

**Министерство архитектуры и строительства
Республики Беларусь**

РУП «Стройтехнорм»

**Международная научно-практическая
конференция
«Техническое регулирование строительной
отрасли в современных условиях»**

21 мая 2015 года





1 СЕКЦИЯ – «Еврокоды. Практика применения»

«Особенности перехода в Республике Беларусь на проектирование железобетонных конструкций по европейским нормативным документам»

РАК Николай Александрович
профессор кафедры

«Железобетонные и каменные конструкции»

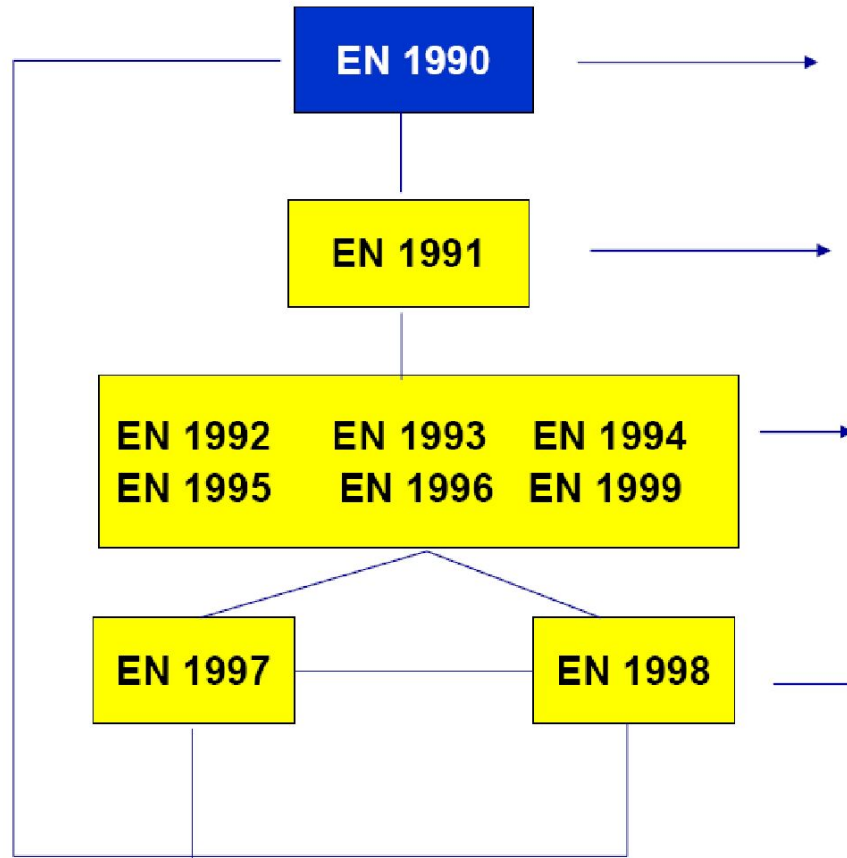
Белорусского национального технического университета
кандидат технических наук, доцент



Структурная схема доклада

- Система Еврокодов
- Этапы создания Еврокодов
- Система Еврокодов в Республики Беларусь
- Взаимодействие ТКП EN с ТНПА Республики Беларусь
- Приказ Минстройархитектуры «О переходе на ТКП EN» от 10 декабря 2014 г. №340
- Концепция надежности Еврокодов
- ТКП EN 1990 «Еврокод: Основы проектирования»
- ТКП EN 1992-1-1-2009 «Еврокод 2: Проектирование железобетонных конструкций - Часть 1-1: Общие правила и правила для зданий»
- Система отечественных ТНПА по расчету железобетонных конструкций
- Сравнение результатов расчетов железобетонных конструкций по отечественным и европейским нормам проектирования

Система европейских нормативных документов в области проектирования несущих конструкций



- Надежность, эксплуатационная пригодность, долговечность конструкций
- Нагрузки и воздействия
- Расчет и конструирование
- Геотехническое и сейсмическое проектирование

Система европейских нормативных документов (10 документов в 58 частях)

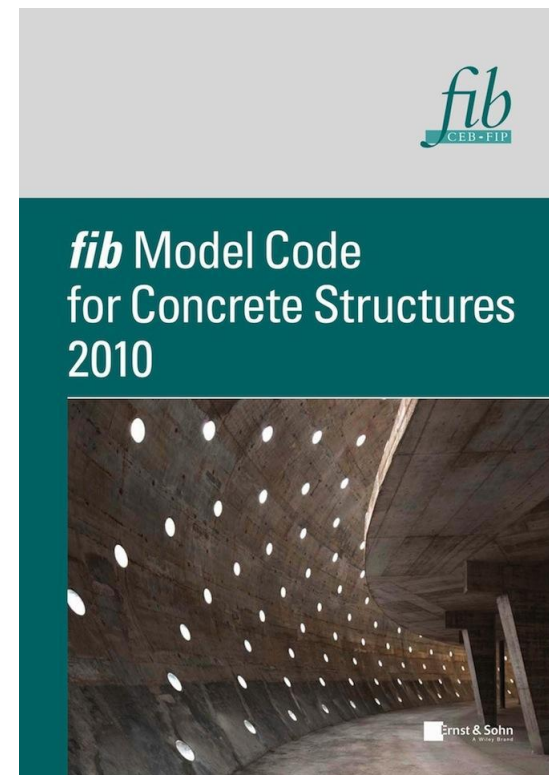
- EN 1990 Eurocode : Basis of Structural Design 1 часть
- EN 1991 Eurocode 1: Actions on structures 10 частей
- **EN 1992 Eurocode 2: Design of concrete structures** 4 части
- EN 1993 Eurocode 3: Design of steel structures 20 частей
- EN 1994 Eurocode 4: Design of composite steel
and concrete structures 3 части
- EN 1995 Eurocode 5: Design of timber structures 3 части
- EN 1996 Eurocode 6: Design of masonry structures 4 части
- EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design 2 части
- EN 1998 Eurocode 8: Design of structures
for earthquake resistance 6 частей
- EN 1999 Eurocode 9: Design of aluminium structures 5 частей



ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ ЕВРОКОДОВ

- 1989 Директива 89/106/ЕЕС
- 1989 Создание в СЕН технического комитета
ТС250 Строительные Еврокоды (9 подкомитетов)
- 1990-1999 Первое поколение Еврокодов
Престандарты ENV
- 2000-2006 Второе поколение Еврокодов
Стандарты прямого действия EN
Появление национальных приложений
- 2013-2018 Третье поколение Еврокодов
Расширение области применения
(фибробетоны, фиброармированные пластики,
стекло)

fib кодекс-образец для железобетонных конструкций 2010



Содержание кодекса -образца

- **1 SCOPE**
- 2 TERMINOLOGY**
- 3 BASIC PRINCIPLES**
- 4 PRINCIPLES OF STRUCTURAL DESIGN**
- 5 MATERIALS**
- 6 INTERFACE CHARACTERISTICS**
- 7 DESIGN**
- 8 CONSTRUCTION**
- 9 CONSERVATION**
- **10 DISMANTLEMENT**

Особенности применения ТКП EN в практике проектирования

- Информационное письмо
- МАиС и Департамент контроля и надзора за строительством Госстандарта Республики Беларусь от 12.03.2010 г.
- Во исполнение поручений Главы государства, Совета Министров Республики Беларусь о приведении в соответствие с европейскими нормами и стандартами национальных технических нормативных правовых актов в области строительства Министерством архитектуры и строительства Республики Беларусь введено в действие с 01.01.2010 г. 58 технических кодексов установившейся практики по проектированию конструкций из различных материалов, идентичных Еврокодам. Из них 33 ТКП EN разработаны с национальными приложениями в соответствии с европейским Руководством по внедрению Еврокодов
- Утверждение и введение в действие в Республике Беларусь европейских стандартов не предполагает отмены действия национальных ТНПА и позволяет применять их наряду с уже действующим национальным комплексом ТНПА, включающим нормы проектирования, основанные на системе нормирования бывшего СССР, дает возможность взаимного сотрудничества между странами СНГ, включая экспорт белорусской строительной продукции и услуг в эти страны, а также возможность привлечения инвесторов из этих государств в Республику Беларусь.
- Решение о применении при проектировании тех или других ТНПА принимается заказчиком и проектной организацией с указанием этого условия в контракте (договоре) на проектные работы, задании на проектирование



Приказ Минстройархитектуры «О переходе на ТКП EN» от 10 декабря 2014 г. №340



МІНІСТЭРСТВА
АРХІТЭКТУРЫ І БУДАЎНІЦТВА
РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ

МИНИСТЕРСТВО
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬСТВА
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ЗАГАД

ПРИКАЗ

10 декабря 2014 № *340*

г. Минск

г. Минск

О переходе на ТКП EN

С целью массового внедрения в практику проектирования на возведение зданий и сооружений европейских стандартов по расчету строительных конструкций (еврокодов)

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. с 1 января 2015 г. проектирование монолитных конструкций на возведение зданий и сооружений выполнять по ТКП EN 1992 Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций, разработанному на основе европейского стандарта (еврокода).

2. с 1 июля 2015 г.:

2.1. проектирование на возведение зданий и сооружений осуществлять по ТКП EN, разработанным на основе европейских стандартов (еврокодов):

ТКП EN 1990 Еврокод. Основы проектирования несущих конструкций;

ТКП EN 1991 Еврокод 1. Воздействия на конструкции;

ТКП EN 1993 Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций;

ТКП EN 1999 Еврокод 9. Проектирование алюминиевых конструкций;

2.2. для вновь начинаемых объектов не применять на территории Республики Беларусь:

СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия»;

СНиП II-23-81* «Стальные конструкции. Нормы проектирования» (с пособием к нему);

3. пункт 1 настоящего приказа не распространяется на объекты, разработка проектной документации по которым начата до 1 января 2015 г. до завершения их строительства.

4. пункт 2 настоящего приказа не распространяется на объекты, разработка проектной документации по которым начата до 1 июля 2015 г. до завершения их строительства.



5. РУП «Стройтехнорм» (Лишаю И.Л.) до 31 декабря 2014 г. :

5.1. внести изменения в национальные приложения следующих ТКП EN в части исключения ссылок на национальные нормы:

ТКП EN 1991-1-3-2009 «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-3. Общие воздействия. Снеговые нагрузки»;

ТКП EN 1991-1-4-2009 «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые нагрузки»;

ТКП EN 1991-1-5-2009 «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-5. Общие воздействия. Температурные нагрузки»;

5.2. произвести корректировку «Сборника терминов и определений, адаптированных с европейскими и международными стандартами» с учетом европейских стандартов, устанавливающих требования к изделиям и методам.



КОНЦЕПЦИЯ НАДЕЖНОСТИ ЕВРОКОДОВ ТКП EN 1990-2011 «Еврокод: Основы проектирования строительных конструкций»

- **Надежность (reliability):** Способность конструкции или элемента конструкции выполнять заданные функции, сохраняя параметры функционирования, с учетом проектного срока эксплуатации. Надежность обычно выражается в вероятностных величинах
- **Проектный срок эксплуатации (design working life):** Период времени, установленный в проекте, в течение которого конструкция или ее часть должны эксплуатироваться в соответствии с
- **Вероятность отказа**
- **Индекс надежности**

Проектный срок эксплуатации

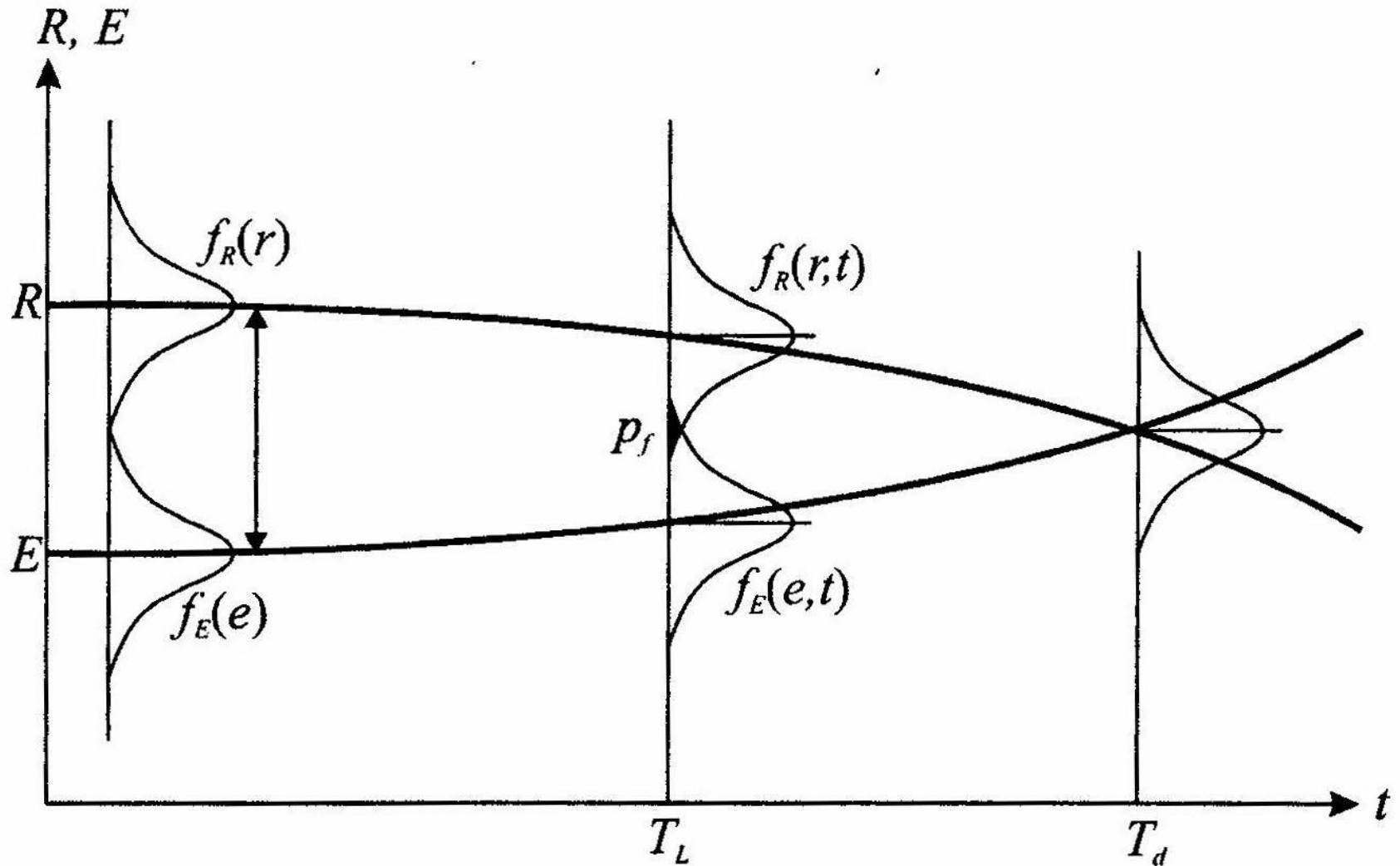
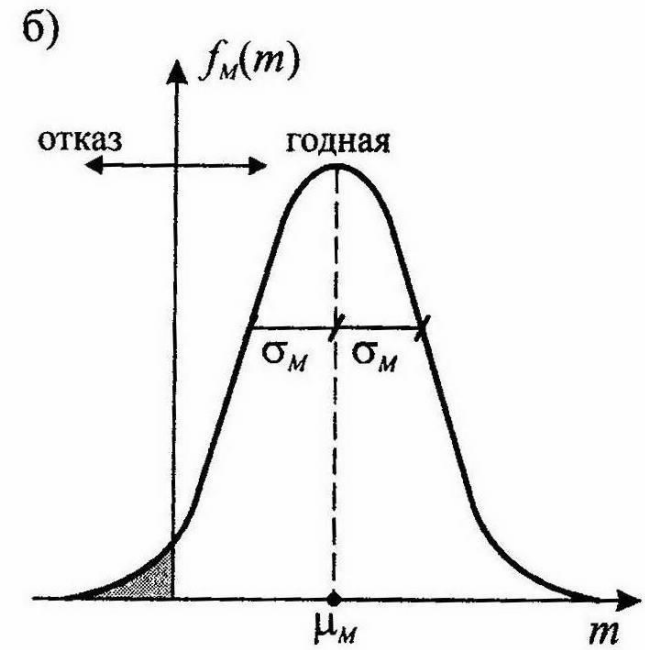
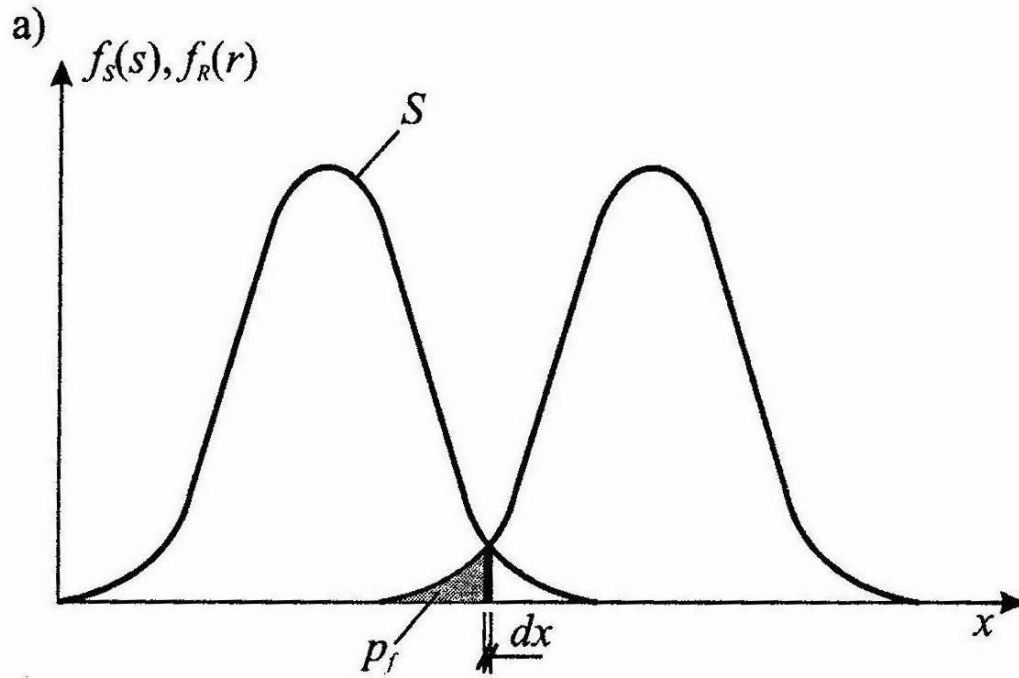


Таблица 2.1 — Ориентировочный проектный срок эксплуатации

Категория проектного срока эксплуатации	Ориентировочный проектный срок эксплуатации, лет	Примеры
1	10	Временные конструкции ¹⁾
2	10–25	Заменяемые части конструкций, например подкрановые балки, опоры
3	15–30	Сельскохозяйственные и подобные им конструкции
4	50	Конструкции зданий и другие обычные конструкции
5	100	Конструкции монументальных зданий, мосты и другие инженерные сооружения гражданского назначения
¹⁾ Конструкции или их части, которые могут быть демонтированы для повторного использования, не рассматриваются как временные.		



$$M = R - S$$

Вероятность отказа может быть определена:

$$P_F = P(R - S \leq 0) = P(M \leq 0),$$

где M является нормально распределенной случайной переменной с параметрами распределения:

$$\begin{aligned}\mu_M &= \mu_R - \mu_S, \\ \sigma_M &= \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_S^2}.\end{aligned}$$

Вероятность отказа теперь может быть определена с использованием функций нормального распределения:

$$P_F = \Phi\left(\frac{0 - \mu_M}{\sigma_M}\right) = \Phi(-\beta),$$

где $\beta = \mu_M / \sigma_M$ – называется индексом надежности (индекс проф. А.Р. Ржаницына). Геометрическая

Индекс надежности

С.5 Индекс надежности β

(1) В рамках методов II уровня условно определяют альтернативную меру надежности, связанную с индексом надежности β соотношением

$$P_f = \Phi(-\beta), \quad (\text{C.1})$$

где Φ — кумулятивная функция распределения стандартного нормального распределения. Соотношения между P_f и β приведены в таблице С.1.

Таблица С.1 — Соотношения между β и P_f

P_f	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}
β	1,28	2,32	3,09	3,72	4,27	4,75	5,20

Таблица 1 – Ориентировочные целевые значения индексов β и соответствующих вероятностей отказа для базового периода 1 год и основных предельных состояний несущей способности

Относительная стоимость мер обеспечения безопасности	Незначительные последствия отказа	Средние последствия отказа	Большие или значительные последствия отказа
Высокая	$\beta = 3,1 (p_f \approx 10^{-3})$	$\beta = 3,3 (p_f \approx 5 \cdot 10^{-4})$	$\beta = 3,7 (p_f \approx 10^{-4})$
Нормальная	$\beta = 3,7 (p_f \approx 10^{-4})$	$\beta = 4,2 (p_f \approx 10^{-5})$	$\beta = 4,4 (p_f \approx 5 \cdot 10^{-4})$
Низкая	$\beta = 4,2 (p_f \approx 10^{-5})$	$\beta = 4,4 (p_f \approx 10^{-5})$	$\beta = 4,7 (p_f \approx 10^{-6})$

Таблица 2 – Ориентировочные значения целевых индексов β и соответствующих вероятностей отказа при проверке необратимых предельных состояний эксплуатационной пригодности

Относительная стоимость мер обеспечения безопасности	Целевой индекс надежности β (необратимые предельные состояния эксплуатационной пригодности)
Высокая	$\beta = 1,3 (p_f \approx 10^{-1})$
Нормальная	$\beta = 1,7 (p_f \approx 5 \cdot 10^{-2})$
Низкая	$\beta = 2,3 (p_f \approx 10^{-2})$

ТЕХНИЧЕСКИЙ КОДЕКС
УСТАНОВИВШЕЙСЯ ПРАКТИКИ

ТКП EN 1992-1-1-2009 (02250)

Еврокод 2
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий

Еўракод 2
ПРАЕКТАВАННЕ ЖАЛЕЗАБЕТОННЫХ КАНСТРУКЦЫЙ
Частка 1-1. Агульныя правілы і правілы для будынкаў

(EN 1992-1-1:2004+AC:2008, IDT)

Издание официальное

Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь
Минск 2010

Содержание и построение ТКП EN 1992-1-1

- **Белорусская редакция**
EN 1992-1-1 «Еврокод 2:
Проектирование железобетонных
конструкций - Часть 1-1: Общие
правила и правила для зданий»
(стр. III-XV, 1-181)
- **Национальное приложение**
к EN 1992-1-1 «Еврокод 2:
Проектирование железобетонных
конструкций - Часть 1-1: Общие
правила и правила для зданий»
(стр. 182-191)



Белорусская редакция EN 1992-1-1

«Еврокод 2: Проектирование железобетонных конструкций – Часть 1-1: Общие правила и правила для зданий»

Введение к Еврокодам

Содержание

- 1 Основные положения
- 2 Основы проектирования
- 3 Материалы
- 4 Долговечность и защитный слой для арматуры
- 5 Расчет конструкций
- 6 Предельное состояние по несущей способности (ULS)
- 7 Предельное состояние по эксплуатационной пригодности (SLS)
- 8 Конструирование арматуры и напрягающих элементов – Общие положения
- 9 Конструирование элементов и отдельные правила
- 10 Дополнительные правила для сборных железобетонных элементов и конструкций
- 11 Железобетонные конструкции из легкого бетона
- 12 Конструкции из неармированного или слабо армированного бетона
 - Приложения А, В, D-J (справочные)
 - Приложение С (обязательное)



- **1 Основные положения (с.1-6)**

- 1.1 Область применения
- 1.3 Предпосылки
- 1.4 Различие между принципами и правилами применения
- 1.5 Определения
- 1.6 Обозначения

- **2 Основы проектирования (с.6-11)**

- 2.1 Требования
- 2.2 Принципы проектирования по методу предельных состояний
- 2.3 Базисные переменные
- 2.4 Проверка с использованием метода частных коэффициентов
- 2.5 Проектирование, сопровождаемое испытаниями
- 2.6 Дополнительные требования к фундаментам
- 2.7 Требования к крепежным устройствам

- **3 Материалы (с.11-28)**

- 3.1 Бетон
- 3.2 Арматурная сталь
- 3.3 Предварительно напряженная сталь
- 3.4 Устройства для предварительного напряжения

- **4 Долговечность и защитный слой для арматуры (с.28-34)**
 - 4.1 Общие положения
 - 4.2 Условия окружающей среды
 - 4.3 Требования долговечности
 - 4.4 Методы проверки
- **5 Расчет конструкций (с.35-60)**
 - 5.1 Общие положения
 - 5.2 Геометрические несовершенства
 - 5.3 Идеализация конструкции
 - 5.4 Линейно-упругий расчет
 - 5.5 Линейно-упругий расчет с ограниченным перераспределением
 - 5.6 Пластический расчет
 - 5.7 Нелинейный расчет
 - 5.8 Расчет эффектов второго порядка при осевой нагрузке
 - 5.9 Боковая (поперечная) неустойчивость гибких балок
 - 5.10 Предварительно напряженные элементы и конструкции
 - 5.11 Расчет для некоторых отдельных конструктивных элементов

- **6 Предельные состояния по несущей способности (ULS) (с.60-90)**
- 6.1 Изгиб с или без осевой продольной силы
- 6.2 Поперечная сила
- 6.3 Кручение
- 6.4 Продавливание
- 6.5 Расчет по моделям «распорок и тяжей»
- 6.6 Анкеровка и соединения внахлестку
- 6.7 Частично нагруженные площадки
- 6.8 Усталость
- **7 Предельное состояние по эксплуатационной пригодности (SLS) (с.90-101)**
- 7.1 Общие положения
- 7.2 Ограничение напряжений
- 7.3 Контроль трещин
- 7.4 Контроль деформаций

- **8 Конструирование арматуры и напрягающих элементов — общие положения (с.102-118)**
- 8.1 Общие положения
- 8.2 Расстояние между стержнями
- 8.3 Допустимые диаметры оправки для загибаемых стержней
- 8.4 Анкеровка продольной арматуры
- 8.5 Анкеровка хомутов и поперечной арматуры
- 8.6 Анкеровка путем приварки стержней
- 8.7 Соединения внахлестку и механические соединения
- 8.8 Дополнительные правила для стержней большого диаметра
- 8.9 Пучок арматурных стержней
- 8.10 Напрягающие элементы
- **9 Конструирование элементов и отдельные правила (с.118-133)**
- 9.1 Общие положения
- 9.2 Балки
- 9.3 Сплошные плиты
- 9.4 Плоские плиты перекрытия
- 9.5 Колонны
- 9.6 Стены
- 9.7 Балки-стенки
- 9.8 Фундаменты
- 9.9 Зоны с прерывистостью в геометрии или воздействиях
- 9.10 Связевые системы

- **10 Дополнительные правила для сборных железобетонных элементов и конструкций (с.134-144)**
 - 10.1 Общие положения
 - 10.2 Основы проектирования, основополагающие требования
 - 10.3 Материалы
 - 10.5 Расчет конструкций
 - 10.9 Особые правила расчета и конструирования
- **11 Железобетонные конструкции из легкого бетона (с.144-150)**
 - 11.1 Общие положения
 - 11.2 Основы проектирования
 - 11.3 Материалы
 - 11.4 Долговечность и защитный слой для арматуры
 - 11.5 Расчет конструкций
 - 11.6 Предельные состояния по несущей способности (ULS)
 - 11.7 Предельные состояния по эксплуатационной пригодности (SLS)
 - 11.8 Конструирование арматуры — Общие правила
 - 11.9 Конструирование элементов и отдельные правила
 - 11.10 Дополнительные правила для сборных железобетонных элементов и конструкций
 - 11.12 Конструкции из неармированного или слабоармированного бетона

- **12 Конструкции из неармированного или слабоармированного бетона (с.150-155)**
- 12.1 Общие положения
- 12.3 Материалы
- 12.5 Расчет конструкций: предельные состояния по несущей способности
- 12.6 Предельные состояния по несущей способности (ULS)
- 12.7 Предельные состояния по эксплуатационной пригодности (SLS)
- 12.9 Конструирование элементов и отдельные правила
- **Приложения (с.156-179)**
- Приложение А (справочное) Модификация частных коэффициентов для материалов
- Приложение В (справочное) Относительные деформации ползучести и усадки
- Приложение С (обязательное) Свойства арматурной стали, пригодной для использования с настоящим техническим кодексом
- Приложение D (справочное) Уточненный метод расчета потерь предварительного напряжения вследствие релаксации
- Приложение E (справочное) Индикативные классы прочности для обеспечения долговечности
- Приложение F (справочное) Формулы для расчета растянутой арматуры в условиях плоского напряженного состояния
- Приложение G (справочное) Взаимодействие между грунтом и конструкцией
- Приложение H (справочное) Общие эффекты второго порядка в конструкциях
- Приложение I (справочное) Расчет плоских перекрытий и поперечных стен
- Приложение J (справочное) Правила конструирования для отдельных ситуаций



ТКП EN 1992-1-1-2009

Национальное приложение
к ТКП EN 1992-1-1-2009
Еврокод 2
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий

National Annex
to TCP EN 1992-1-1-2009
Eurocode 2
DESIGN OF CONCRETE STRUCTURES
Part 1-1. General rules and rules for buildings

Предисловие

Preface

Настоящее национальное приложение следует применять совместно с ТКП EN 1992-1-1-2009.

This National Annex is used with standard TCP EN 1992-1-1-2009.

Настоящее национальное приложение содержит:

This National Annex contains:

а) национальные параметры для следующих параграфов ТКП EN 1992-1-1-2009, национальный выбор которых разрешен:

the national parameters for the following paragraphs in standard TCP EN 1992-1-1-2009 where national selection is permitted:



Раздел	Принципы	Правила
2 Основы проектирования		9
3 Материалы	4	4
4 Долговечность и защитный слой для арматуры	1	8
5 Расчет конструкций	3	15
6 Предельное состояние по несущей способности (ULS)		18
7 Предельное состояние по эксплуатационной пригодности (SLS)		7
8 Конструирование арматуры и напрягающих элементов – Общие положения		4
9 Конструирование элементов и отдельные правила		27
11 Железобетонные конструкции из легкого бетона	2	5
12 Конструкции из неармированного или слабо армированного бетона		2
Приложение А (справочное)		5
Приложение С (обязательное)		2
Приложение Е (справочное)		1
Приложение J (справочное)		4
Итого	10	111

Мероприятия по внедрению ТКП EN 1992-1-1 в практику проектирования

- Разработка новой редакции ТКП EN 1992-1-1 с учетом изменений 2010 года (EN 1992-1-1:2004:AC:2010, IDT) и терминологии ТКП EN 1990
- Разработка взамен СНБ 5.03.01-02 системы Технических кодексов в качестве Национальных дополнений к ТКП EN 1992-1-1
- Разработка программы обучения основам проектирования с применением ТКП EN для специалистов проектных организаций
- Проведение циклов обучающих семинаров по разъяснению принципов и правил, установленных в ТКП EN
- Разработка методических пособий и учебных программ для студентов строительных специальностей ВУЗов и ССУЗов
- Разработка комплекса программных средств, обеспечивающих возможность автоматизированного расчета строительных конструкций
- Издание технической литературы с примерами расчета

Сопоставление отечественной и европейской систем нормирования

Республика Беларусь	Европейский Союз
СНБ 5.03.01-02 (с изм № 1-5) СНиП 2.03.01-04 (в части конструкций из легких бетонов)	EN 1992-1-1:2004. Часть 1-1. Общие правила проектирования и правила проектирования зданий. + EN 1992-1-1:2004/AC:2010

Структура блока ТНПА по проектированию бетонных и железобетонных конструкций

Первая стадия (основные положения и общие правила)		
Название ТКП		Отмен. документы
БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ	ТКП 45-5.03-218-2015 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения (Национальное дополнение к ТКП EN 1992-1-1-2009)	СНБ 5.03.01-02, СНиП 2.03-01-84
	ТКП 45-5.03-219-2015 Конструкции из тяжелого бетона с ненапрягаемой арматурой. Общие правила проектирования (Национальное дополнение к ТКП EN 1992-1-1-2009)	СНБ 5.03.01-02, Пособие к СНиП 2.03-01-84
	ТКП 45-5.03-220-2015 Конструкции из тяжелого бетона с напрягаемой арматурой. Общие правила проектирования (Национальное дополнение к ТКП EN 1992-1-1-2009)	СНБ 5.03.01-02, Пособие к СНиП 2.03-01-84

Вторая стадия (правила проектирования)

	Название ТКП	Отменяемые документы
<p>БЕТОННЫЕ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ</p>	<p>ТКП 45-5.03-XXX-201X Конструкции из легкого бетона. Правила проектирования (Национальное дополнение к ТКП EN 1992-1-1-2009)</p>	<p>Пособия, руководства и Рекомендации</p>
	<p>Конструкции жилых и общественных зданий. Правила проектирования</p>	<p>Пособия, руководства и Рекомендации</p>
	<p>Конструкции промышленных зданий. Правила проектирования</p>	<p>СНиП 2.09.03, Пособия, руководства и Рекомендации</p>
	<p>Конструкции транспортных сооружений. Правила проектирования</p>	<p>СНиП 2.05.03</p>
	<p>Конструкции емкостных сооружений. Правила проектирования</p>	<p>СНиП 2.09.03, СНиП 2.04.02, СНиП 2.04.03</p>
	<p>Трубы и трубопроводы. Правила проектирования</p>	<p>СНиП 2.05.03</p>
	<p>Конструкции гидротехнических сооружений. Правила проектирования</p>	<p>СНиП 2.06.08</p>
	<p>Усиление конструкции. Правила проектирования</p>	<p>СНБ 5.03.01, СНиП 2.03-01, Пособие П1-98</p>

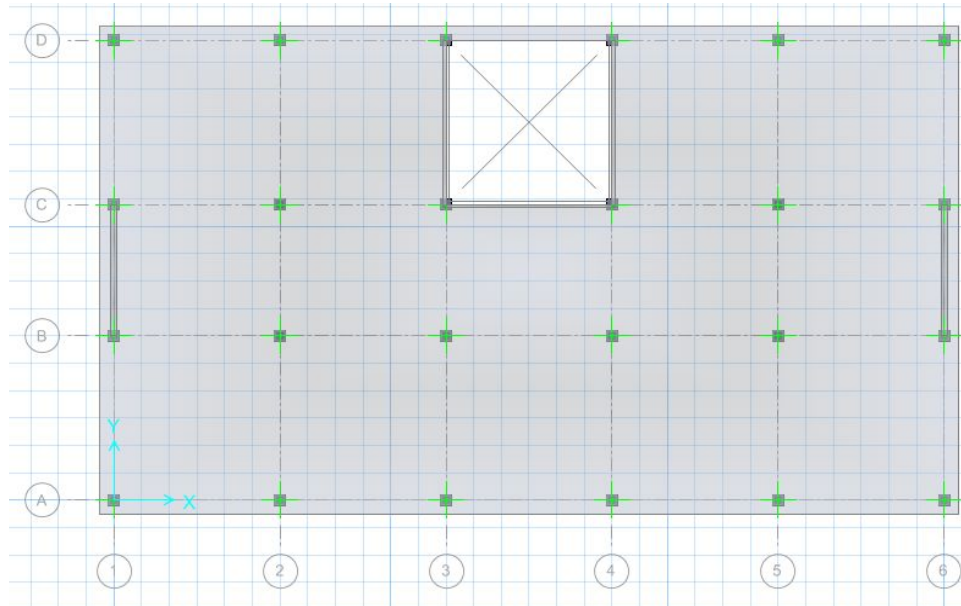


«Анализ результатов расчетов железобетонных конструкций при проектировании по отечественным и европейским нормам»

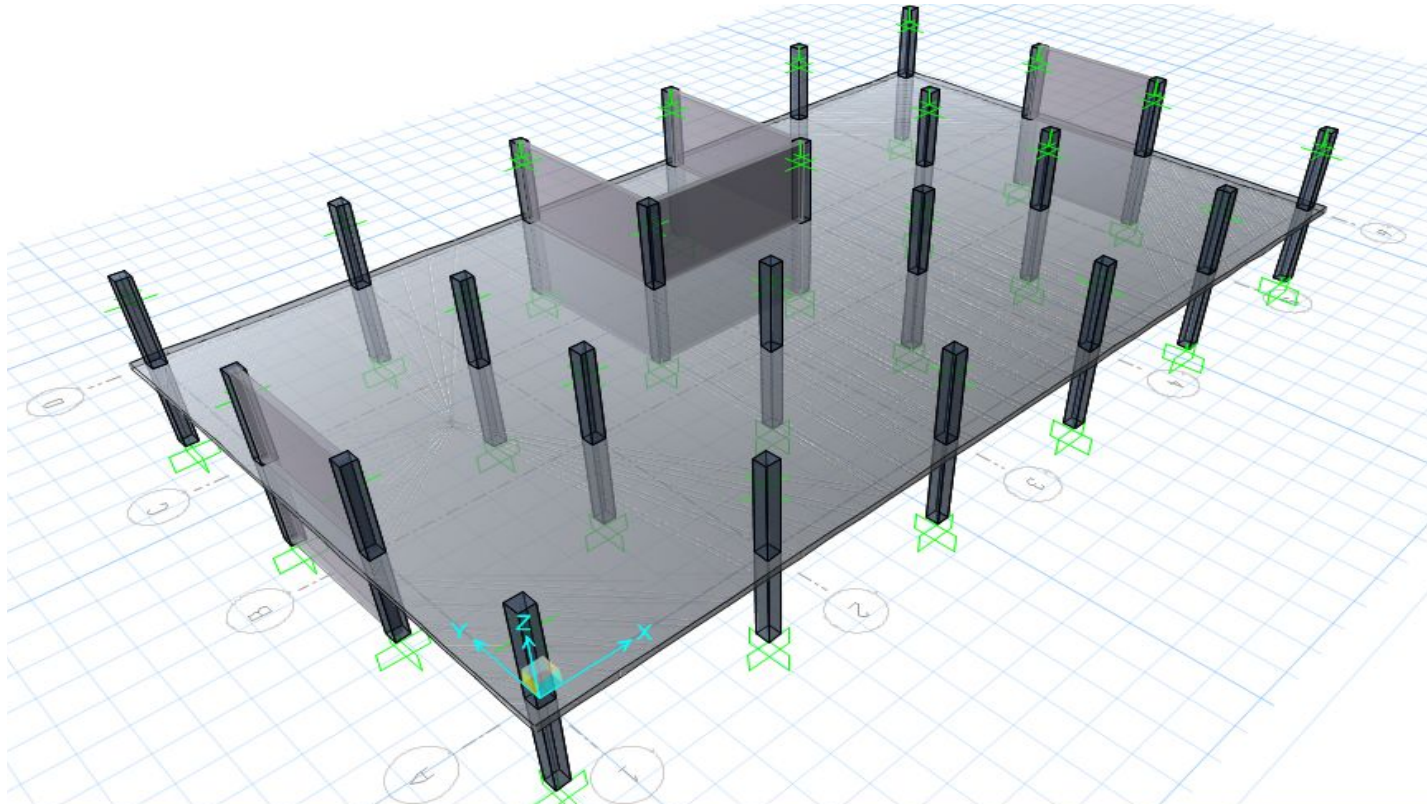
- Выбор конструктивной и расчетной схемы многоэтажного здания
- Выбор элементов для сравнения
- Определение нагрузок и воздействий по СНиП 2.07.01-85 и ТКП EN 1991
- Статический расчет конструкций, определение РСУ
- Расчет и конструирование конструкций по СНБ 5.03.01-02 и ТКП EN 1992-1-1-2009:
 - а) сборная железобетонная плита покрытия;
 - б) сборный железобетонный ригель покрытия ;
 - в) монолитная плита перекрытия;
 - г) сборная средняя колонны первого этажа;
 - д) монолитная средняя колонна первого этажа.
- Сравнительный анализ полученных результатов расчета конструкций



Выбор конструктивной и расчетной схемы многоэтажного здания



9-ти этажное односекционное офисное
здание с размером в плане 16,8x30 м.



Сопоставление результатов статических расчетов железобетонных конструкций по вариантам

Вид конструкции	Параметр напряженного состояния, размерность	P_A	P_B	$\frac{P_B}{P_A}$
Сборная железобетонная многопустотная плита перекрытия шириной 1,2 м	Изгибающий момент, кНм	32,07	32,07	1,0
	Поперечная сила, кН	23,08	23,08	1,0
Сборный железобетонный ригель покрытия	Изгибающий момент, кНм	146,72	163,42	1,114
	Поперечная сила, кН	108,09	120,38	1,114
Средняя сборная железобетонная колонна первого этажа	Полная продольная сила, кН	2498,1	2515,8	1,007
	Практически постоянная часть продольной силы, кН	2217,2	2200,6	0,992
	Изгибающий момент в верхнем сечении, кНм	17,26	17,26	0
Многоэтажное здание	Момент от ветровой нагрузки в уровне верхнего обреза фундамента, кНм	5625	10152	1,805
	Поперечная сила от ветровой нагрузки в уровне верхнего обреза фундамента, кН	316	605	1,915

Выводы по результатам статических расчетов

- 1. Усилия в сборных железобетонных конструкциях, рассчитываемых согласно требованиям европейских нормативных документов, превышают усилия в конструкциях, рассчитываемых согласно требованиям отечественных нормативных документов, в случае учета снеговых нагрузок. Для конструкций покрытия такое превышение достигает 11.4 % (для условий г.Минска), для колонн зданий от 11,4 % на верхнем этаже и до 1% в первом этаже здания.
- 2. Для конструкций, рассчитываемых без учета снеговых и ветровых нагрузок результаты статических расчетов практически одинаковы при расчетах по обоим вариантам.
- 3. Горизонтальные (ветровые) нагрузки при их расчете по ТКП ЕН 1991-1-4 значительно (до 1,9 раза) возрастают в связи с учетом пульсационной составляющей, что не требуется согласно СНиП 2.01.07 для зданий высотой до 40 м, размещаемых в местностях типов А (открытая) и В (застроенная).

• Сравнение результатов расчета железобетонных конструкций

Сравниваемый параметр, размерность	Вариант А (СНБ 5.03.01)	Вариант В (ТКП EN 1992-1-1)	<i>Вариант В</i> <i>Вариант А</i>
сборная железобетонная многпустотная плита перекрытия			
Площадь продольной арматуры класса S500, мм ²	421 (факт. 4Ø12 A _s = 452)	426 (факт. 4Ø12 A _s = 452)	1,0
Поперечная арматура (класс S500)	Не требуется	Не требуется	
Сборный железобетонный ригель покрытия			
Площадь продольной арматуры класса S500, мм ²	939 (факт. 2Ø25 A _s = 982)	1066 (факт. 2Ø22 + Ø20 A _s = 1074)	1,093
Площадь продольной арматуры подрезки класса S500, мм ²	178 (факт. 2Ø12 A _s = 226)	213 (факт. 2Ø12 A _s = 226)	1,0
Поперечная арматура в пределах подрезки (класс S500), мм ²	2Ø8 шаг 100 мм (всего 6Ø8 A _s = 302)	6Ø10 A _s = 471	1,026
Дополнительная арматура у края подрезки (класс S500), мм ²	2Ø10 (A _s = 157)		
Армирование полки ригеля (класс S500)	Ø4 шаг 250 мм	Ø4 шаг 250 мм	1,0

Сравнение результатов расчета железобетонных конструкций

Сравниваемый параметр, размерность	Вариант А (СНБ 5.03.01)	Вариант В (ТКП EN 1992-1-1)	$\frac{\text{Вариант В}}{\text{Вариант А}}$
сборная железобетонная средняя колонна первого этажа			
Площадь продольной арматуры класса S500, мм ²	4Ø25 $A_s = 1964$	4Ø28 класса S500 ($A_{s,tot} = 2464 \text{ мм}^2$)	1,255
Поперечная арматура класса S500, мм ²	4Ø8 шаг 400 мм	4Ø8 шаг 400 мм	1,0
Монолитная железобетонная средняя колонна первого этажа			
Площадь продольной арматуры класса S500, мм ²	4Ø25 $A_s = 1964$	4Ø28 класса S500 ($A_{s,tot} = 2464 \text{ мм}^2$)	1,255
Поперечная арматура класса S500, мм ²	4Ø8 шаг 400 мм	4Ø8 шаг 400 мм	1,0
Монолитная плита перекрытия			
Погонная площадь продольной арматуры на опоре	615 (факт. 644)	615 (факт. 644)	1,0
Погонная площадь продольной арматуры в пролете	287 (факт. 335)	255 (факт. 335)	1,0
Поперечная арматура в зоне продавливания средней колонной	310 (факт. 340)	354 (факт. 396)	1,164

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНЕНИЯ

1. Для конструкций как сборного так и монолитного перекрытий расход материалов (стали и бетона) является практически одинаковым. Это обусловлено тем, что при составлении СНБ 5.03.01 и ТКП EN 1992-1-1 была достигнута достаточно высокая степень гармонизация на основе общей концепции надежности, изложенной в ТКП EN 1990.
2. Для конструкций покрытия показали, что расход стали на продольное и поперечное армирование возрастает на 3-10 %, что обусловлено увеличенными на 33% характеристическими значениями снеговых нагрузок по ТКП EN 1991-1-1-4 по сравнению со значениями по СНиП 2.01.07 (с учетом изменения для территории Республики Беларусь)
3. Для сборной и монолитной колонн первого этажа многоэтажного здания связевой схемы показали, что расход стали на продольное армирование возрастает на 25 %, что обусловлено более жесткими требованиями ТКП EN 1992-1-1 по учету влияния продольного изгиба по сравнению с требованиями СНБ 5.03.01-02. Повышение расхода стали на продольное армирование может быть компенсировано повышением класса бетона колонны на одну ступень