

**Негосударственное образовательное частное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Геотэк-Колледж»**



УТВЕРЖДАЮ
Директор
В.Н.Озмидова
«25» сентября 2017 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

**«Теоретические основы и практическая методика
лабораторных определений входных параметров
расчетных моделей программных комплексов,
основанных на методе конечных элементов (МКЭ).
Программный комплекс PLAXIS»**

24 акад. часа

**г. Москва
2017 г.**

Оглавление

I.	ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	3
II.	ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ	4
III.	ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ	5
IV.	СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ	6
4.1.	Учебный план	6
4.2.	Календарный учебный график	6
4.3.	Рабочие программы модулей	7
4.3.1.	Модуль 1. Лабораторные и полевые методы определения входных параметров нелинейных моделей грунтов	7
4.3.2.	Модуль 2. Численное моделирование грунтовых оснований	8
4.3.3.	Модуль 3. Моделирование грунтовых оснований в режиме сверхмалых деформаций	10
4.3.4.	Модуль 4. Контроль работы грунтового основания в зоне влияния источников динамического воздействия	10
4.3.5.	Программа учебной практики	12
4.4.	Оценка качества освоения программы. Формы аттестации и оценочные средства.	13
V.	УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	16
5.1.	Материально-техническое обеспечение программы	16
5.2.	Кадровое обеспечение	16
5.3.	Нормативно-правовое и учебно-методическое обеспечение программы	16

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная профессиональная программа повышения квалификации «Теоретические основы и практическая методика лабораторных определений входных параметров расчетных моделей программных комплексов, основанных на методе конечных элементов (МКЭ). Программный комплекс PLAXIS» (далее – программа) разработана в соответствии с требованиями Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации" и приказа Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам».

Нормативно-правовой и методической основой для разработки программы являются:

- Федеральный закон от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ «Градостроительный кодекс Российской Федерации»,

- Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании»,

- Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»,

- Приказ Министерства регионального развития Российской Федерации от 30 декабря 2009 г. № 624 «Об утверждении Перечня видов работ по инженерным изысканиям, по подготовке проектной документации, по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объектов капитального строительства, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства»,

- Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 мая 2016 г. № 548 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.05.02 Прикладная геология (уровень специалитета)».

Курс повышения квалификации предназначен для специалистов строительной отрасли в области инженерно-геологических и инженерно-геотехнических изысканий, а также проектировщиков фундаментов зданий и сооружений.

Общими требованиями к обучающимся являются:

- наличие среднего профессионального или высшего образования;

- получение среднего профессионального или высшего образования.

Обучение по программе является одним из условий получения свидетельства о допуске саморегулируемых организаций:

«Организация управления инженерными изысканиями»

«Инженерно-геологические изыскания»

«Инженерно-геотехнические изыскания»

«Обследование состояния грунтов основания зданий и сооружений».

II. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

Основной целью программы является обновление теоретических и практических знаний руководителей и специалистов в области инженерных изысканий для строительства в связи с повышением требований к уровню квалификации и необходимостью освоения современных методов решения профессиональных задач.

Материалы программы позволяют ознакомить слушателей с новыми решениями в отечественной и зарубежной практике инженерных изысканий, совершенствовать знания в области нормативных и правовых аспектов изыскательской деятельности, современных методов и технических средств производства изысканий. Слушатели имеют возможность усвоить современные приемы работы с применением компьютерной техники и использованием систем автоматизации инженерных изысканий. Практическая часть программы направлена на получение слушателями профессиональных навыков работы с программным комплексом численного моделирования грунтовых оснований PLAXIS. В результате прохождения программы обучающиеся осваивают нелинейные модели грунтов (Hardening Soil, Hardening Soil Small-strain, Soft Soil, Soft Soil Creep и др.), знакомятся с практическими лабораторными технологиями получения входных параметров моделей грунтов.

III. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате реализации программы происходит совершенствование компетенций (общекультурных – ОК и профессиональных – ПК)

(на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 21.05.02 Прикладная геология (уровень специалитета)):

способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7);

способность проводить технические расчеты по проектам, технико-экономический и функционально-стоимостный анализ эффективности проектов (ПК-11);

способность планировать и выполнять аналитические, имитационные и экспериментальные исследования, критически оценивать результаты исследований и делать выводы (ПК-14);

способность проводить математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и исследований (ПК-15).

В результате освоения программы обучения слушатель должен знать:

- физические основы моделей грунтов, используемых в современной механике грунтов;

- устройство и принципы работы современного оборудования геотехнической лаборатории;

- закономерности формирования напряженно-деформированного состояния грунтового основания:

- аналитические зависимости, используемые при построении нелинейных моделей грунтов;

- методику моделирования грунтового основания при помощи средств численного моделирования PLAXIS;

- технологию оценки влияния нового строительства на существующую застройку с использованием метода конечных элементов;

- положения нормативной базы по инженерным изысканиям, относящиеся к испытаниям грунтов;

- особенности международной нормативной базы.

В результате освоения программы обучения слушатель должен уметь:

- подбирать необходимое геотехническое оборудование для выполнения испытаний;

- составлять техническое задание по определению входных параметров нелинейных моделей грунтов лабораторными методами;

- корректно использовать положения нормативной базы применительно к поставленным задачам;

- выполнять интерпретацию материалов испытаний;

- моделировать грунтовые основания зданий и сооружений при помощи программного средства PLAXIS;

- оформлять результаты испытаний в виде лабораторных протоколов;

- составлять текст технического отчета по определению параметров грунтов.

IV. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

4.1. Учебный план

Форма обучения: очная.

Срок обучения: - 24 часа (лекции -12 час., учебная практика – 12 час.).

По окончании учебного процесса проводится аттестация. По итогам аттестации, слушателям, прошедшим курс обучения, выдаются удостоверения о повышении квалификации установленного образца.

№ п/п	Разделы, темы	Аудиторные занятия			Форма контроля
		Всего, часов	В том числе		
			Лекции	Учебная практика	
1.	Модуль 1. Лабораторные и полевые методы определения входных параметров нелинейных моделей грунтов.	6	4	2	
2.	Модуль 2. Численное моделирование грунтовых оснований	8	3	5	
3.	Модуль 3. Моделирование грунтовых оснований в режиме сверхмалых деформаций	6	3	3	
4.	Модуль 4. Контроль работы грунтового основания в зоне влияния источников динамического воздействия	3	2	1	
5.	Итоговая аттестация.	1		1	зачет
	Итого часов	24	12	12	

4.2. Календарный учебный график

График обучения	Ауд. часов в день	Учебных дней	Общая продолжительность программы
Очная	8	3	3 дня, 24 часа

Модули	День обучения		
	1	2	3
Модуль 1. Лабораторные и полевые методы получения входных параметров нелинейных моделей грунтов.	4Л	2УП	
Модуль 2. Численное моделирование грунтовых оснований	3Л	2УП	3УП
Модуль 3. Моделирование грунтовых оснований в режиме сверхмалых деформаций	1Л	2Л	3УП
Модуль 4. Контроль работы грунтового основания в зоне влияния источников динамического воздействия		2Л	1УП
Итоговая аттестация			1ИА
Итого 24 часов	8	8	8

Л – лекции, УП – учебная практика, ИА – итоговая аттестация

4.3. Рабочие программы модулей

4.3.1. Модуль 1. Лабораторные и полевые методы получения входных параметров нелинейных моделей грунтов.

№ п/п	Разделы, темы	Аудиторные занятия			Форма контроля
		Всего, часов	В том числе		
			Лекции	Учебная практика	
1.	Модуль 1. Лабораторные и полевые методы определения входных параметров нелинейных моделей грунтов.	6	4	2	
1.1.	Инновационные методы определения состава и свойств грунтов. Оборудование современной геотехнической лаборатории. Оборудование для испытаний грунтов ведущих мировых производителей. Импортозамещение в геотехнике. Требования к компетентности испытательных лабораторий. Основы цифрового грунтоведения. Экскурсия по испытательной лаборатории.	2	1	1	
1.2.	Применение полевых методов для определения входных параметров конечно-элементных моделей. Современные установки глубинного статического зондирования.	1	1		
1.3.	Научные и практические основы испытаний грунтов методом трехосных сжатий. Статический, кинематический и динамический режимы испытаний. Дренажные и недренажные испытания. Метод восстановления фазового состава. Методы ускорения и снижения себестоимости трехосных испытаний грунтов, отвечающие требованиям действующих нормативных документов Основные принципы геотехники. Упругие и пластические деформации грунтов. Критерии прочности.	3	2	1	Контр. вопросы

Лекционные занятия:

Тема 1.1. Основные принципы работы оборудования современной геотехнической лаборатории. Инновационные методы определения состава и свойств грунтов. Геотехническое оборудование ведущих мировых производителей. Требования к компетентности испытательных лабораторий. Основные положения ГОСТ ИСО/МЭК 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и

калибровочных лабораторий». Основные принципы цифрового грунтоведения (1 час).

Тема 1.2. Применение полевых методов для определения входных параметров конечно-элементных моделей. Современные установки глубинного статического зондирования. Использование корреляционных зависимостей для определения параметров нелинейных моделей грунтов по результатам замеров лобового сопротивления внедрению конусу и трению по боковой поверхности муфты зонда. Научные и практические основы испытаний грунтов методом трехосных сжатий. Статический, кинематический и динамический режимы испытаний. Дренированные и недренированные испытания. Метод восстановления фазового состава. Методы ускорения и снижения себестоимости трехосных испытаний грунтов, отвечающие требованиям действующих нормативных документов. Основные принципы геотехники. Упругие и пластические деформации грунтов. Критерии прочности, используемые в моделях Мора-Кулона (MC), уплотняющегося грунта (HS), уплотняющегося грунта при малых деформациях (HSS) (1 час).

Тема 1.3. Научные и практические основы испытаний грунтов методом трехосных сжатий. Статический, кинематический и динамический режимы испытаний. Дренированные и недренированные испытания. Метод восстановления фазового состава. Методы ускорения и снижения себестоимости трехосных испытаний грунтов, отвечающие требованиям действующих нормативных документов. Основные принципы геотехники. Упругие и пластические деформации грунтов. Критерии прочности (2 час).

4.3.2. Модуль 2. Численное моделирование грунтовых оснований

№ п/п	Разделы, темы	Аудиторные занятия			Форма контроля
		Всего, часов	В том числе		
			Лекции	Учебная практика	
2.	Модуль 2. Численное моделирование грунтовых оснований	8	3	5	
2.1.	Использование метода конечных элементов (МКЭ) в расчетах оснований. Современные программные средства численного моделирования: PLAXIS . Действующие нормативы по численному моделированию. Развитие нормативной базы по инженерно-геологическим и геотехническим испытаниям, ориентированным на получение входных параметров программных комплексов численного моделирования. Требования к составлению программы работ и технического задания.	2	1	1	
2.2.	Понятие расчетных моделей грунта на примере моделей: Мора-Кулона (MC), уплотняющегося грунта (HS), уплотняющегося грунта при малых деформациях (HSS). Особенности	3	1	2	

	применения моделей SoftSoil, SoftSoil Creep, NGI-ADP. Практический анализ влияния выбора математической модели на расчет напряженно-деформированного состояния грунтового основания здания (сооружения). Расчет влияния нового строительства на существующую застройку с использованием моделей HS и HSS.				
2.3.	Расчет эпюры геостатического давления и давления от здания.	1		1	
2.4.	Методы лабораторного определения входных параметров программного комплекса численного моделирования PLAXIS . Стандарт предприятия по определению входных параметров расчетных моделей грунтовых оснований. Особенности инструментальных определений входных параметров расчетной модели HS посредством использования камеры трехосного сжатия типа Б в режиме К ₀ -консолидации.	2	1	1	Контр. вопросы

Лекционные занятия:

Тема 2.1. Использование метода конечных элементов (МКЭ) в расчетах оснований. Принципы построения сети конечных элементов. Современные программные средства численного моделирования: PLAXIS. Действующие нормативы по численному моделированию. Развитие нормативной базы по инженерно-геологическим и геотехническим испытаниям, ориентированным на получение входных параметров программных комплексов численного моделирования. Требования к составлению программы работ и технического задания **(1 час)**.

Тема 2.2. Наиболее применимые расчетные модели грунтов: Мора-Кулона (MC), уплотняющегося грунта (HS), уплотняющегося грунта при малых деформациях (HSS). Расчет асимптоты гиперболической зависимости относительной деформации от уровня девиаторного напряжения. Особенности применения моделей SoftSoil, SoftSoil Creep, NGI-ADP. Практический анализ влияния выбора математической модели на расчет напряженно-деформированного состояния грунтового основания здания (сооружения). Характерные ошибки при оценке устойчивости грунтовых оснований. Расчет влияния нового строительства на существующую застройку с использованием моделей HS и HSS. **(1 час)**.

Тема 2.4. Методы лабораторного определения входных параметров программного комплекса численного моделирования PLAXIS. Стандарт предприятия по определению входных параметров расчетных моделей грунтовых оснований. Особенности инструментальных определений входных параметров расчетной модели HS посредством использования камеры трехосного сжатия типа Б в режиме

К₀-консолиации. Разработка программного обеспечения по имитации камеры трёхосного сжатия типа Б при помощи камеры типа А (1 час).

4.3.3. Модуль 3. Моделирование грунтовых оснований в режиме сверхмалых деформаций

№ п/п	Разделы, темы	Аудиторные занятия			Форма контроля
		Всего часов	В том числе		
			Лекции	Учебная практика	
3.		6	3	3	
3.1.	Особенности модели уплотняющегося грунта при малых деформациях (HSS). Определение деформационных характеристик грунтов G_0 и $\gamma_{0,7}$ в циклическом режиме малых деформаций (microstrain), используемых в модели Hardening Soil Small (HSS).	2	1	1	
3.2.	Организация и проведение эксперимента на циклическом сервогидравлическом стабилометре Wille Geotechnik. с целью получения входных параметров модели Hardening Soil Small (HSS). Использование геофизических методов для оценки начального модуля сдвига в рамках модели HSS.	2	1	1	
3.3.	Верификация параметров при помощи средства Soil Test.	2	1	1	Контр. вопросы

Лекционные занятия:

Тема 3.1. Особенности модели уплотняющегося грунта при малых деформациях (HSS). Определение деформационных характеристик грунтов G_0 и $\gamma_{0,7}$ в циклическом режиме малых деформаций (microstrain), используемых в модели Hardening Soil Small (HSS). (1 час).

Тема 3.2. Организация и проведение эксперимента на циклическом сервогидравлическом стабилометре Wille Geotechnik. с целью получения входных параметров модели Hardening Soil Small (HSS). Использование геофизических методов для оценки начального модуля сдвига в рамках модели HSS (1 час).

Тема 3.3. Верификация параметров при помощи средства Soil Test. (1 час.)

4.3.4. Модуль 4. Контроль работы грунтового основания в зоне влияния источников динамического воздействия

№ п/п	Разделы, темы	Аудиторные занятия			Форма контроля
		Всего, часов	В том числе		
			Лекции	Учебная практика	
4.	Модуль 4. Контроль работы грунтового основания в зоне влияния источников динамического воздействия	3	2	1	
4.1.	<p>Научные и практические основы определения динамических свойств грунтов (сейсморазжижение, виброразжижение, виброползучесть, вибропрочность, виброустойчивость). Современные сервопневматические и сервогидравлические циклические установки трехосного сжатия. Спектральный анализ сигналов-откликов динамического нагружения грунтов в камерах циклических стабилометров.</p> <p>Особенности динамического модуля «Dynamic» программного комплекса PLAXIS. Динамические параметры грунтов.</p> <p>Требования к составлению технического задания при проектировании зданий и сооружений в зоне влияния источников динамического воздействия. Нормативная база.</p> <p>Практические примеры исследования грунтовых оснований в зоне влияния источников динамического воздействия. Превентивные мероприятия, повышающие динамическую устойчивость грунтовых оснований.</p>	2	1	1	
4.2.	<p>Порядок проведения экспертизы материалов и инспекционного контроля испытательных лабораторий, основные замечания по определению входных параметров моделей численного моделирования.</p> <p>Права и обязанности сторон.</p>	1	1		Контр. вопросы

Лекционные занятия:

Тема 4.1. Научные и практические основы определения динамических свойств грунтов (сейсморазжижение, виброразжижение, виброползучесть, вибропрочность, виброустойчивость). Современные сервопневматические и сервогидравлические циклические установки трехосного сжатия. Спектральный анализ сигналов-откликов динамического нагружения грунтов в камерах циклических стабилометров.

Особенности динамического модуля «Dynamic» программного комплекса PLAXIS. Динамические параметры грунтов.

Требования к составлению технического задания при проектировании зданий и сооружений в зоне влияния источников динамического воздействия. Нормативная база.

Превентивные мероприятия, повышающие динамическую устойчивость грунтовых оснований. (1 час).

Тема 4.2. Порядок проведения экспертизы материалов и инспекционного контроля испытательных лабораторий. Основные замечания по определению входных параметров моделей численного моделирования, вынесенные в ходе проведения экспертизы материалов инженерных изысканий. Выявление случаев умышленного искажения результатов расчетов путем некорректного ввода значений входных параметров моделей. Права и обязанности сторон (1 час).

4.3.5. Программа учебной практики

Тема 1.1. Экскурсия по испытательной лаборатории. Знакомство с современным оборудованием по определению прочностных и деформационных свойств грунтов. Демонстрация процесса сборки установки трехосного сжатия (1 час).

Тема 1.3. Интерпретация результатов стабилметрических испытаний. Построение диаграмм Мора-Кулона. Особенности построения предельной огибающей кругов Мора в консолидированно-недренированном режиме (1 час).

Тема 2.1. Расчет напряженно-деформированного состояния грунтового основания под многоэтажным зданием при помощи программного средства PLAXIS (1 час).

Тема 2.2. Расчет влияния нового строительства на существующую застройку с использованием моделей HS и HSS (2 часа).

Тема 2.3. Расчет эпюры геостатического давления и давления от здания с использованием метода конечных элементов (1 час).

Тема 2.4. Интерпретация результатов лабораторных испытаний и определение входных параметров модели уплотняющегося грунта Hardening Soil (1 час).

Тема 3.1. Интерпретация результатов лабораторных испытаний и определение входных параметров модели уплотняющегося грунта Hardening Soil Small. Определение коэффициентов зависимости Гардина-Дрневича (1 час).

Тема 3.2. Проведение эксперимента на циклическом сервогидравлическом стабилметре Wille Geotechnik с целью получения входных параметров модели Hardening Soil Small (HSS) (1 час).

Тема 3.3. Верификация параметров модели Hardening Soil при помощи программного модуля Soil Test (1 час).

Тема 4.1. Интерпретация результатов динамических трехосных сжатий. Определения параметров сейсморазжижение грунтов (1 час).

4.4. Оценка качества освоения программы Формы аттестации и оценочные материалы

Оценка качества освоения программы осуществляется при проведении:

- промежуточной аттестации обучающихся в форме опроса и выполнения практических заданий;

- итоговой аттестации обучающихся в форме зачета.

Промежуточная аттестация проводится в форме опроса или задания практического характера (задачи) по окончании каждого модуля. Промежуточная аттестация должна выявить уровень освоения обучающимися пройденного модуля и тем, изученных в рамках этого модуля, а также наличие профессиональных компетенций, совершенствование и формирование которых проводилось в ходе реализации модулей данной программы.

Промежуточная аттестация осуществляется преподавателем непосредственно на учебных занятиях. Вопросы для опроса и практические задания для промежуточной аттестации готовятся преподавателем.

Итоговая аттестация должна выявить уровень освоения обучающимися данной образовательной программы и наличие у него профессиональных компетенций, формирование и совершенствование которых проводилось в ходе ее реализации. Слушатель допускается к итоговой аттестации после прохождения всех учебных модулей в объеме, предусмотренном учебным планом программы и успешного прохождения промежуточной аттестации в конце каждого модуля.

Итоговая аттестация проводится в форме зачета, в ходе которого обучающемуся предлагается ответить на вопросы билета. Итоговый зачет принимает аттестационная комиссия из трех человек. Состав комиссии утверждает директор. В состав комиссии входит председатель, член экзаменационной комиссии, секретарь. Качество освоения программы обучающихся на зачете осуществляется по двухбалльной системе оценивания: зачет/незачет.

Билеты для проведения итоговой аттестации составляются преподавателем из примерных вопросов и заданий, являющихся частью программы.

Примеры контрольных вопросов для итоговой аттестации:

1. Виды лабораторного оборудования, применяемого для определения прочностных и деформационных свойств грунтов.
2. Основные упругопластические модели, используемые в программном средстве численного моделирования грунтовых оснований Plaxis.
3. Норматив, регламентирующий требования к компетентности испытательных лабораторий.
4. Основные принципы цифрового грунтоведения.
5. Лабораторное оборудование, позволяющее определить угол внутреннего трения и удельное сцепление грунтов.
6. Применение статического зондирования в целях оценки параметров нелинейных моделей грунтов.
7. Принципиальная схема установки трехосного сжатия.

8. Основные режимы испытаний грунтов с помощью установки трехосного сжатия.
9. Применение метода восстановления фазового состава (ВФС) и противодействия (ПД) для водонасыщения образцов грунтов.
10. Характеристики грунтов, определяемые при неконсолидированно-недренированных испытаниях грунтов.
11. Принцип Терцаги. Расчет эффективных напряжений в грунтовом массиве.
12. Критерии прочности, используемые в механике грунтов.
13. Определение упругих и пластических деформаций грунтов. Упруго-идеально пластическая модель грунта Мора-Кулона.
14. Расчет геостатического давления в грунтовом массиве. Форма эпюры напряжения в грунтовом массиве, включающем в себя водоупорный слой.
15. Методы ускорения трехосных испытаний грунтов, отвечающие требованиям действующих нормативных документов.
16. Основные этапы расчета напряженно-деформированного состояния грунтового основания методом конечных элементов.
17. Наименования современных программных средств численного моделирования грунтовых оснований.
18. Нормативные документы, регламентирующие применение метода конечных элементов для расчета грунтовых оснований.
19. Требования к составлению технического задания по определению входных параметров нелинейных моделей грунтов.
20. Основные положения программы работ по расчету грунтовых оснований численными методами.
21. Основные аналитические зависимости модели уплотняющегося грунта Hardening Soil (HS).
22. Особенности модели уплотняющегося грунта при малых деформациях Hardening Soil Основные принципы моделей Soft Soil и Soft Soil Creep. Определение коэффициентов первичной и вторичной консолидации грунтов лабораторными методами.
23. Влияние выбора математической модели грунта на результаты расчета осадки здания/сооружения.
24. Технология определения коэффициента бокового давления в состоянии покоя K_0 и коэффициента поперечного расширения ν грунтов при помощи камеры трехосной испытаний типа Б.
25. Полный перечень входных параметров моделей HS и HSS, используемых в программном комплексе PLAXIS.
26. Преимущества модели HSS, проявляющиеся при расчете глубины сжимаемой толщи под фундаментом здания.
27. Определение деформационных характеристик грунтов G_0 и $\gamma_{0,7}$ при помощи циклического стабилометра и резонансной колонки. Особенности использования сейсмоакустических методов для оценки значения начального модуля сдвига G_0
28. Принципиальная схема циклической сервогидравлической установки трехосного сжатия. Возможности сервогидравлических и сервопневматических стабилометров.

29. Основные принципы калибровки модели грунта. Возможности программного модуля Soil Test.

30. Динамические свойства дисперсных грунтов (сейсморазжижение, виброразжижение, виброползучесть, вибропрочность, виброустойчивость). Возможности лабораторного оборудования по определению свойств грунтов в условиях динамического воздействия.

Пример практического задания для итоговой аттестации

Расчет деформаций грунтового основания здания при помощи программного комплекса PLAXIS

Критерии оценивания итоговой аттестации слушателей:

Характеристика ответа	Процент	Оценка
Слушатель глубоко и прочно усвоил материал по программе, исчерпывающе, последовательно, четко его излагает, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических заданий.	70-100	<i>Зачет</i>
Выставляется слушателю, который не знает значительной части теоретического материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.	менее 70	<i>Незачет</i>

V. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-техническое обеспечение программы

Наименование учебного помещения	Вид занятий	Оснащение
Аудитория	Лекция, практические занятия	Компьютер, электронная доска, демонстрационный монитор, лицензионное программное средство PLAXIS
Лаборатория	Экскурсия	Компрессионные приборы, установки одноплоскостного среза и трехосного сжатия.

5.2. Кадровое обеспечение

К реализации программы привлекаются педагогические работники, квалификация которых соответствует требованиям Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел «Квалификационные характеристики должностей работников образования»:

«Высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование по направлению подготовки «Образование и педагогика» или в области, соответствующей преподаваемому предмету, без предъявления требований к стажу работы либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению деятельности в образовательном учреждении без предъявления требований к стажу работы».

5.3. Нормативно-правовое и учебно-методическое обеспечение программы

5.3.1. Нормативные правовые акты

1. Федеральные законы и постановления Правительства Российской Федерации в области градостроительной деятельности.
 - «Градостроительный кодекс РФ»;
 - «Гражданский кодекс РФ»;
 - «О техническом регулировании»;
 - «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
 - «О саморегулируемых организациях» и др.
2. Постановления Правительства Российской Федерации в области градостроительной деятельности.

- постановление Правительства РФ от 19 января 2006 г. № 20 «Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства»;
- постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 г. № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию»;
- постановления Правительства РФ от 05 марта 2007 г. № 145 (с изменениями), от 31 марта 2012 г. № 272;
- распоряжение Правительства РФ от 21 июня 2010 г. № 1047-р;
- приказ Минрегионразвития от 30.12.2009 г. № 624;
- приказы Рос стандарта от 1 июня 2010 г. № 2079 и от 18 мая 2011 г. № 2244 и др.

3. Нормативная литература

- 1) ГОСТ 25100 -2011 Грунты. Классификация.
- 2) ГОСТ 12248-2010 Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости.
- 3) ГОСТ 20522-2012. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний.
- 4) ГОСТ 56353-2015. Грунты. Методы лабораторного определения динамических свойств дисперсных грунтов.
- 5) ГОСТ 5180-2015. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
- 6) ГОСТ 12536-2014. Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава.
- 7) СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. (актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*)
- 8) СП 23.13330 СП 23.13330.2011 Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02-85. Приложение Б.
- 9) СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.
- 10) ASTM D 6528 Standard Test Method for Consolidated Undrained Direct Simple Shear Testing of Cohesive Soils (Withdrawn 2016).
- 11) ASTM D4186. Standard test method for one-dimensional consolidation properties of soil using controlled-strain loading. American Society for Testing and Materials (ASTM).
- 12) ASTM D2435. Standard test method for one-dimensional consolidation properties of soil using incremental loading. American Society for Testing and Materials (ASTM).
- 13) EN 1997-1. Eurocode 7. Geotechnical Design. Part 2: Design assisted by laboratory and field-testing.

5.3.2. Учебно-методическое обеспечение программы

Учебная и научно-исследовательская литература

1. Берлинов М.В. Основания и фундаменты. М., Изд-во Высшая школа, 1999.
2. Болдырев Г.Г., Малышев М.В. Механика грунтов, основания и фундаменты. Пенза, ПГУАС, 2009.
3. Болдырев Г.Г., Скопинцев Д.Г. Методические вопросы определения модулей деформации дисперсных грунтов. Журнал «Инженерные изыскания», № 10-11, 2016, стр. 24-36.

4. Болдырев Г.Г. Методы определения механических характеристик грунтов. Состояние вопроса//ПГУАС, Пенза. 2008.- 696с.
5. Вознесенский Е.А., Никитин М.С., Сенцова Е.А. Методические вопросы определения параметров моделей, учитывающих повышение жесткости грунтов при малых деформациях. Журнал «Геотехника», №2, 2016, стр. 4-162.
6. Кочерженко В.В. Технология возведения подземных сооружений. М., Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2000.
7. Ломтадзе В.Д. и др. Методика исследований физико-механических свойств горных пород. Изд-во Недр, 1972.
8. Пособие по моделям материалов Plaxis 2D. МИП «Информатика», СПб, 2018.
9. Пособие по расчетам MIDAS GTS NX, Midas Information Technology Co. Ltd, 2018.
10. Строкова Л.А. Определение параметров начального напряженного состояния грунта K_0 и OCR для нелинейных упругопластических моделей. Журнал «Геотехника». №2 2012.
11. Улицкий В.М., Шашкин А.Г., Шашкин К.Г. Гид по геотехнике. СПб, ПИ «Геореконструкция», 2010.
13. Федоренко Е.В. Геотехника и геосинтетика в вопросах и ответах. СПб, WWW/DARIKNIGI.RU, 2016. MIDAS Information
14. Becker D.E., Crooks J.H.A., Been K., Jefferies M.G. Works as a criterion for determining in-situ and yield stresses in clays // Canadian Geotechnical Journal. 1987. V. 24. № 4. P. 549–564.
15. Bishop A.W., Henkel D.J. The Measurement of Soil Properties in the Triaxial Test/A.W. Bishop, D.J. Henkel, Edward Arnold-е изд., London:, 1957.
16. Bolton M.D. The strength and dilatancy of sands // Geotechnique. 1986. № 1 (36). С. 65-78.
17. Brinkgreve R.B.J., Engin E., Swolfs W.M. Plaxis 3D. Руководство пользователя / R.B.J. Brinkgreve, E. Engin, W.M. Swolfs, Санкт-Петербург: ООО «НИИ-Информатика», 2011.
18. Duncan J.M., Chang C.. Nonlinear analysis of stress and strain in soil // ASCE Journal of the Soil Mechanics and Foundations. 1970. (96). С. 1629-1653.
19. Janbu N. Soil compressibility as determined by oedometer and triaxial tests Wiesbaden:, 1963. 19-25 с.
20. Kondner R.L. A hyperbolic stress strain formulation for sands Brazil: 1963. 289-324 с.
21. Rowe P.W. The stress-dilatancy relation for static equilibrium of an assembly of particles in contact 1962. 500-527 с.
22. Schanz T., Vermeer P.A. Angles of friction and dilatancy of sand // Geotechnique. 1996. № 46. С. 145-151.
23. Schanz T., Vermeer P.A., Bonnier P.G. The hardening-soil model: Formulation and verification Rotterdam: Brinkgreve R.B.J., 1999. 281-290 с.
24. Schanz T. Vermeer P.A., Bonnier P.G. The hardening soil model: formulation and verification.// Beyond 2000 in Computational Geotechnics – 10 years of PLAXIS. Balkema, Rotterdam, 1999
25. Soos P. von Properties of soil and rock (in German) / P. von Soos, Berlin: Ernst & Sohn, 1990.
26. Vermeer P.A., De Borst R. Non-associated plasticity for soils, concrete and rock / P.A. Vermeer, R. De Borst, Heron, 1984. 62 с.