НППГЕОТЕК

Eurocode 7– Geotechnical Design – Part 2: Ground investigation and Testing

Примет ли Россия Eurocode 7?
В чем его отличие от стандартов России?

Еврокод 7.

Геотехническое проектирование

Часть 1. Общие правила

BS EN 1997-1:2004

Еврокод 7.

Геотехническое проектирование

Часть 2. Инженерно-геологические исследования и испытания

BS EN 1997-2:2007

Еврокод 7.

Геотехническое проектирование

Часть 3. Полевые испытания грунтов

BS EN 1997-3:2007

Содержание Еврокода 7-1

EN 1997-1 определяет основные правила проектирования оснований зданий и сооружений:

- требования к проектам конструкций и расчетам оснований;
- общие положения по инженерно-геологическим изысканиям;
- правила надзора за строительством, мониторинг и техническое обслуживание;
- основные требования к проектированию насыпей, водопонижению, закреплению и армированию грунта;
- правила проектирования фундаментов на естественных основаниях;
- правила проектирования свайных фундаментов;
- проектирование анкерных фундаментов;
- проектирование подпорных стен;
- проектирование с учетом разрушения грунтов при движении грунтовых вод;
- общие правила проектирования по предельным состояниям;
- проектирование насыпей по предельным состояниям.

Структура Еврокода 7, часть 2,3

Геотехническое проектирование. Часть 2

- EN ISO 22476 Полевые испытания Часть 1 – 13
- EN ISO 22475 Отбор монолитов и измерения грунтовых вод
- EN ISO 14688 EN ISO 14689 Идентификация и классификация грунтов
- CEN ISO/TS 17892 Лабораторные испытания Часть 1 – 12

Геотехническое проектирование. Часть 3

- EN ISO 22476 Полевые испытания Часть 1 – 13

Содержание Еврокода 7-2

EN 1997-2 предназначен для использования совместно с EN 1997-1 и дает в дополнение к EN 1997-1 общие правила по следующим разделам:

- планирование и составление отчета об инженерно-геологических изысканиях;
- общие требования для ряда применяемых лабораторных и полевых испытаний;
- интерпретация и оценка результатов испытаний;
- определение значений геотехнических параметров и коэффициентов

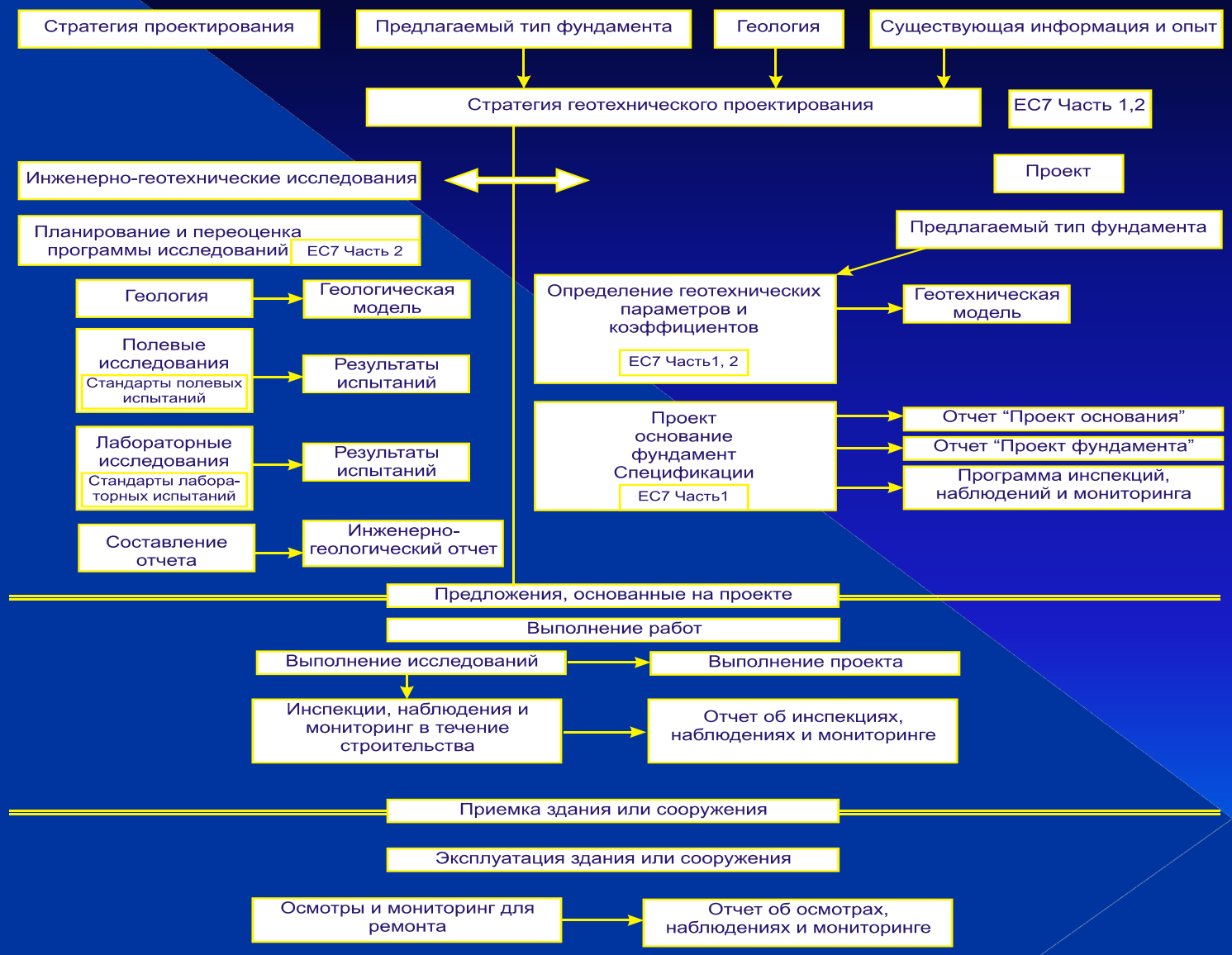
Содержание Еврокода 7-3

EN 1997-3 предназначен для использования совместно с EN 1997-1, EN 1997-2 и дает общие требования к оборудованию и процедуре испытаний, отчету и интерпретации результатов испытаний в дополнение к EN 1997-2 по следующим разделам:

- планирование инженерно-геологических изысканий;
- испытания стандартным конусным пенетрометром и пьезопенетрометром;
- испытания прессиометром Менарда;
- испытания стандартным полым пенетрометром с отбором монолитов;
- испытания динамическим пенетрометром;
- испытания винтовым пенетрометром;
- испытания крыльчаткой;
- испытания плоским дилатометром Марчетти;
- испытания скальных грунтов дилатометром;
- испытания плоским штампом;
- требования к отбору монолитов в песчаных и глинистых грунтах;
- требования к отбору монолитов в скальных грунтах;
- измерения грунтовых вод

EN 1997-2:2007, приложение B

Планирование геотехнических исследований



EN 1997-2:2007, приложение B.2

Выбор методов инженерно-геологических изысканий

Предварительные изыскания		Изыскания на стадии проектирования		Контрольные изыскания	
Начало Изучение топографических, геологических и гидрогеологических карт. Материалы аэрофотосъемки, архивы. Осмотр места изысканий	Глинистые грунты Методы испытаний: CPT, SS, DP или SPT Отбор монолитов (PS, TP, CS, OS) PMT, GW	Предва-рительный выбор типа фундамен-та	Свайные фундаменты: SS, CPT, DP, SPT или SR, FVT, PMT, GWC (PIL) Отбор монолитов (PS, OS, CS)	Окончательный выбор метода проектирования фундаментов	Свайные фундаменты PIL, испытания пробным погружением свай, Прозвучивание свай GWC-измерения Измерения осадок и отклонений от вертикали
			Фундаменты мелкого заложения: SS или CPT, DP, FVT, DMT или PMT, BJT, GW Отбор монолитов (PS, OS, CS, TP),		Фундаменты мелкого заложения: Контроль вида грунта Контроль жесткости (CPT) Контроль осадок
	Песчаные и гравелистые Грунты Методы испытаний: SS, CPT, DP or SPT, SR Отбор монолитов (AS, OS, SPT, TP), PMT, DMT, GW	Предвари-тельный выбор типа фундамен-та	Свайные фундаменты: CPT, DP или SPT , FVT, DMT, GWO, (PIL) Отбор монолитов: (PS, OS, AS)	Окончательный выбор метода проектирования фундаментов	Свайные фундаменты PIL, испытания пробным погружением свай, Прозвучивание свай GWC измерения Измерения осадок и отклонений от вертикали
			Фундаменты мелкого заложения: CPT+DP, SPT, PMT, BJT, или DMT, (PLT), GWO Отбор монолитов: (PS, OS, AS, TP)		Фундаменты мелкого заложения: Контроль вида грунта Контроль жесткости (CPT) Контроль осадок
			Свайные или фундаменты мелкого заложения: SR с MWD, описание трещин, в TP, CS, RDT (PMT BJT, в выветрелых скалах), GWO		Свайные фундаменты: Контроль контакта острия сваи с поверхностью скальной породы Контроль трещиноватости на поверхности скальной породы Фундаменты мелкого заложения: Контроль степени разрушения поверхности скальной породы

BJT - Дилатометр с жесткими штампами;
DP - Динамический пенетрометр;
SR - Soil/rock sounding;
SS - Статическое зондирование (например, WST);
CPT(U) - Пенетрационные испытания конусом (с измерением порового давления);
SPT - Стандартные пенетрационные испытания;
PMT - Испытания гибким прессиометром;
DMT - Испытания дилатометром Марчетти;
FVT - испытания крыльчаткой;
PLT - испытания плоским штампом;
MWD - измерения при бурении;
SE - сейсмические измерения;
PIL - испытания свай статической нагрузкой;
RDT - испытания скальных пород дилатометром;
PS - поршневой пробоотборник;
CS - обуривающий пробоотборник;
AS - буровая желонка;
OS – Открытый пробоотборник;
TP - пробоотборник для слабых грунтов;
GWO - измерения с открытой системой;
GWC - измерения с закрытой системой

EN 1997-3:2007, раздел 1.4.3

Определения, используемые в Еврокоде-2

Рекомендуемое значение (derived value)

Это значение находится из результатов испытаний путем корреляции полученных показателей с эмпирическими или теоретическими зависимостями и используется при проектировании оснований зданий и сооружений.

Концепция рекомендуемых значений физических, прочностных и деформационных параметров заключается в следующем:

•предполагается однородная зона основания, оказывающая влияние на геотехническую конструкцию;

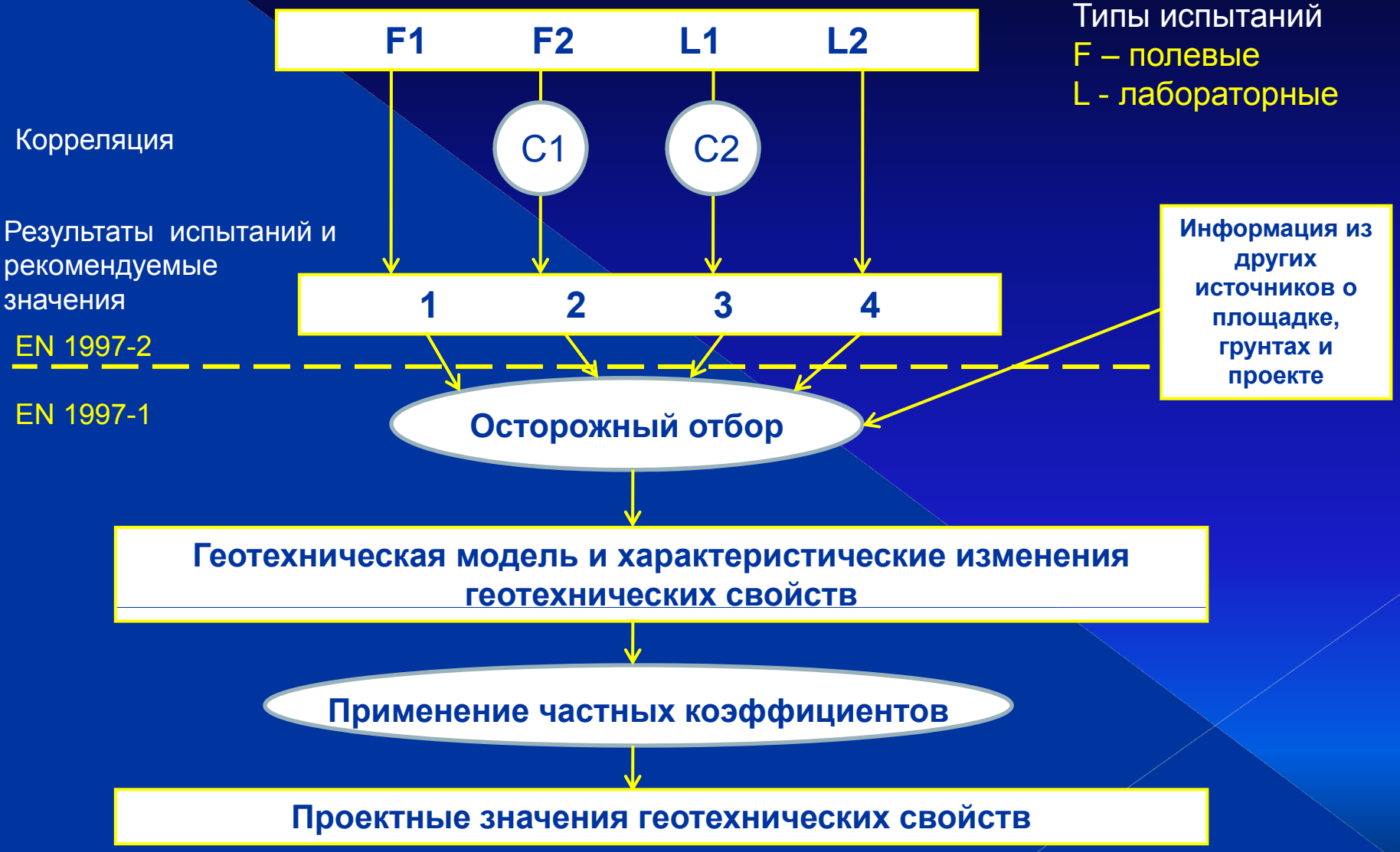
• предполагается, что по крайней мере выполнены два вида полевых испытаний: пять испытаний стандартным пенетрометром (CPT) и пять испытаний прессиометром (даны P_{lM});

• предполагается, например, что проведено пять лабораторных испытаний по определению недренированной прочности ;

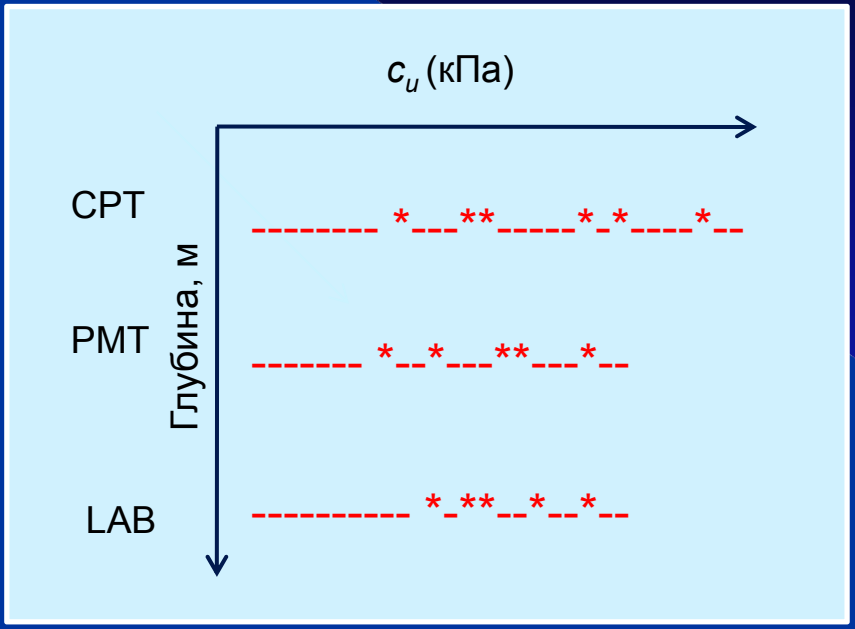
• из пяти (в пределах одного слоя осредняются) CPT-значений и пяти прессиометрических значений находится корреляционная зависимость между этими значениями и лабораторными значениями для определения показателя недренированной прочности c_u.

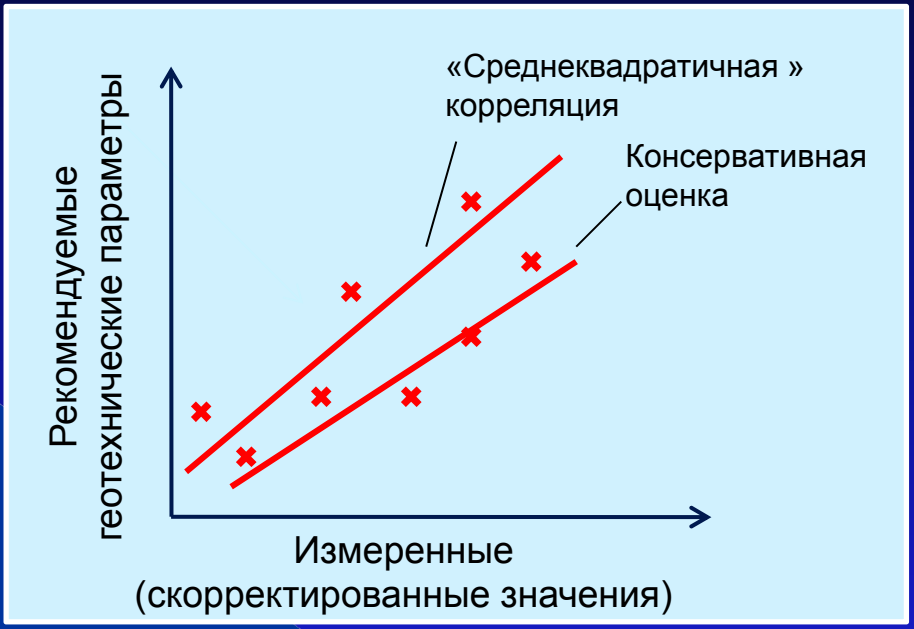
EN 1997-2:2007, раздел 1.6

Концепция выбора рекомендуемых значений геотехнических свойств



Концепция выбора рекомендуемых значений геотехнических свойств





C_u коррелирует с q_c
C_u коррелирует с P_{lm}
C_u определяется из лабораторных испытаний
C_u оценивается теоретически

EN 1997-2:2007, раздел 3

Отбор монолитов

Монолиты грунтов, предназначенные для лабораторных испытаний, разделены на пять классов качества по отношению к свойствам грунтов, которые ,как предполагается ,остаются неизменными в течение отбора, упаковки, транспортирования и хранения.

Предусмотрены три категории отбора монолитов в зависимости от желаемого качества образцов:

- категория А – могут быть получены монолиты класса качества 1 – 5;
- категория В - могут быть получены монолиты качества 3 – 5;
- категория С – могут быть получены монолиты только качества 5.

EN 1997-2:2007, раздел 3

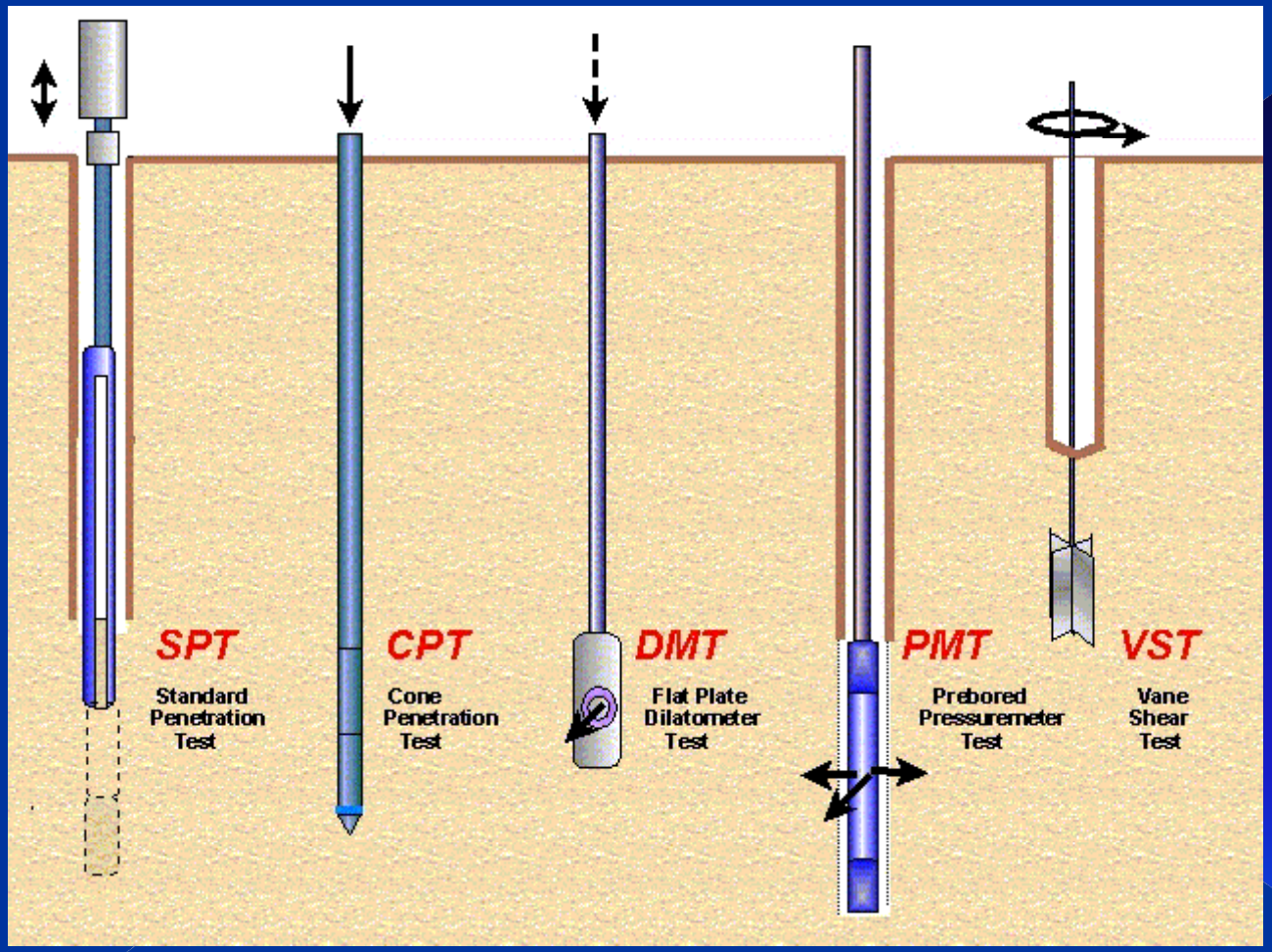
Классы качества монолитов для лабораторных испытаний и используемые категории отбора монолитов

Свойства грунтов	1	2	3	4	5
Неизменяемые свойства грунтов:					
размер частиц	*	*	*	*	*
влажность	*	*	*		
плотность, коэффициент плотности, проницаемость	*	*			
сжимаемость, прочность	*				
Свойства, которые могут быть определены:					
последовательность слоев	*	*	*	*	*
границы пластов – общие	*	*	*	*	
границы пластов – точно	*	*	*	*	
пределы пластичности, плотность частиц, содержание органики	*	*	*		
влажность	*	*			
плотность, коэффициент плотности, пористость, проницаемость	*	*			
сжимаемость, прочность	*				
Категория отбора монолитов в соответствии с EN ISO 22475-1	A				
		B			
					C

Полевые испытания

Еврокод – 7-2	Стандарт
4.1. Общие положения	
4.2. Общие требования	
4.3. Испытания стандартным конусным пенетрометром и пьезоконусом (CPT, CPTU)	EN ISO 22476-1, EN ISO 22476-12
4.4. Испытания прессиометрами: - гибкий прессиометр Менарда (MPM); - самозабуривающийся прессиометр (SBP) - прессиометр с конусом (FDP)	EN-ISO 22476-5 и EN ISO 22476-4 EN ISO 22476-6 EN ISO 22476-8
4.5. Испытания гибким дилатометром (FDT)	EN ISO 22476-5
4.6. Испытания стандартным пенетрометром (SPT)	EN ISO 22476-3
4.7. Испытания динамическим пенетрометром (DP)	EN ISO 22476-2
4.8. Испытания винтовым пенетрометром (WST)	EN ISO 22476-10
4.9. Испытания крыльчаткой (FVT)	EN ISO 22476-9
4.10. Испытания плоским дилатометром (DMT)	EN ISO 22476-11
4.11. Испытания плоским штампом (PLT)	– EN ISO 22476-13

Виды полевых испытаний грунтов



SPT – стандартные пенетрационные испытания; CPT – пенетрация конусом;
DMT – плоский дилатометр; PMT – гибкий прессиометр;
VST – испытания на срез крыльчаткой

Сравнение методов полевых испытаний грунтов по ISO и ГОСТ

Полевые испытания	Стандарт ISO	ГОСТ	Результаты испытаний
CPT	22476-12	ГОСТ 19912-2001	- удельное сопротивление грунта под конусом - удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности - коэффициент трения
CPTU	22476-1	-----	- удельное сопротивление грунта под конусом - удельное сопротивление грунта на участке боковой поверхности - поровое давление
Динамическое зондирование	22476-2	ГОСТ 19912-2001	- количество ударов N_{10} для следующих испытаний: DPL,DPM,DPH - количество ударов N_{10} или N_{20} для DPSH испытаний
SPT	22476-3	------	- количество ударов N - энергия удара

Сравнение методов полевых испытаний грунтов по ISO и ГОСТ

Полевые испытания	Стандарт ISO	ГОСТ	Результаты испытаний
Испытания прессиометром Менарда	22476-4	ГОСТ 20276-85	- прессиометрический модуль деформации E_M - давление ползучести p_f - предельное давление p_{lm} - графики измерений
Испытания гибким дилатометром (DP)	22476-5	------	- дилатометрический модуль деформации E_{fdt} - графики измерений
Все другие типы испытаний прессиометрами			- графики измерений
Испытания крыльчаткой (FVT)	22476-9	ГОСТ 21719-80	- недренированная прочность c_{fv} - недренированная прочность в перемятом состоянии c_{rv} - графики измерений - удельное сцепление c_b - показатель структурной прочности грунта при срезе $П_{стр}$
Испытания кольцевым срезом		ГОСТ 21719-80	- угол внутреннего трения φ - удельное сцепление c

EN 1997-2:2007, раздел 5

Лабораторные испытания

5.1. Общие положения
5.2. Общие требования к лабораторным испытаниям
5.3. Подготовка образцов грунта для испытаний
5.4. Подготовка образцов скальных грунтов для испытания
5.5. Испытания для классификации, идентификации и описания грунтов
5.6. Химический анализ грунтов и грунтовых вод
5.7. Испытания грунтов для определения недренированной прочности
5.8. Испытания грунтов для определения показателей прочности
5.9. Испытания грунтов для определения показателей деформируемости
5.10. Испытания с целью определения показателей уплотнения
5.11. Фильтрационные испытания
5.12. Испытания для классификации скальных грунтов
5.13. Испытания скальных грунтов с целью определения показателей набухания и усадки
5.14. Испытания для определения прочности скальных грунтов

EN 1997-2:2007, раздел 2.4

Виды лабораторных испытаний для определения механических свойств грунтов

Параметр	Тип грунта					
	Гравий	Песок	Супесь	NC глина	OC глина	Торф, ил
Компрессионный модуль деформации E_{oed} Индекс компрессии C_c	(OED) (TX)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	(OED) (TX)	(OED) (TX)
Модуль упругости E Модуль сдвига G	TX	TX	TX	TX	TX	TX
Консолидированно-дренированная прочность c', φ'	TX SB	TX SB	TX SB	TX SB	TX SB	TX SB
Остаточная прочность c_R', φ_R'	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)	RS (SB)
Недренированная прочность C_u	-	-	TX DSS SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT	TX DSS (SB) SIT
Плотность грунта ρ	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD	BDD
Коэффициент консолидации c_v			OED TX	OED TX	OED TX	OED TX
Коэффициент фильтрации k	TXCH PSA	TXCH PSA	PTC TXCH (PTF)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)	TXCH (PTF) (OED)

Обозначения:
BDD – определение плотности;
DSS – простой сдвиг;
OED – компрессионные испытания;
PTF – испытания на проницаемость переменным напором;
PTC – испытания на проницаемость постоянным напором;
RS – кольцевой срез;
SB – прямой срез;
SIT – определение коэффициента прочности;
PSA – гранулометрический состав;
TX – трехосные испытания;
TXCH – определение коэффициента фильтрации постоянным напором в приборе трехосного сжатия;
- – не определяется;
( ) – применяется частично (см. разд. 5).

Показатели, определяемые из лабораторных испытаний по Еврокод – 7 и ГОСТ

Лабораторные испытания	Категория (A,B,C), класс (1-5) качества образцов	Стандарт ISO	ГОСТ	Результаты испытаний
Песчаные и пылевато-глинистые грунты				
Влажность	A,B 3	17892-1	5180-84	- значение влажности w
Объемная плотность	A, 2	17892-2	5180-84	- значение ρ
Плотность частиц	A,B	17892-3	5180-84	- значение ρ_S
Гранулометрический состав	A,B			- грансостав
Пределы пластичности	A,B 4	17892-12	5180-84	- влажность на границе раскатывания и текучести w_p, w_l
Коэффициент плотности	A,B			- значения e_{max}, e_{min}, I_D

Показатели, определяемые из лабораторных испытаний по Еврокод – 7 и ГОСТ

Лабораторные испытания	Категория (A,B,C), класс (1-5) качества образцов	Стандарт ISO	ГОСТ	Результаты испытаний
Испытания крыльчаткой	A,1			- значение показателя прочности c_u
Испытания пенетрометром	A,1	17892-6		- значение показателя прочности c_u
Одноосное сжатие	A,1	17892-7	12248-96	- значение показателя прочности $q_u = 2c_u$
Неконсолидированно-недренированное трехосное сжатие	A,1	17892-8	12248-96	- значение недренированной прочности c_u
Консолидированное трехосное сжатие	A,1	17892-9	12248-96	- кривые напряжение-деформация и поровое давление -траектория напряжений - круги Мора - показатели c', φ', c_u - зависимость c_u от σ'_{vo} - модули деформации E или E_u

Заключение

Еврокод - 7, часть 2,3 обеспечивают:

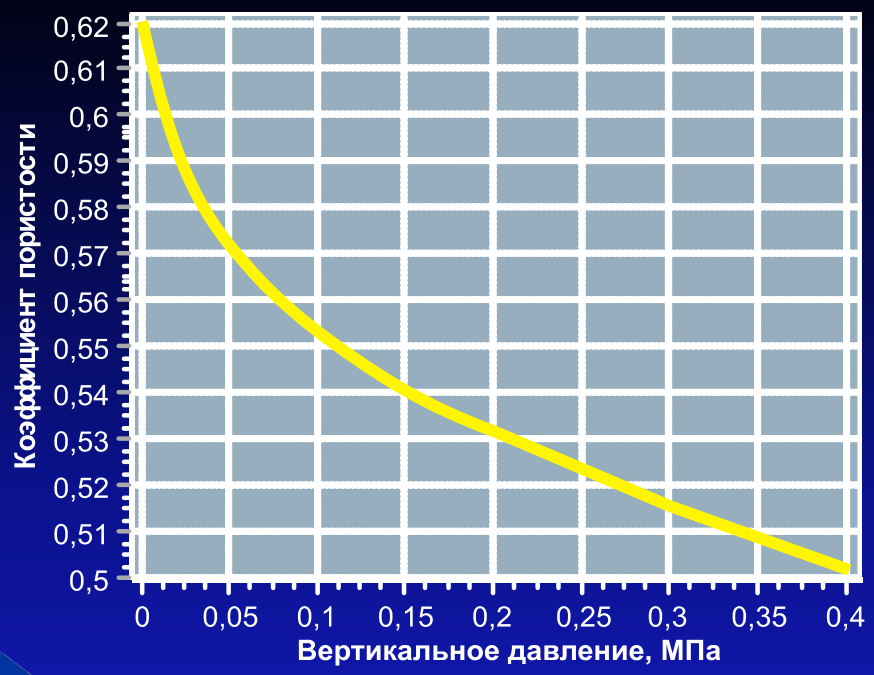
1. Единство методов лабораторных и полевых испытаний грунтов в 30 странах Европы
2. Единство требований к планированию инженерно-геологических изысканий применительно к месту, глубине, типу и объемам изысканий
3. Единые требования к содержанию и форме отчетов инженерно-геологических изысканий
4. Даны существенные требования к отбору монолитов грунтов и подготовке образцов к испытаниям
5. Является обязательной интерпретация различных видов испытаний с целью определения характеристик физико-механических свойств грунтов
6. Комплексный подход к определению физико-механических свойств грунтов включая лабораторные и полевые испытания грунтов
7. Возможность использования национальных стандартов, введя их в Еврокод - 7

Измерительно-вычислительные комплексы АСИС – это автоматизированные многофункциональные комплексы, предназначенные для лабораторных испытаний немерзлых и мерзлых грунтов, а также горных пород с целью определения их прочностных и деформационных свойств.

Комплексы АСИС обеспечивают испытания грунтов методами:

- компрессионного сжатия;
- одноплоскостного среза;
- трехосного сжатия;
- одноосного растяжения;
- одноосного сжатия
- испытаний шариковым штампом.

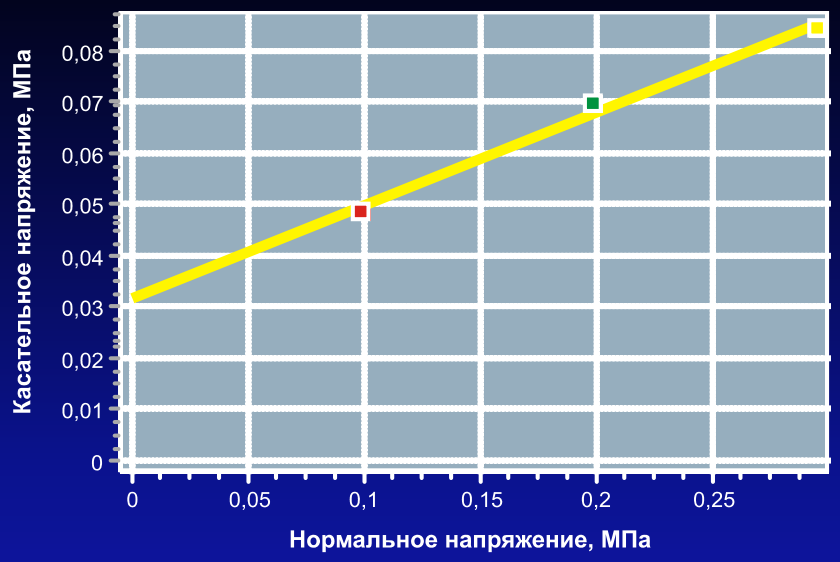
Компрессионное сжатие



Устройства компрессионного сжатия в составе комплексов «АСИС» обеспечивают определение характеристик:

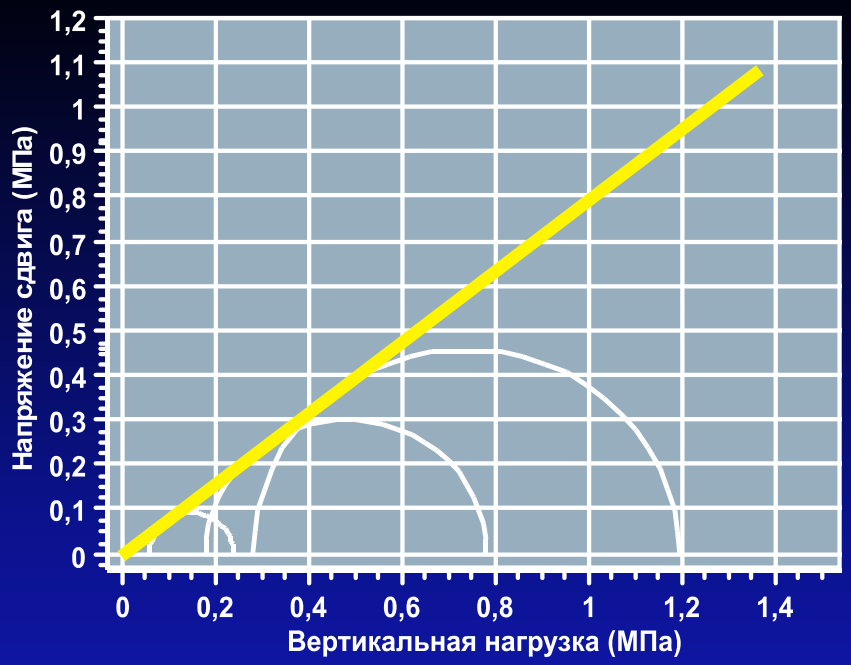
- деформируемости – коэффициента консолидации и модуля деформации;
- просадочности – по схеме «одной» и «двух кривых»;
- набухания – прямым и косвенным методами по ГОСТ 12248-96, ГОСТ 23161-78, ГОСТ 24143-80.24143-80.

Одноплоскостной срез



Установки и устройства одноплоскостного среза обеспечивают определение характеристик прочности немерзлого грунта по ГОСТ 12248-96:
угла внутреннего трения, удельного сцепления.
мерзлых и вечномерзлых грунтов по ГОСТ 12248-96:
сопротивления срезу мерзлого грунта, грунтового раствора и льда по поверхности их смерзания с материалом фундамента или другим твердым материалом; сопротивления срезу мерзлого грунта по поверхности смерзания с другим грунтом или грунтовым раствором; сопротивления срезу льда по поверхности смерзания с грунтом или грунтовым раствором.

Трехосное сжатие



Установки и устройства трехосного сжатия обеспечивают определение:

- угла внутреннего трения:
- удельного сцепления;
- модулей деформации;
- коэффициента поперечной деформации для песков, глинистых, органо-минеральных и органических грунтов.

Испытания проводятся по неконсолидированно-недренированной, консолидированно-недренированной и консолидированно-дренированной схемам.

Одноосное сжатие

X - Ступень разрушения образца

Установки одноосного сжатия обеспечивают:

- ❑ испытание водонасыщенных глинистых грунтов методом одноосного сжатия для определения сопротивления недренированному сдвигу;
- ❑ испытание мерзлого грунта методом одноосного сжатия, для определения характеристик прочности и деформируемости:
  - предела прочности на одноосное сжатие;
  - модуля линейной деформации;
  - коэффициента поперечного расширения;
  - коэффициента нелинейной деформации;
  - коэффициента вязкости сильнольдистых грунтов для песков (кроме гравелистых и крупных) и глинистых грунтов, кроме заторфованных, засоленных и сыпучемерзлых разностей указанных грунтов.

Одноосное растяжение

Установка одноосного растяжения предназначена для испытания образцов скального грунта методом одноосного растяжения по ГОСТ 21153.3-85.
Установка обеспечивает определение предела прочности образцов горных пород произвольной формы при одноосном растяжении встречными сферическими инденторами.

Испытания шариковым штампом

Устройство для испытаний шариковым штампом предназначено для испытания образцов мерзлого грунта шариковым штампом по ГОСТ 12248-96.
Устройство обеспечивает испытание мерзлого грунта шариковым штампом для определения предельно длительного значения эквивалентного сцепления мелких и пылеватых песков и глинистых грунтов, кроме заторфованных засоленных и сыпучемерзлых разностей этих грунтов.

Приборы для уплотнения грунта

Прибор предварительного уплотнения

Прибор стандартного уплотнения

Испытания винтовым штампом

Проходка скважины для установки винтового штампа

Винтовой штамп площадью 600 см^2

Установка фартука на устье скважины

Установка распределительной балки на шасси автомашины

Установка опорной головки на штангу

Установка четырех датчиков перемещения и датчика силы

Винтовой штамп, устройство силового нагружения, реперная система и датчики силы и перемещения

Подключение датчиков перемещения и датчика силы к измерительной системе

Многоканальная измерительная система. Компьютер внутри автомашины

Штамповые испытания

Система записи и обработки результатов

Штамп конструкции института «Фундаментпроект»

Штамповые испытания. Набережные Челны

Датчик перемещения LVDT

Квадратный штамп.
Нагружение фундаментными блоками