

DOI: 10.34031/article\_5ce292c50f67f9.02927539

<sup>1,\*</sup>Давиденко П.В., <sup>1</sup>Кладиев Н.Н., <sup>1</sup>Наумов А.Е., <sup>1</sup>Жариков И.С., <sup>2</sup>Ерижкокова Е.С.<sup>1</sup>Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, 46

<sup>2</sup>Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

\*E-mail: davidenkopolly@mail.ru

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОБЪЕКТОВ НЕЗАВЕРШЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ СТРОИТЕЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРТИЗ

**Аннотация.** При производстве строительно-технических экспертиз целесообразности завершения объектов незавершенного строительства решаются задачи исследования текущего и оценки прогнозируемого напряженно-деформированного состояния строительных конструкций. Существенное влияние на прогностические оценки оказывает факт того, что незавершенный полностью объект находится в существенно различных стадиях завершенности его отдельных фрагментов. В работе представлен авторский опыт конечноэлементного моделирования работы конструкций незавершенного железобетонного каркасного здания с учетом его фактической поэлементной завершенности и практическая методика оценки на этой основе прогнозных значений деформаций конструкций, предполагающихся при планируемом завершении строительства. Методика позволяет наглядно представить резервы несущей способности отдельных конструкций по деформациям, акцентируя внимание исследователя на наиболее конструктивно опасных из них, что способствует принятию рациональных технических решений по возобновлению строительства и необходимому усилению конструкций. Предложенный авторами алгоритм прогнозирования напряженно-деформированного состояния конструкций здания на стадии эксплуатации базируется на сравнительной оценке инструментально определенных фактических и расчетных деформаций конструкций в актуальном на момент производства экспертизы и проектном состоянии, полученных общепринятыми методами структурного анализа, что содержит существенный прикладной потенциал и определяет широкий спектр применения методических положений работы в практике строительных экспертиз.

**Ключевые слова:** жилищное строительство, объект незавершенного строительства, строительно-техническая экспертиза, обследование зданий, техническое состояние конструкций, методика прогнозирования деформаций.

Непрекращающиеся случаи массового обмана дольщиков недобросовестными застройщиками стали поводом ужесточения законодательства в сфере долевого строительства в Российской Федерации. С июля 2018 года в РФ вступили в силу поправки в ФЗ № 214 об участии в долевом строительстве, обязывающие застройщика совершать сделки с дольщиками только в сопровождении уполномоченного банка, который на протяжении всего строительства будет контролировать расходы по счету. С июля 2019 года планируется ввести в обязательном порядке эскроу-счета для застройщика, работающего по долевой схеме строительства, при этом деньги покупателей жилых площадей будут храниться на счету уполномоченного банка и станут доступны застройщику только после ввода дома в эксплуатацию. Это позволит застраховать покупателей от неприятных инцидентов с их деньгами, а застройщику гарантировать выкуп, построенных им площадей. Таким образом, после введения данных изменений в законодательство в России

будут отменены все действующие на данный момент схемы с привлечением денег населения для строительства жилья.

Однако, эти нововведения можно назвать «работой на опережение», то есть для предупреждения дальнейших обманов дольщиков, в то время как на сегодня, по состоянию на июль 2018 года, в реестре министерства строительства и ЖКХ РФ по договорам долевого участия в строительстве числится свыше 800 объектов незавершенного строительства. По информации департамента строительства и транспорта Белгородской области, в нашем регионе в последние годы зафиксировано около 4 масштабных случаев, связанных с обманами дольщиков, в результате чего в области «появилось» несколько «замороженных» строек – крупных недостроенных и частично заброшенных объектов незавершенного строительства. Дальнейшие действия с «замороженными» стройками могут развиваться по двум основным сценариям — достройка либо ликвидация объекта незавершенного строительства [1]. Для обоснованного принятия решения о судьбе

таких объектов необходимо получение экспертного заключения строительно-технической экспертизы. Возобновление строительно-монтажных работ на таких объектах, достройка и завершение их строительством под руководством уже другого заказчика, и как результат – восстановление прав пострадавших дольщиков, возможно только по результатам экспертной оценки технического состояния конструкций и здания в целом в ходе проведения строительно-технической экспертизы (СТЭ) [2, 6, 8].

Основной целью визуального и инструментального обследования строительных конструкций объекта незавершенного строительства в составе строительно-технической экспертизы объектов незавершенного является определение фактических дефектов и деформаций конструкции, поскольку именно эти обстоятельства оказывают первоочередное влияние на достоверность результатов СТЭ. Недостаточно эффективная консервация или отсутствие консервации вообще – вот основные причины дефектов и деформаций строительных конструкций объекта незавершенного строительства. Зачастую обанкротившийся застройщик оставляет объект, даже не демонтировав строительную технику (монтажные краны, грузоподъемники и прочие строительные машины и механизмы), то есть практически бежит со строительной площадки, в связи с чем говорить при этом о какой-либо консервации объекта не приходится вовсе. Еще одним серьезным препятствием проведению СТЭ может явиться частичное или полное отсутствие проектно-сметной документации на объект, случае чего трудоемкость СТЭ возрастает многократно. Характерной чертой большинства незавершенных строительных объектов является поэтажная неоднородность завершенности. Так, на первых этажах жилье уже готово под самоотделку — выпол-

нены внутренние планировочные, окончены черновые отделочные работы, завершено наружное фасадное ограждение, тогда как на последних этажах вполне может быть собранная и частично обетонированная опалубка. Объем инструментальных измерений и количество учитываемых экспертизой факторов действительного состояния конструкций в этом случае весьма велики [2, 10, 11].

Принимая во внимания все вышесказанные обстоятельства, экспертом проводится отдельный дифференцированный анализ напряженно-деформированного состояния (НДС) и деформаций строительных конструкций, проводимый в составе СТЭ незавершенных строительством объектов с учетом фактической поэтажной ситуации и актуальных физико-механических свойств материалов [3, 6, 8, 12]. Целью такого анализа является прогнозная оценка развития НДС и деформаций конструкций в предположении возможного проектного завершения объекта строительством и необходимости его безопасной эксплуатации. В этой связи исследования и практика применения методик построения обоснованных оценок предполагаемого (прогнозного) технического состояния конструкций по наблюдаемому текущему имеют существенный исследовательский потенциал.

Методические положения и опыт применения авторской методики построения обоснованных оценок предполагаемого (прогнозного) технического состояния конструкций по наблюдаемому текущему рассмотрим на примере исследования напряженно-деформированного состояния основных несущих конструкций незавершенного строительством многоэтажного жилого дома, расположенного в Белгородской области, подлежащего СТЭ с целью определения возможности завершения объекта строительством (рис. 1–2).



Рис. 1. Внешний вид незавершенного строительством многоэтажного жилого дома

Теоретические параметры текущего напряженно-деформированного состояния конструкций обследованного каркаса на основании полевых данных о прочности и деформативности бетона, фактическом армировании и нагрузках на

конструкции, определялись статическим поперечным расчетом каркаса в конечноэлементном программном комплексе [4, 15].

В соответствии с результатами визуального осмотра и инструментальных измерений пространственного положения и габаритных размеров конструкций [9] экспертами была установлена следующая степень соответствия фактически выполненных конструкций с предусмотренными проектом:

– плиты перекрытия: осевые размеры соответствуют Проекту, фактическая высота перекрытия составляет 200–220 мм, что меньше предусмотренного проектом;

– колонны, стены: осевые размеры и фактические габариты поперечных сечений конструкций соответствуют проекту;

– контурные железобетонные монолитные балки перекрытий, предусмотренные проектом по периметру плит перекрытий, начиная с отм. +12,220 отсутствуют.

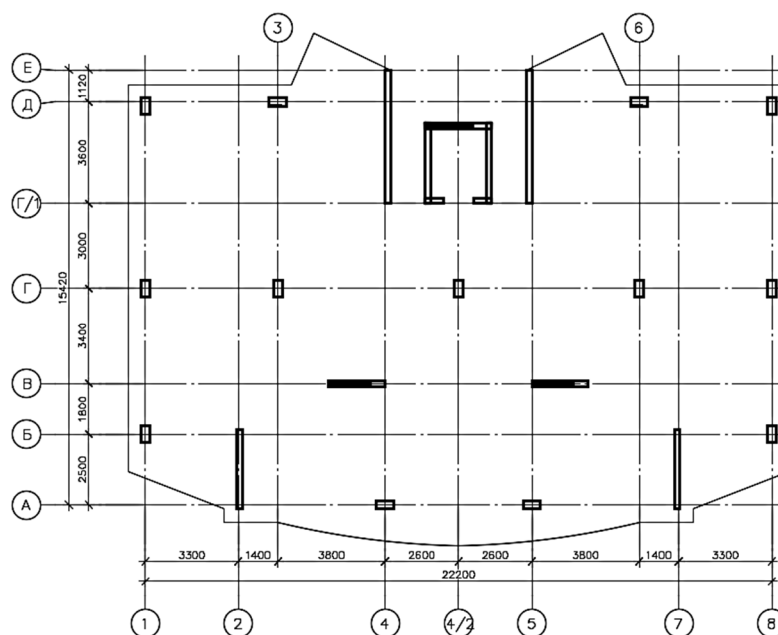


Рис. 2. План типового этажа многоэтажного жилого дома

Принятые прочностные свойства бетона конструкций определены в соответствии с результатами испытания железобетонных кернов, извлеченных из обследованного перекрытия по ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам» и выборочным исследованием конструкций магнитно-индукционным методом по ГОСТ 22904-93 измерителем глубины залегания арматуры. Установлено, что фактическая кубиковая прочность бетона соответствует классу В25, расчетные параметры армирования, в целом, за исключением основного армирования нижней зоны перекрытий, соответствует проекту.

Нормативные и расчетные значения нагрузок, действующих на межэтажное перекрытие на момент проведения обследования и принимаемые в расчет, следующие: собственный вес перекрытия и вертикальных конструкций каркаса; нагрузка от наружного стенового ограждения в проектном составе по периметру перекрытия; нагрузка от перегородок, принимаемая как равномерно распределенная по перекрытию; нагрузка от покрытия пола; полезная нагрузка, равномерно распределенная по перекрытию, для

квартир жилых зданий; ветровая нагрузка на диски перекрытия, передающаяся от наружных стен [5].

Завершенность строительства и полнота воздействия предусмотренной проектом нагрузки на перекрытия этажей здания приняты на основании визуального осмотра и представлены в табл. 1.

Поверочным расчетом установлены расчетные прогибы плит перекрытия:

– при полной нормативной нагрузке, соответствующей стадии эксплуатации здания;

– при нормативной нагрузке от собственного веса, наружных стен, внутренних перегородок и ветровой нагрузке, соответствующей текущей завершенности строительством 1-5-го этажей здания;

– при нормативной нагрузке от собственного веса конструкций каркаса и внутренних перегородок, соответствующей текущей завершенности строительством 6-9-го этажей здания;

– при нормативной нагрузке от собственного веса конструкций каркаса, соответствующей текущей завершенности строительством технического этажа здания.

## Завершенность строительством

Этаж	Завершенность строительством		
	ж/б каркас	наружные стены	внутренние перегородки
1	есть	есть	есть
2	есть	есть	есть
3	есть	есть	есть
4	есть	есть	есть
5	есть	есть	есть
6	есть	нет	есть
7	есть	нет	есть
8	есть	нет	есть
9	есть	нет	есть
10	есть	нет	нет

Предельно допустимые прогибы плит перекрытия составляют  $1/200$  расчетного пролета плиты (п. 2 табл. Е.1 СП 20.13330.2016), определяемого для плит небалочной расчетной схемы как расстояние между опорами в свету. Предельные прогибы перекрытий исходя из физиологических требований, определяемые согласно п. Е.2.2 СП 20.13330.2016 составляют величину, во всех случаях большую  $1/200$  пролета. Таким образом, предельно допустимым прогибом плит перекрытия от полной нормативной нагрузки, соответствующей стадии эксплуатации здания, считается  $1/200$  соответствующего пролета в свету.

Установленные расчетом прогибы плит перекрытия, соответствующие нормативным нагрузкам, действующим на текущей стадии завершенности объекта строительством, экспертом сравнивались с:

– текущими фактическими прогибами – прогибами перекрытия, полученными инструментальными измерениями на объекте исследования в текущей стадии завершения строительством;

– расчетными прогибами на стадии эксплуатации – прогибами перекрытия, полученными расчетом на нормативные значения полных нагрузок, действующих согласно Проекту, соответствующих стадии эксплуатации завершенного строительством здания;

– прогнозными прогибами на стадии эксплуатации — предположительными прогибами перекрытий при возможном завершении объекта строительством, учитывающими текущий прогиб, текущую стадию завершения этажа строительством и прогнозный коэффициент увеличения прогибов  $k$ , определенный как отношение расчетного прогиба в указанных осях на стадии эксплуатации к расчетному прогибу в текущей стадии завершения строительством;

– допустимыми прогибами на стадии эксплуатации (максимальными) –  $1/200$  пролета перекрытия в свету в указанных осях.

Максимальные расчетные прогибы в плитах перекрытия на стадии эксплуатации при завершении объекта строительством в текущих конструктивных решениях составили: перекрытие 1-го этажа – до 15 мм; 2-го – до 19 мм; 3-го – до 21 мм; 4-го – до 24 мм; 5-го – до 29 мм; 6-го – до 31 мм, 7-го – до 33 мм; 8-9-го – до 34 мм (табл. 2).

Прогнозные прогибы в плитах перекрытия на стадии эксплуатации по осям отдельным Г/1, А, 1, 2, 7, 8, 4, 5 при завершении объекта строительством в текущих конструктивных решениях, с учетом фактического состояния конструкций, составили до 37 мм, при прогнозном коэффициенте увеличения прогибов  $k$  до 2,0 раз.

Фрагмент ведомости предельно допустимых прогибов на стадии эксплуатации, соответствующие пролетам перекрытия в свету в отдельных осях, демонстрирующий методику документирования информации, приведен в табл. 2.

Распределение коэффициента  $k$  (рис. 3) по обследованным конструкциям достаточно убедительно демонстрирует масштабный фактор деформаций конструкций для текущей для сложившейся поэтажной завершенности и предполагаемой нагрузки по завершении объекта строительством. Большая часть конструкций (более 80 %) находится в условиях существенного недогруза предельной расчетной нагрузкой (60–80 %), в связи с чем выявление на данной стадии завершенности деформаций, близких, а тем более превышающих предельно допустимые в соответствии с прил. Е СП 20.13330.2017, однозначно свидетельствует о невозможности нормальной эксплуатации такой конструкции по завершению объекта строительством и требует безусловной разработки мероприятий по ее усилению.

Исходя из результатов поверочного расчета плит перекрытий и анализа сводной таблицы 2 было установлено наличие отдельных фрагментов перекрытий, в которых прогнозные значения прогибов превышают предельно допустимые,

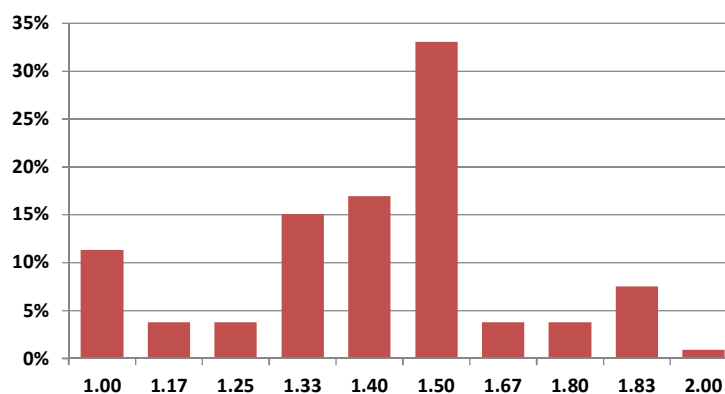
что говорит о том, что требуемая трещиностойкость плит перекрытия после завершения строительства на стадии эксплуатации здания не может быть обеспечена. Фактически установленные прогибы плит перекрытия в текущей стадии завершенности строительством исследуемого каркаса в отдельных случаях превышают расчетные на соответствующей стадии, но во всех случаях меньше допустимых прогибов для стадии эксплуатации плит при полной проектной нагрузке [3]. В текущей стадии завершенности строительством плиты перекрытия обследованного здания имеют достаточную по отношению к минимально допустимой жесткость. Прогнозные значения возможного прогиба плит на стадии эксплуатации при завершении объекта строительством согласно проекту, определенные по результатам сравнения расчетных и фактических прогибов на текущей стадии завершенности, для отдельных фрагментов плит превышают предельно допустимые. По завершению строительством плиты перекрытия обследованного здания

без усиления не будут иметь достаточную по отношению к минимально допустимой жесткость. Фактическое армирование плит перекрытия при установленном обследовании классе бетона не соответствует расчетному армированию из условий допустимой ширины раскрытия трещин [5]. По завершению строительством плиты перекрытия обследованного здания без усиления не будут иметь достаточную по отношению к минимально допустимой трещиностойкость (сопротивлению образованию и раскрытию трещин). Плиты перекрытия обследованного здания на отм. свыше +12,220 не могут эксплуатироваться по назначению после завершения объекта строительством согласно проекту без дополнительного усиления. На основании представленных результатов исследования было рекомендовано выполнить усилению плит перекрытия, необходимое для завершения объекта строительством и сдачи в эксплуатацию, стальными контурными балками, располагаемыми по осям предусмотренных проектом, но отсутствующих выше отм. +12,220 фактически монолитных железобетонных.

Таблица 2

#### Установленные инструментальными измерениями максимальные фактические прогибы перекрытий отдельной секции

Этаж	Текущий фактический прогиб, мм	Расчетный прогиб в текущей стадии завершенности этажа строительством, мм	Расчетный прогиб на стадии эксплуатации, мм	Прогнозный прогиб на стадии эксплуатации, мм	Допустимый прогиб на стадии эксплуатации (максимальный), мм
2	6	3	4	8 (k=1.33)	23
	19	4	6	29 (k=1.50)	29
	...				
3	4	3	4	5 (k=1.33)	23
	3	5	7	4 (k=1.40)	29
	...				
4	4	4	5	5 (k=1.25)	23
	9	6	8	12 (k=1.33)	29
	...				
7	0	5	9	0 (k=1.80)	23
	5	6	9	8 (k=1.50)	29
	...				

Рис. 3. Частота распределения коэффициента  $k$  по обследованным конструкциям

Представленная авторская методика прогнозирования деформаций конструкций обследуемого в составе СТЭ объекта незавершенного строительства позволила на основании проведенных полевых исследований материала и фактической поэтажной завершенности здания не только получить быструю и показательную оценку возможности завершения объекта строительством, но и сфокусировать внимание участников строительного проекта на наиболее проблемных конструкциях, нуждающихся в приоритетном техническом мониторинге в процессе завершения строительством и эксплуатации объекта [4, 10, 14]. Методика позволяет объединить традиционные подходы к структурному анализу объектов строительной экспертизы на этапе проектирования и методы полевой диагностики фактического состояния конструкций, с целью определения наиболее вероятного технического состояния конструкций при реализации жизненного цикла здания, достоверно оценить экономическую целесообразность завершения работ на объекте, осуществлять экспертную работу при редевелопменте возвращаемой в муниципальный фонд недвижимости любого масштаба плановых инвестиций и степени незавершенности, используя единообразные организационно-технологические подходы к производству строительной экспертизы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белых Т.В., Давиденко П.В., Жариков И.С. Проблемы методологического аппарата проведения судебной строительной экспертизы // В сборнике: Молодежь и XXI век – 2018 материалы VIII Международной молодежной научной конференции: в 5 томах. 2018. С. 249–252.
2. Наумов А.Е., Абакумов Р.Г., Давиденко П.В. Непосредственная и опосредованная методология проведения судебной строительной экспертизы, проблемы и эффективность применения // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 2 (20) С. 60–65.
3. Жариков И.С., Давиденко П.В. Эффективное использование BIM-технологий при проведении строительной экспертизы // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №1. С. 42–49.
4. Жариков И.С., Давиденко П.В., Кладиев Н.Н. К вопросу о BIM-проектировании // В сборнике: 2-я Международная научная конференция перспективных разработок молодых ученых «Наука молодых – будущее России». 2017. С. 126–129.
5. Давиденко П.В. Проблемы и эффективность применения методологии проведения судебной строительной экспертизы // В сборнике: Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова 2017. С. 946–951.
6. Нейман К.И., Абакумов Р.Г., Наумов А.Е. Теоретические и практические аспекты строительного мониторинга при постреконструкционной эксплуатации // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2017. № 4 (22). С. 167–170.
7. Субботин И.А., Субботин В.А., Субботин А.И. Применение современных приборов неразрушающего метода контроля при обследовании строительных конструкций // В сборнике: Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах. Сборник научных статей по материалам 16-ой Международной научно-практической конференции: Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова. 2016. С. 91–95.
8. Рябова А.С. Стандартизация в области обследования и испытания строительных конструкций // В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов института строительства и архитектуры. Министерство образования и науки Российской Федерации, Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет. 2018. С. 1010–1012.
9. Наумов А.Е., Тупикина О.Н. Опыт использования геодезических инструментов при экспертизе строительных конструкций // В сборнике: Современные технологии в строительстве, теплоснабжении и энергообеспечении. Материалы международной научно-практической конференции. ФГБОУ ВО "Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова", кафедра "Строительство и теплогазоснабжение". 2015. С. 158–162.
10. Braila N.V., Khazieva K.L., Staritsyna A.A. Results of technical inspection monitoring of the operation object. Magazine of Civil Engineering. 2017. No. 6. Pp. 70–77.
11. Koyankin A.A., Mitasov V.M. Stress-strain state of precast and cast-in place buildings. Magazine of Civil Engineering. 2017. No. 6. Pp. 175–184.
12. Ribeiro R.R.J., Diogenes, H.J.F., Nobrega, M.V., Debs A.L.H. C. El. A survey of the mechanical properties of concrete for structural purposes prepared on construction sites. Rev. IBRACON Estrut. Mater. [online]. 2016, Vol. 9, No.5. Pp. 722–744.
13. Abdulsamee H. Study the Behavior of Reinforced Concrete Beam Using Finite Element Analysis. Proceedings of the 3rd World Congress on Civil,

Structural, and Environmental Engineering (CSEE'18) Budapest, Hungary – April 8-10, 2018.

14. Sneideris A., Marciukaitis G. Strain-stress analysis of reinforced concrete beams strengthened without unloading by exterior reinforcement. Application of Codes, Design and Regulations. January 2005. Pp. 685–692.

15. Wellison J. Reliability analysis of reinforced concrete beams using finite element models. Proceedings of the XXXVIII Iberian Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering P.O. Faria, R.H. Lopez, L.F.F. Miguel, W.J.S. Gomes, M. Noronha (Editores), ABMEC, Florianópolis, SC, Brazil, November 5-8, 2017.

Поступила в марте 2019 г.

© Давиденко П.В., Кладиев Н.Н., Наумов А.Е., Жариков И.С., Ерижокова Е.С., 2019

Информация об авторах

**Давиденко Полина Викторовна**, магистрант кафедры экспертизы и управления недвижимостью. E-mail: davidenkopolly@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Кладиев Николай Николаевич**, магистрант кафедры теплогазоснабжения и вентиляции. E-mail: bestniko@inbox.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Наумов Андрей Евгеньевич**, заведующий кафедрой экспертизы и управления недвижимостью, кандидат технических наук, доценту E-mail: kafeun@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Жариков Игорь Сергеевич**, старший преподаватель кафедры экспертизы и управления недвижимостью. E-mail: igor\_bgту@mail.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Ерижокова Елена Сергеевна**, студент. E-mail: sockolowa.le@yandex.ru. Наональный исследовательский Московский государственный строительный университет, Россия, 129337, Московская область, г. Москва, Ярославское шоссе, 26.

<sup>1,\*</sup>*Davidenko P.V.,* <sup>1</sup>*Kladiev N.N.,* <sup>1</sup>*Naumov A.E.,* <sup>1</sup>*Zharikov I.S.,* <sup>2</sup>*Erizhokova E.S.*

<sup>1</sup>*Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov  
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46*

<sup>2</sup>*Moscow State University of Civil Engineering (National Research)  
Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe sh. 26*

*\*E-mail: davidenkopolly@mail.ru*

## IMPROVEMENT OF THE METHOD FOR ESTIMATING DEFORMATIONS IN STRUCTURES OF UNFINISHED CONSTRUCTIONS AT THE PROCESS OF TECHNICAL EXPERTISE

**Abstract.** *In the production of structures surveys for unfinished buildings, the tasks of studying the current and estimating the final stress-strain condition after completion are being solved. An incomplete object that is in various stages of completeness of its individual fragments has a significant impact on prognostic estimates. The paper presents the author's experience of finite element modeling of the unfinished reinforced concrete frame with regard to its actual element-by-element completion and a practical method for estimating on this basis the values of structural deformations at the stage of completion. The technique allows figuring out the reserves of the structures' bearing capacity by deformations, focusing the researcher's attention on the most constructively dangerous ones. This contributes to adoption of rational technical decisions on the resumption of construction and the necessary structural reinforcement. The proposed algorithm for estimating the stress-strain condition of unfinished structures at the stage after completing is based on a comparative assessment of actual surveyed and calculated deformations of structures, obtained by generally accepted structural analysis methods, which contains wide range of method's applications in the practice of construction expertise.*

**Keywords:** *civil structures, unfinished structures, technical expertise in constructions, structures surveys, technical condition of structures, methods for estimating of deformation in structures.*

## REFERENCES

1. Belykh T.V., Davidenko P. V., Zharikov I. S. Problems of the methodological apparatus of the judicial construction and technical expertise [*Problemy metodologicheskogo apparata provedeniya sudebnoj stroitel'no-tekhnicheskoy ekspertizy*]. V sbornike: Molodezh' i XXI vek – 2018 materialy VIII Mezhdunarodnoj molodezhnoj nauchnoj konferencii: v 5 tomah. 2018. Pp. 249–252. (rus)
2. Naumov A.E., Abakumov R.G., Davidenko P.V. Direct and indirect methodology of judicial construction and technical expertise, problems and efficiency of application [*Neposredstvennaya i oposredovannaya metodologiya provedeniya sudebnoj stroitel'no-tekhnicheskoy ehkspertizy, problemy i ehffektivnost' primeneniya*]. Innovative economy: prospects of development and improvement. 2017. No. 2 (20). Pp. 60–65. (rus)
3. Zharikov I.S., Davidenko P.V. Effective use of BIM-technologies during construction and technical expertise [*Effektivnoe ispol'zovanie BIM-tehnologij pri provedenii stroitel'no-tehnicheskikh ehkspertiz*]. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2018. No. 1. Pp. 42–49. (rus)
4. Zharikov I.S., Davidenko P.V., Kladiev N.N. On the issue of BIM-design [*K voprosu o BIM-proektirovanii*]. V sbornike: 2-ya Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya perspektivnyh razrabotok molodyh uchenyh «Nauka molodyh – budushchee Rossii». 2017. Pp. 126–129. (rus)
5. Davidenko P.V. Problems and efficiency of application of methodology of judicial construction and technical expertise [*Problemy i ehffektivnost' primeneniya metodologii provedeniya sudebnoj stroitel'no-tekhnicheskoy ehkspertizy*]. V sbornike: Mezhdunarodnaya nauchno-tehnicheskaya konferenciya molodyh uchenyh BGTU im. V.G. SHuhova 2017. Pp. 946–951. (rus)
6. Neyman K.I., Abakumov R.G., Naumov A.E. Theoretical and practical aspects of construction monitoring during it post-reconstruction exploitation [*Teoreticheskie i prakticheskie aspekty stroitel'nogo monitoringa pri postrekonstrukcionnoj ehkspluatacii*]. Innovative economy: prospects of development and improvement. 2017. No. 4 (22). Pp. 167–170. (rus)
7. Subbotin I.A., Subbotin V.A., Subbotin A.I. Application of modern devices of non-destructive methods of control during the inspection of building construction [*Primenenie sovremennyh priborov nerazrushayushchego metoda kontrolya pri obsledovanii stroitel'nyh konstrukcij*]. V sbornike: Komp'yuternye tehnologii v nauke, proizvodstve, social'nyh i ekonomicheskikh processah. Cbornik nauchnyh statej po materialam 16-oj Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: YUzhno-Rossijskij gosudarstvennyj politehnicheskij universitet (NPI) imeni M.I. Platova. Pp. 91–95. (rus)
8. Ryabova A.S. Standardization in the field of inspection and testing of building structures [*Standartizaciya v oblasti obsledovaniya i ispytaniya stroitel'nyh konstrukcij*]. V sbornike: Dni studentcheskoj nauki. Sbornik dokladov nauchno-tehnicheskoy konferencii po itogam nauchno-issledovatel'skih rabot studentov instituta stroitel'stva i arhitektury. Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii, Nacional'nyj issledovatel'skij Moskovskij gosudarstvennyj stroitel'nyj universitet. 2018. Pp. 1010–1012. (rus)
9. Naumov A.E, Tupikina O.N. Experience of using surveying equipment in the expertise of building structures [*Opyt ispol'zovaniya geodezicheskikh instrumentov pri ehkspertize stroitel'nyh konstrukcij*]. V sbornike: Sovremennye tehnologii v stroitel'stve, teplosnabzhenii i energoobespechenii. Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. FGBOU VO "Saratovskij GAU im. N.I. Vavilova", kafedra "Stroitel'stvo i teplogazosnabzhenie". 2015. Pp. 158–162. (rus)
10. Braila N.V., Khazieva K.L., Staritsyna A.A. Results of technical inspection monitoring of the operation object. Magazine of Civil Engineering. 2017. No. 6. Pp. 70–77.
11. Koyankin A.A., Mitasov V.M. Stress-strain state of precast and cast-in place buildings. Magazine of Civil Engineering. 2017. No. 6. Pp. 175–184.
12. Ribeiro R.R.J., Diogenes H.J.F., Nobrega, M.V., Debs A.L.H.C.El. A survey of the mechanical properties of concrete for structural purposes prepared on construction sites. Rev. IBRACON Estrut. Mater. 2016. Vol. 9. No. 5. Pp.722–744.
13. Abdulsamee, H. Study the Behavior of Reinforced Concrete Beam Using Finite Element Analysis. Proceedings of the 3rd World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering (CSEE'18) Budapest, Hungary – April 8-10, 2018.
14. Sneideris A., Marciukaitis G. Strain-stress analysis of reinforced concrete beams strengthened without unloading by exterior reinforcement. Application of Codes, Design and Regulations. January 2005. Pp. 685–692.
15. Wellison J. Reliability analysis of reinforced concrete beams using finite element models. Proceedings of the XXXVIII Iberian Latin-American Congress on Computational Methods in Engineering P.O. Faria, R.H. Lopez, L.F.F. Miguel, W.J.S. Gomes, M. Noronha (Editores), ABMEC, Florianópolis, SC, Brazil, November 5-8, 2017.



*Information about the authors*

**Davidenko, Polina V.** Master student. E-mail: davidenkopolly@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Kladiev, Nikolai N.** Master student. E-mail: bestniko@inbox.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Naumov, Andrey E.** PhD, Assistant professor. E-mail: kafeun@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Zharikov, Igor S.** Senior lecturer. E-mail: igor\_bgtu@mail.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

**Erizhokova, Elena S.** Bachelor student. E-mail: sockolowa.le@yandex.ru. Moscow State University of Civil Engineering (National Research). Russia, 129337, Moscow, Yaroslavskoe highway, 26.

---

*Received in March 2019*

**Для цитирования:**

Давиденко П.В., Кладиев Н.Н., Наумов А.Е., Жариков И.С., Ерижокова Е.С. Совершенствование методики прогнозирования деформаций строительных конструкций объектов незавершенного строительства при проведении строительно-технических экспертиз // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. №5. С. 90–98. DOI: 10.34031/article\_5ce292c50f67f9.02927539

**For citation:**

Davidenko P.V., Kladiev N.N., Naumov A.E., Zharikov I.S., Erizhokova E.S. Improvement of the method for estimating deformations in structures of unfinished constructions at the process of technical expertise. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 5. Pp. 90–98. DOI: 10.34031/article\_5ce292c50f67f9.02927539