

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРАВИЛА СП 5.03.01.2020  
В СВЕТЕ ТРЕБОВАНИЙ FIB MODEL CODE 2020 И PREN1992 ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ**

В. В. ТУР<sup>1</sup>, Н. А. РАК<sup>2</sup>

<sup>1</sup> д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Строительные материалы и технология бетона»  
УО «Брестский государственный технический университет»

г. Брест, Республика Беларусь,

<sup>2</sup> к.т.н., доцент, доцент кафедры «Строительные конструкции имени  
доктора технических наук, профессора Т. М. Пецольда»

Белорусский национальный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** В статье представлен краткий анализ опыта разработки норм проектирования железобетонных конструкций в Республике Беларусь. Выполнен анализ направлений разработки международных норм по проектированию железобетонных конструкций. Рассмотрены преимущества и недостатки разрабатываемых Еврокодов второго поколения и FIB Model Code 2020.

**Ключевые слова:** бетонные и железобетонные конструкции, нормы проектирования, предельное состояние несущей способности, предельное состояние эксплуатационной пригодности.

**CONSTRUCTION RULES СП 5.03.01-2020 OF THE REPUBLIC OF BELARUS  
IN THE LIGHT OF THE REQUIREMENTS OF THE DEVELOPING INTERNATIONAL  
CODES FOR THE DESIGN OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**

V. V. TUR<sup>1</sup>, M. A. RAK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department

«Building Material and Technology of Concrete»,

Brest State Technical University (BrGTU),

Brest, Republic Belarus,

<sup>2</sup> PhD in engineering, associate professor, associate professor of Department

«Building structures named after Doctor of Technical Sciences, Professor T. M. Petzold»

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** The article presents a brief analysis of the experience of developing codes for the design of reinforced concrete structures in the Republic of Belarus. An analysis of directions in the development of international standards for the design of reinforced concrete structures has been completed. The advantages and disadvantages of the second generation Eurocodes and FIB Model Code 2020 are considered.

**Keywords:** concrete and reinforced concrete structures, design standards, ultimate limit states (ULS), serviceability limit states (SLS).

После ввода в действие в 2003 году первых национальных норм СНБ 5.03.01-02 [1], проектирование железобетонных конструкций из бетона нормального веса в Республике Беларусь в течении более 20 лет выполняли в полном соответствии с концепцией надежности, принятой в EN 1990 [2], гармонизированного с требованиями ISO 2394 [3]. Наряду с методами проверок предельных состояний, регламентированных EN 1990 [2] и EN 1992-1-1:2004 [4], в [1] были включены альтернативные методы расчета железобетонных конструкций, применение которых позволило обеспечить уровень надежности элементов конструкций, установленный EN 1990:2002 [2] для класса надежности не ниже RC2.

Среди введенных с января 2010 года в действие в Республике Беларусь европейских норм по проектированию особое положение занимал ТКП EN 1992-1-1-2009 [5; 6].

Процесс внедрения Еврокодов в практику проектирования строительных конструкций происходил в непростых экономических условиях и был сопряжен с наличием ряда усложняющих факторов – как внешних, так и внутренних. Достаточно подробный анализ перечисленных вы-

ше и некоторых других факторов был представлен в более ранних публикациях, относящихся к этому вопросу [7; 8].

Следует отметить, что по своему содержанию EN 1992-1-1:2004 [4] не является документом прямого действия, а устанавливает только основные требования к проектированию. В связи с этим в ряде 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 установленный в EN 1990:2002 [2] уровень надежности железобетонных конструкций, но учитывает сформировавшиеся национальные инженерные традиции.

В качестве такого документа в национальной практике нормирования и стандартизации в 2018 году было разработано и с 2019 года введено в действие Национальное дополнение к ТКП EN 1992-1-1-2009 [9], в котором, как дополнение к основному тексту нормы, были приведены практические сведения в виде схем усилий и распределения относительных деформаций, уравнений равновесия, относительных параметров напряженного состояния, алгоритмов решения прямой и обратной задач расчета, а также вспомогательных таблиц, значительно облегчающих проектировщику выполнение расчетов сопротивления железобетонных и предварительно напряженных элементов конструкций. Но главное заключается в том, что в разработанном Национальном дополнении были представлены также методы расчета, альтернативные приведенным в [4], но обеспечивающие уровень надежности конструкций не ниже того, что был принят при калибровке системы частных коэффициентов расчетных моделей [2].

Вместе с тем разработанное Национальное дополнение не позволяло внести все изменения, которые были накоплены за время действия [1], в частности связанные как с применением новых материалов, так и разработкой новых методов расчета сопротивлений.

Результатом поиска рационального направления реформирования системы ТНПА в строительстве явился Указ Президента Республики Беларусь 5 июня 2019 г. № 217 «О строительных нормах и правилах», в котором ТНПА, касающиеся проектирования строительных конструкций, разделены на два вида:

строительные нормы (СН), устанавливаются обязательные для соблюдения требования при проектировании и строительстве зданий и сооружений в целях обеспечения механической прочности и устойчивости зданий и сооружений;

строительные правила (СП), в которых установлены добровольные для применения правила в области архитектурной, градостроительной и строительной деятельности, выполнение которых обеспечивает механическую прочность и устойчивость зданий и сооружений.

В рамках этой новой отечественной системы ТНПА в области строительства были разработаны строительные правила СП 5.03.01-2020 [10], которые были введены взамен СНБ 5.03.01 [1].

Со времени введения СП 5.03.01-2020 [10] в действие прошло пока менее 2 лет. Введение его в действие сопровождалось проведением семинаров с участием широкого круга работников проектных организаций, органов государственной экспертизы и госстройнадзора, преподавателей вузов и др. Во время этих семинаров разработчикам задавались вопросы, касающиеся расчета и конструирования железобетонных конструкций широкого применения, отмечалась необходимость уточнения отдельных положений и исправления обнаруженных опечаток. В целом внедрение [10] не вызвало серьезных проблем поскольку в его основе лежат те же положения, что и в ТНПА, используемых до этого в практике проектирования железобетонных конструкций в Республике Беларусь.

Однако работа над развитием системы отечественных ТНПА по проектированию железобетонных конструкций должна продолжаться, находиться в центре внимания широкого круга проектировщиков, научных работников, научно-педагогических кадров и других специалистов в области строительства.

Выбору направлений развития системы отечественных ТНПА по проектированию железобетонных конструкций должен предшествовать анализ опыта разработки новых международных норм, в первую очередь еврокодов второго поколения и *fib Model Code 2020*.

**Анализ направлений разработки международных норм по проектированию железобетонных конструкций.**

Результатом многолетней работы подкомитета SC2 комитета CEN TC 250 «Строительные Еврокоды» явился окончательный вариант проекта европейского стандарта второго поколения по проектированию железобетонных конструкций [11].

Область применения нового нормативного акта существенно расширена по сравнению с [4]. Он вводится взамен сразу нескольких существующих нормативных документов [4; 12; 13]. Структура разделов значительно изменена, большинство разделов подверглось существенной переработке, направленной, в том числе, на уменьшение количества пунктов, в которых предусмотрены национально устанавливаемым параметры (NDP). Добавлено большое количество приложений, обусловленных значительным расширением области применения.

Сопоставление структуры и содержания СП 5.03.01-2020 [10] и престоандарта prEN 1992-1-1:2021 [11] было представлено в статье [14].

В настоящее время в развитие кодекса-образца *fib Model Code 2010* [15], параллельно с разработкой нового поколения Еврокодов, завершены работы над новым кодексом-образцом *fib Model Code 2020*, на основе которого строят как единые европейские документы (Еврокоды), так и национальные документы, не входящие в общеевропейскую систему нормирования. Кодекс-образец в течении длительного времени было принято рассматривать как наиболее передовые комплексные нормы проектирования. Как утверждают разработчики *fib Model Code 2020* [16; 17; 18], его применение позволяет выработать общее понимание проблемы проектирования и обеспечивает, с одной стороны, разработку гармонизированных проектных стратегий для целого ряда стран Европы и Азии, а с другой – открывает широкие возможности не только для международного сотрудничества в области технического нормирования, но и свободного перемещения продуктов строительной отрасли. Необходимо иметь ввиду, что реальное отношение как к МС2020, так и собственно к разрабатываемым на его основе 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, а в первую очередь Германия (DIN) и Великобритания (BS), инициировавшие применение Евростандартов, не только сохранили национальные нормы, но и продолжают их активно развивать и настойчиво предлагать в качестве международных (!) не обращая должного внимания на декларированный тезис о «*международном сотрудничестве в области технического нормирования*». Это состояние, возможно несознательно, было описано еще в 2017 году в статье С. Н. Goodchild (*MPA Concrete Centre*) [18] следующим образом: «*Хотя их (Еврокодов) применение, по-прежнему, не является обязательным в Великобритании, Еврокоды находят все более широкое применение как наиболее подходящие стандарты для конструкционного проектирования...*» (англ. «*Although their use is still not obligatory in the UK, the Eurocodes are increasing being accepted as the most appropriate structural design standards...*»). Таким образом, в национальной трактовке единые Европейские нормы имеют статус *документа добровольного применения* и его следует рассматривать как некий кодекс-образец локального уровня, не отменяющий национальных документов, созданных на общей платформе надежности.

С притоком нового поколения инженеров в странах Европы и с учетом того, что в ряде стран Восточной Европы национальные стандарты не получают дальнейшего развития, а в некоторых из них, попросту, прекращено финансирование разработок нормативных документов национального уровня, в проектной практике Европы для Еврокодов практически не остается альтернативы.

Таким образом, при всех декларированных ранее преимуществах интернационализации, выделяется группа т. н. «*ведущих*» стран, имеющих возможности выполнения исследований, и возлагающих на себя право внесения изменений в нормы. В свое время, это стало предметом беспокойства специалистов Технического комитета ТКС 8, действия которых были направлены на сохранение национальной системы нормирования в строительстве, опирающейся на передовой мировой опыт, общую концепцию надежности с учетом национальных особенностей строительной отрасли.

В настоящее время проходит пересмотр и корректировка действующих Еврокодов с целью их совершенствования и улучшения на основе *fib Model Code 2020*. Одновременно, Национальные комитеты должны пересмотреть содержание Национальных приложений в условиях дальнейшей гармонизации документов. Очевидно, разрабатывая новую версию СП 5.03.01 следовало ориентироваться на передовые не только национальные, но и международные достижения в области проектирования конструкций из бетона, содержащиеся традиционно в разрабатываемых в разное время кодексах-образцах. В настоящем времени речь идет о *fib МС 2020*, который должен был появиться в 2020 году, но в окончательной редакции появился только в августе

этого года. Базовые положения данного кодекса-образца сформулированы и довольно детально обсуждены на научных мероприятиях различного уровня. При разработке кодекса-образца, а далее и национальных норм, стремились к достижению основной цели: разработать единый (объединенный) конструкционный кодекс-образец, основанный на надежных, последовательных и не противоречивых базовых принципах проектирования, включающий и рационально представляющий современные мировые знания в области материаловедения и поведения конструкций из бетона при различных видах воздействий, ориентированный на практическое применение при составлении национальных норм с учетом признания потребностей инженерных сообществ в различных регионах мира.

Какие же наиболее существенные изменения предполагает *fib* MC 2020 и связанные с ним национальные нормы в части проектирования конструкций из бетона? К таким изменениям можно отнести следующие базовые требования (принципы):

1. Разрабатываемые нормы должны быть применимы для проверок предельных состояний, в основном, как при проектировании новых, так и оценивании существующих (эксплуатируемых) конструкций.

2. Проектирование новых и оценивание существующих конструкций следует выполнять с учетом срока (остаточного) службы конструкций.

3. При калибровке системы частных коэффициентов, применяемых в расчетных моделях сопротивлений и воздействий следует применять усовершенствованные форматы безопасности для новых и существующих конструкций; внедрение фундаментальных принципов и философии безопасности, основанной на принятой единой концепции надежности. Концепция надежности расширена и обновлена для охвата новых и существующих конструкций с учетом дифференциации рисков и уровней надежности. Установлены различия в показателях надежности между новыми и существующими конструкциями, для которых приняты разные уровни надежности по экономическим соображениям, но с минимальными уровнями (ограничения целевой функции) из-за требований безопасности жизнедеятельности, специфичных для страны/региона (целевые значения индексов надежности ( $\beta$ ) могут быть снижены в существующих конструкциях по сравнению с новыми).

4. Следует применять усовершенствованные конститутивные зависимости (диаграммы деформирования, связывающие напряжения и относительные деформации, в том числе, при сложных нагружениях), применяемые для старых и новых бетонов с должным вниманием к аспектам долговечности.

5. Допускать устранение ограничений для применения новых материалов, например, стальную фибру и неметаллическую арматуру (FRP) – как новые альтернативы традиционному армированию бетонных конструкций.

6. Должны содержать модели сопротивлений элементов конструкций для широкого спектра типов (видов) воздействий (статические, усталостные, ударные, взрывные, сейсмические, пожарные, криогенные).

7. Сочетать сложные научно обоснованные модели, описывающие, по возможности, наиболее полно физический феномен сопротивления железобетона и неопределенности различного происхождения с упрощенными версиями (аппроксимации более низкого уровня), применяемыми в повседневной проектной практике на этапе предварительного проектирования.

8. Введение концепции надежности в численный (конечно-элементный) анализ, главным образом, при выполнении нелинейного статического и/или динамического анализа.

9. Реализация концепции устойчивого развития при проектировании конструкций из бетона.

10. Внедрение подхода, основанного на «концептуальном проектировании» или «проектировании, основанного на поведении конструкции, связанном с ее использованием» (т. н. *performance-based design*) для стимулирования творчества. Новая парадигма проектирования основана не на «входных» параметрах, как этого требуют предписывающие современные нормы (для которых результат проектирования имеет, например, неизвестный уровень надежности), а на требуемых «выходных» параметрах отклика, например, допустимой величине риска.

11. Внедрение стратегии непрерывного мониторинга и технического обслуживания на протяжении всего проектного срока эксплуатации строительного сооружения.

Рассмотрим в краткой форме как данные положения *fib* MC 2020 реализуются при разработке Еврокодов второго поколения и в какой мере они учтены при разработке СП 5.03.01 [10].

Работы по корректировке конструктивных Еврокодов выполняет Технический комитет ТС 250 в соответствии с Мандатом М/515 EN, выданным для «внесения поправок в существующие Еврокоды и расширения области применения Еврокодов». Программа включает как разработку новых конструктивных Еврокодов (например, конструкции из стекла), так и пересмотра существующих норм с дополнением разделов, относящихся к проверкам живучести конструктивных систем в особых расчетных ситуациях и оценкам существующих конструкций.

Концепция совершенствования Еврокодов второго поколения (G-2), была сформулирована ТС 250, опираясь на два основанных концептуальных подхода:

1) дальнейшая гармонизация норм проектирования через уменьшение количества NDPs (Национально-устанавливаемых параметров);

2) реализация принципа «*Easy-for-Use*».

В рамках подхода «дальнейшей гармонизации» требований EN 1992-1-1 предполагалось сокращение, главным образом, количества NDPs (Национально-устанавливаемых параметров) без существенных изменений основной структуры и содержания нормативного документа. Вместе с тем, приступая к работам не был определен механизм проведения такой гармонизации. Как было отмечено выше, после введения Еврокодов, ряд Европейских стран заморозили собственные программы разработки национальных документов, а, соответственно, и исследования для целей стандартизации. Вместе с тем, например, Германия довольно интенсивно проводила исследования в рамках различных программ, в силу чего следовало 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.

Таким образом, совершенно ясно, что полная гармонизация Еврокодов (при полном исключении NDPs) является в настоящее время практически невозможной, но станет возможной тогда, когда отдельным странам, по-просту, будет нечего сказать в дискуссии при голосовании очередного проекта EC2. При этом, если некоторые из NDPs могут быть просто исключены либо гармонизированы, то основная их часть потребует дальнейшего обсуждения, проведения дополнительных национальных исследований для их обоснования (например, как в случае со сталефибробетоном или FRP арматурой), а затем сравнительного анализа.

Отдельно следует остановиться на реализации подхода «простота применения» («*Easy-for-Use*»).

Как показывает опыт внедрения, практически всегда при введении новой версии норм возникает серьезное сопротивление со стороны, главным образом, практикующих инженеров, которые должны, как минимум, совершенствовать свои знания. Они утверждают, и не только в национальной практике, что теряют контроль над увеличивающимся количеством норм, которые становятся все более насыщенными информацией и предлагают все более сложные расчетные модели. Кроме того, практикующие инженеры (и, не только они) обвиняют Технические комитеты, разрабатывающие нормы в том, что нормативные документы становятся все более «обнаученными» и теряют связь с инженерной практикой. Например, при разработке национальных строительных правил СП «Обследование и усиление железобетонных конструкций» специалисты, согласовывающие документ основным и единственным замечанием необоснованно объявили его сложность, «обнаученность» и непригодность к практическому применению рядовым инженером.

Следует отметить, что усложнение расчетных моделей, вносимых в нормы при, общем-то, благородных попытках проникнуть все более глубоко в физические, (а порой и физико-химические аспекты сопротивления армированного бетонного композита, может привести к простому непониманию, и, как следствие, к большим ошибкам при проектировании, повышает риски отказа конструкций. Кроме того, усложнение без необходимости моделей ведет к увеличению неопределенностей (ошибок моделирования).

В качестве примера образцовых норм по проектированию железобетонных конструкций часто приводят швейцарские нормы Swiss Code SIA 262: 2003 [19], 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 кодекс-образец *fib* MC 2020 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] наиболее низкий 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 [16; 17; 18], как подчеркивалось ранее, это дает возможность совмещать в одних нормах как простых, так и довольно сложных методов проверок предельных состояний.

Следует отметить, что данный концептуальный подход был применен еще в начале 2000 годов при разработке первых национальных норм по проектированию железобетонных конструкций СНБ 5.03.01 [1]. Нормы СНБ 5.03.01 [1] совмещали как новые к тому времени деформационные методы расчетов, включая модель сопротивления срезу при совместном действии изгибающих моментов, продольных и поперечных сил, основанную на положениях модифицированной теории полей сжатия (МСФТ), так и традиционные модели метода предельных усилий, содержащиеся в СНиП 2.03.01-84\*. Уже тогда был реализован провозглашенный в настоящее время ТС 250 принцип разработки норм нового поколения «Эволюция, а не революция!» («*Evolution, not the Revolution!*»). Необходимо отметить, что данный подход был сохранен и при разработке СП 5.03.01 [10].

Согласно общей концепции *fib* Model Code 2020, эффективные нормы должны объединять как простые, так и довольно сложные модели сопротивлений, применяемые как при проектировании новых, так и при проверках предельных состояний существующих конструкций.

Наиболее простые (упрощенные) расчетные модели LOA I могут применяться на стадии предварительного проектирования (англ., *predesign of a structure*), тогда как более сложные LOA IV и нелинейные модели – в случае проектирования или оценивания ответственных или существующих конструкций, особенно, когда встает вопрос о необходимости выполнения усиления.

Следует отметить, что термин «простота» определяется не только уровнем сложности принятых моделей, включающих наборы расчетных формул, как расшифровку, сформулированной в принципах проектирования философии, но и так же согласованность как собственно положений нормы, так и различных взаимосвязанных норм.

Таким образом, реализация принципа «*Easy-of-Use*» в концепции *fib* Model Code предполагает:

- простоту и ясность изложения основных требований (принципов); короткие сжатые формулировки;
- взаимосвязь как отдельных положений нормы, так и норм и стандартов между собой, в частности, со стандартами на материалы и изделия, а так же нормами на возведение;
- ограничение, где это возможно, альтернативных правил и расчетных моделей, применяемых для одной расчетной ситуации;
- исключение правил, имеющих очень редкое практическое применение;
- обеспечение преемственности нормативных документов (*Evolution, not Revolution*). При разработке нового поколения норм следует избегать внесения фундаментальных изменений в методы проектирования;
- поощрение инновационных подходов;
- учет новых социальных потребностей общества;
- содействие гармонизации национальных технических инициатив по новым тематикам, представляющим интерес для строительной отрасли различных стран;
- включение в нормы только таких материалов, которые получены на основе общепризнанных результатов исследований и подтверждены опытом практического применения.

Несомненно, что данные положения следует принимать во внимание при разработке не только международных, но и, главным образом, национальных норм любого уровня, что и было выполнено при разработке новой редакции СП 5.03.01.

После длительного перерыва основной итог современного состояния разработки второго поколения единых европейских норм подвели участники (в основном руководители целевых групп CEN 250) на конференции, которая прошла 25.05.2023 в Берлине. Применительно к ЕС 2 были сформулированы следующие основные изменения и достигнутые эффекты:

1. Внесенные положения основаны на физических моделях, максимально сокращено число эмпирических моделей; расчетные модели не зависят от вида конструктивного элемента, носят наиболее общий характер, включая детализацию для существующих конструкций; упрощены подходы к проектированию новых конструкций.

2. Общие, регулярно применяемые положения приведены в основной части нормы, а положения, касающиеся специальных элементов, материалов и методов – в Приложениях. Например, упрощенные проверки усталости приведены в основной части документа, а детальная верификация – в Приложении.

3. Включены разделы, относящиеся к проектированию мостов, которые ранее были приведены в отдельной части нормы. Теперь специфические требования включены в Приложение.

4. Включены разделы, относящиеся к проверкам трещиностойкости емкостных сооружений от вынужденных деформаций в раннем возрасте, ранее изложенные в отдельной части нормы.

5. Предложена новая концепция обеспечения долговечности (*Exposure Resistance Concept*) с учетом положений стратегии устойчивого развития («*Green Concrete*»)

Следует отметить, что при ближайшем рассмотрении полученный результат в виде нового поколения нормы, в основном, *не соответствует* поставленным целям и ожиданиям. Объединение различных частей в один документ не только не улучшило ситуацию с проектированием, но создало дополнительные неопределенности. Особенно это касается нормирования свойств «зеленого бетона» (для которого предлагается контролировать соответствие в возрасте 91 суток!); новой и совершенно запутанной концепции долговечности (учитывая то, что и предыдущая не была понята до конца...); моделей сопротивления срезу и местному срезу, базирующихся на положениях Теории критической трещины А.Мuttoni и имеющих довольно узкие места, особенно в случае проектирования предварительно напряженных элементов (модель стала сложной в применении, требовать вычисления ряда дополнительных, слабо обоснованных параметров, что уже есть отступлением от принципа «*Easy to Use!*»).

Следует отметить, что после выхода окончательной редакции *fib* MC 2020 стало очевидно, что данный документ, позиционирующийся как кодекс-образец для подготовки норм, вошел в серьезное противоречие с prEN 1992-1-1 как по содержанию, так и по основным подходам к проектированию. В рамках кодекса-образца основное внимание уделяется философии проектирования, опирающейся на поведение (отклик) конструкции, связанное с ее использованием (т. н. «*Performance-based design*») взамен предписывающего проектирования согласно ЕС2. Безусловно, такой подход не соответствует принципу «*evolution not revolution*», поскольку предполагает полное изменение парадигмы проектирования. В рамках представленных изменений подходы, принятые при разработке национальных правил проектирования железобетонных конструкций, выглядят вполне оправданными и рациональными. Складывающаяся ситуация убеждает нас в том, что правильным направлением в нормотворчестве является развитие национальной системы стандартизации и нормирования в строительстве.

#### **Выводы.**

Современное состояние разработки базовых международных нормативных документов, связанных с проектированием железобетонных конструкций (Кодекс-образец *fib* MC2020, prEN1992) характеризуется незавершенностью и наличием достаточно серьезных противоречий даже среди участников рабочей группы. Поступающие замечания ставят под сомнение возможность принятия, главным образом ЕС2, даже, как декларировано TC250, к 2028 году. Учитывая данное, и ряд других обстоятельств, принятое решение о разработке национальной системы нормирования в строительстве, является верным и актуальным. При разработке национальных норм следует учитывать, при соответствующем анализе, передовой международный опыт, сконцентрированный в Кодексе-образце MC2020.

Разработанные СП 5.03.01 [10] в значительно большей мере соответствуют декларированным принципам *fib* Model Code 2020 и на современном этапе реализуют, в основном, большинство базовых положений кодекса-образца, учитывая, при этом, национальные инженерные традиции.

### Литература:

1. СНБ 5.03.01-02. Бетонные и железобетонные конструкции. – Минск, МАиС РБ, 2003. – 139 с.
2. EN 1990:2002. Basis of Structural Design. – CEN, Brussels, 2002. – 87 p.
3. ISO 2394: General Principles on Reliability for Structures – 1998. – 73 p.
4. EN 1992-1-1:2004. Design of concrete structures. Part 1: General rules and rules for buildings. – CEN, Brussels, 2004. – 225 p.
5. ТКП EN 1992-1-1-2009 Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1–1. Общие правила и правила для зданий. – Минск, МАиС РБ, 2010. – 191 с.
6. ТКП EN 1992-1-1-2009\* Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1–1. Общие правила и правила для зданий. – Минск, МАиС РБ, 2015. – 207 с.
7. Пецольт, Т. М. Опыт внедрения в Республике Беларусь европейских нормативных документов по проектированию железобетонных конструкций / Т. М. Пецольт, Н. А. Рак, В. В. Тур // Строительная наука и техника. – 2012. – № 2 – С. 94–96.
8. Рак, Н. А. Проектирование конструкций из бетона: Еврокоды и национальные нормы / Н. А. Рак, Т. М. Пецольт, В. В. Тур // Современные методы расчета железобетонных и каменных конструкций по предельным состояниям Сборник докладов Международной научно-практической конференции (г. Москва, 30 ноября 2018 г.) / МГСУ. – Москва: МГСУ, 2018. – С. 367–376
9. Изменение № 2 к ТКП EN 1992-1-1-2009\* Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1–1. Общие правила и правила для зданий. – Минск, МАиС РБ, 2019. – 90 с.
10. СП 5.03.01-2020. Бетонные и железобетонные конструкции / М-во архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2020. – 236 с.
11. prEN 1992-1-1:2021 Eurocode 2: Design of concrete structures –Part 1-1: General rules –Rules for buildings, bridges and civil engineering structures. – CEN, Brussels, 2021. – 383 p.
12. EN 1992-2:2005 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 2: Concrete bridges – Design and detailing rules. – CEN, Brussels, 2005. – 95 p.
13. EN 1992-3:2006 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 3: Liquid retaining and containment structures. – CEN, Brussels, 2006. – 23 p.
14. Рак, Н. А. Опыт создания отечественной нормативной базы по проектированию железобетонных и задачи по ее дальнейшему совершенствованию / Н. А. Рак, В. В. Тур // Проблемы современного строительства: материалы Международной научно-технической конференции, (Минск, 24 мая 2022 г.) – Минск, БНТУ, 2022. – С. 91–99.
15. fib Model Code for Concrete Structures 2010. – Berlin, Ernst&Sohn, 2013. – 434 p.
16. Walraven J. Codes of Practice: Burden or Inspiration? – “High Tech concrete : Where technology and Engineering meet”, fib Symposium in Maastricht, June 2017, p. XIII – XXIV.
17. Ignatiadis A., Fingerloos F., Hegger J., Teworte F. Eurocode 2 – analysis of National Annex – Structural Concrete, № 1, 2015, DOI: 10.1002/suco.201400060
18. Goodchild Ch. Eurocodes revision – an update / Concrete, April 2016. – P.p. 53–54.
19. SIA 262:2003, Swiss Standard: Concrete Structures – SIA, Zurich, 2004. – 90 p.

### References:

1. SNB 5.03.01-02 s izmeneniyami № 1–5. *Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii*. – Vved.01.07.03. – Minsk: Minskstrojarhitektury Respubliki Belarus, 2003. – 132 s. (rus).
2. EN 1990:2002. Basis of Structural Design. – CEN, Brussels, 2002. – 87 p.
3. ISO 2394: General Principles on Reliability for Structures – 1998. – 73 p.
4. EN 1992-1-1:2004. Design of concrete structures. Part 1: General rules and rules for buildings. – CEN, Brussels, 2004. – 225 p.
5. ТКП EN 1992-1-1-2009 *Evrokod 2. Proektirovanie zhelezobetonnyh konstrukcij. Chast 1–1. Obshie pravila i pravila dlya zdaniy*. – Minsk, Minskstrojarhitektury Respubliki Belarus, 2010. – 191 s. (rus).
6. ТКП EN 1992-1-1-2009\* *Evrokod 2. Proektirovanie zhelezobetonnyh konstrukcij. Chast 1–1. Obshie pravila i pravila dlya zdaniy*. – Minsk, Minskstrojarhitektury Respubliki Belarus, 2015. – 207 s. (rus).



7. Pecold, T. M. *Opyt vnedreniya v Respublike Belarus evropejskih normativnyh dokumentov po proektirovaniyu zhelezobetonnyh konstrukcij* [Experience in implementing European normative documents on the design of reinforced concrete structures in the Republic of Belarus] / T. M. Pecold, M. A. Rak, V. V. Tur // *Stroitel'naya nauka i tehnika*. – 2012. – № 2. – S. 94–96. (rus).
8. Rak, N. A. *Proektirovanie konstrukcij iz betona: Evrokody i nacionalnye normy* [Design of concrete structures: Eurocodes and national standards] / N. A. Rak, T. M. Pecold, V. V. Tur // *Sovremennye metody rascheta zhelezobetonnyh i kamennyh konstrukcij po predelnym sostoyaniyam. Sbornik dokladov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Moskva, 30 noyabrya 2018 g.)* / MGSU; – Moskva: MGSU, 2018. – S. 367-376/ (rus).
9. *Izmenenie № 2 k TKP EN 1992-1-1-2009\* Evrokod 2. Proektirovanie zhelezobetonnyh konstrukcij. Chast 1–1. Obshhie pravila i pravila dlya zdaniy*. – Minsk, Minskstrojarhitektury Respubliki Belarus, 2019. – 90 s. (rus).
10. SP 5.03.01-2020. *Betonnye i zhelezobetonnye konstrukcii* – Minsk, Minskstrojarhitektury Respubliki Belarus, 2020. – 236 s. (rus).
11. prEN 1992-1-1:2021 Eurocode 2: Design of concrete structures –Part 1-1: General rules – Rules for buildings, bridges and civil engineering structures – CEN, Brussels, 2021. – 383 p.
12. EN 1992-2:2005 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 2: Concrete bridges – Design and detailing rules – CEN, Brussels, 2005. – 95 p.
13. EN 1992-3:2006 Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 3: Liquid retaining and containment structures– CEN, Brussels, 2006. – 23 p.
14. Rak, N. A. *Opyt sozdaniya otechestvennoj normativnoj bazy po proektirovaniyu zhelezobetonnyh i zadachi po ee dalnejshemu sovershenstvovaniyu* [Experience in creating a domestic regulatory framework for the design of reinforced concrete and tasks for its further improvement] / N. A. Rak, V. V. Tur // *Problemy sovremennogo stroitelstva: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii, (Minsk, 24 maya 2022 g.)*. – Minsk, BNTU, 2022. – S. 91–99. (rus).
15. fib Model Code for Concrete Structures 2010. – Berlin, Ernst&Sohn, 2013. – 434 p.
16. Walraven J. Codes of Practice: Burden or Inspiration? – “High Tech concrete : Where technology and Engineering meet”, fib Symposium in Maastricht, June 2017, p. XIII – XXIV.
17. Ignatiadis A., Fingerloos F., Hegger J., Teworte F. Eurocode 2 – analysis of National Annex – Structural Concrete, № 1, 2015, DOI: 10.1002/suco.201400060
18. Goodchild Ch. Eurocodes revision – an update / *Concrete*, April 2016. – P.p. 53–54.
19. SIA 262:2003, Swiss Standard: Concrete Structures – SIA, Zurich, 2004. – 90 p.