

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 19 » сентября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Численные методы расчета строительных конструкций подземных
сооружений
_____ (наименование)

Форма обучения: _____ очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ специалитет
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 08.05.01 Строительство уникальных зданий и
сооружений
_____ (код и наименование направления)

Направленность: _____ Строительство подземных сооружений
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины – приобретение углубленных знаний и владении практическими навыками в области расчета и моделирования сложных конструкций фундаментов в особых инженерно-геологических условиях.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение отечественных и зарубежных нормативных документов, научной и технической литературы по расчету фундаментов, оценка и анализ заложенных в них расчетных моделей и допущений;
- формирование умения применять в практической деятельности современный мировой и отечественный опыт моделирования конструкции, самостоятельно разрабатывать упрощённые расчетные модели конструкций зданий и сооружений совместно с грунтовым основанием, выполнять численное моделирование оснований;
- формирование навыков численного моделирования сложных конструкций фундаментов в особых инженерно-геологических и природно-климатических условиях с помощью современных программно-вычислительных комплексов, освоение методик сопоставления результатов моделирования с данными натурных наблюдений.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- состав проектной документации на строительство объектов капитального строительства на территории старых предприятий;
- численные модели грунтов;
- методы создания конечной сетки элементов в современных программных комплексах;
- мировой и отечественный опыт, нормативные документы, научная и техническая литературы по расчету фундаментов;
- методы проектирования фундаментов на основе численного анализа напряженно-деформированного состояния системы «основание – фундамент - сооружение».

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.1	ИД-1ПК-1.1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> -российские и зарубежные методические и нормативные материалы в области проектирования фундаментов и подземных сооружений; -существующие программно-вычислительные комплексы, используемые в мировой практике -численные модели грунтов (упруго-пластическая модель, модель упрочняющегося грунта, модель слабого грунта, трещиноватой скалы), используемые в современных программно-вычислительных комплексах; -методы создания конечной сетки элементов в современных ПК и виды конечных элементов; -особенности моделирования грунтов основания и фундаментов зданий и сооружений. 	<p>Знает: систему понятий, требований, руководящих документов, методов проектирования оснований и фундаментов; параметры, методы, приемы и средства численного анализа, сведения об объектах капитального строительства, метрологию</p>	Реферат
ПК-1.1	ИД-2ПК-1.1	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> -выполнять численное моделирование грунтовых оснований, а также фундаментов зданий и сооружений -выполнять расчеты грунтов основания в дренированных и недренированных условиях; -выполнять компетентный анализ результатов численного моделирования; -проектировать 	<p>Умеет: анализировать информацию, необходимую для моделирования и расчетного анализа в области инженерно-технического проектирования оснований, фундаментов и подземных сооружений; моделировать элементы объекта, определять параметры и прогнозировать природные и техногенные опасности; оценивать</p>	Контрольная работа

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		фундаменты на основе численного анализа напряженно-деформированного состояния системы «основание – фундамент - сооружение»	технические решения на соответствие требованиям качества и характеристикам безопасности; выполнять обоснование конструктивной надежности объектов градостроительной деятельности	
ПК-1.1	ИД-ЗПК-1.1	Владеть методами и приемами: -численного моделирования грунтовых оснований, а также фундаментов зданий и сооружений; -расчетов грунтов основания в дренированных и недренированных условиях; -анализа результатов численного моделирования.	Владеет навыками: предварительного анализа сведений об объекте, моделирования элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой; расчетного анализа и оценки надежности технических решений для производства работ по инженерно-техническому проектированию оснований, фундаментов и подземных сооружений, документирования и оформления результатов моделирования	Зачет

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		10	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
10-й семестр				
Основы компьютерного моделирования	6	0	8	36
Основные принципы использования компьютерного моделирования, заложенные в действующую нормативную и регулируемую литературу. Современные подходы к выполнению компьютерного моделирования. Отечественный и зарубежный опыт применения компьютерного моделирования в строительной практике для решения сложных геотехнических задач.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основные методы применения на практике и анализа результатов компьютерного моделирования	10	0	10	36
Основы работы в наиболее распространённых программных комплексах для моделирования работы оснований. Основы подбора наиболее оптимальных вариантов моделирования и интерпретации результатов моделирования Анализ результатов моделирования и составления отчетов по результатам выполненных расчетов.				
ИТОГО по 10-му семестру	16	0	18	72
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	72

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Основные принципы использования компьютерного моделирования, заложенные в действующую нормативную и регулируемую литературу.
2	Современные подходы к выполнению компьютерного моделирования
3	Отечественный и зарубежный опыт применения компьютерного моделирования в строительной практике для решения сложных геотехнических задач.
4	Основы работы в наиболее распространённых программных комплексах для моделирования работы оснований.
5	Основы подбора наиболее оптимальных вариантов моделирования и интерпретации результатов моделирования
6	Анализ результатов моделирования и составления отчетов по результатам выполненных расчетов

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Основания и фундаменты : учебник для бакалавров / Мангушев Р. А., Карлов В. Д., Сахаров И. И., Осокин А. И. Москва : Изд-во АСВ, 2013. 391 с. 24,5 усл. печ. л.	2
2	Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Москва : Изд-во АСВ, 2014. 736 с. 45,5 усл. печ. л.	20
3	Шапиро Д. М. Теория и расчётные модели оснований и объектов геотехники : монография. Воронеж : Науч. кн., 2012. 163 с. 9,53 усл. печ. л.	10
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		

1	Механика грунтов. Основы геотехники / Далматов Б. И., Бронин В. Н., Карлов В. Д., Мангушев Р. А. Москва : Изд-во АСВ, 2000. 201 с.	27
2	Основания и фундаменты. Основы геотехники. М. : Изд-во АСВ, 2002. 387 с.	15
3	Улицкий В.М., Шашкин А.Г. Геотехническое сопровождение реконструкции городов (обследование, расчеты, ведение работ, мониторинг). М. : Изд-во АСВ, 1999. 324 с.	6
4	Хечумов Р. А., Кепплер Х., Прокопьев В. И. Применение метода конечных элементов к расчету конструкций. Москва : Изд-во АСВ, 1994. 351 с.	6
2.2. Периодические издания		
1	Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура : журнал. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 - .	
2	Жилищное строительство : научно-технический и производственный журнал. Москва : Стройматериалы : Жилищное строительство, 1958 - .	
3	Известия высших учебных заведений. Строительство : научно-теоретический журнал. Новосибирск : Изд-во НГАСУ, 1958 - .	
4	Основания, фундаменты и механика грунтов : научно-технический журнал. Москва : НИИОСП, 1959 - .	
5	Промышленное и гражданское строительство : научно-технический и производственный журнал. Москва : ПГС, 1923 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
1	Градостроительный кодекс РФ	1
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
1	Численные и аналитические методы расчета строительных конструкций / Золотов А. Б., Акимов П. А., Сидоров В. Н., Мозгалева М. Л. Москва : Изд-во МГСУ : Изд-во АСВ, 2009. 336 с., 1 л. портр	1
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
1	Тухфатуллин Б. А. Численные методы расчета строительных конструкций. Метод конечных элементов : учебное пособие для академического бакалавриата. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Юрайт, 2019. 157 с. 9,81 усл. печ. л.	1

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Механика грунтов. Основы геотехники : учебник для студентов высших учебных заведений / Далматов Б. И., Бронин В. Н., Карлов В. Д., Мангушев Р. А. Москва : Изд-во АСВ, 2000. 201 с.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6243	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	Autodesk AutoCAD 2019 Education Multi-seat Stand-alone (125 мест СТФ s/n 564-23877442)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	https://техэксперт.сайт/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Ноутбук, проектор, экран, стол преподавателя, стул	1
Лекция	Стол, стулья	20
Практическое занятие	Ноутбук, проектор, экран, стол преподавателя, стул	1
Практическое занятие	Стол, стулья	20

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Численные методы расчета строительных конструкций подземных сооружений»
программы специалитета

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление 08.05.01 - «Строительство уникальных зданий и сооружений»

Профиль программы специалитета:	« <u>Строительство уникальных зданий и сооружений</u> »
Квалификация (степень) выпускника:	специалист
Выпускающая кафедра:	Строительное производство и геотехника
Форма обучения:	очная

Курс: 6

Семестр(-ы): 12

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: **108 ч**

Виды контроля:

Экзамен: - **нет** Зачёт: - **12 семестр** Курсовой проект: - **нет** Курсовая работа: - **нет**

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «**Численные методы расчета строительных конструкций подземных сооружений**»

1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения

1.1. Формируемые части компетенций

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина «Численные методы расчета строительных конструкций подземных сооружений» участвует в формировании компетенции: (ПК-1.1). В рамках учебного плана образовательной программы на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

Способен осуществлять моделирование и расчетный анализ для обоснования конструктивной надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности в части устройства и использования оснований, конструкций фундаментов и подземных сооружений

1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (1-го семестра базового учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, и которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по индивидуальным заданиям (реферат) и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Промежуточный
	С	ТО	Р	КР	Зачет
Усвоенные знания					

3.1 Российские и зарубежные методические и нормативные материалы в области проектирования фундаментов и подземных сооружений;	+	+			+
3.2 Существующие программно-вычислительные комплексы, используемые в мировой практике	+	+			+
3.3 Численные модели грунтов (упруго-пластическая модель, модель упрочняющегося грунта, модель слабого грунта, трещиноватой скалы), используемые в современных программно-вычислительных комплексах;	+	+			+
3.4 Методы создания конечной сетки элементов в современных ПВК и виды конечных элементов;	+	+			+
3.5 Особенности моделирования грунтов основания и фундаментов зданий и сооружений.	+	+			+
Освоенные умения					
У.1 Выполнять численное моделирование грунтовых оснований, а также фундаментов зданий и сооружений			+		
У.2 Выполнять расчеты грунтов основания в дренированных и недренированных условиях;			+		
У.3 Выполнять компетентный анализ результатов численного моделирования;			+		
У.4 Проектировать фундаменты на основе численного анализа напряженно-деформированного состояния системы «основание – фундамент - сооружение»			+		
Приобретенные владения					
В1. Методами и приемами численного моделирования грунтовых оснований, а также фундаментов зданий и сооружений;				+	
В2. Методами и приемами расчетов грунтов основания в дренированных и недренированных условиях;				+	
В3. Методами и приемами анализа результатов численного моделирования.				+	

ЗКП – защита курсового проекта, ТВ – теоретический вопрос, КР – контрольная работа, ПЗ – практическое задание на экзамене, ТО – теоретический опрос; ПР – презентация реферата; С – собеседование по теме; КЗ – задание экзамена, ИЗ – индивидуальное задание.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов

обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде защиты курсовой работы и экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль

Текущий контроль для оценивания компонента дисциплинарных частей компетенций *знать* (табл. 1.1) в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных **знаний**, усвоенных **умений** и приобретенных **владений** дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графика учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты рубежных контрольных работ (рубежного тестирования), контроля выполнения практических заданий (лабораторных работ), расчетно-графических работ (после изучения соответствующего модуля учебной дисциплины), реферата.

2.2.1. Индивидуальное задание

Согласно РПД запланировано индивидуальное задание, которое выдается для выполнения для подготовки учебной модели работы грунтового основания.

В качестве заданий выдаются инженерно-геологические изыскания на площадках характеризующихся сложными геологическими условиями, а так же данные объемно-планировочных и конструктивных решений гражданского или производственного здания. Задания подбираются индивидуально для студента по результатам устного собеседования для отработки навыков моделирования, которые могут быть подготовлены при написании магистерской диссертации. Примерная база и состав индивидуальных заданий представлена в фонде оценочных средств. Защита индивидуального задания выполняется в форме подготовки и защиты отчета по проделанной работе.

Шкала и критерии оценивания уровня усвоенных *владений* приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1. Шкала и критерии оценки уровня освоения знаний по результатам контрольной работы (контрольного тестирования)

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
5	Максимальный уровень	<i>Студент правильно выполнил задание. Показал отличные владения в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.</i>
4	Средний уровень	<i>Студент выполнил задание с небольшими неточностями. Показал хорошие владения в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</i>

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня усвоенных знаний
3	Минимальный уровень	<i>Студент выполнил задание с существенными неточностями. Показал удовлетворительные владения в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Студент не выполнил задание. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.</i>

Результаты выполнения задания по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2.2. Реферат и контроль за выполнением реферата

Согласно РПД для освоения материала лекций и самостоятельной работы предусмотрен реферат. Реферат может выдаваться студентам по усмотрению преподавателя для освоения теоретического материала, вынесенного на самостоятельную работу студентов. Защита реферата проводится индивидуально каждым студентом. Шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы бакалавров. Результаты защиты реферата по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

Результаты написания реферата по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.3. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде зачета по дисциплине по результатам текущего и рубежного контроля без дополнительного аттестационного испытания.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Условиями получения отметки о зачете является положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Контроль уровня приобретенных *знаний* дисциплинарных компетенций осуществляется по результатам контрольных работ, контрольных тестирований, реферата. Пример билета с теоретическими вопросами для зачета представлен в Приложении 2 к РПД.

Контроль уровня приобретенных *владений (навыков)* и *умений* дисциплинарных компетенций осуществляется по результатам расчетно-графической работы и лабораторных работ. Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС программы бакалавров.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что полученная оценка за компонент проверяемой в дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

3.2. Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Дисциплина «Численные методы расчета строительных конструкций подземных сооружений»

Задания по образовательной программе

08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений

ПК-1.1 Способен осуществлять моделирование и расчетный анализ для обоснования конструктивной надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности в части устройства и использования оснований, конструкций фундаментов и подземных сооружений

№	Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
1.	Стержневые, оболочечные, мембранные, нитевидные, 3-мерные элементы (объемные)	Какие бывают типы конечных элементов, используемых в расчетах?	ПК-1.1
2.	По типу узлов и форме	Как подразделяются оболочечные и объемные элементы?	ПК-1.1
3.	На точность	На что влияет густота разбивки схемы на конечные элементы?	ПК-1.1
4.	Угловые и линейные перемещения узлов конечных элементов	Что принимается в качестве неизвестных величин при расчете МКЭ?	ПК-1.1
5.	Выделение несущей части	С чего начинается построение расчетной модели объекта (идеализация)?	ПК-1.1
6.	Геометрическое моделирование	Какой первый этап построения расчетной модели объекте?	ПК-1.1
7.	Создание модели материала (идеализация материала)	Какой второй этап построения расчетной модели объекта?	ПК-1.1
8.	Моделирование связей и условий примыкания	Какой третий этап моделирования объекта?	ПК-1.1
9.	Она может быть заменена на реакцию, которая обеспечит такие же условия равновесия	В чем заключается смысл принципа освобожденности связи?	ПК-1.1
10.	Принципа Сен-Венана	Если в пределах некоторой области упругого тела приложена система сил, то на расстояниях, существенно превышающих характерные размеры взятой области, напряжения и деформации практически одинаковы для всех статически эквивалентных сил (например, для заданной группы сил и их равнодействующей). Суть какого принципа описана?	ПК-1.1
11.	Замена распределенной нагрузки, действующей на малую часть поверхности тела, заменить сосредоточенной силой, и наоборот, сосредоточенную силу заменить распределенной нагрузкой, приложив ее к малой части поверхности.	Какое наиболее распространённое применение принципа Сен-Венана?	ПК-1.1
12.	Тонкостенных конструкций	Для каких конструкций принцип Сен-Венана не применим?	ПК-1.1

13.	Строительная система	Совокупность элементов, определенным образом соединенных между собой и в силу этих соединений работающих совместно.	ПК-1.1
14.	Элемент строительной системы	Материальный объект (точнее его идеализацию или абстракцию), изученный в той степени, в которой это необходимо для анализа его поведения в системе.	ПК-1.1
15.	Системы в которых число уравнений (степеней свободы) равнялось числу неизвестных усилий (реакций)	Какая система называется статически определимой?	ПК-1.1
16.	Системы обладающие избыточным числом связей	Какие системы называются статически неопределимыми?	ПК-1.1
17.	Триангуляция	Какой наиболее распространённый способ разбиения области на конечные элементы?	ПК-1.1
18.	Постепенное изменение размеров конечных элементов в области	Что называют гладкостью стеки элементов?	ПК-1.1
19.	Коэффициент формы, отношение минимального угла к максимальному, отношение минимальной стороны к максимальной, отношение площади к периметру, вытянутость	Перечислите 3 из 5 показателей, с помощью которых можно оценить качество сетки КЭ	ПК-1.1
20.	С уровнем ответственности 1а и если это указано в техническом задании.	Для каких сооружений необходимо выполнять расчет аварийных предельных состояний (EXD)?	ПК-1.1
21.	Инженерно-геологические условия, конструктивные особенности и особенности технологии возведения подземного сооружения, особенности поведения грунта и конструкций вплоть до достижения рассматриваемого предельного состояния, действующие нагрузки и воздействия, влияние на объект внешней среды, а также при необходимости, возможные геометрические и физические несовершенства.	Перечислите не менее 3 факторов, которые нужно учитывать в расчетных моделях подземных сооружений.	ПК-1.1

22.	<ul style="list-style-type: none"> - нагрузки и воздействия, а также их сочетания; - свойства материалов конструкций; - свойства грунтов и массивов скальных грунтов; - геометрические данные; - предельные значения деформаций, раскрытия трещин, вибраций и пр.; - расчетные модели, устанавливающие связь результатов расчета с исходными данными. 	Перечислите не менее 3 параметров, которые задаются в расчётных моделях подземных сооружений	ПК-1.1
23.	«подземное сооружение-основание»	Как называется расчетная модель, учитывающая единство подземного сооружения и основания ?	ПК-1.1
24.	По отношению к учету менее существенных факторов, а также факторов, обладающих значительной степенью неопределенности	В какую сторону выполняется упрощение расчётных моделей?	ПК-1.1
25.	При использовании контактных моделей и моделей сплошной среды.	В каких случаях необходимо применять численные модели расчета подземных сооружений?	ПК-1.1
26.	<ul style="list-style-type: none"> -линейно-упругая модель (Гука) - модель упруго-идеально-пластической среды (Мора-Кулона) - упруго-пластические модели с упрочнением - реологические модели; - модель упруго-идеально-пластической среды с критерием прочности Хоека-Брауна. 	Перечислите 3 из 5 основных моделей сплошной среды, описывающих механическое поведение грунтов, которые рекомендуется применять в расчетах подземных сооружений.	ПК-1.1
27.	Верификация и валидация метода расчета	Как называются процессы, используемые для определения точности соответствия метода расчета реальному миру с точки зрения предполагаемых целей его применения и степени точности, с которой реализация метода расчета отображает представленное разработчиком	ПК-1.1

28.	Аналитические и полуэмпирические модели и методы расчета, регламентированные нормативными документами	Какие модели не требуют верификации?	ПК-1.1
29.	Наличие сопоставимого опыта (если результаты расчета демонстрируют хорошее соответствие экспериментальным результатам в сходных условиях)	Какой основной критерий верификации?	ПК-1.1
30.	<ul style="list-style-type: none"> - верификация программного обеспечения, с помощью которого создается модель; - проверка самой численной модели. 	При отсутствии сопоставимого опыта условиями верификации численной модели должны быть:	ПК-1.1
31.	<ul style="list-style-type: none"> - проверка исходных данных на формальное соответствие условиям задачи; - проверка правильности граничных условий; - проверка общего равновесия системы для всех сочетаний нагрузок и воздействий; - проверка локального равновесия для всех подсистем модели; - проверка имеющихся условий симметрии; - анализ соответствия характера полученных перемещений и деформаций граничным условиям и заданным связям; - анализ соответствия характера распределения внутренних усилий в конструкциях сооружения характеру деформаций; - оценка соответствия результатов расчета порядку ожидаемых значений в допустимом диапазоне. 	Перечислите не менее 3 составляющих верификации численной модели	ПК-1.1