

9. Коваленко В.А. Рыба лечит гипертонию / В.А. Коваленко // Рыбное хозяйство Украины. – 2002. - № 6. – С.43.
10. Антипова Л.В. Переработка и производство рыбной продукции: современные проблемы и перспективы их решения Текст. / Л.В. Антипова // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2002. – №5 – 6. – С. 9–11.
11. Gomez-Guillen, M.C. Extraction of gelatin from megrim (*Lepidorhombus boscii*) skins with several organic acids Текст. / M.C. Gomez-Guillen, P.Montero // J.Food Sci. – 2001, – Vol. 66. – №2 – P.213 – 216.
12. Пат. 2096456 RU, МПК6С 12 N 9/48; С 12 N 9/64. Способ получения ферментного препарата, обладающего коллагенолитической активностью/ В.Л. Стадников, С.М. Ерохов. № 96121409/13; Заявлено 10.11.96; Опубл. 20.11.97.
13. Ederzeel L.D., Ritskes T.M. The fat content of fish meals. - Fish news int., 1985. №5 (6). – P.48.
14. Язенкова Д.С., Цибизова М.Е. Комплексный подход к переработке маломерного и неиспользуемого сырья Волго-Каспийского бассейна // Материалы МНК «АСТИНТЕХ-2011» - изд. дом «Астраханский университет» - 2011 – С. 137-138.

Ластовка Анатолий Васильевич

ПРОБЛЕМАТИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

THE PROBLEMS OF DESIGNING IRON-CONCRETE CONSTRUCTIONS

Аннотация. Развитие теории и практики строительной науки позволяет совершенствовать основы проектирования, строительства и эксплуатации бетонных и железобетонных конструкций. Однако есть опасность разрушения конструкций на разных этапах жизненного цикла. Необходимо повышать качество и надежность возводимых зданий и сооружений. Российская федерация стремится к интеграции с Европой. Это касается многих сфер и проектирование железобетонных конструкций не осталось в стороне. В Европе сегодня действует масса стандартов, применение которых позволяет сделать максимально качественные конструкции. При реализации данных стандартов в России возникает ряд проблем, о которых речь пойдет в данной статье. Кроме того, автором предложены варианты их решения.

Annotation. The development of the theory and practice of construction science makes it possible to improve the fundamentals of the design, construction and operation of concrete and reinforced concrete structures. However, there is a danger of destruction of structures at different stages of the life cycle. It is necessary to improve the quality and reliability of erected buildings and structures. The Russian Federation is seeking integration with Europe. This applies to many areas and the design of reinforced concrete structures is not left out. In Europe today there are a lot of standards, the use of which allows you to make the highest quality designs. When implementing these standards in Russia, a number of problems arise, which will be discussed in this article. In addition, the author proposed options for their solution.

Ключевые слова: проектирование, бетон, железобетон, железобетонные конструкции, Еврокоды, стандарты, надежность, интеграция.

Keywords: design, concrete, reinforced concrete, reinforced concrete structures, Eurocodes, standards, reliability, integration.

Даже при беглом изучении первых норм проектирования железобетонных конструкций обращает на себя внимание тот факт, что они были достаточно просты как в понимании, так и в практическом применении. Как показано, например в [1], первые датские нормы Dutch Code for Reinforced Concrete (1912) состояли всего из 30 страниц, а Технические условия (ТУ) и нормативы для железобетонных конструкций примерно того же периода времени, принятые Российским министерством путей сообщения в 1911 году (вторая версия) - всего из 28 страниц. Следует отметить, что по этим нормам в начале XX века в России было запроектировано и построено 22 железобетонных моста.

Вместе с тем, несмотря на названные выше причины, уже при введении первых норм проектирования специалисты были обеспокоены ограничивающим эффектом, который может влиять на инновации в строительной отрасли.

Как показано в [1], в одном из первых технических журналов по проектированию конструкций (1905) приводится следующее высказывание: «Необходимо убедиться в том, что предписания строительных норм являются настолько гибкими, что строительная индустрия, в которой каждый день появляются новые идеи, не связана и остается свободной для развития новых способов проектирования и возведения конструкций». Аналогичные мысли и опасения содержались и в статье профессора Н. А. Белелюбского «К составлению технических условий для железобетонных конструкций» в журнале «Цемент, его производство и применение».

В течение последнего столетия разработка норм проектирования железобетонных конструкций - практически непрерывный процесс. В этот период в большинстве стран были разработаны национальные нормы проектирования железобетонных и предварительно напряженных конструкций, имевшие достаточно высокий

уровень (СНиП, АСІ, РN, ВS, DІN, АSCE, АASHTO и др.).

Следует отметить, что выполненный анализ требований и правил проектирования, включенных в нормы различных стран, позволил констатировать, что все они базируются на довольно схожих концептуальных подходах, имея в основе метод предельных состояний, просто содержание (наполнение) каждой из них соответствует уровню экономического развития, географическому положению страны, а главное - существующей национальной инженерной традиции.

В последние десятилетия были предприняты активные действия, направленные на переход от национальных норм к международным, общим для больших групп стран. Наиболее характерным примером интернационализации строительных норм применительно к европейской практике является внедрение единых европейских норм - Еврокодов (EUROCODES), разработка которых продолжается уже более 30 лет. Как подчеркивается в ряде публикаций [1-3], при всех выявленных недостатках наиболее значимым достижением Еврокодов следует считать их гармонизацию на базе единой концепции надежности, общих символов и обозначений, легальных единиц измерения, применяемых в нормах.

Следует отметить, что международные стандарты разрабатывает не только CEN, но и параллельно ISO (International Standard Organization). Применительно к тематике бетонных и железобетонных конструкций в составе ISO действует 8 комитетов, разрабатывающих довольно большое количество норма-тивных документов. Кроме того, действует Азиатский Кодекс - образец для проектирования железобетонных конструкций АСМА (Asian Concrete Model Code). При этом существует довольно тесное взаимодействие между International Committee on Model Code for Asia (ICCMCA) и техническим комитетом ISO/TC 71.

Как отмечают И.В. Ефремов и Н.Н. Рахимова [1], интернационализация норм несет в себе следующие преимущества:

- существенно облегчает обмен научно-техническими данными и мнениями между учеными и специалистами различных стран. Дискуссия на международном уровне и соответствующая кооперация в проведении исследований повышает уровень знания более существенно, чем это может быть получено специалистами отдельной страны (особенно в тех случаях, когда небольшие страны испытывают дефицит высококвалифицированных специалистов по отдельным направлениям исследований);

- обсуждение различных точек зрения является намного более рациональной основой для разработки общепринятых логических правил проектирования.

В качестве примера такого международного консенсуса, достигнутого в результате активных

дискуссий, в работе [1] приводится разработка EN 1168 [4], содержащего требования к пустотным плитам безопалубочного формования (англ. Hollow Core Slabs - HCS). В действующей редакции стандарта EN 1168 [4], который ранее не предполагал разработку Национального приложения, содержатся пункты, относящиеся к национальному применению (National Application Document). Как показано в [1], ранее наблюдали существенные различия в требованиях к плитам, изготавливаемым в Германии и Франции. В германской практике допускали изготовление плит безопалубочного формования длиной не более 6 м. Причиной ограничения длины пролета плиты было то, что существенную роль в сопротивлении срезу играет прочность бетона при растяжении (при отсутствии поперечного армирования). В связи с этим немецкие инженеры не хотели полагаться на столь «ненадежный» параметр, как прочность при растяжении.

Вместе с тем в соответствии с требованиями стандарта Франции плиты изготавливали длиной не менее 6 м. Основным аргументом было то, что длина зоны передачи напряжений и длина анкеровки для натягающих канатов (номинальным диаметром 9 и 12 мм) в плитах безопалубочного формирования может быть относительно большой (эта проблема достаточно подробно рассмотрена, в частности в [5]). Увеличенная длина зоны передачи напряжений, когда проскальзывание натягающего каната наблюдается на значительной части длины пролета плиты, оказывает существенное влияние на сопротивление коротких плит при изгибе и срезе.

Важными документами, составляющими основу для подготовки новых поколений Еврокодов по железобетонным конструкциям, являются очередные версии так называемых кодексов-образцов (fib Model Code), подготовленных fib, внесших значительный вклад в развитие как национальных, так и международных норм проектирования. Так, большинство национальных норм и первое поколение Еврокодов опирались на МС 90. Главным назначением МС (Model Codes), которые по своей сути не являются обязательной нормой, а содержат скорее некую передовую реферативную техническую информацию, является формирование предложений по совершенствованию действующих норм на основе обобщенного передового знания, накопленного мировой научной общественностью за некоторый оценочный период до очередного пересмотра норм.

Как утверждается в [3], разработанный и опубликованный в 2013 году fib МС 2010 [6] признан наиболее значимым, хотя в ряде положений и небезошибочным, шагом вперед в теории и практике железобетона. При этом сам документ видится как основа для пересмотра EN 1992.

Стоит отметить, что процесс внедрения Еврокодов в практику проектирования строительных конструкций происходит в

непростых экономических условиях и сопряжен с наличием ряда усложняющих факторов, как внешних, так и внутренних.

К числу внешних усложняющих факторов следует отнести:

- непрерывность и незавершенность процесса создания евронорм на базе новых экспериментальных данных и теоретических моделей, разработки новых материалов и технологий;

- неопределенность прогнозирования дальнейшего развития строительных норм в рамках МНТКС СНГ, ЕЭП, ЕвРАЗЭС и т.д.;

- появление новых международных нормативных документов.

К числу внутренних усложняющих факторов относятся:

- многоступенчатость и отсутствие комплексности во внедрении европейских стандартов в Российской Федерации;

- непоследовательность государственных органов при формировании структуры ТНПА в области строительства.

Следует отметить, что представленные выше перечни не исчерпывают полностью все реально имеющиеся усложняющие факторы. Кроме того из сопоставления перечней неизбежно вытекает вывод о большой взаимосвязи внешних и внутренних факторов друг с другом.

Достаточно подробный анализ перечисленных выше и некоторых других факторов был представлен в публикациях [3].

О необходимости сохранения системы национальных ТНПА по проектированию строительных конструкций. Согласно сложившейся практике разработки и принятия европейских нормативных документов, в этом процессе участие могут принимать только страны-члены ЕС. В таких условиях другие страны могут только выражать свой собственный взгляд и понимание принципов и правил проектирования исключительно при разработке своих отечественных нормативных документов. Таким образом, вопрос сохранения и постоянного совершенствования своей национальной нормативной системы, построенной на принципах общей с Еврокодами концепции надежности [8], приобретает принципиальное значение.

Рассмотрим вопрос о необходимости сохранения системы национальных ТНПА по проектированию железобетонных конструкций. Аналогичное обоснование можно сделать, на наш взгляд, и по ТНПА на проектирование конструкций, выполняемых из других материалов.

По своему содержанию EN 1992-1-1:2004 [2] не является документом прямого действия, а устанавливает только основные (базовые) требования по проектированию конструкций (следует отметить, что среди большой группы разработчиков Евронорм существует мнение о том, что эти нормы должны содержать главным образом философию проектирования, а детальные правила должны быть включены в национальные нормы).

Для детального проектирования в практике европейских стран разработаны или разрабатываются дополнительные документы (пособия, руководства, рекомендации, учебники, программное обеспечение и т. п.), в которых содержатся в том числе и альтернативные расчетные модели, применение которых обеспечивает устанавливаемую ТКП EN 1990-2011 [4] надежность железобетонных конструкций, но учитывающие отечественные инженерные традиции.

В настоящее время Еврокоды принято рассматривать как наиболее передовые комплексные нормы проектирования. Как утверждают разработчики Еврокодов [1-3], их применение позволяет выработать общее понимание проблемы проектирования и обеспечивает, с одной стороны, разработку гармонизированных проектных стратегий для стран Европы, а с другой - открывает широкие возможности для международного сотрудничества. Необходимо иметь в виду, что реальное отношение к Еврокодам самое разное в странах-членах Европейского Комитета нормирования (CEN). Несмотря на взятые обязательства, касающиеся отмены с марта 2010 года национальных стандартов, входящие в противоречие с Еврокодами, большинство стран, в первую очередь Германия (DIN) и Великобритания (BS), инициировавших применение Евростандартов, не только сохранили национальные нормы, но и продолжают их активно развивать и настойчиво предлагать в качестве международных. Это состояние (возможно, неосознанно) было описано в 2017 году в статье С.Н. Goodchild (MPA Concrete Centre) [3] следующим образом: «Хотя их (Еврокодов) применение по-прежнему не является обязательным в Великобритании, Еврокоды находят всё более широкое применение как наиболее подходящие стандарты для конструкционного проектирования...» (англ. «Although their use is still not obligatory in the UK, the Eurocodes are increasingly being accepted as the most appropriate structural design standards... »).

С приходом нового поколения инженеров в странах Европы и с учетом того, что в ряде стран национальные стандарты не получают дальнейшего развития, а в других прекращено финансирование разработок нормативных документов национального уровня, в проектной практике Европы для Еврокодов практически не остается альтернативы. (В данном случае является показательным пример Польша. Так, в настоящем году одна из самых престижных конференций Krupnica 2018 в секции Бетонные конструкции едва собрала всего 10 докладов с довольно разрозненной тематикой, результаты которой, очевидно, не могут претендовать на внесение в Евронормы).

Таким образом, при всех декларированных ранее преимуществах интернализации выделяется группа так называемых «ведущих» стран, имеющих возможности выполнения исследований и

возлагающих на себя право внесения изменений в нормы.

В рамках подхода «дальнейшей гармонизации требований EN 1992-1-1 предполагается сокращение главным образом количества NDPs (Национально-устанавливаемых параметров) без существенных изменений основной структуры и содержания нормативного документа. Вместе с тем, как уже подчеркивалось, не определен механизм, по которому будет проведена такая гармонизация. После введения Евро-кодов ряд Европейских стран заморозили собственные программы разработки национальных документов, а соответственно и исследования для целей стандартизации. В то же время Германия довольно интенсивно проводила исследования в рамках различных программ, поэтому следует ожидать, что большинство из сокращаемых NDPs будут опираться на результаты немецких исследований. Учитывая то обстоятельство, что рабочие группы по отдельным разделам Еврокодов представляют собой некоторые довольно закрытые сообщества, маловероятно, что ими будут услышаны, а тем более приняты предложения других стран, даже если вносимые изменения являются более рациональными, чем немецкие, швейцарские или британские предложения.

В качестве примера образцовых норм по проектированию железобетонных конструкций часто приводят швейцарские нормы Swiss Code SIA 262: 2003 [5], которые состоят всего лишь из 90 страниц, включая правила сейсмического проектирования и огнестойкости. В этом документе принципы и правила проектирования являются простыми и ясными, а формулировки – короткими и сжатыми. По этой причине кодексобразец fib MC 2010 [6] рекомендует при составлении норм использовать принцип LOA (сокр. от англ. Level of Approximation – «Уровень аппроксимации»). В соответствии с данным принципом любая расчетная модель сопротивления, вносимая в нормы (если это возможно), может быть представлена на нескольких расчетных уровнях аппроксимации по мере возрастания сложности. Как следует из [1], наинизший уровень I (LOA I), являясь наиболее простым, характеризуется наименьшей трудоемкостью, но дает наиболее консервативный результат. Наиболее высокий уровень (например, LOA IV для местного среза) требует значительных затрат труда и времени выполнения расчетов, высокой квалификации расчетчика, специальных компьютерных программ и т.д., но дает при этом более объективный результат оценивания сопротивления и является менее консервативным. По замыслу разработчиков норм [1-3] это дает возможность совмещать в одних нормах как простые, так и довольно сложные методы проверок предельных состояний.

Сопротивление срезу, в том числе местному (продавливанию), по-прежнему остается одним из наиболее дискуссионных вопросов современной теории железобетона. Как показали результаты

мониторинга действующего EN 1992, основная доля вопросов и замечаний, поступивших из стран-членов CEN, относится к расчетным моделям среза и местного среза (продавливания). Так, например, согласно информации, содержащейся в сообщении [3], до настоящего времени тематическая группа TG 4 не может остановить свой выбор на одном из трех рассматриваемых вариантов модели сопротивления местному срезу (продавливанию):

- оставить модель сопротивления местному срезу (продавливанию) такой, как она приведена в действующих нормах, внося корректировки для улучшения и устранить недостатки, если это требуется (например, в назначении критического периметра u_{crit});

- принять «швейцарскую модель» A. Muttoni (Model of Critical Crack), включенную в fib MC 2010 [6] (Swiss Federal Institute of Technology Lausanne), принимая базовый периметр $u_b = 0,5d$;

- принять модель в соответствии с немецкими предложениями (Aachen University), принимая базовый периметр $u_{basic} = 0,5d$.

Обращает на себя внимание тот факт, что среди перечисленных моделей отсутствуют другие («словацкая», «польская», «молдавская»), хотя среди европейских моделей заслуживает внимания, например, «испанская модель» A. Mari и др.).

Предложения в fib MC 2010 [6] модель («швейцарская модель») сопротивления местному срезу (продавливанию) базируется на исследованиях A. Muttoni и др., а её научное обоснование, выполненное перед внесением в проект норм, содержится в отчете [1]. Немецкое предложение (German Approach) базируется на работах [6], в рамках которых основные формулировки сделаны при обработке результатов более чем 500 экспериментов на продавливание плит, выполненных различными исследователями. Аналогично складывается ситуация и относительно общей проблемы среза в балочных элементах.

Согласно швейцарскому подходу (Swiss Approach) сопротивление срезу стенки балки или плиты в общем случае определяется из неравенства детерминированного метода частных коэффициентов:

$$VR_d = VR_{d,c} + VR_{d,s} - V_{Ed},$$

где: V_d – расчетное сопротивление срезу; $VR_{d,c}$ – расчетное сопротивление срезу бетонного сечения; $VR_{d,s}$ – составляющая расчетного сопротивления срезу за счет поперечного стального армирования; V_{Ed} – расчетное значение поперечной силы.

При расчете сопротивления срезу элементов с поперечной арматурой изменение угла наклона сжатого подкоса к продольной оси элемента рекомендовано выбирать в интервале: $0^\circ < \alpha < 45^\circ$.

Как уже было показано выше, fib MC 2010 [6], а вслед за ним и новый prEN 1992-1-1 предлагают производить расчет сопротивления срезу на IV уровнях аппроксимации (LoAI-IV).

Результаты выполненного анализа свидетельствуют, что, модели, применяющиеся для проверок предельных состояний среза, вносимые в нормы проектирования, продолжают носить эмпирический или полумэмпирический характер. Они базируются на различных типах испытаний, выполненных при различных условиях.

На конференциях и семинарах различного уровня среди ученых имели место острые дискуссии, в рамках которых рассматривались следующие вопросы: например, какая модель сопротивления при изгибе, срезе, продавливании является адекватной, позволяет лучше описать физическое поведение конструкции под нагрузкой, рассчитать ширину раскрытия трещины и т. д.

Как, правило, в процессе дебатов в качестве аргумента приводят результаты верификации предлагаемой модели на фоне опытных параметров, получаемых как в собственных исследованиях, так и взятых из так называемых банков данных, содержащих обобщенные выборки результатов испытаний, полученных различными исследователями. (В качестве характерных примеров могут быть приведены банки данных по срезу).

Традиционно принято считать, что качество модели определяется оценочными статистическими параметрами (оценочным средним и стандартным отклонением (коэффициентом вариаций)) отношения опытного и рассчитанного значения анализируемого сопротивления. При этом считается, что среднее отношение должно быть близко к единице при минимальном значении коэффициента вариаций. Так, Приложение Д к ТКП EN 1990 содержит описание процедуры для определения статистических параметров ошибки моделирования, применяемой в функции состояния при калибровке значений частных коэффициентов для моделей сопротивления. Коэффициенты, входящие в расчетные модели, калибруют, опираясь, как правило, на заданную квантиль распределения отношения V_{test} / V_{theo} .

Несомненно, представленный подход не лишен определенных недостатков. Во-первых, используемые для статического оценивания результаты испытаний, содержащиеся в так называемых банках данных, не всегда однородны и представляют полные наборы входных характеристик, необходимых для выполнения расчетов с применением теоретических моделей. Так, например, в настоящее время собраны обширные банки данных, содержащие результаты испытаний сопротивления срезу железобетонных балок. При этом в основном собраны результаты испытаний балок прямоугольного сечения малой высоты, испытанные сосредоточенными силами, приложенными в пролете (только около 8% всех данных, относящихся к испытанию на срез, составляют балки, испытанные равномерно распределенной нагрузкой). Для исключения разрушения по сечениям, нормальным к продольной оси элемента (в зоне чистого изгиба),

большинство балок имели, как правило, нереально высокие для практики значения коэффициента продольного армирования.

Безусловно, методики испытаний не в полной мере моделируют физическое поведение элемента при срезе (в частности, плоское напряженно-деформированное состояние).

Другая, более серьезная, проблема связана с выводом эмпирических зависимостей (моделей) на фоне, полученных результатов испытаний. При этом следует иметь в виду, что большинство результатов испытаний, включенных в банки данных, получены на образцах, которые не являются репрезентативными для реальных конструкций, применяемых в инженерной практике, поведение которых они должны описывать. Характерным примером являются зависимости для расчета сопротивления срезу больших элементов без поперечного армирования, включенные в действующие нормы EN 1992-1-1 [8] и предлагаемые для внесения в новое поколение норм в рамках так называемого «немецкого» подхода для проверок сопротивления продавливанию. Очевидно, что предложенная зависимость действительно может быть более всего пригодна для проверок предельных состояний несущей способности при локальном срезе (продавливании) сплошных плит, которые по практическим и экономическим причинам не имеют поперечного армирования. Вместе с тем балки без поперечного армирования фактически запрещены к применению на практике. В балочных элементах, подвергнутых действию изгибающих моментов и поперечных сил по требованию норм [7; 8], должно быть установлено минимальное количество поперечной арматуры, даже в случае, когда выполняется условие $VR_{dc} > V_{Ed}$.

Как отмечается в [1], чувствительность плит к локальным дефектам и повреждениям (например, каверны, неуплотненные места и т.д.) значительно более низкая, чем у балок. Кроме того, испытания балок практически всегда выполняют сосредоточенными силами, приложенными в непосредственной близости к опоре (как правило, пролет среза a / d составляет от 2,0 до 6,0). При такой схеме испытаний максимальная поперечная сила совпадает с максимальным моментом, а фактически в плитах на опорах действует максимальная поперечная сила V_{Ed} , которая уменьшается до нуля в сечении с максимальным изгибающим моментом M_{Ed} при действии равномерно-распределенной нагрузки.

Характерным примером отсутствия репрезентативности, являются результаты испытаний сосредоточенной силой плит, применяемые для верификации модели местного среза (продавливания). Применяемые в EN 1992 [8] эмпирические модели и предлагаемые полумэмпирические модели $fib MC 2010$ [6] опираются на результаты лабораторных испытаний фрагментов плоских плит. Анализ показывает, что практически все испытания плоских плит выполнены без ограничения их перемещений на

внешнем контуре. Однако в реальных условиях существует довольно мощное ограничение со стороны оставшейся части плиты, располагаемой вне критического периметра (как горизонтальных перемещений, так и углов поворота на опорах фрагмента). Это особенно ощутимо в постнапряженных плитах, в которых поперечное обжатие (эквивалентная нагрузка) оказывает существенное влияние на сопротивление местному срезу (продавливанию).

Таким образом, совершенно ясно, что полная гармонизация Еврокодов (при полном исключении NDPs) является в настоящее время пока практически невозможной, но станет возможной, когда отдельным странам будет нечего сказать в дискуссии при голосовании очередного проекта EC2. Таким образом, если некоторые из NDPs могут быть исключены либо гармонизированы, то основная их часть потребует дальнейшего обсуждения, проведения дополнительных национальных исследований для их обоснования, а затем сравнительного анализа.

Список литературы

1. Ефремов И.В., Рахимова Н.Н. Надежность технических систем и техногенный риск. - Оренбург: ОГУ, 2013. - 163 с.
2. Беленцов Ю.А., Ильинская Г.Г., Лесовик В.С. Повышение надежности конструкций управлением параметрами композиционного

материала // Строит. материалы. - 2011. - № 3. - С. 90-92.

3. Плювинаж Г. Механика упругопластического разрушения. - М.: Мир, 1993. - 448 с.

4. Штенгель В.Г. О корректном применении НК в обследованиях железобетонных конструкций длительно эксплуатирующихся сооружений // В мире неразрушающего контроля. - 2019. - № 3. - С. 56-62.

5. Улыбин А.В. О выборе методов контроля прочности бетона построенных сооружений // Инженерно-строительный журнал. - 2011. - № 4 (22). - С. 10-15.

6. Улыбин А.В., Федотов С.Д., Тарасова Д.С. Определение прочности бетона при обследовании зданий и сооружений // Мир строительства и недвижимости. - 2012. - № 45. - С. 2-5.

7. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции: нормы проектирования (введ. 01.01.2013). - М.: Изд-во стандартов, 2015. - 147 с.

8. Ржаницын А.Р. Теория расчета строительных конструкций на надежность. - М.: Стройиздат, 1978. - 239 с.

12. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля (введ. 04.01.2016). - М.: Стандартинформ, 2016. - 20 с.

Poliachenko A. I.

graduate student Taras Shevchenko National University of Kyiv

CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK FOR TOMOGRAPHIC AND X-RAY SEGMENTATION

Поляченко А. І.

аспірант Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ЗГОРТКОВА НЕЙРОННА МЕРЕЖА ДЛЯ СЕГМЕНТАЦІЇ ТОМОГРАФІЧНИХ І РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗНІМКІВ

Summary. The article proposed and constructed a convolutional neural network for segmentation of tomographic and X-ray images for the search and localization of pathologies with the establishment of a more accurate diagnosis by a diagnostician. When developing a convolutional neural network for segmentation of tomographic and X-ray images, it is advisable to use the power of cloud technologies, that is, the convolutional neural network can be deployed on a cloud server, which is chosen as ResNet, whose architecture is basic. For traditional convolutional neural networks in the segmentation process, a local receptive field is characteristic, which can lead to the generation of local features. The coding of long-range contextual information is not performed properly, and the resulting local features can lead to significant potential disagreements between the test features that correspond to pixels with the same tags, which can result in inconsistencies within the class of pixels, and ultimately can lead to low recognition efficiency. To solve this problem, the article built associations between functions and improved the convolutional neural network for tomographic and X-ray segmentation.

Анотація. У статті запропоновано та побудовано згорткову нейронну мережу для сегментації томографічних і рентгенівських знімків для пошуку і локалізації патологій із встановлення більш точного діагнозу лікарем-діагностом. При розробці згорткової нейронної мережі для сегментації томографічних і рентгенівських знімків доцільно використовувати потужності хмарних технологій, тобто згорткова нейронна мережа може бути розгорнута на хмарному сервері. У статті для побудови згорткової нейронної мережі з повномасштабною стратегією використано ResNet, архітектура якої є базовою. Для традиційних згорткових нейронних мереж в процесі сегментації властиве локальне рецептивне поле, яке може привести до генерації локальних ознак. Кодування контекстної інформації великого радіусу дії не виконується належним чином, а отримані локальні ознаки можуть привести до значних потенційних розбіжностей між