестая глава** содержит технико-экономическую оценку расчета и усиления зданий. Подробно описаны затраты государственного бюджета для оказания помощи пострадавшим от стихийных бедствий в разные годы. Приводятся данные по затратам для завершения строительства и капитального ремонта зданий и сооружений, затраты на новое строительство. Расчетом показан общий экономический эффект от соблюдения требований сейсмической безопасности, который может составить более 1 млрд. сомов в год без учета оказания помощи для завершения строительства и капитального ремонта жилых домов (пострадавших от землетрясений), затрат государственных органов на проектирование и на осуществление государственного надзора за строительством жилых домов.

Доказана экономическая эффективность расчета зданий на основе фактических значений ускорений. Автором приведены соотношения интенсивности землетрясения в баллах и пиковых ускорениях в скальных грунтах по шкале, приведенной в СН КР 20-02:2018 (табл.6.3, с.273), что максимально уменьшает расчетные значения коэффициентов сейсмичности по сравнению с предыдущими нормами СНиП КР 20-02:2009 (табл.6.4, с.274). Уточненные автором данные позволяют определить расчетные сейсмические нагрузки и проектировать здания с требованиями норм ближе к

международным стандартам. Новые изменения позволят минимизировать ущерб и экономические расходы.

Разработанные и предложенные подходы для расчетов зданий с учетом пиковых ускорений грунтов в диссертационной работе позволяют представить поведение зданий с реальными грунтовыми условиями и фактическими данными по распределению сейсмических волн на площадке строительства. Предложенный подход с установленными коэффициентами обеспечивает минимизацию ущерба, наносимого зданиям и сооружениям от возможных сильных землетрясений, обеспечивает безопасность населения, снижает социальный, экономический и экологический риск.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность и достоверность полученных в диссертации результатов исследований подтверждаются фактическими данными экспериментов, использованием современных методов исследований, применением поверенных и сертифицированных приборов и оборудования, а также проведением теоретических исследований с применением фундаментальных положений строительной механики, научно обоснованных расчетных и экспериментальных методик и математических методов, применением лицензионных программных комплексов.

### **Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Впервые разработан способ «инженерное лечение», позволяющий усилить аналитически подобранные конструктивные элементы системы по предложенным показателям, характеризующим фактическую  $C$  и требуемую  $D$  расчетную несущую способность конструкции, повышая эксплуатационную пригодность и надежность существующих зданий (внедрен в СН КР 22-01:2018).

Сформулированы экспериментально-теоретические основы оценки сейсмической опасности площадки строительства по пиковым ускорениям грунтов  $a_g$  с учетом расстояния до основной линии разлома и определения расчетной сейсмической нагрузки по критериям регулярностей, особенностям конструктивной схемы и ответственности зданий и

сооружений для территории Кыргызской Республики (внедрены в СН КР 20-02:2018 и СН КР 31-02:2018).

Впервые построена математическая модель сейсмостойкости зданий с системами сейсмоизолируемых резинометаллических опор на основе диссипативных и деформирующих свойств тонкослойных резиновых элементов с учетом вязкоупругих свойств резины.

Предложены нормативная зависимость определения минимальных и максимальных перемещений при сейсмическом воздействии; эффективный период колебаний здания, зависящий от массы здания и жесткости системы сейсмоизоляции (внедрен в СНиП КР 20-03:2006).

Экспериментально установлены динамические характеристики, нелинейное поведение и кручение испытательной платформы в условиях Кыргызской Республики, позволяющие выявить закономерности повреждаемости конструкций, их узлов и зданий при сейсмическом воздействии более 0,45g, что соответствует 9-балльной интенсивности по СН КР 20-02:2018.

Установлены в лабораторных условиях время затухания до 10 сек, снижения ускорения до 0,2g и амплитуды колебаний более 22 мм на основании результатов испытания платформы без и с резинометаллическими опорами.

### **Оценка внутреннего единства полученных результатов**

Диссертационная работа Бегалиева У.Т. является законченной научно-исследовательской и квалификационной работой, имеет внутреннее единство. Содержание всех разделов направлено на реализацию поставленной проблемы по выявлению резервов несущей способности и повышению сейсмической безопасности существующих и вновь строящихся зданий и сооружений для условий территории Кыргызской Республики. Все разделы диссертации логически увязаны друг с другом, соответствуют единой идее соискателя и согласуются с предыдущими исследованиями других работ авторов, выполненных в данном направлении.

В исследованиях автором развиваются научные положения и новые научные результаты, которые внедрены в национальные нормативные документы. Автором решены вопросы по совершенствованию научных основ проектирования и расчета зданий в условиях Кыргызской Республики.

Анализ содержания разделов диссертации доказывает, что ее автор не отклоняется от рассмотрения сформулированной проблемы.

### **Направленность полученных результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической и прикладной задачи**

Результаты экспериментально-теоретических исследований направлены на решение практических задач и актуальной проблемы: определению резервов несущей способности; анализу распределения усилий в конструкциях; разработки экспериментально-теоретических основ повышения сейсмостойкости через внедрения новых положений в национальные нормативные документы с гармонизацией международными стандартами; модернизацию испытательной платформы с новой вибромашиной и современными регистрирующими аппаратами; разработкой и внедрением нового способа «инженерное лечение», способствующего повышению пластических свойств и эксплуатационной пригодности зданий существующей застройки.

### **Соответствие автореферата содержанию диссертации**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и в достаточной степени отражает выводы, результаты, положения и заключения диссертационного исследования.

### **Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов выводов и заключений диссертации**

Основные результаты диссертации опубликованы в 44 научных работах, из них 2 монографии, 2 патента, 7 публикаций в журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus, в тезисных докладах при участии научно-практических конференциях.

### **Замечания по диссертационной работе**

1. В перечне исследователей в области применения резинометаллических опор следовало бы отразить В.И. Смирнова (впервые реализовавшего в СНГ технологию сейсмоусиления с РМО), Уильяма Генри

Робинсона (автора патента на РМО), Ю.Д. Черепинского, А.М. Курзанова и др. специалистов в области сейсмоизоляции сооружений.

2. В работе не приведена общая классификация сейсмоизолирующих устройств, не проведен анализ и технико-экономическое обоснование применения конкретной системы сейсмоизоляции в виде резинометаллических опор. Также не указаны имеющиеся ограничения по области применения таких устройств.

3. Отсутствуют конкретные типы активных систем сейсмоизоляции для которых соответствуют приведенные нормативные зависимости определения нормативных перемещений и эффективных периодов колебаний (формулы 4.27, 4.28, 4.29 и 4.30 на стр.206-208).

4. В работе не указано на необходимость и технологии огнезащиты резинометаллических опор.

5. В тексте диссертации и в автореферате не указаны отличия предложенного способа «инженерное лечение» от известного пушOVER-анализа;

6. В подразделе 5.5 приведены результаты экспериментальных исследований здания из легких стальных конструкций, но отсутствуют сравнение результатов с расчетом самого здания.

7. В технико-экономическом обосновании приведены затраты государственного бюджета страны более 10 летней давности (табл.6.1 и рис.6.3, стр.268 и 270). Было бы лучше показать расходы за последние годы.

Приведенные замечания и недостатки не снижают значимость результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы Бегалиева У.Т.

#### **Соответствие диссертации предъявленным требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»**

Представленные в диссертации Бегалиева У.Т. новые научные положения, экспериментальные и теоретические результаты, заключения и рекомендации можно рассматривать как совокупность полученных лично автором новых достоверных результатов, которые можно квалифицировать как крупный вклад в сейсмостойкое строительство и решение задач, позволяющих повысить сейсмическую безопасность и обеспечить необходимый уровень надежности зданий и сооружений.

На основании вышеизложенного следует сделать вывод о том, что диссертация Бегалиева Улугбека Турдалиевича «Экспериментально-теоретические основы повышения сейсмостойкости зданий и сооружений» является завершённой квалифицированной научной работой, выполненной на высоком профессиональном уровне и отвечающей требованиям Положения ВАК Кыргызской Республики о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.01 – «Строительные конструкции, здания и сооружения».

*Согласен на автоматизированную обработку моих персональных данных в документах, связанных с работой диссертационного совета.*

Официальный оппонент,  
доктор технических наук  
(специальность 05.23.01 –  
Строительные конструкции, здания и сооружения), профессор,  
директор Центрального научно-исследовательского  
института строительных конструкций им. В.А.Кучеренко  
АО «НИЦ «Строительство»

Ведяков Иван Иванович

Контактные данные:

Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций  
им. В.А.Кучеренко (ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко)  
АО «НИЦ «Строительство»  
Адрес: 109428, г. Москва, 2-я Институтская ул., дом 6  
+7(499)170-10-60, +7(499)171-26-50, e-mail: [dtsniisk@rambler.ru](mailto:dtsniisk@rambler.ru)



*Подпись руки И. И. Ведякова удостоверяю.*  
*И. С. Ф. Милошеева*

*21.09.2021*

## ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук,  
профессора Исакова Ондасына Абдирашидовича  
на диссертацию Бегалиева Улугбека Турдалиевича по теме  
«Экспериментально-теоретические основы повышения сейсмостойкости  
зданий и сооружений», представленной на соискание ученой степени  
доктора технических наук по специальности  
05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения

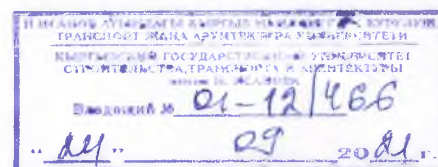
Рассмотренная диссертационная работа Бегалиева У.Т. посвящена теоретическим и экспериментальным исследованиям, посвященным на определение резерва несущей способности конструкций и повышение сейсмической безопасности существующих и вновь строящихся зданий и сооружений для условий территории Кыргызской Республики.

Представленная диссертация соответствует специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.

Диссертация состоит из введения, шести глав, заключений, списка использованных источников и приложений. Текстовая часть изложена на 300 страницах. Содержит 137 рисунка и 43 таблиц. Список использованной литературы включает 356 наименований в т.ч. 174 – на английском языке.

### 1. Оценка актуальности темы диссертационного исследования

Нормативно-техническая документация Кыргызской Республики в строительной отрасли отставала на более 30 лет от развитых стран по уровню обеспечения сейсмической безопасности зданий и сооружений. Глубина исследования в диссертаций более 50 лет. В обзорах анализированы и учтены исследования Я.М. Айзенберга, С.В. Полякова, Т.Ж.Жунусова давние корифеи исследования сейсмостойкого строительства. Инженерами-строителями не принимаются во внимание следующие положения международных норм по сейсмостойкому строительству: учет пиковых ускорений грунтов; критерии регулярностей зданий; распространение ускорений землетрясения от линии сейсмогенерирующих разломов; процедуры оценки существующих зданий и сейсмоусиления с учетом заданных параметров и требований сейсмической безопасности; определение и анализ распространения сейсмических усилий на здания с системами активной сейсмозащиты; а также экспериментально-теоретические исследования



поведения зданий на сейсмические воздействия с учетом сейсмологической особенности территории Кыргызской Республики.

Здание и ее конструктивные элементы должны проектироваться, возводиться в соответствии требованиям нормативных документов и эксплуатироваться таким образом, чтобы на протяжении предполагаемого срока службы был обеспечен необходимый уровень надежности, долговечности и экономической эффективности.

Актуальность темы определяется необходимостью гармонизации национальных нормативных технических документов на соответствие международным стандартам, которая будет способствовать развитию строительной науки, экономики и производства нашей страны. Обновления действующие строительные нормы и правила Кыргызской Республики необходимо осуществлять способом плавного перехода и подготовкой специалистов соответствующего уровня.

Работа выполнена в соответствии с Государственной программой «Сейсмическая безопасность в Кыргызской Республике на 2012-2019 годы», утвержденной постановлением Правительства Кыргызской Республики, №523 от 29.08.2011 г.

## **2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям**

Диссертационная работа соискателя Бегалиева У.Т. является завершенной научно-квалификационной работой, имеющей новые научно-обоснованные экспериментально-теоретические и практические результаты, направленные на решение прикладных задач, выработке практических рекомендаций, внедрения в нормативные документы и проектирования и расчета реальных зданий (300 стр. и приложения на 25стр., в автореферате 36 стр.);

1. Важнейшим результатом внедрения нового способа «инженерное лечение» по повышению надежности конструкций и эксплуатационной пригодности является усиление аналитически подобранных элементов для восприятия горизонтальных сил, предотвращая дефекты сейсмостойкости и общие закономерности повреждений конструкций зданий, приводящих к экономии строительных материалов и трудозатрат. Способ благополучно использован при усилении школьных зданий на территории Кыргызской Республики (стр.90-110, в автореферате 10-14 стр.);

2. Сформулированные экспериментально-теоретические основы определения сейсмической опасности площадки строительства по пиковым ускорениям грунтов  $a_g$  с учетом расстояния до линии активного разлома;



определения расчетной сейсмической нагрузки по критериям регулярностей и особенностям конструктивной схемы и ответственности зданий и сооружений для территории Кыргызской Республики обеспечивают определение фактической расчетной сейсмической нагрузки здания (стр.134-151, в автореферате 14-18стр.);

3. Разработка математической модели здания с активной системой сейсмоизоляции достигается впервые с учетом диссипативных и деформирующих характеристик резинометаллических опор и вязкоупругих свойств резины, с обеспечением равномерного распределения усилий в конструкциях сейсмоизолированного здания, получены два патента на изобретения (стр.151-205 в автореферате 19-21 стр.);

4. Предложенные нормативные зависимости определения минимальных и максимальных перемещений при сейсмическом воздействии; эффективный период колебаний здания, зависящее от массы здания и жесткости системы сейсмоизоляции способствуют упрощенному инженерному расчету для масштабного применения активных систем сейсмоизоляции на территории Кыргызской Республики (стр.206-210, в автореферате 21-26 стр.);

5. Проведенные в лабораторных условиях экспериментальные исследования доказали эффективность применения активных систем сейсмоизоляции и разработанной математической модели здания, анализа распространения усилий в конструкциях надпорной части и возможность проектирования и расчета зданий с заданными параметрами несущей способности конструктивных элементов (стр.211-213, в автореферате 27-30 стр.);

6. Установленные экспериментальными исследованиями динамические характеристики испытательной платформы, позволяет открыть новое научное направление по экспериментально-теоретическим исследованиям, где будет возможность выявить закономерности повреждаемости конструкций, их узлов и зданий при сейсмическом воздействии более 0,45g, что соответствует 9-балльной интенсивности землетрясений, что вносит значительный вклад в развитие и ускорение научно-технического прогресса решения социально-значимых проблем сейсмостойкого строительства и обеспечения сейсмической безопасности (стр.214-261, в автореферате 31-35стр.).

**3. Степень обоснованности научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность и достоверность полученных в диссертации результатов исследований подтверждаются сопоставлением результатов теоретических исследований фактическими данными экспериментальных испытаний, основанной на использовании современных методов исследований с применением комплекса оборудования по проведению исследовательских работ по сейсмостойкому строительству и приборов по измерению колебаний. С участием автора разработана вибрационная машина, имеющая возможность возбудить колебание с ускорением на более 0,45g, что равен на более 9-бальной интенсивности землетрясений по шкале, приведенной в строительных нормах Кыргызской Республики.

Результаты исследований обоснованы и сопоставлены с результатами более ранних исследований ведущих ученых, как уже отмечали выше по экспериментальным исследованиям Полякова С.В., Айзенберга Я.М., Жунусова Т.Ж., Ицкова И.Е. и других. Экспериментально-теоретические исследования сейсмоизолирующих опор аппроксимированы с данными Дымникова С.И., Работнова Ю.Н. и Максвелла.

Инструментальные записи датчиков ускорений и перемещений произведены регистрирующей аппаратурой РС-16 и виброизмерительными преобразователями СТД-2060, а их интерпретация выполнялась с использованием компьютерных программ. Расчеты зданий осуществлены с применением современных программных комплексов, как SAP2000, ЛИРА, Vibroscope и др.

#### **4. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Впервые разработан способ «инженерное лечение», позволяющий усилить аналитическим способом подобранные конструктивные элементы системы по ранее заданным показателям технического состояния конструкций. Численное значение показателя сейсмической безопасности  $r_s$  характеризует отношение фактической расчетной  $C$  и требуемой расчетной  $D$  несущих способностей конструкций. Чем больше значение данного показателя  $r_s$ , тем больше повышена эксплуатационная пригодность и надежность существующих зданий (внедрен в СН КР 22-01:2018);

Сформулированы экспериментально-теоретические основы оценки сейсмической опасности площадки строительства по пиковым ускорениям грунтов  $a_g$  с учетом расстояния до основной линии разлома, и определения расчетной сейсмической нагрузки по критериям регулярностей, особенностям

конструктивной схемы и ответственности зданий и сооружений для территории Кыргызской Республики (внедрены в СН КР 20-02:2018 и СН КР 31-02:2018);

Впервые построена математическая модель сейсмостойкости зданий с системами сейсмоизолируемых резинометаллических опор на основе диссипативных и деформирующих свойств тонкослойных резиновых элементов с учетом вязкоупругих свойств резины;

Предложены и внедрены в строительные нормы нормативная зависимость определения минимальных и максимальных перемещений при сейсмическом воздействии; эффективный период колебаний здания, зависящее от массы сейсмоизолированного здания и жесткости системы сейсмоизоляции (внедрен в СНиП КР 20-03:2006);

Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлены динамические характеристики, т.е. нелинейное поведение и кручение испытательной платформы в условиях Кыргызской Республики, позволяющие выявить закономерности повреждаемости конструкций, их узлов и зданий при сейсмическом воздействии более 0,45g, что соответствует 9-балльной интенсивности по СН КР 20-02:2018;

Доказаны в лабораторных условиях время затухания до 10 сек, снижения ускорения до 0,2g и амплитуды колебаний более 22 мм на основании результатов испытания платформы без и с резинометаллическими опорами.

#### **5. Оценка внутреннего единства полученных результатов**

Диссертационная работа Бегалиева У.Т. является законченной научно-исследовательской работой, имеет внутреннее единство. Все разделы диссертации логически увязаны друг с другом, соответствуют единой идее соискателя и согласуются с предыдущими исследованиями ученых, выполненных в данном направлении.

#### **6. Направленность полученных результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической и прикладной задачи**

Содержание всех разделов направлено на реализацию поставленной глобальной актуальной проблемы по выявлению резервов несущей способности и повышению сейсмической безопасности существующих и вновь строящихся зданий и сооружений для условий территории Кыргызской Республики.

В исследованиях автором развиваются научные положения и новые научные результаты, которые внедрены в национальные нормативно-технические документы Кыргызской Республики в гармонизации с международными стандартами. Введение нового способа «инженерное лечение» способствует повышая эксплуатационную пригодность и надежность существующих зданий, тем самым получая экономический эффект от строительно-монтажных работ по усилению. Автором решены вопросы по совершенствованию экспериментально-теоретических исследований с применением платформы, научных основ проектирования и расчета зданий и сооружений в условиях Кыргызской Республики. Анализ содержания разделов диссертации доказывает, что ее автор не отклоняется от рассмотрения сформулированной цели и задачи.

#### **7. Соответствие автореферата содержанию диссертации**

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации и в достаточной степени отражает выводы, результаты, положения и заключения диссертационного исследования.

#### **8. Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов выводов и заключений диссертации**

Основные результаты диссертации опубликованы в 44 научных работах, из них 2 монографии, 2 патента, 7 публикаций в журналах, индексируемых в базе данных Web of Science и Scopus и одно справочное пособие .

Основные положения диссертации нашли отражение также в докладах на семинарах и научно-практических конференциях, в актах о реализации результатов научных исследований, полученных в диссертации.

#### **9. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации:**

- по тексту на стр.95-98 диссертации и в табл.1 на стр.11 автореферата приведены результаты интегрированной оценки сейсмической уязвимости на основе всеобъемлющей визуализации и получена унифицированная классификация зданий для стран Центральной Азии, но не отражены как научная новизна в результатах исследований.

- в экспериментально-теоретических исследованиях применяется резина, но не указана ее долговечность (стр.151-213);

- на рис.4.11-4.14 в диссертации приведены сопоставление кривой ускорений корпуса 9-этажного здания в сопоставлении с ускорениями

землетрясений в Аргентине или Афганистане магнитудой 3-5, нельзя ли было использовать записи сильных землетрясений на территории Кыргызской Республики (стр.181-184);

- замечания редакционного характера, технические опечатки не значительны и сделаны автору в устной форме.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования, выполненной соискателем Бегалиевым У.Т.

#### **10. Соответствие диссертации предъявленным требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»**

Рассматриваемая диссертация Бегалиева Улугбека Турдалиевича «Экспериментально-теоретические основы повышения сейсмостойкости зданий и сооружений» является завершенной научно-квалифицированной работой, выполненной на высоком профессиональном уровне и отвечающей требованиям Положения ВАК Кыргызской Республики о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

С учетом вышеизложенного считаю, что автор диссертационной работы Бегалиев Улугбек Турдалиевич заслуживает присуждения ему искомой ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.

#### **Официальный оппонент,**

доктор технических наук, профессор,

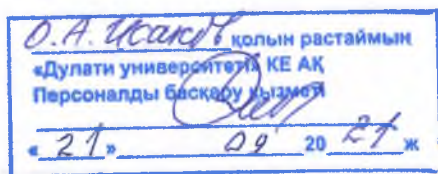
профессор кафедры «Архитектура

и строительное производство»

Таразского регионального

университета им. М.Х. Дулати (Dulaty University)

 О.А. Исаев



## ОТЗЫВ

*официального оппонента, д.т.н., профессора Раззакова Собиржона Жураевича на диссертацию Бегалиева Улугбека Турдалиевича по теме «Экспериментально-теоретические основы повышения сейсмостойкости зданий и сооружений», представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения*

Диссертационная работа посвящена экспериментально-теоретическим исследованиям в области сейсмостойкого строительства, определению резервов несущей способности конструкций, надежности и повышению сейсмической безопасности существующих и вновь строящихся зданий и сооружений для условий Кыргызской Республики.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 05.23.01 – строительные конструкции, здания и сооружения.

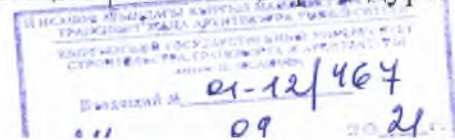
Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, выводов по главам, заключений, списка использованных источников и приложений. Текстовая часть изложена на 300 страницах машинописного текста. Список использованных источников включает 356 наименований, в том числе 174 – на иностранных языках.

### **1. Оценка актуальности темы диссертационного исследования**

В период интенсивного развития современного строительства вопросы сейсмостойкости, обеспечения конструкционной и сейсмической безопасности, а также их оценка считаются одним из актуальных вопросов.

В развитых странах Америки, Европы и Азии в этом направлении достигнуты определенные успехи, при проектировании зданий и сооружений обращают особое внимание обеспечению прочности, сейсмостойкости и совершенствованию конструктивных решений и методов антисейсмических мероприятий. Разработаны и созданы научно-технические информации и нормативные документации в этой области.

Однако, нормативно-техническая документация Кыргызской Республики в строительной отрасли отстают на более 30 лет от развитых стран по уровню обеспечения сейсмической безопасности зданий и сооружений. Инженерами-строителями не принимаются во внимание следующие положения международных норм по сейсмостойкому строительству: учет пиковых ускорений грунтов; критерии регулярностей зданий; распространение ускорений землетрясения от линии сейсмогенерирующих разломов; процедуры



оценки существующих зданий и сейсмоусиления с учетом заданных параметров и требований сейсмической безопасности; определение и анализ распространения сейсмических усилий на здания с системами активной сейсмозащиты; а также экспериментально-теоретические исследования поведения зданий на сейсмические воздействия с учетом сейсмологической особенности территории Кыргызской Республики.

Здание и его конструктивные элементы должны проектироваться, возводиться и эксплуатироваться таким образом, чтобы на протяжении предполагаемого срока службы был обеспечен необходимый уровень надежности, долговечности и экономической эффективности.

Актуальной является гармонизация национальных нормативно-технических документов на соответствие международным стандартам, которая будет способствовать развитию строительной науки, экономики и производства Кыргызской Республики. Обновлять действующие строительные нормы и правила Кыргызской Республики необходимо осуществлять способом плавного перехода и подготовкой специалистов соответствующего уровня.

Работа выполнена в соответствии с Государственной программой «Сейсмическая безопасность в Кыргызской Республике на 2012-2019 годы», утвержденной постановлением Правительства Кыргызской Республики, №523 от 29.08.2011 г.

## **2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям**

1. Внедрение предложенного нового научно-обоснованного способа «инженерное лечение» по повышению эксплуатационной пригодности и надежности конструкций доказывает базовый принцип технологии усиления аналитически подобранных элементов для восприятия сейсмических сил, приводящих к экономии средств на строительномонтажные работы (с.90-110, 151-181);

2. Экспериментально-теоретические основы определения сейсмической опасности площадки строительства разработаны на базе сформулированной научной гипотезы по учету пиковых ускорений грунтов  $a_g$ , расстояния до основной линии разлома, критериев регулярностей; определения расчетной сейсмической нагрузки по особенностям конструктивной схемы и ответственности зданий и сооружений для территории Кыргызской

Республики, обеспечивающих расчет зданий на реальные сейсмические воздействия (с.72-90, 134-151);

5. Математическая модель здания с системой сейсмоизоляции согласно исходным данным зависимости смещений основания во времени  $e(t)$  требуется найти смещение  $\gamma(t)$  массы  $M$  здания, которая впервые разработана и достигается с учетом диссипативных и деформирующих характеристик резинометаллических опор и вязкоупругих свойств резины (с.111-123, 151-205);

4. Нормативные зависимости определения минимальных и максимальных перемещений, эффективный период колебаний здания с системой сейсмоизоляции впервые предложены и внедрены в строительные нормы Кыргызстана, которые способствуют развитию актуального научного направления и масштабного применения активных систем сейсмоизоляции в стране (с.206-210);

5. Динамические характеристики испытательной платформы, установленные в результате проведения ряда экспериментов позволяют выявить повреждаемость конструкций, их узлов и зданий при вибрационном воздействии с ускорением более  $0,45g$ , что соответствует 9-балльной интенсивности землетрясения согласно шкалы MSK-64 и по строительным нормам Кыргызской Республики СН КР 20-02:2018, что вносит значительный вклад в развитие и ускорение научно-технического прогресса решения социально-значимых проблем сейсмостойкого строительства и обеспечения сейсмической безопасности (с.58-71, 124-133, 211-261);

6. Время затухания колебания до 10 сек, снижение ускорения вибраций до  $0,2g$  и амплитуды колебаний до 22 мм при использовании сейсмоизолирующих опор под зданий установлены на основе экспериментальных исследований в лабораторных условиях, что доказывает работоспособность испытательной базы и открывает возможности на исследования новых научных направлений (с.211-213).

### **3. Степень обоснованности научных положений, выводов и практических рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Степень обоснованности и достоверности полученных результатов подтверждаются фактическими данными экспериментально-теоретических исследований в лабораторных и полевых условиях, основанной на



использовании современных методов анализа с применением комплекса оборудования и приборов по измерению сейсмических колебаний. Под руководством автора разработана мобильная вибрационная машина В-2, модернизирована испытательная платформа, создана возможность проведения экспериментов на сейсмическое воздействие с ускорением на более 0,45g, что соответствует 9-бальной интенсивности землетрясений по шкале, приведенной в строительных нормах Кыргызской Республики.

Результаты исследований внедрены в строительные нормы Кыргызской Республики при разработке СНиП КР 20-03:2006, СН КР 20-02:2018, СН КР 22-01:2018, СН КР 31-02:2018, экспериментальных исследований испытательной платформы Государственного института сейсмостойкого строительства и инженерного проектирования Госстроя КР, при проектировании и строительстве зданий и сооружений ОАО «Промпроект», строительной компанией «Каркас.KG» (ООО «Seido Systems»).

#### **4. Достоверность и новизна научных положений, выводов и рекомендаций**

Наиболее ценные научные результаты работы следующие:

- впервые разработан и успешно внедрен способ «инженерное лечение», позволяющий усилить аналитически подобранные конструктивные элементы здания. Исследованием определено численное значение коэффициента по сейсмической безопасности  $r_s$ , которая характеризует отношение фактической расчетной  $C$  и требуемой расчетной  $D$  несущей способности конструкций. Чем больше значение данного показателя  $r_s$ , тем больше повышается эксплуатационная пригодность и надежность существующих зданий. Применение нового способа «инженерное лечение» приведет к экономической эффективности (внедрен в СН КР 22-01:2018);

- впервые разработаны экспериментально-теоретические основы определения сейсмической опасности площадки строительства по пиковым ускорениям грунтов  $a_g$  с учетом расстояния до основной линии разлома, и определения расчетной сейсмической нагрузки по критериям регулярностей, особенностям конструктивной схемы и ответственности зданий и сооружений для территории Кыргызской Республики (внедрены в СН КР 20-02:2018 и СН КР 31-02:2018);

- впервые учтены диссипативные, деформирующие и вязкоупругие свойства резины одновременно при построении математической модели здания с системами сейсмоизолируемых резинометаллических опор;

- впервые предложены и внедрены в строительные нормы Кыргызской Республики нормативная зависимость определения минимальных и максимальных перемещений при сейсмическом воздействии, эффективный период колебаний здания, зависящий от массы сейсмоизолированного здания и жесткости системы сейсмоизоляции (внедрен в СНиП КР 20-03:2006);

- впервые для условий Кыргызской Республики, экспериментально-теоретическими исследованиями установлены динамические характеристики – нелинейное поведение и кручение испытательной платформы, позволяющие выявить закономерности повреждаемости конструкций, их узлов и зданий при вибрационном воздействии с ускорением более 0,45g, которые соответствуют более 9-балльной интенсивности по СН КР 20-02:2018;

- экспериментально в лабораторных условиях доказаны время затухания до 10 сек; снижения ускорения до 0,2g и амплитуды колебаний более 22 мм на основании результатов испытания платформы без и с резинометаллическими опорами.

## **5. Оценка внутреннего единства полученных результатов**

Не смотря на многогранный спектр исследований, представленная работа характеризуется внутренним единством. В начале работы исследованы последствия землетрясения, распространения усилий в конструкциях, повреждения элементов, методы экспериментальных исследований, достоинства и недостатки строительных норм, сформулирована научная гипотеза. Далее разработаны методическая база по разработке математической модели, новый способ «инженерное лечение», методика экспериментально-теоретических исследований. Результаты экспериментально-теоретических исследований в лабораторных и полевых условиях доведены до логического завершения, т.е. практической реализации, внедрены в нормативные документы. Все разделы диссертации логически увязаны друг с другом, соответствуют единой цели соискателя и аппроксимируются с предыдущими исследованиями других ученых, выполненных в данном направлении.

## **6. Направленность полученных результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической и прикладной задачи**

Результаты работы направлены на решение актуальной проблемы: оценке резервов несущей способности и повышению сейсмостойкости и сейсмической безопасности зданий и сооружений. Изложенные в диссертационной работе экспериментально-теоретические исследования позволят расширить рамки возможности сейсмостойкого строительства в соответствии с международными стандартами. Разработаны экспериментально-теоретические основы повышения сейсмостойкости, тем самым открыта возможность нового научного направления по изучению поведения зданий с учетом пиковых ускорений грунтов и повышения сейсмостойкости с использованием способа «инженерное лечение».

Прикладной характер полученных результатов направлен на определение расчетной сейсмической нагрузки на определенной площадке строительства и возможность экспериментально-теоретических исследований зданий для условий Кыргызской Республики.

## **7. Соответствие автореферата содержанию диссертации**

Автореферат с достаточной полнотой и точностью дает представление о содержании, структуре диссертации и результатах, выполненных соискателем. В автореферате описаны цель и задачи исследований, ее актуальность, научная новизна, практическая ценность и итоги практической апробации, количество публикаций, структура диссертации и научные положения, выносимые на защиту.

## **8. Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов выводов и заключений диссертации**

Основные результаты диссертации опубликованы в 44 научных работах, из них 2 монографии, 2 патента, 7 публикаций в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus. Научные публикации изданы в журналах, рекомендованных ВАК КР.

Основные результаты и положения диссертационного исследования отражены в докладах на разных научно-практических конференциях по сейсмостойкому строительству и сейсмической безопасности, в приведенных в приложении актах о реализации результатов научных исследований, полученных в диссертации.

## 9. Недостатки по содержанию и оформлению диссертации:

- при анализе научно-технической литературы в главе 1 диссертации не включена оценка результатов экспериментальных исследований 9-этажного здания с резинометаллическими опорами в г.Ташкент;

- в подразделе 1.5 диссертации при описании особенностей норм не описаны основные положения в гармонизации еврокодов в странах СНГ, а также не раскрыты отличия новых строительных норм Кыргызской Республики (с.61-70, 72-89);

- в диссертации (с.190-200) и в автореферате (с.21-25) не приведены все марки резины с реологическими и вязкоупругими свойствами, которых можно применять в качестве сейсмоизолирующих резинометаллических опор;

- технико-экономическое обоснование следовало бы описать в валютах для лучшего восприятия информации (с.266-273), кроме того не совсем понятно каким образом были посчитаны стоимость усиления конструкций здания разными методами (табл.6.6-6.8, с.282-288).

## 10. Соответствие диссертации предъявленным требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней»

Диссертационная работа соискателя Бегалиева У.Т. на тему «Экспериментально-теоретические основы повышения сейсмостойкости зданий и сооружений» представляет собой законченную научно-исследовательскую и квалификационную работу. По уровню решения исследований, выполненным единолично, новизне полученных результатов и практической значимости, представленная к защите работа соответствует требованиям Положения ВАК Кыргызской Республики о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к докторским диссертациям, шифру специальности **05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения**, а ее автор **Бегалиев Улугбек Турдалиевич** заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения.

**Официальный оппонент,**  
доктор технических наук, профессор,  
декан строительного факультета  
Наманганского инженерно-строительного института

**С.Ж. Раззаков**

заверяю, начальник отдела кадров НамИСИ

**А.М. Солиев**

21.09.2021

