

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СЕМИНАР

**ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И
СТАНДАРТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА
В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

(г. Минск, БНТУ — 22–23.05.2013)

УДК 69.58

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ ЕВРОКОДЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ
ГЕОТЕХНИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ОБУЧЕНИИ
СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ НА
ПРИМЕРЕ ЕВРОКОДА 7**

КРАВЦОВ В.Н.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Введение

Для приведения в соответствие европейских строительных норм и стандартов (Еврокоды, EN Eurocode) с национальными техническими нормативными правовыми актами в области строительства (далее ТНПА РБ) Минстройархитектуры РБ (письмо №06-2-05/1345 от 03.03.10 г. и №01-2/2/134 от 04.03.10 г. [1]) ввел в действие с 01.01.2010 г.-58 ТНПА 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. Предварительно, в ноябре-декабре 2009 г. постановлениями Госстандарта, утверждено 668 европейских стандартов (СТБ ЕН), на которые даются ссылки в утвержденных 01.01.2010 г. Еврокодах, гармонизированных в соответствии с Директивой 89/106 ЕЕС.

Информация о введенных в действие ТНПА размещена на официальном сайте РУП «Стройтехнорм» www.stn.by в разделе «Стан-

дартизация». Выход на этот сайт осуществляется с официального сайта Минстройархитектуры www.mas.by — раздел «Нормативно-правовые акты».

Введенные в действие с 1 января 2010 г. СТБ ЕН, подготовленные Минстройархитектуры РБ к утверждению по ускоренной процедуре, находятся в свободном доступе на сайте РУП «Стройтехнорм» и предоставляются им всем заинтересованным лицам в установленном порядке.

По данным Минстройархитектуры РБ [1] утвержденные и введенные в действие в Республике Беларусь европейские стандарты не предполагают отмены действия национальных ТНПА, развивающих положения Норм бывшего СССР. Допускается применять их наряду с Еврокодами. Это 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.

В то же время, принятые в Республике Беларусь ТКП ЕН и СТБ ЕН позволяют расширять экспорт строительной продукции и услуг в страны Восточной и Центральной Европы, а также снять технические барьеры при реализации зарубежных инвестиционных проектов на территории страны.

Согласно [1], решение о применении при проектировании тех или других норм (ТНПА, Еврокоды) принимается заказчиком и проектной организацией с указанием этого условия в контракте (договоре) на проектные работы, задания на проектирование.

Исходя из этого, в настоящей статье ниже даны комментарии по применению Еврокодов в Республике Беларусь на примере Еврокода 7 для геотехнического проектирования объектов и обучения студентов строительных специальностей.

Структура, цели Еврокодов и их статус

В 1975 году Комиссия европейских сообществ СЕС приняла решение о программе действий в области строительства, основанной на статье 95 Римского договора. Целью программы было устранение технических преград в торговле и гармонизация технических требований в европейском союзе и установления системы общих технических правил для проектирования зданий и инженерных со-

оружений, которые, в конечном счете должны заменить различные правила разных стран - членов Сообщества.

Через 15 лет Комиссия с помощью Руководящего комитета, состоящего из представителей государств - членов Сообщества, подготовила программы Европейских норм и правил (Еврокодов), первое поколение которых было опубликовано в 1980 году.

В 1989 году Специальным соглашением между Европейским комитетом по стандартизации (CEN) и Европейской комиссией подготовка и публикация Еврокодов были переданы CEN, таким образом обеспечив в будущем статус Еврокодов как стандартов Европейского сообщества (EN).

Программа Строительных Еврокодов включает следующие стандарты:

- EN 1990, Еврокод 0: Основы строительного проектирования
- EN 1991, Еврокод 1: Воздействия на конструкции
- EN 1992, Еврокод 2: Проектирование бетонных и железобетонных конструкций
- EN 1993, Еврокод 3: Проектирование стальных конструкций
- EN 1994, Еврокод 4: Проектирование сталежелезобетонных конструкций
- EN 1995, Еврокод 5: Проектирование деревянных конструкций
- EN 1996, Еврокод 6: Проектирование каменных конструкций
- EN 1997, Еврокод 7: Геотехническое проектирование
- EN 1998, Еврокод 8: Проектирование сейсмостойких конструкций
- EN 1999, Еврокод 9: Проектирование алюминиевых конструкций

В Еврокодах приводятся параметры, определяемые на национальном уровне, что позволяет учитывать географические, геологические и климатические условия, а также степень безопасности, приемлемую для конкретной страны-участницы. Для каждого параметра, определяемого на национальном уровне в Еврокодах приводятся рекомендованные значения (значения по умолчанию). При этом, страны-участницы могут устанавливать собственные значения параметров, определяемых на национальном уровне, если они обу-

словлены необходимостью гарантии безопасности при проектировании и выполнении работ по строительству зданий и сооружений в пределах данной страны. Уточненные значения параметров указываются в Национальном приложении.

Область применения Еврокодов

Страны-участницы ЕС и ЕАСТ определяют Еврокоды как рекомендательные документы для обеспечения единства требований в области гражданского строительства. Директива ЕС 89/106/ЕЕС о выработке типовых договоров на проведение инженерно-строительных работ согласуется с европейскими соглашениями о технических условиях (стандарты EN и ETA) сдачи строительных объектов и продукции.

Еврокоды включают общие правила строительного проектирования, охватывающие как типовые традиционные конструкции в целом, так и их унифицированные инновационные компоненты. Для проектирования сложных объектов требуется дополнительное экспертное заключение.

Применение Еврокодов с учетом национальных стандартов

Еврокоды с учетом национальных стандартов должны содержать опубликованный CEN полный текст используемого Еврокода и Национальное приложение к нему, снабженное заглавной страницей, введением и приложениями.

Национальное приложение может содержать информацию о параметрах, используемых в области гражданского проектирования и строительства:

- величины и / или единицы измерения, для которых в Еврокоде предусмотрены другие обозначения;
- величины, которые необходимо вводить самостоятельно, если в Еврокоде указано только обозначение;
- специфические данные конкретной страны (географические, климатические и т.п.), например, карта снегового покрова и при необходимости:
- информативные приложения;
- альтернативные варианты и процедуры;
- ссылки на дополнительную информацию, помогающую в применении Еврокода и не противоречащую ему.

Еврокоды, опираясь на Европейские Стандарты (EN), применимые к продукции и испытаниям, обеспечивают единство методов расчета прочности элементов строительных конструкций. Условия строительного проектирования и оценка устойчивости оговариваются только, в общем, с последующим учетом специфики применяемых материалов.

Таким образом, Еврокоды в качестве согласованной системы с едиными правилами обеспечивают свободу предоставления услуг в сфере гражданского проектирования.

В декабре 2003 г. Еврокоды были официально рекомендованы Европейской Комиссией для строительного проектирования, расчета прочности и устойчивости несущих конструкций. Странам-участницам ЕС было рекомендовано подготовить инструкции по применению Еврокодов, в частности в рамках высшего образования, курсов переподготовки и повышения квалификации инженерно-технического состава.

На рисунке 1 показана структура системы европейских стандартов для зданий и инженерных сооружений на примере использования Еврокода 7 «Геотехническое проектирование», который наряду с Еврокодами 0,1 и 8 является основополагающим при проектировании всех типов сооружений, независимо от их материалов.

По аналогии с описанной европейской практикой, но в более сжатые сроки, указанная работа по гармонизации европейских и национальных норм была проведена в Республике Беларусь (см. Введение).

В связи с этим возникло много вопросов, связанных с их освоением в практике проектирования, производстве и порядке действия.

Комментарии по вопросу применения Еврокода 7

Еврокод 7 предназначен для проектирования оснований и фундаментов всех типов сооружений, в т.ч. подпорных конструкций. Он позволяет делать расчеты геотехнических воздействий на сооружение, а также устойчивости грунта, подверженного воздействию от сооружения. В документе имеются все предписания (требования) и правила для выполнения геотехнической части строительного проекта.

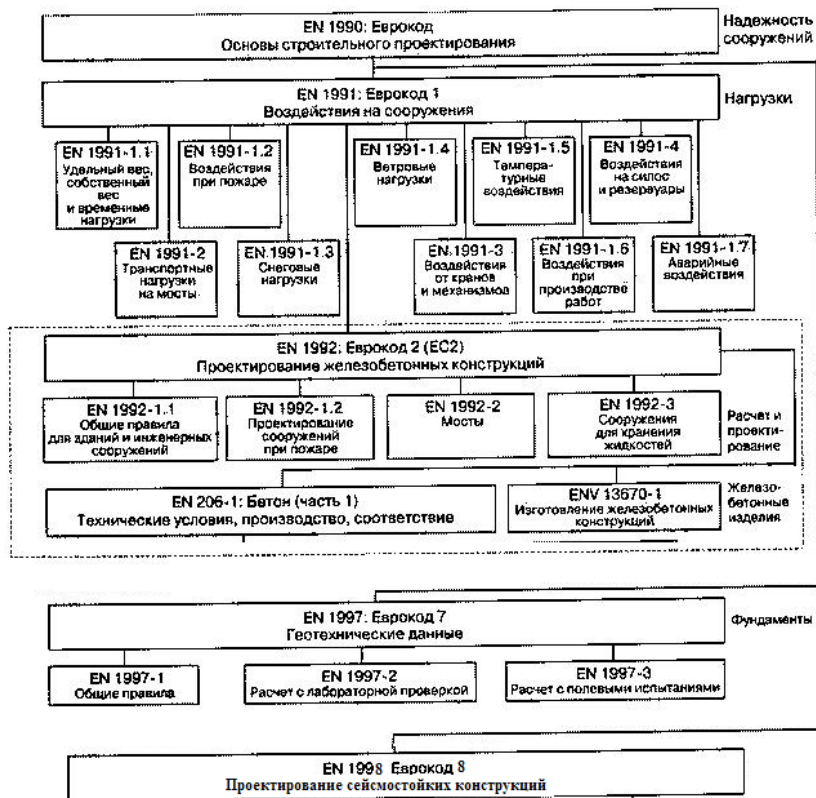


Рисунок 1. Структура системы европейских стандартов для зданий и инженерных сооружений на примере Еврокода 7

Еврокод 7 состоит из двух частей: EN 1997-1 «Геотехническое проектирование. Часть 1. Основные правила» [3]; EN 1997-2 «Геотехническое проектирование. Часть 2. Исследования и испытания грунтов» [4]. В настоящей статье рассматривается только часть 1. Ее создание было тесно связано с разработкой EN 1990 «Еврокод 0: Основы строительного проектирования» (СЕН, 2002) [5].

Выше указывалось, что каждое государство имеет право дополнять основные правила EN, в т.ч. Еврокода 7 требованиями национального применения с целью уточнения расчетных моделей и правил проектирования для каждой конкретной страны, но при любых

обстоятельства национальные стандарты не должны противоречить базовым принципам Еврокода 7 во всех аспектах.

Часть 1 Еврокода 7 «Основные правила» является общим документом, излагающим только принципы геотехнического проектирования в рамках метода расчета по предельным состояниям (LSD). В частности в нем дается общий расчет геотехнических воздействий массива грунта на структурные элементы сооружения в виде: опор, фундаментов, свай, подземных частей зданий и др., а также деформаций и напряжений, возникающих в грунте от внешних воздействий. Отдельные детальные сведения проектирования или расчетные схемы и принципы (точные формулы, графики и др.) приводятся в «информативных» (рекомендуемых) приложениях и одном нормативном (обязательном) приложении А, где указаны «парциальные (частные) множители и корреляционные коэффициенты для критических предельных состояний по прочности и рекомендованные значения».

Информационные приложения (В-І) являются необязательными и содержат ценные материалы по проектированию плитных и свайных фундаментов в виде примеров методов оценки их несущей способности и деформативности, которые могут быть приняты в качестве национальных

В Еврокоде 7 изложены принципы определения геотехнических воздействий (P), воздействий от сооружения (G и Q), «реакции» грунта (R), но также и деформации грунта и его прочность (R_I) в соответствии с его «реакциями» (E), под которыми понимают силы со стороны грунта, уравнивающие воздействия сооружения (G и Q), и геотехнические воздействия (P) на сооружение. Значения устойчивости грунта соответствуют предельным значениям его «реакций» в проверяемых предельных состояниях по прочности (ULS), то есть должно соблюдаться условие $E < R$.

Это предполагает, что должны быть предварительно определены нагрузки на элементы сооружений и их смещений при контакте с грунтом. При этом следует отметить, что многие из требований Еврокода 7 не применимы без обращения к численному моделированию (например, как в случае определения сдвига фундаментов).

Проверку предельных состояний по прочности (ULS), устанавливаемых частью 1 Еврокода 7 следует производить в соответствии с Еврокодом 0 «Основы строительного проектирования» [5].

Проверяется не превышение следующих предельных состояний:

- EQU — нарушение равновесного состояния сооружения или грунта, при котором прочность их материалов является несущественной для обеспечения устойчивости;
- STR — внутреннее повреждение или чрезмерная деформация сооружения или его структурных элементов (опор, свай, стен подвалов и т.д.), при которых прочность материалов сооружения является значительной для обеспечения устойчивости;
- GEO — разрушение или чрезмерная деформация грунта, при которых прочность дисперсного или скального грунта является значительной для обеспечения устойчивости;
- U PL — нарушение равновесного состояния сооружения или грунта из-за «напорного» давлением воды (всплытия) или других вертикальных воздействий;
- HYD — гидравлическое вспучивание, внутренняя эрозия и суффозия в грунте, вызванные гидравлическими градиентами.

Предельные состояния должны быть проверены для сочетаний воздействий, соответствующих следующим проектным ситуациям [5]: постоянным и кратковременным (соответствующие комбинации называются основными); случайным; сейсмическим (которые отражены также в части 5 Еврокода 8, (EN 1998-5).

Расчетные величины воздействий и их комбинаций определены в [5] (парциальные (частные) коэффициенты γ для постоянных воздействий и коэффициенты Ψ для сопутствующих непостоянных воздействий).

Для STR и GEO в EN 1997-1 [3] указано, что надо убедиться в соблюдении условия $E_d < R_d$ (где E_d — расчетная величина эффекта всех воздействий; R_d — расчетная величина соответствующей устойчивости, или прочности).

В связи с тем, что грунты (сыпучее тело) значительно отличаются от надземных конструкций (твердые тела), принцип проектирования по «предельным состояниям» не нашел широкого применения в европейской геотехнике. Поэтому, среди специалистов разработчиков Еврокода 7 возникли существенные разногласия по формату проверки предельных состояний STR и GEO. Некоторые инженеры-геотехники настаивали на двойной проверке (неопределенности внешней нагрузки и устойчивости грунта), а другие предпо-

читали использование только одного формата сочетаний воздействий [10].

В связи с этим, в Еврокоде 7 рекомендуются три различных подхода к проектированию: ПП1, ПП2, ПП3 (Design Approaches 1, 2, 3: DA1, DA2, DA3), выбор одного из которых должен происходить уже на уровне отдельной страны, то есть каждое государство может в своем национальном приложении определить тот подход, который будет использоваться там для всех типов геотехнических сооружений (фундаментов на естественном основании, свайных фундаментов, подпорных конструкций, склонов, общей устойчивости). В настоящее время ПП1 (DA1) принят в Англии и еще в 6-ти Европейских странах; ПП2 (DA2) – примерно в 9-ти странах; ПП3 (DA3) – в 3-х странах.

Сущность трех подходов к проектированию ПП1-ПП3 заключается в следующем [4-6]:

- ПП1 (DA1) — в этом подходе применяются отдельные расчетные проектные значения из таблиц A1 и A2 [5] по отношению к геотехническим воздействиям, а также прочим воздействиям (в общих случаях задание размеров фундаментов - осуществляется по таблице A2 [5], а устойчивость сооружения — по таблице A1 [5];

- ПП2 (DA2) — применяются проектные значения из таблицы A1 [5] по отношению к геотехническим, а также прочим воздействиям;

- ПП3 (DA3) — применяются проектные значения из таблицы A2 [5] по отношению к геотехническим воздействиям и, совместно с этим, применяются парциальные (частные) коэффициенты из таблицы A1 [5] по отношению к прочим воздействиям.

Таким образом, 1-й подход к проектированию ПП1 (DA1) является двойной проверочной процедурой, взятой без изменения из предварительного стандарта ENV 1997-1. 2-й и 3-й подходы к проектированию (ПП2 (DA2) и ПП3 (DA3)) представляют собой новые процедуры, использующие один формат сочетаний воздействий. ПП2 (DA2) разработан с «коэффициентами устойчивости» для грунта (RFA), в то время как ПП3 (DA3) использует для грунта «коэффициенты материалов» (MFA).

При этом, при любом подходе к проектированию (ПП1-ПП3) предельные состояния STR и GEO проверяются с помощью одних и

тех же значений частных коэффициентов, то есть для одних и тех же сочетаний воздействий.

Один из основных разделов части 1 Еврокода 7 касается предельных состояний по эксплуатационной надежности (SLS) и регламентирует значения перемещений [4]), в частности:

- не допускаются предельные состояния по эксплуатационной надежности (SLS) для открытых каркасных конструкций, не засыпанных каркасов и несущих или сплошных кирпичных стен (максимальный относительный поворот может составлять $1/2000$ и $1/300$);
- рекомендуется максимальный относительный поворот $b = 1/500$ для предельных состояний по эксплуатационной надежности (SLS) и $b = 1/150$ для предельных состояний по прочности (ULS);
- для обычных сооружений с отдельными фундаментами рекомендуется общая осадка до 50 мм.

Приведенные ограничения могут служить только в качестве справочных, при отсутствии проектных данных предельных значений для деформаций сооружений. Они касаются типовых зданий с равномерной интенсивностью нагрузок. Но, когда сооружение относится к повышенному уровню ответственности или когда нагрузка является неравномерной, их следует использовать как предварительные.

В заключение следует отметить, что несмотря на одинаковые подходы, заложенные в геотехническое проектирование сооружений (2-а предельных состояния: по прочности и деформациям), в частных вопросах реализации принципа «надежности» Еврокоды и ТНПА имеют существенные различия. Поэтому, для успешного освоения принятых Еврокодов в практике проектирования в условиях Республики Беларусь, необходимо разработать комплекс мероприятий в соответствии с Руководством Евросоюза по внедрению Еврокодов в каждом отдельном государстве. В частности, наладить соответствующее обучение в области образования, переподготовки и повышения квалификации инженерно-технических специалистов строительных организаций.

Учитывая большую потребность в специалистах, владеющих методами проектирования с использованием европейских строительных норм (Еврокодов) на кафедре «Геотехника и экология в строи-

тельстве» БНТУ в типовом учебном плане специальности 1-70.02.01 «Промышленное и гражданское строительство» в разделе «Механика грунтов, основания и фундаменты» предусмотрены лекционные часы, часы практических занятий и контрольных работ в 7 и 8 семестрах по изучению Еврокодов и методов геотехнического проектирования с использованием Еврокода 7 с включением этих материалов в курсовой проект по проектированию оснований фундаментов для промышленных зданий. Материалы по геотехническим расчетам из Еврокода 7 включены в разработанные на кафедре Методические указания к практическим занятиям и по разработке курсового проекта [7, 8].

Заключение

1. С 1 января 2010 г. Национальный комплекс технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства (ТНПА) дополнен большим блоком европейских норм и стандартов (Еврокодов), которые были подготовлены и введены в действие в очень сжатые сроки. В результате, при практическом применении указанных документов, возникло большое количество вопросов, связанных с практическим использованием утвержденных документов, их статусом, порядком действия и соотношения с национальными ТНПА.

2. Анализ Еврокодов и практика их применения, в частности при геотехническом проектировании сооружений показывает, что общие принципы и подходы к обеспечению безопасности и долговечности зданий, энергосбережения, комфортного пребывания людей в значительной степени совпадают с требованиями национальных ТНПА, хотя в деталях, в частности в обеспечении надежности, имеют свои существенные отличительные особенности (в сторону занижения), обусловленные исторически сложившимися традициями в области теории (применения расчетных моделей) проектирования, производства определенных видов строительных материалов, технологии проведения работ, уровня развития инфраструктуры, направленности социальной политики и другими факторами. Но аналогичные отличия имеются также между требованиями национальных Евронорм различных стран Евросоюза, например, Германии, Великобритании, Франции и др. (подходы к проектированию ПП1-ПП3 и др.).

При этом следует отметить, что в целом требования нормативных документов указанных стран значительно жестче отдельных требований национальных ТНПА Республики Беларусь, особенно с учетом принятых в последнее время изменений. Имеющиеся отклонения в сторону, как ослабления, так и ужесточения требований связаны с технической оснащенностью строительного комплекса разных стран, наличием нормативно установленных иных мер и компенсирующих мероприятий, страхованием рисков, и не могут рассматриваться в отрыве от комплекса взаимоувязанных мероприятий принятых в конкретном государстве.

3. Для успешного освоения Еврокодов и европейских стандартов в практике проектирования необходимо разработать или приобрести соответствующее программное обеспечение европейских норм, произвести переподготовку и повышение квалификации различных категорий специалистов.

Организация обучения разработки и внедрения соответствующих программ в первую очередь должна коснуться системы высшего и среднего специального образования посредством переподготовки и повышения квалификации кадров, проведения круглых столов, обучающих семинаров, международных конференций и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Письмо Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь и Департамента контроля и надзора за строительством Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 3 марта 2010 года № 06-2-05/1345; от 4 марта 2010 года № 01 -2/2/134 «О введении в действие европейских стандартов и норм в области проектирования и строительства».-Минск: МАиС РБ, 2010.-2с.

2. CE 2003. Recommendation on the implementation and use of Eurocodes (2003/887/EC) / Official Journal of the European Union. 19.12.2003. EN L 332/62 &63.

3. CEN 2004. Eurocode 7: Geotechnical design. Part 1: General rules. EN 1997-1: 2004 (E, F, G). November 2004. Brussels: European Committee for Standardization, 2004.

4. CEN 2007. Eurocode 7: Geotechnical design. Part 2: Ground investigation and testing. EN 1997-2:2007 (E). March 2007. Brussels: European Committee for Standardization, 2007.

5. CEN 2002. Eurocode: Basis of structural design. European standard. EN 1990: 2002. Brussels: European Committee for Standardization, 2002.

6. Frank R., Magnan J.P. A few thoughts about ultimate limit states verifications following Eurocode 7 (in French) / Proc. 12-th European Conf. Soil Mechs. & Geot. Engng. Workshop on the Eurocodes. Amsterdam, 1999. V. 3. P. 2179-2183.

7. Расчет оснований фундаментов с использованием методов Еврокод 7/Механика грунтов, основания и фундаменты: Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов строительных специальностей 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство», 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью»//Каф. «Геотехника и экология в строительстве» (общая ред. М.И.Никитенко).-Минск: БНТУ, 2011.-с.34-38.