

ОБСЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ЗДАНИЙ, ПОДВЕРЖЕННЫХ СЕЙСМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Асқар Б., магистрант 2 курса ОП 7М07312 – «Инновационные технологии и исследования в строительстве»

<https://orcid.org/0009-0006-0504-2148>, baiko02.08@gmail.com

Усенбаев Б., доктор технических наук, доцент, профессор строительства

<https://orcid.org/0009-1274-6444>, boljam@mail.ru

Казахский национальный университет водного хозяйства и ирригации, г. Тараз, Казахстан

Аннотация. Настоящая статья посвящена актуальным вопросам обследования технического состояния элементов зданий, подвергающихся сейсмическим воздействиям, что является одной из ключевых задач обеспечения надежности и безопасности строительных объектов в регионах с высокой сейсмической активностью. В работе рассматриваются современные методики диагностирования конструктивных элементов, включающие визуальное обследование, инструментальные измерения, анализ деформационных характеристик и определение остаточной несущей способности материалов, что позволяет комплексно оценивать степень повреждений после землетрясений различной интенсивности. Особое внимание уделяется выявлению скрытых дефектов, оценке динамического отклика здания, а также классификации повреждений с точки зрения их влияния на эксплуатационную пригодность сооружений. Представлены рекомендации по интерпретации результатов обследования и формированию технических заключений, направленных на повышение эффективности мероприятий по восстановлению и усилению конструкций. Полученные выводы могут быть востребованы специалистами при разработке стратегий мониторинга и повышения сейсмостойкости зданий. Таким образом, результаты исследования формируют методическую основу для принятия обоснованных инженерных решений при обследовании, восстановлении и усилении зданий, пострадавших от сейсмических воздействий, и способствуют повышению уровня их эксплуатационной надежности и безопасности в условиях современного нормативного и инженерно-технического регулирования.

Ключевые слова: сейсмическое воздействие, обследование, здание, конструкция, повреждения, диагностика, безопасность, устойчивость.

Введение. Обеспечение надежности и долговечности зданий и сооружений, расположенных в регионах с повышенной сейсмической опасностью, является одной из наиболее значимых и сложных задач современной строительной науки и инженерной практики. Частые землетрясения различной интенсивности оказывают негативное влияние на состояние строительных конструкций, вызывая как видимые, так и скрытые повреждения, которые со временем могут приводить к снижению несущей способности, нарушению эксплуатационной пригодности и повышению риска внезапного разрушения. В связи с этим систематическое обследование технического состояния элементов зданий, подверженных сейсмическим воздействиям, приобретает исключительную актуальность и требует применения научно обоснованных методов анализа и оценки.

Современные подходы к диагностике конструкций предусматривают комплексное использование визуальных, инструментальных, расчетных и аналитических методов, что позволяет получать объективную информацию о реальном состоянии объекта. В условиях сейсмической активности важнейшее значение имеет исследование динамических характеристик зданий, определение уровня повреждений после толчков, а также выявление потенциально опасных зон, где процессы деградации материалов могут прогрессировать ускоренными темпами. Особое внимание уделяется конструктивным элементам, воспринимающим основные сейсмические нагрузки: несущим стенам, колоннам, ригелям, перекрытиям, а также узлам сопряжения, в которых концентрация напряжений достигает максимальных значений.

Не менее важной задачей является разработка критериев оценки состояния конструкций, позволяющих классифицировать повреждения по степени критичности и определять необходимость проведения ремонтно-восстановительных или усилительных мероприятий. Научные исследования в данной области направлены на совершенствование методов мониторинга, повышение точности диагностических процедур, а также на создание эффективных рекомендаций для инженерной практики. Особое значение приобретают современные цифровые технологии – лазерное сканирование, вибродиагностика, методы неразрушающего контроля и моделирование поведения конструкций, которые позволяют существенно повысить достоверность получаемых данных.

Таким образом, комплексное обследование технического состояния зданий в сейсмоопасных регионах выступает важнейшим этапом обеспечения их эксплуатационной безопасности и устойчивости. Разработка и совершенствование методов анализа повреждений, а также поиск оптимальных решений по укреплению конструкций имеют принципиальное значение для повышения сейсмостойкости зданий и минимизации последствий разрушительных землетрясений. Настоящая работа направлена на исследование теоретических и практических аспектов данной проблемы, а также на систематизацию современных подходов, применяемых при оценке состояния сооружений после сейсмических воздействий.

Материалы и методы исследования. Исследование технического состояния элементов зданий, подверженных сейсмическим воздействиям, было выполнено на основе комплексного применения визуальных, инструментальных, расчетно-аналитических и экспериментальных методов. Методология построена с учетом современных нормативных документов по обеспечению сейсмостойкости зданий, включая требования СНиП, СП и международные стандарты ISO, что позволило сформировать целостный подход к диагностике и интерпретации полученных данных. Ниже подробно рассматриваются используемые материалы, оборудование, методики, а также последовательность проведения обследований [1].

1. Объекты исследования

В качестве объектов исследования были выбраны здания различного конструктивного типа, расположенные в зоне сейсмической активности 7–9 баллов. Обследование охватило:

1. **Каркасные здания** железобетонной конструкции высотой от 5 до 12 этажей.
2. **Каменные здания** с несущими стенами из полнотелого кирпича.
3. **Смешанные конструкции**, включающие железобетонный каркас и заполнение стеновыми панелями.
4. **Объекты специального назначения**, испытывающие динамические нагрузки повышенной интенсивности.

Каждый объект характеризовался различной степенью повреждений после землетрясений, что обеспечило репрезентативность данных для анализа. При обследовании зданий было установлено, что даже при одинаковой интенсивности сейсмических колебаний характер повреждений существенно различается, что связано как с качеством материалов и проектных решений, так и с фактическим состоянием сооружений до землетрясения. Это позволило не только классифицировать дефекты, но и выявить определённые закономерности, подтверждающие необходимость индивидуального подхода к оценке сейсмических повреждений.

С такой же целью рассматривается здания расположенные на территории многофункционального спортивно-торгового комплекса по ул.Санырак батыра, 57 в г.Тараз (рисунок 1) , которое представляет собой современное сооружение смешанного назначения, сочетающее в себе функции спортивных баз, гостиничного фонда, а также сопутствующих коммерческих и сервисных пространств.

Для оценки технического состояния сооружения в части эксплуатационной надежности, устойчивости строительных конструкций и обеспечения необходимой степени безопасности зданий произведено их натурное обследование в 2011г.

Строения возведены в период 1996-2010гг. Проектно-сметная документация на строения сохранилась частично.

Комплекс функционирует круглосуточно и обеспечивает широкий спектр услуг: от размещения спортсменов и посетителей в гостиничных номерах до проведения тренировочных занятий в залах, фитнес-центре и бассейне, а также организации спортивно-оздоровительных мероприятий с высокой пропускной способностью. По некоторым источникам, площадь объекта составляет значительные размеры, позволяя одновременно обслуживать до нескольких тысяч человек, что обуславливает высокие требования как к конструктивным элементам здания, так и к его сейсмостойкости в целом.



Рисунок 1 – Многофункциональный спортивный комплекс *Athletic*

Здание комплекса выполнено с применением современных строительных технологий и материалов, используемых в многофункциональном строительстве XXI века, включая железобетонный каркас, напряжённые перекрытия и панельные ограждающие конструкции, что позволяет обеспечивать большие пролёты помещений и свободную планировку спортивных залов и тренировочных площадок. Внешний архитектурный облик здания формируется современными фасадными материалами, а планировка внутренних пространств включает тренировочные залы различной функциональной направленности, массажные кабинеты, бассейны, административные помещения и просторные зоны отдыха [2].

Уникальность именно этого объекта заключается в его многофункциональности, совмещающей в одном комплексе гостиничные помещения, тренажёрные и спортивные зоны, бассейны, фитнес-клуб и зоны общественного обслуживания, что создаёт сложную нагрузочную ситуацию для несущих элементов здания при эксплуатационных и динамических внешних воздействиях. Подобные нагрузки особенно критичны в сейсмоопасных регионах, поскольку спортивная инфраструктура зачастую подразумевает повышенные динамические нагрузки (в том числе прыжки, бег, удары и резкие перемещения людей), которые в совокупности с землетрясением могут вызвать сложную сверхпороговую нагрузку на конструкции, что требует детальной и многоаспектной оценки технического состояния.

2. Материалы, оборудование и программное обеспечение

Для проведения комплексного обследования технического состояния многофункционального спортивно-торгового комплекса, расположенного по адресу: г. Тараз, ул. Санырак батыра, 57, применялся расширенный набор материалов, специализированного оборудования и современного программного обеспечения, что позволило обеспечить высокоточный анализ конструктивных элементов здания,

эксплуатируемого в условиях повышенных эксплуатационных и сейсмических нагрузок. Учитывая то обстоятельство, что рассматриваемый объект сочетает в себе спортивные залы большой площади, гостиничные корпуса, фитнес-зоны, бассейн и административные помещения, обследование требовало использования приборов, способных фиксировать не только статические дефекты конструкций, но и динамическую реакцию здания, обусловленную как сейсмическими колебаниями, так и внутренними эксплуатационными вибрационными воздействиями, характерными для спортивных сооружений такого масштаба [3].

В первую очередь применялись приборы геодезического и лазерного контроля, включая лазерные дальномеры высокой точности Leica DISTO и оптические нивелиры, позволяющие осуществлять детальную съемку высотных отметок, деформаций стен, отклонений колонн, ригелей и пространственных ферм, обеспечивающих перекрытие спортивных залов большой площади. Особое внимание уделялось обследованию зон бассейна и фитнес-центра, где повышенная влажность могла привести к коррозионным процессам в железобетонных и металлических элементах, поэтому применялись влагомеры и приборы контактной фиксации дефектов бетонных поверхностей [6].

Для диагностики внутренней структуры материалов использовался ультразвуковой дефектоскоп PULSAR-2M, который применялся при обследовании несущих колонн и монолитных перекрытий гостиничного блока, что позволяло выявлять снижение прочности, каверны и локальные нарушения структуры бетона, не поддающиеся визуальному обнаружению, но оказывающие существенное влияние на сейсмостойкость здания [4]. Для дополнительных обследований применялись молоток Шмидта, склерометрические методы и локальные испытания прочности поверхностных слоев конструкций.

Поскольку объект представляет собой спортивный комплекс, включающий зоны с повышенной динамической активностью — такие как тренажёрные залы, единоборства, игровые площадки и зоны командных видов спорта — в процессе исследования применялись вибрационные датчики и акселерометры, фиксирующие колебания перекрытий и несущих элементов в условиях реальной эксплуатации. Данные приборы позволили установить изменение собственных частот здания, что является критически важным параметром в оценке сейсмической устойчивости, поскольку сдвиг частотных характеристик может свидетельствовать о снижении жесткости отдельных конструктивных элементов. Особое внимание уделялось обследованию покрытия бассейна, поскольку совокупность повышенной влажности, испарений, температурного режима и динамической нагрузки от водной массы требует применения термографической камеры Flir E60, обеспечивающей диагностирование скрытых дефектов, таких как отслоение защитного слоя бетона, коррозия арматуры и зоны потенциальных протечек. Применение термографии позволило фиксировать температурные аномалии, неразличимые визуально, но важные при оценке ресурса эксплуатации объекта [5].

Все данные, полученные в результате инструментальных измерений, интегрировались в современные программные комплексы ANSYS, ETABS и AutoCAD, обеспечивающие возможность моделирования поведения здания в условиях сейсмических воздействий. В ETABS строились расчетные модели для анализа динамических характеристик здания, учитывая его фактическое состояние после обследования, что позволяло сопоставлять реальные измеренные параметры с нормативными значениями, предусмотренными СП 14.13330.2018. В ANSYS проводилось детальное моделирование напряженно-деформированного состояния отдельных элементов комплекса — в частности, колонн, балок и многопролётных перекрытий спортивных залов, которые имеют критическое значение для общесистемной устойчивости сооружения .

Дополнительно применялось **3D-лазерное сканирование**, обеспечивающее возможность построения облака точек и формирования высокоточной трехмерной модели здания. Это особенно важно для спортивного комплекса, имеющего сложную пространственную структуру, высокие пролёты и обширные помещения, где малейшие

деформации могут указывать на развитие конструктивных дисбалансов или перераспределение нагрузок. Полученные трехмерные модели обрабатывались в программной среде **Geomagic Studio**, которая позволяет проводить аналитическое сравнение фактических геометрических параметров здания с проектными, выявляя отклонения и деформации, которые могут быть опасными при повторных сейсмических воздействиях.

Таким образом, примененный комплекс материалов, оборудования и программного обеспечения позволил осуществить всестороннюю, многопараметрическую и высокоточную диагностику технического состояния многофункционального спортивно-торгового комплекса по ул. Сынырак батыра, 57, что обеспечило формирование достоверной и научно обоснованной картины состояния конструкций и их способности противостоять сейсмическим нагрузкам, характерным для региона.

3. Методика визуального и инструментального обследования

Методика визуального и инструментального обследования многофункционального спортивно-торгового комплекса, расположенного по адресу г. Тараз, ул. Сынырак батыра, 57, формируется с учетом повышенной ответственности здания, значительной площади внутренних помещений и наличия крупнопролётных спортивных сооружений, что накладывает дополнительные требования к оценке фактического состояния строительных конструкций в условиях сейсмоопасного региона Южного Казахстана (СП 14.13330.2018). Спортивные сооружения данного типа характеризуются сложной пространственной работой конструкций, чередованием больших и малых пролетов, а также интенсивными эксплуатационными нагрузками, создаваемыми спортивным оборудованием и одновременным пребыванием большого количества посетителей [6].

3.1. Визуальное обследование

Визуальное обследование проводится как первичный и обязательный этап диагностики. Оно включает внешний и внутренний осмотр конструктивных элементов с фиксацией всех обнаруженных дефектов, нарушений целостности или отклонений от проектной геометрии. На фасадах здания особое внимание уделяется состоянию облицовочных панелей, межпанельных швов, цокольной части и мест сопряжения фасадных конструкций с несущими элементами, поскольку именно эти участки часто подвергаются температурным и влажностным воздействиям, приводящим к образованию трещин и локальной потере прочности материалов.

Во внутренних помещениях спортивного комплекса визуальному контролю подлежат колонны, ригели, перекрытия, металлические фермы крупнопролётных залов и инженерные коммуникации, расположенные в технических пространствах. Фиксируются такие дефекты, как:

- поверхностные и сквозные трещины в железобетонных элементах;
- коррозионные повреждения арматуры и стальных конструкций;
- нарушения целостности огнезащитных покрытий;
- деформации прогонов и ферм, возникающие под длительными и динамическими нагрузками;
- отслоения защитного слоя или конструктивных панелей.

3.2. Инструментальное обследование

Инструментальное обследование позволяет количественно подтвердить визуально выявленные дефекты и оценить фактические характеристики прочности, деформативности и однородности материалов. В обследовании данного спортивного комплекса используются современные методы неразрушающего контроля:

- **ультразвуковой контроль бетона** — определение глубинных дефектов, внутренних трещин и неоднородностей структуры;
- **склерометрический метод** — проверка поверхностной прочности железобетонных элементов по показаниям молотка Шмидта;
- **тепловизионная диагностика** — выявление скрытых зон промерзания, мостиков холода, дефектов гидроизоляции и скрытых пустот в ограждающих конструкциях;

- **лазерное сканирование и тахеометрия** — определение точных геометрических отклонений и возможных деформаций несущих элементов покрытия;

- **вибродиагностика** — фиксация частотных характеристик здания и его реакции на сейсмические и эксплуатационные воздействия.

Инструментальные измерения являются обязательными в крупнопролётных спортивных залах, где динамические нагрузки существенно выше, чем в обычных общественных зданиях. Также проводятся измерения влажности конструкций в помещениях бассейна и санитарных зон, поскольку повышенная влажность ускоряет коррозионные процессы в металлических элементах.

3.3. Инженерно-сейсмические измерения

Сейсмическое обследование проводится в соответствии с требованиями СП 14.13330.2018. В рамках обследования спортивного комплекса используются акселерометры, позволяющие регистрировать микроколебания и определять реальные собственные частоты конструктивной системы. Сравнение фактических частот с расчетными значениями позволяет определить возможное снижение жесткости несущих конструкций вследствие усталостных процессов или старения материалов [7].

3.4. Документирование результатов

Все выявленные дефекты заносятся в *ведомость технического состояния конструкций*, оформляются в виде таблиц и план-схем с привязкой к координатам. Для каждой зоны указываются характер повреждений, степень опасности и рекомендованные меры по восстановлению. Фотофиксация проводится с обязательным включением масштабных меток.

Таблица 1 - Классификация выявленных дефектов и применяемых методов обследования

№	Тип дефекта	Вероятные причины	Основные места обнаружения	Метод выявления	Норматив/источник
1	Треугольники в бетоне	Температурные воздействия, усадка, сейсмические колебания	Колонны, ригели, стены	Визуальный осмотр, ультразвук	Пузырев Н.Н. (2017), СП 14.13330.2018
2	Коррозия арматуры	Повышенная влажность	Бассейн, подвалы	Сканер арматуры, влажномер	Федоров Л.П. (2021)
3	Отклонения геометрии	Осадка, ошибки монтажа	Колонны, балки	Тахеометр	Ковалев В.М.(2019)

Результаты исследования. Проведённое визуальное, инструментальное и инженерно-сейсмическое обследование многофункционального спортивно-торгового комплекса, расположенного по адресу г. Тараз, ул. Санырак батыра, 57, позволило получить комплексную картину фактического состояния строительных конструкций, инженерных систем и ограждающих элементов здания. Исследование выполнялось в условиях действующей эксплуатации объекта, что обеспечило возможность оценки реального напряженно-деформированного состояния конструкций под действием эксплуатационных и динамических нагрузок, характерных для спортивных объектов с высокой посещаемостью [8].

Результаты инженерно-сейсмического анализа

Анализ микросейсмических воздействий, зарегистрированных в процессе обследования, показал, что собственные частоты колебаний здания отличаются от проектных значений на 3–7 %, что свидетельствует о некотором снижении жёсткости конструкций, характерном для зданий, находящихся в эксплуатации более 10 лет. Наибольшие отклонения зафиксированы в зоне спортивного зала с большим пролётом, что является типичной особенностью подобных объектов в сейсмоопасных районах.

Вибродатчики, установленные временно на колоннах первого этажа, зафиксировали повышенные значения вертикальных колебаний в часы пиковой нагрузки, однако значения не превышают допустимых пределов по СП 14.13330.2018 [9].

Таблица 3 — Сводные результаты обследования спортивного комплекса по ул. Санырак батыра, 57

№	Вид обследования	Основные параметры	Оценка состояния	Примечание
1	Визуальное обследование	Трещины 0,2–0,35 мм на колоннах и ригелях	Удовлетворительное	Требует мониторинга
2	Обследование бассейна	Отслоение защитного слоя бетона, следы увлажнения	Неудовлетворительное	Необходим ремонт гидроизоляции
3	Тепловизионный анализ	4 зоны теплопотерь	Удовлетворительное	Требуется дополнительное утепление
4	Лазерное измерение геометрии	Прогибы ферм 10–22 мм	Допустимое	Выявлены зоны потери жёсткости
5	Вибродиагностика	Отклонение собственных частот 3–7 %	Допустимое	Рекомендован мониторинг
6	Осмотр фасада	Деформации панелей, герметичность швов снижена	Удовлетворительное	Требуется ремонт облицовки

Результаты визуального обследования. Визуальное обследование показало, что железобетонные колонны первого этажа спортивного блока находятся в удовлетворительном состоянии, однако в зоне сопряжения колонн с ригелями выявлены локальные трещины раскрытием 0,2–0,35 мм, преимущественно вертикально-диагонального характера. Указанные дефекты наблюдались в тех частях здания, где расположены тренажёрный зал и зона групповых занятий, что связано с неравномерным распределением эксплуатационных нагрузок [10]. В бассейновой зоне было зафиксировано частичное отслоение защитного слоя бетона на высоте 0,5–1,2 м от уровня пола, а также следы вторичного увлажнения и образования налёта, что указывает на недостаточную работу системы вентиляции и повышенную влажность, характерную для этого типа помещений. Металлические элементы лестничных маршей и ограждений имеют поверхностные следы коррозии, однако они не носят глубинного характера.

На фасадной части здания, со стороны главного входа, выявлено несколько участков деформации декоративных панелей из алюминиевого композита. Деформации, вероятно, возникли вследствие температурных перепадов и недостаточно качественной фиксации панелей при монтаже. Межпанельные швы в отдельных местах утратили герметичность, что потенциально может привести к инфильтрации атмосферной влаги внутрь фасадной системы [11].

Заключение. Проведённое комплексное обследование многофункционального спортивно-торгового комплекса, расположенного по адресу г. Тараз, ул. Санырак батыра, 57, позволило получить объективную, всестороннюю и научно обоснованную оценку технического состояния строительных конструкций, инженерных элементов и ограждающих систем здания, эксплуатируемого в зоне повышенной сейсмической опасности. В процессе исследования установлено, что основные несущие элементы сооружения в целом сохраняют требуемую несущую способность и работоспособное состояние, однако выявленный комплекс дефектов и эксплуатационных особенностей свидетельствует о необходимости своевременного технического обслуживания, локального ремонта и систематического мониторинга конструктивной надёжности [12].

Визуальное обследование показало наличие поверхностных и локальных трещин в узлах сопряжения колонн и ригелей, что является характерным проявлением длительных

эксплуатационных воздействий и умеренных сейсмических колебаний, присущих региону. Особое внимание требуется уделить бассейновой зоне, где повышенная влажность и недостаточная герметичность отдельных элементов привели к отслоению защитного слоя бетона, что в перспективе может ускорить процессы коррозии арматуры и снизить долговечность конструкций. Аналогичным образом, на фасадной части здания отмечены деформации облицовочных панелей и нарушение герметизации межпанельных швов, что показывает необходимость проведения ремонтно-восстановительных мероприятий для обеспечения защитных и теплоизоляционных функций оболочки здания [13].

Инструментальные исследования подтвердили, что фактическая прочность бетона соответствует проектным требованиям, однако в отдельных ферменных элементах покрытия выявлены зоны начальной потери жёсткости, что требует последующего контроля за динамическим поведением сооружения. Результаты тепловизионного обследования указали на наличие зон теплопотерь, которые могут негативно влиять на микроклимат внутренней среды, увеличивать эксплуатационные расходы и ускорять разрушение материалов ограждающих конструкций. Микросейсмический анализ выявил небольшие отклонения собственных частот колебаний здания от расчетных значений, что является естественным следствием длительной эксплуатации, однако требует регулярного мониторинга с целью раннего обнаружения возможных изменений динамических характеристик [14].

Исходя из совокупности полученных данных, можно заключить, что состояние данного спортивного комплекса является работоспособным, но имеет признаки сниженной эксплуатационной надёжности отдельных участков, особенно в условиях сейсмической активности региона. На основании проведённого исследования рекомендуется осуществить локальное усиление узлов сопряжения несущих элементов, восстановление гидроизоляции бассейнового блока, ремонт фасадных систем, а также внедрение системы регулярного инструментального мониторинга динамических параметров здания. Применение указанных мероприятий позволит существенно повысить долговечность конструкций, обеспечить безопасность пользователей и снизить риски, связанные с возможными сейсмическими воздействиями [15].

Таким образом, выполненное исследование подтверждает необходимость системного подхода к оценке технического состояния зданий, эксплуатируемых в сейсмоопасных районах, и демонстрирует, что своевременное обследование, основанное на сочетании визуальных, инструментальных и аналитических методов, является ключевым фактором обеспечения их надёжности и устойчивости. Полученные результаты могут служить методической основой для дальнейших исследований и разработки программ поддерживающего контроля технического состояния спортивных и общественных сооружений аналогичного типа.

Литература:

- [1] СНиП II-7-81 «Строительство в сейсмических районах». – М.: Госстрой СССР, 1982. – 88 с.
- [2] СП 118.13330 “Общественные здания и сооружения”
- [3] **Мкртычян, А.А.** Сейсмостойкое строительство: теория и практика. – Москва: АСВ, 2020. – 412 с.
- [4] **Пузырев, Н.Н.** Ультразвуковые методы контроля прочности бетона. – М.: Инфра-Инженерия, 2017. – 224 с.
- [5] **Мкртычян, А.А.** Сейсмостойкое строительство: теория и практика
- [6] **Ковалев В.М., Третьяков П.А.** Диагностика и обследование зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 2019.
- [7] **Chopra A.K.** Dynamics of Structures. – Prentice Hall, 2020.
- [8] СП 13-102-2003 “Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений”
- [9] СП 20.13330.2016 (СНиП 2.01.07-85*) Нагрузки и воздействия

[10] СП 13-102-2003 “Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений”

[11] ГОСТ 31937-2011 “Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния”

[12] СП 454.1325800.2019 “Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния”

[13] СП 63.13330.2018 “Бетонные и железобетонные конструкции”

[14] СП 50.13330.2012 “Тепловая защита зданий”

[15] СП 28.13330.2017 “Задача строительных конструкций от коррозии”

References:

- [1] SNiP II-7-81 «Stroitel'stvo v sejsmicheskikh rajonah». – M.: Gosstroj SSSR, 1982. – 88 s. [in Russian]
- [2] SP 118.13330 “Obshhestvennye zdaniya i sooruzheniya” [in Russian]
- [3] **Mkrtychjan, A.A.** Sejsmostojkoe stroitel'stvo: teoriya i praktika. – Moskva: ASV, 2020. — 412 c. [in Russian]
- [4] **Puzrev, N.N.** Ul'trazvukovye metody kontrolja prochnosti betona. – M.: Infra-Inzhenerija, 2017. — 224 c. [in Russian]
- [5] **Mkrtychjan, A.A.** Sejsmostojkoe stroitel'stvo: teoriya i praktika [in Russian]
- [6] **Kovalev, V.M.**, Tret'jakov P.A. Diagnostika i obsledovanie zdaniy i sooruzhenij. – M.: Strojizdat, 2019. [in Russian]
- [7] **Chopra, A.K.** Dynamics of Structures. – Prentice Hall, 2020. [in Russian]
- [8] SP 13-102-2003 “Pravila obsledovanija nesushhih stroitel'nyh konstrukcij zdanij i sooruzhenij” [in Russian]
- [9] SP 20.13330.2016 (SNiP 2.01.07-85*) Nagruzki i vozdejstvija [in Russian]
- [10] SP 13-102-2003 “Pravila obsledovanija nesushhih stroitel'nyh konstrukcij zdanij i sooruzhenij” [in Russian]
- [11] GOST 31937-2011 “Zdanija i sooruzhenija. Pravila obsledovanija i monitoringa tekhnicheskogo sostojanija” [in Russian]
- [12] SP 454.1325800.2019 “Zdanija i sooruzhenija. Pravila obsledovanija i monitoringa tekhnicheskogo sostojanija” [in Russian]
- [13] SP 63.13330.2018 “Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii” [in Russian]
- [14] SP 50.13330.2012 “Teplovaja zashhita zdanij” [in Russian]
- [15] SP 28.13330.2017 “Zashhita stroitel'nyh konstrukcij ot korrozii” [in Russian]

СЕЙСМИКАЛЫҚ ӘСЕРЛЕРГЕ ҰШЫРАҒАН ҒИМАРАТ ЭЛЕМЕНТТЕРИНІҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАЙ-КҮЙІН ТЕКСЕРУ ТУРАЛЫ

Асқар Б., 7M07312 «Құрылым саласындағы инновациялық технологиялар мен зерттеулер»

БББ-ның 2 курс магистранты

Усенбаев Б., техника ғылымдарының докторы, доцент, құрылым профессоры

Қазақ ұлттық су шаруашылығы және ирригация университеті, Тараз қ., Қазақстан

Андатпа. Бұл мақала сейсмикалық әсерлерге ұшырайтын ғимарат элементтерінің техникалық жай-күйін тексерудің өзекті мәселелеріне арналған. Аталған мәселе сейсмикалық белсенділігі жоғары аймақтарда орналасқан құрылымы нысандарының сенімділігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі негізгі міндеттердің бірі болып табылады. Зерттеу барысында конструктивтік элементтерді диагностикалаудың заманауи әдістемелері қарастырылады, оның ішінде визуалдық тексеру, аспаптық өлшеулер, деформациялық сипаттамаларды талдау және материалдардың қалдық көтергіш қабілетін анықтау әдістері қолданылған. Бұл тәсілдер әртүрлі қарқындылықтағы жер сілкіністерінен кейінгі зақымдану дәрежесін кешенді түрде бағалауга мүмкіндік береді.

Жұмыста жасырын ақауларды анықтауга, ғимараттың динамикалық жауап қайтаруын бағалауга, сондай-ақ зақымдануларды олардың құрылыштың пайдалануға жарамдылығына әсері

тұрғысынан жіктеуге ерекше көңіл бөлінген. Тексеру нәтижелерін түсіндіру және конструкцияларды қалпына келтіру мен қүшетту шараларының тиімділігін арттыруға бағытталған техникалық қорытындыларды қалыптастыру бойынша ұсыныстар берілген. Алынған қорытындылар ғимараттардың сейсмотұрақтылығын арттыру және мониторинг стратегияларын әзірлеу кезінде мамандар үшін практикалық маңызға ие болуы мүмкін.

Осылайша, зерттеу нәтижелері сейсминалық әсерлерден зақымданған ғимараттарды тексеру, қалпына келтіру және қүшетту барысында негізделген инженерлік шешімдер қабылдауға арналған әдістемелік негіз қалыптастырады және қазіргі нормативтік әрі инженерлік-техникалық реттеу жағдайында олардың пайдалану сенімділігі мен қауіпсіздік деңгейін арттыруға ықпал етеді.

Тірек сөздер: сейсминалық әсер, тексеру, ғимарат, конструкция, зақымдану, диагностика, қауіпсіздік, орнықтылық.

ON THE INSPECTION OF THE TECHNICAL CONDITION OF BUILDING ELEMENTS SUBJECTED TO SEISMIC EFFECTS

Askar B., 2nd-year master's student of EP 7M07312 "Innovative Technologies and Research in Construction"

Usenbayev B., Doctor of Technical Sciences, Professor of Civil Engineering, Associate Professor

Kazakh National University of Water Management and Irrigation, Taraz, Kazakhstan

Abstract. This article is devoted to topical issues related to the inspection of the technical condition of building elements subjected to seismic effects, which represents one of the key tasks in ensuring the reliability and safety of construction facilities located in regions with high seismic activity. The paper examines modern methods for diagnosing structural elements, including visual inspection, instrumental measurements, analysis of deformation characteristics, and determination of the residual load-bearing capacity of materials. These approaches make it possible to comprehensively assess the degree of damage caused by earthquakes of varying intensity.

Special attention is paid to the identification of hidden defects, the evaluation of the dynamic response of buildings, and the classification of damage in terms of its impact on the operational suitability of structures. Recommendations are provided for interpreting inspection results and preparing technical conclusions aimed at improving the effectiveness of measures for the restoration and strengthening of structures. The findings obtained may be useful for specialists in the development of monitoring strategies and in enhancing the seismic resistance of buildings.

Thus, the results of the study form a methodological basis for making well-founded engineering decisions during the inspection, restoration, and strengthening of buildings affected by seismic impacts, and contribute to improving their operational reliability and safety under modern regulatory and engineering-technical frameworks.

Keywords: seismic effects, inspection, building, structure, damage, diagnostics, safety, stability.