

# СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

## СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ



УДК 699.841:721:624.94

DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.1

**В. Н. АЛЕКСЕЕНКО**  
**О. Б. ЖИЛЕНКО**

### ПРОГНОЗНАЯ ОЦЕНКА СЕЙСМОСТОЙКОСТИ НЕЗАВЕРШЕННЫХ СТРОИТЕЛЬСТВОМ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

FORECASTING SEISMIC RESISTANCE  
OF REAL ESTATE UNFINISHED CONSTRUCTION

*Рассматривается проблема завершения строительства зданий, находившихся в недостроенном состоянии в течение ряда лет. Такие объекты нуждаются в прогнозной оценке их технического состояния и остаточной сейсмостойкости, которая выявляет реальное состояние конструкций и необходимость разработки инженерных решений по их усилению. Начавшуюся коррозию стали остановить невозможно, если не удалить полностью с поверхности стальных элементов продукты коррозии, защитив их затем антикоррозийными составами. Состояние конструкций, которое на первый взгляд не должно вызывать опасений, с течением ряда лет может ухудшиться. Восстановление защитных покрытий начавшей ржаветь стали может замедлить процесс коррозии, но не остановить его. В статье представлены результаты обследования незавершенного строительством здания на Черноморском побережье с прогнозной оценкой остаточной сейсмостойкости. Разработаны рекомендации по усилению несущих конструкций здания, позволяющие завершить строительство.*

**Ключевые слова:** восстановление, усиление, коррозия, конструкции, здание

*The article deals with the problem of completing the construction of buildings that have been in an unfinished state for a number of years. Such objects need a predictive assessment of their technical condition and residual seismic resistance, which reveals the real state of structures and the need to develop engineering solutions for their strengthening. The onset of corrosion of steel cannot be stopped if the corrosion products are not completely removed from the surface of the steel elements, then they are protected with anti-corrosion compounds. For structures whose condition at first glance should not cause concern over the years may deteriorate. The restoration of protective coatings on steel that has started to rust may slow down the corrosion process, but not stop it. The article presents the results of a survey of the unfinished construction of a building on the Black Sea coast with a forecast estimate of residual seismic resistance. Recommendations to strengthen the supporting structures of the building, allowing to complete the construction are developed.*

**Keywords:** restoration, strengthening, corrosion, structures, building

Прибрежные морские зоны Российской Федерации – привлекательный район для нового строительства. При этом не все новые объекты возводятся и принимаются в эксплуатацию в установленные сроки. По различным причинам некоторые здания остаются недостроенными

и незаконсервированными в течение ряда лет, что существенно снижает их сейсмостойкость. Воздействие агрессивной окружающей среды приводит к преждевременной коррозии металлических элементов и разрушению материалов несущих конструкций. Незавер-

шенные строительством здания нуждаются в прогнозной оценке изменений технического состояния, влияющей на принятие решения о целесообразности разработки инженерных решений по их усилению или демонтажу.

Целью работы является оценка технического состояния и сейсмостойкости незавершенного строительством здания.

Рассматриваемое здание расположено на Черноморском побережье. Рельеф – с перепадом высот до 4,5 м, обустроенным подпорными стенами. Объект находится в климатическом районе со следующими характеристиками (СП 20.13330.2014 «Нагрузки и воздействия»): по весу снегового покрова – 0,8 кПа; по ветровому давлению – 0,5 кПа; климатический район строительства – IVB; расчётная зимняя температура наружного воздуха – минус 11 °С. Участок, на котором расположено здание, относится к району с 8-балльной расчётной сейсмичностью (СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах»).

Объект (рис. 1, 2) представляет собой незавершенное строительством четырехэтажное здание. Высота помещений цокольного этажа – 3,04 м, высота помещений остальных этажей одинакова и составляет 3,35 м.

Несущая система обследуемого здания – монолитный железобетонный каркас с монолитными безбалочными перекрытиями.

Фундаменты здания выполнены в виде монолитной железобетонной плиты. Высота сечения плиты составляет 400 мм. Армирование плиты выполнено двумя сетками из стержней Ø14 А400С с шагом 200 мм. Глубина заложения фундаментной плиты 1300 мм от уровня планировочной отметки в нижней части цокольного этажа. Прочность бетона фундаментной плиты (в зонах ее определения) соответствует классу по прочности на сжатие В20, прочность бетона банкетов под колонны – В25.

При проведении обследовательских работ в мае 2017 г. в помещении цокольного этажа в осях 11-12/А-Б наблюдалась стоячая вода без запаха, плесени, не замутненная, с уровнем до 500 мм. Зондаж фундаментной плиты в смежном помещении выявил переувлажненную грунтовую засыпку. В течение непродолжительного времени зондаж также заполнился водой. Однако, согласно отчету о инженерно-геологических изысканиях, уровень грунтовых вод не подтвержден на глубине до 10 м. Видимых проявлений неравномерных осадок фундаментной плиты в период обследования не установлено. Техническое состояние фундаментов оценивается как ограниченно-работоспособное.

Колонны здания выполнены монолитными железобетонными. Сечение колонн

круглое диаметром 500 мм. Прочность бетона колонн различна и соответствует классам по прочности на сжатие от В7.5 до В25 (рис. 3). Повсеместно колонны повреждены трещинами стволов, расположенных горизонтально и вертикально к продольной оси стволов. Наблюдаются каверны и раковины на поверхностях, что свидетельствует о нарушениях технологической дисциплины при бетонировании. Наблюдаются повреждения сопряжений капителей и плит перекрытий из-за дефектов бетонирования. Подкладки фрагментов крупного щебня

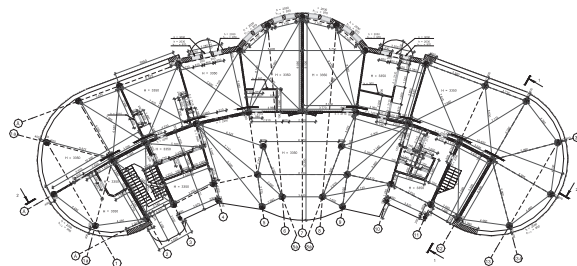


Рис. 1. План 1-го этажа незавершенного строительством здания



Рис. 2. Фрагмент фасада в осях А-В незавершенного строительством здания



Рис. 3. Вид колонн 3-го этажа незавершенного строительством здания

значительно ухудшили совместную работу элементов каркаса. Коррозия арматурных стержней отдельных колонн достигает 5 %. Вскрытие колонны первого этажа выявило стыковку арматурных стержней диаметром 28 и 25 мм при помощи коротышей и ручной дуговой сварки, что не допускается действующими нормами. В целях определения технической возможности подобной стыковки рабочих стержней колонн необходимо выполнить пространственный расчет несущей системы здания. Техническое состояние колонн диагностируется как ограниченно-работоспособное.

Перекрытия цокольного, первого и второго этажей выполнены монолитными железобетонными. Высота сечения перекрытия составляет от 194 до 200 мм. Прочность бетона, определенная неразрушающими методами, подтверждена контрольным испытанием методом отрыва со сколом. Выявлено соответствие прочности бетона верхней зоны плиты перекрытия цокольного и первого этажей классу по прочности на сжатие В15, второго этажа – В20. Прочность бетона нижней зоны перекрытия (в месте локального дефекта трещинообразованием и замачиванием) соответствует классу по прочности на сжатие В12.5-В15. Бетон «запесочен», что особенно явно наблюдается в нижней зоне монолитного перекрытия. Магнитоиндукционным методом и контрольными вскрытиями в зоне повреждения трещинами установлен диаметр рабочей арматуры Ø14 А400С, шаг 200 мм. Фактическое плечо внутренней пары сил (расстояние между центрами рабочей арматуры нижней и верхней арматурных сеток перекрытия) составляет 120 мм. Основным дефектом плит перекрытия является трещинообразование с шириной раскрытия трещин силового характера более допускаемой. Наблюдаются следы замачивания перекрытия атмосферными водами. Гигроскопичность железобетонного перекрытия, судя по значительным следам затекания атмосферных вод, в том числе через трещины, явно недостаточна. Кроме того, это свидетельствует о начале процессов сквозного нарушения целостности бетонного тела. Внешние ребра перекрытий повреждены вертикальными и горизонтальными трещинами, особенно явно это прослеживается в стене по оси В. Целесообразно в этих зонах заменить простенки из газобетона на монолитные железобетонные с устройством соединений с арматурными изделиями перекрытий. Техническое состояние перекрытий – ограниченно-работоспособное.

Стены здания выполнены кладкой из блоков автоклавного газобетона. Ширина сечения наружных стен составляет 400 мм. Продольные

наружные стены конструктивно устроены как ненесущее заполнение каркасной системы. На момент обследования следует констатировать отсутствие существенных физических повреждений этих стен. Однако визуально определяется отсутствие креплений к железобетонным конструкциям при помощи инвентарных цапф. Техническое состояние наружных стен – ограниченно-работоспособное.

Железобетонные диафрагмы выполнены из монолитного железобетона. Толщина диафрагм 200 мм, армирование выполнено двумя сетками из стержней Ø12 А400С, что в целом соответствует проектной документации. Прочность бетона диафрагм цокольного этажа соответствует классу по прочности на сжатие В20, первого этажа – В15, второго этажа – В20, третьего этажа – В20. Основным дефектом железобетонных диафрагм следует признать снижение проектной прочности бетона. Для оценки влияния этого дефекта на общую сейсмостойкость здания следует выполнить пространственный расчет несущей системы с учетом фактической прочности бетона конструкций, определенных обследованием. Техническое состояние диафрагм – ограниченно-работоспособное за исключением стены второго этажа по оси 3, находящейся в недопустимом состоянии (рис. 4).

Перегородки выполнены из кирпичной кладки толщиной 120 мм. Прочность кирпича соответствует марке по прочности на сжатие М75. Прочность цементно-песчаного раствора М50. Армирование перегородок установлено локально. Наблюдаются простенки, где армирование не обнаружено. Отсутствует закрепление перегородок к несущим железобетонным конструкциям цокольного этажа при помощи инвентарных цапф. Дверные проемы не обрамлены парными обоями из прокатной стали. Глубина опирания перемычек ряда дверных проемов менее допускаемых величин. Техническое состояние перегородок – ограниченно-работоспособное.

Внутренние лестницы в здании выполнены из монолитного железобетона. Ширина лестниц 1200 мм. Армирование лестниц, определенное магнитно-индукционным методом и подтвержденное визуальным контролем в зонах обнажения стержней, выявило соответствие проектной документации. Прочность бетона лестниц соответствует классу по прочности на сжатие В15. Основными дефектами лестниц следует признать дефекты бетонирования, определяемые некачественным вибрированием бетонной смеси: наличие каверн и пор на поверхности бетона; коррозия арматурных стержней в отдельных зонах достигает 7 %. Прочность бетона ниже заявленной в проек-

ной документации. Дефекты бетона в зонах сопряжений площадок и маршей в совокупности с коррозионными повреждениями арматурных стержней делают необходимым усиление лестничных конструкций устройством дополнительных косоуров из прокатной стали. Техническое состояние лестниц – ограниченно-работоспособное.

Для принятия взвешенного технического решения о способах усиления в целях дальнейшей достройки здания выполнен пространственный расчет несущей системы. В расчет введены фактические прочностные характеристики бетона и геометрические параметры конструкций здания, определенные в процессе проведения обследовательских работ. Исходные данные для расчета определены обследованием. Расчетами учтены железобетонная плита перекрытия третьего (мансардного) этажа (отсутствующая в период выполнения обследования) и легкая скатная крыша (также отсутствующая).

Расчет выполнен программным комплексом «ЛИРА-САПР 2014» (рис. 5). В основу расчета положен метод конечных элементов в перемещениях.

В результате расчета выявлены имеющиеся в несущей системе запасы армирования колонн круглого сечения. Усилению подлежат только колонны, имеющие прочность бетона менее класса В15.

Мозаики горизонтальных и вертикальных перемещений представлены на рис. 6–8.

Если в процессе достройки здания трещины в перекрытиях продолжают раскрываться, необходимо будет выполнить усиление подведением балок из стального проката. При этом следует особо подчеркнуть важность установки маяков и проведение ежедневных наблюдений за состоянием трещин после их залечивания.



Рис. 4. Вид коррозионного разрушения бетона стены второго этажа по оси 3 продуктами коррозии арматурных стержней незавершенного строительства здания

В обследуемом объекте равномерное распределение жесткостей по высоте здания разбалансировано возведением колонн первого этажа с меньшей прочностью бетона. Не соблюдается требование п.4.1 СП 14.13330.

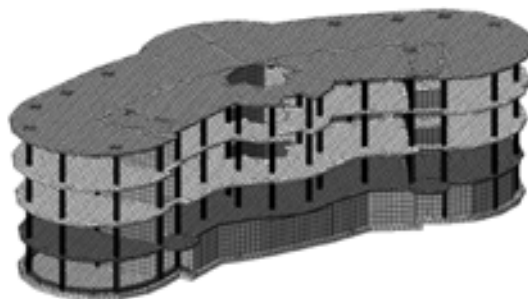


Рис. 5. Пространственная модель здания для расчета на статические и динамические нагрузки

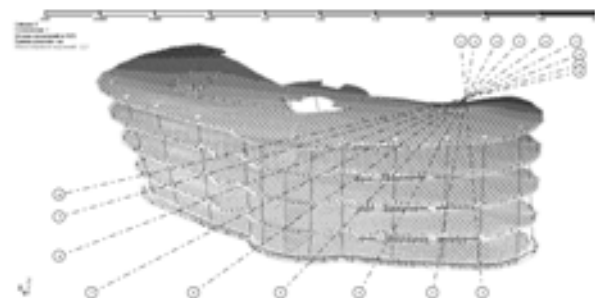


Рис. 6. Мозаика горизонтальных перемещений и перекосы этажей от сейсмических нагрузок по оси X

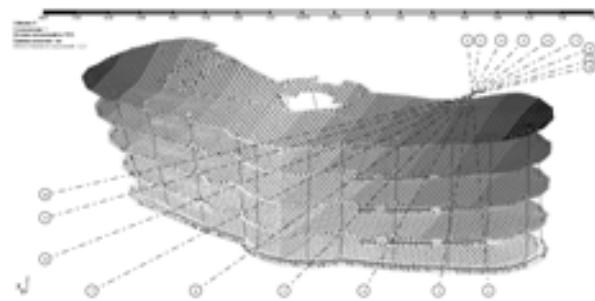


Рис. 7. Мозаика горизонтальных перемещений и перекосы этажей от сейсмических нагрузок по оси Y

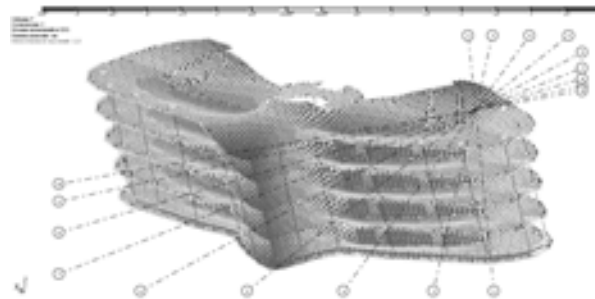


Рис. 8. Мозаика вертикальных перемещений и перекосы этажей от сейсмических нагрузок по оси Z

В соответствии с требованиями норм строительства в сейсмических районах (СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах) необходимо обеспечить пространственную жёсткость здания [1–5]. Для этого следует демонтировать фрагмент нависающего бетона перекрытия второго этажа в зоне оси 8/А. Откачать воду, затопившую помещение цокольного этажа в осях 11-12/А-Б. Установить режим наблюдения за приходом грунтовых вод в помещения цокольного этажа. Оценить дебет. Выполнить инженерно-геологическое бурение для оценки современного состояния уровня грунтовых вод и степени их фильтрации и оценить устойчивость склона с учетом реально существующего уровня грунтовых вод и их фильтрации. На основании полученных результатов уточнить технические решения по защите оснований здания от поверхностных и грунтовых вод. Принять взвешенное решение о способе удаления этих вод с прилегающей к зданию территории, а также удалить многолетние насаждения на расстоянии не менее 5 м от стен здания.

Трещины стволов колонн и перекрытий залечить при помощи состава «Кальмафлекс» или его аналогов. Необходимо организовать наблюдение за динамикой развития трещин в перекрытиях и колоннах при помощи марок или фотограмметрии. Зоны сопряжения капителей колонн и перекрытий, поврежденные дефектами бетонирования, освободить от легко отслаивающихся фрагментов бетона. Арматурные изделия обработать преобразователями ржавчины, тщательно промыть водой и вновь забетонировать мелкозернистыми полимербетонами или специальными ремонтными составами с прочностью на сжатие, соответствующей классу не менее В25. Усилить колонны цокольного, первого, второго и третьего этажей, в том числе в осях В/4; Б/3; А/5; А/4 постановкой металлических обойм из полосовой стали толщиной 8 мм и кольцевых бандажей из полосовой стали толщиной 5 мм с шагом 500 мм по высоте колонны. Кольцевой бандаж выполнить с предварительным напряжением до 200 кгс в каждом элементе. Усиленные колонны цокольного, первого, второго и третьего этажей оштукатурить цементно-песчаным раствором по металлической сетке.

В зонах трещин внешних ребер перекрытий заменить нижерасположенные простенки из блоков автоклавного газобетона на монолитные железобетонные. Предусмотреть связи арматурных изделий новых монолитных железобетонных простенков и существующих элементов перекрытий. Довести теплопроводность новых железобетонных простенков до

уровня теплопроводности блоков автоклавного газобетона толщиной 400 мм при помощи устройства дополнительной наружной и внутренней теплоизоляции.

Перекрытие первого этажа в осях 12-7/Б-В, 7-2/Б-В, 12-Б и Б-2 усилить подведением снизу балок из стального проката по соответствующим осям. Крепление балок предусмотреть в штрабы гнездового типа в диафрагмах и к стальным обоймам усиления колонн.

Стену второго этажа по оси 3, поврежденную трещинами, отремонтировать следующим образом. Удалить отслаивающиеся фрагменты бетона, расчистить арматурные стержни от коррозии и выполнить повторное бетонирование. При значительном повреждении стержней заменить их на новые при помощи вклеиваемых анкеров в неповрежденное тело бетона стены.

Плиты перекрытия у круглого проема в осях 5/А-8/А усилить подведением балок из стального проката снизу. Оконтурить ребра стальным прокатом, связать сваркой с существующими выпусками арматурных стержней.

Лестничные марши усилить подведением косоуров (компенсирующих дефекты бетонирования и коррозионные повреждения) из стального проката снизу. Связать их при помощи коротышей-накладок ручной дуговой сваркой с арматурными изделиями усиливаемых лестничных маршей и площадок.

Дверные проемы в перегородках из кирпичной кладки и блоков автоклавного газобетона обрамить двойными обоймами из прокатной стали.

Все наружные стены из блоков автоклавного газобетона закрепить к железобетонным перекрытиям и стойкам при помощи инвентарных цапф.

Все перегородки закрепить к железобетонным перекрытиям, сопрягаемым колоннам и стойкам при помощи инвентарных цапф. Перегородки армировать стальными вертикальными сетками с двух сторон. Связать стержни сеток со стальными обоймами обрамления дверных проемов. Оштукатурить цементно-песчаным раствором.

При принятии решения о бетонировании плиты перекрытия третьего этажа очистить выпуски арматурных стержней от отслаивающихся фрагментов стальными щетками. Обработать выпуски антикоррозионными составами. Тщательно промыть водой.

Диаграммы расчетных и допускаемых перемещений элементов каркаса, поврежденного дефектами, представлены на рис. 9–11. Сравнительный анализ областей деформаций позволяет наглядно и с большей достоверностью



протекающим в гальваническом элементе. Вода (водяные пары) выполняет функции электролита между двумя материалами, из которых один корродирует, а другой остаётся без изменения. При этом электролит разлагается на водород и кислород. Кислород участвует в процессе коррозии стали, а водород, реагируя с кислородом, вновь переходит в воду. Часть свободного водорода проникает в корродирующую стальную арматуру и создаёт в ней водородную хрупкость, которая по своему влиянию на прочность стали выходит далеко за рамки действия обычной коррозии. Увеличение содержания водорода вызывает образование трещин и даже разрушение стали.

В заключение следует подчеркнуть, что начавшуюся коррозию стали остановить невозможно, если не удалить полностью с поверхности стальных элементов продукты коррозии, защитив их затем антикоррозийными составами. В существующем здании выполнить это нереально. Поэтому для конструкций, состояние которых сегодня на первый взгляд не должно вызывать опасений, с течением ряда лет может ухудшиться. Восстановление защитных покрытий начавшей ржаветь стали может замедлить процесс коррозии, но не остановить его.

**Выводы.** 1. Воздействие агрессивной окружающей среды приводит к преждевременной коррозии металлических закладных деталей и арматурных изделий и разрушению несущих конструкций. Незавершенные строительством здания, расположенные на прибрежной территории, нуждаются в прогнозной оценке их технического состояния, которая выявляет не только реальное состояние конструкций, но и степень необходимого инженерного вмешательства в несущую систему.

2. Основными причинами появления дефектов несущих конструкций являются: заниженная прочность бетона (по сравнению с заявленной в проектной документации), многолетнее замачивание атмосферными водами и процессы коррозионных повреждений конструкций и их соединений.

3. Прогнозную оценку остаточной сейсмостойкости в процентном соотношении рекомендуется выполнять путем анализа соотношений, допускаемых нормами, и расчетных деформаций несущей системы с дефектами, при потенциальном сейсмическом воздействии. Целесообразно дифференцировать деформации несущей системы в трех плоскостях.

4. Необходима корректировка существующих рекомендаций, позволяющих взвешенно принимать технические решения конструктивного повышения сейсмостойкости объектов

недвижимости с учетом пространственной работы элементов несущей системы в неупругой стадии деформирования.

5. Следует учитывать не только приведенные затраты на выполнение проектных и строительных работ, но и прогнозируемые затраты обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации усиленного объекта.

5. Целесообразна формализация принятия сложных, системных решений о демонтаже или усилении поврежденных дефектами объектов недвижимости. Этим будет обеспечиваться нивелировка влияния как волюнтаристских, так и эмоциональных воздействий.

6. Прогнозное изменение сейсмостойкости несущих систем следует оценивать факторами продолжительности исчерпания остаточного ресурса конструкций не только по первой, но и по второй группе предельных состояний с учетом пространственной работы элементов несущей системы в неупругой стадии деформирования.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Патент Украины 71144, МПК Е 04 G 23/00. Способ усиления простенков стен зданий / Алексеенко В.Н., Жиленко О.Б.; заявитель и патентовладелец НАПКС. – № u201113119; заявл. 07.11.2011 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 13.
2. Патент Украины 62243, МПК Е 04 С 2/00. Способ повышения сейсмостойкости зданий / Алексеенко В.Н., Жиленко О.Б.; заявитель и патентовладелец НАПКС. – № u201014808; заявл. 10.12.2010 ; опубл. 25.08.2011, Бюл. № 16.
3. Патент № 164221 Рос. Федерация: МПК E04G23/00 (2006.01) Узел соединения элементов крупноблочной кладки / Алексеенко В.Н., Чепурная Е.А.; патентообладатель: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»; заявл. № 2016108212/ 03 от 09.03.2016, опубл. 4.08.2016 г.
4. Алексеенко В.Н., Жиленко О.Б., Ал Али М. Несущая способность вклеиваемых анкеров в кладке стен из природного известняка // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 5(81). С. 52–63.
5. Алексеенко В.Н., Чепурная Е.А. Особенности капитального ремонта и реконструкции объектов образования Республики Крым // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2016. Т.2. № 2. С.17–20.

## REFERENCES

1. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B., e.a. *Sposob usileniya prostenkov sten zdaniy* [The way to strengthen the walls of the buildings]. Patent UA, no. 71144, МПК Е 04 G 23/00, 2012.

2. Alekseenko V.N., Zhilenko O.B., e.a. *Sposob povysheniya seysmostoykosti zdaniy* [The way to increase the earthquake resistance of buildings]. Patent UA, no. u201014808, 2011.

3. Alekseenko V.N., Chepurnaya E.A., e.a. *Uzel soyedineniya elementov krupnoblochnoy kladki* [Large block masonry joint]. Patent RF, no. 164221, 2016.

4. Alekseenko, V.N., Zhilenko, O.B., Al Ali, M. Bearing capacity of pasted anchors in the masonry walls of natural limestone. *Magazine of Civil Engineering*, 2018, no. 81(5). Available at: <https://engstroy.spbstu.ru/article/2018.82.6/> (Accessed 06.09.2019).

5. Alekseenko V.N., Chepurnaya E.A. Features of overhaul and reconstruction of educational facilities of the Republic of Crimea. *Vestnik nauki i obrazovaniya Severo-Zapada Rossii* [Bulletin of Science and Education of the North-West of Russia]. 2016, T.2. no. 2, pp.17–20. (in Russian)

Об авторах:

**АЛЕКСЕЕНКО Василий Николаевич**  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
геотехники и конструктивных элементов зданий  
Крымский федеральный университет  
им. В.И. Вернадского  
Академия строительства и архитектуры  
295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь,  
ул. Киевская, 181  
E-mail: AVN108@mail.ru

**ALEKSEENKO Vassily N.**  
PhD in Engineering Science, Associate Professor  
of the Geotechnics and Building Elements Chair  
Crimean Federal University  
Academy of Construction and Architecture  
295493, Russia, Republic of Crimea, Kievskaya str., 181  
E-mail: AVN108@mail.ru

**ЖИЛЕНКО Оксана Борисовна**  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
геотехники и конструктивных элементов зданий  
Крымский федеральный университет  
им. В.И. Вернадского  
Академия строительства и архитектуры  
295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь,  
ул. Киевская, 181  
E-mail: o.b.zhilenko@mail.ru

**ZHILENKO Oksana B.**  
PhD in Engineering Science, Associate Professor  
of the Geotechnics and Building Elements Chair  
Crimean Federal University  
Academy of Construction and Architecture  
295493, Russia, Republic of Crimea, Kievskaya str., 181  
E-mail: o.b.zhilenko@mail.ru

Для цитирования: *Алексеенко В.Н., Жиленко О.Б.* Прогнозная оценка сейсмостойкости незавершенных строительством объектов недвижимости // Градостроительство и архитектура. 2019. Т.9, № 3. С. 4–11. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.1.

For citation: *Alekseenko V.N., Zhilenko O.B.* Forecasting Seismic Resistance of Real Estate Unfinished Construction // Urban construction and Architecture. 2019. V.9, 3. Pp. 4–11. DOI: 10.17673/Vestnik.2019.03.1.