



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

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по науке и новациям

В.Н. Коротаев

16.01.2017 г.

Рабочая программа дисциплины

Метод конечных элементов в геомеханике

Направление подготовки	05.06.01 Науки о Земле
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Горно-промышленная и нефтепромышленная геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
Научная специальность	25.00.16 Горно-промышленная и нефтепромышленная геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая кафедра	Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен: -	Зачёт: 3

Пермь 2017 г.


Рабочая программа дисциплины «Метод конечных элементов в геомеханике» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, зарегистрированный в Минюсте России №870 от 30 июля 2014 г. по направлению подготовки 05.06.01 – Науки о земле.
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 25.00.16 – Горно-промышленная и нефтепромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 05.100.16 – Горно-промышленная и нефтепромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

Рабочая программа заслушана и утверждена на заседании кафедры МДГ и ГИС ПНИПУ

Протокол от «10» 05 2017г. №14.

Разработчик программы
д-р. техн. наук, проф.



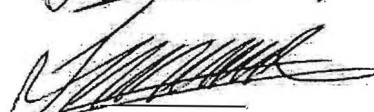
Ю.А. Кашников

Зав. кафедрой МДГ и ГИС
д-р. техн. наук, проф.



Ю.А. Кашников

Руководитель программы
д-р техн. наук, проф.



Ю.А. Кашников

СОГЛАСОВАНО

Начальник УПКВК



Л.А. Свисткова

1. Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование комплекса знаний, умений и навыков в области *горно-промышленной и нефтепромысловая геологии, геофизики, маркшейдерского дела и геометрии недр*.

В процессе изучения данной дисциплины аспирант формирует следующие компетенции:

-способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2);

-способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);

- способность применения методов оценки и прогноза деформаций горного массива в результате освоения недр (ПК-2).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

• формирование знаний

- в области механики твердого тела;
- видов деформаций массива горных пород;
- величин, характеризующие напряженно-деформированное состояние массива;

• формирование умений

- перехода от пространственной системы координат к цилиндрической;
- аппроксимация заданной функции;
- составление матрицы жесткости элемента и системы элементов;

• формирование навыков

- решения систем с неполным числом неизвестных;
- составления матрицы жесткости сплошного конечного элемента;
- разбивки сети конечных элементов.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- расчет деформаций по узловым перемещениям и перемещениям в системе.
- разбивка сети конечных элементов.
- преобразование матрицы.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.ДВ.01.3 «Метод конечных элементов в геомеханике» является дисциплиной по выбору вариативной части цикла базового учебного плана.

Дисциплина используется при подготовке к сдаче кандидатского экзамена по специальности 25.00.16 – Горно-промышленная и нефтепромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр и выполнении научно-квалификационной работы (диссертации).

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате изучения дисциплины аспирант должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и продемонстрировать следующие результаты:

Знать:

- механический смысл решений упругих задач при применении МКЭ;
- матричную запись плоской задачи теории упругости при применении МКЭ;
- последовательность операций при решении задач напряженно-деформированного состояния методами конечных элементов;

Уметь:

- определять граничные и начальные условия при определении напряженно-деформированного состояния массива;
- преобразовывать матрицы;
- определять характерные особенности треугольного конечного элемента;

Владеть:

- методами и средствами рационального выбора программных средств при решении задач с применением МКЭ;
- методами преобразования линейных полиномов в матричную форму;
- приемами решения пространственных задач напряженно-деформированного состояния с применением МКЭ.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции УК-2

Код УК-2	Формулировка компетенции способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
---------------------	---

Код УК-2 Б1.ДВ.01.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность проектировать и осуществлять комплексные исследования
------------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: механический смысл решений упругих задач при применении МКЭ	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: преобразовывать матрицы	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: методами и средствами рационального выбора программных средств при решении задач с применением МКЭ	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.3 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-1

Код ОПК-1	Формулировка компетенции способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
----------------------	---

Код ОПК-1 Б1.ДВ.01.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции способность самостоятельно использовать современные методы исследования и информационно-коммуникационных технологий
-------------------------------------	---

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: последовательность операций при решении задач напряженно-деформированного состояния методами конечных элементов	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: определять граничные и начальные условия при определении напряженно-деформированного состояния массива	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: методами преобразования линейных полиномов в матричную форму	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

2.4 Дисциплинарная карта компетенции ПК-2

Код ПК-2	Формулировка компетенции
	способность применения методов оценки и прогноза деформаций горного массива в результате освоения недр

Код ПК-2 Б1.ДВ.01.3	Формулировка дисциплинарной части компетенции
	способность применения методов оценки и прогноза деформаций горного массива в результате освоения недр

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знать: матричную запись плоской задачи теории упругости при применении МКЭ	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование.</i>
Уметь: определять характерные особенности треугольного конечного элемента	<i>Практические занятия. Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>
Владеть: приемами решения пространственных задач напряженно-деформированного состояния с применением МКЭ	<i>Самостоятельная работа аспирантов.</i>	<i>Собеседование. Творческое задание.</i>

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы
 Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 ЗЕ (1 ЗЕ = 36 час.).

Таблица 1

Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Вид учебной работы	Трудоёмкость, ч
		3 семестр
1	Аудиторная работа	36
	В том числе:	
	Лекции (Л)	-
	Практические занятия (ПЗ)	32
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
	Самостоятельная работа (СР) ⁹⁶	72
	Итоговая аттестация по дисциплине: Кандидатский экзамен	-
	Форма итогового контроля:	Зачет

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 2

Тематический план по модулям учебной дисциплины (3 семестр)

Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий					Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
		аудиторная работа			КСР	Итоговый контроль		Самостоятельная работа
		всего	Л	ПЗ				
1	1	6		6			10	16
	2	6		6			12	18
Всего по разделу:		12		12			22	34
2	3	7		7			14	21
	4	7		7			14	21
	5	6		6			11	17
Всего по разделу:		20		20			39	59
3	6	-	-				11	11
Всего по разделу:		-	-					
Промежуточная аттестация								
Итого:		32		32	4		72	108/3

4.2. Содержание разделов и тем учебной дисциплины

4.2.1. Содержание разделов и тем учебной дисциплины (3 семестр)

Раздел 1. Суть метода конечных элементов

(Л – 0, ПЗ – 12, СР – 22)

Тема 1. Дискретизация области. Треугольный элемент

Последовательность операций при решении задачи на плоскости. Аппроксимация поверхности.

Тема 2. Матрица жесткости элемента и система элементов

Преобразование матрицы. Функция влияния узлов. Последовательность матричных операций. Матрица жесткости сплошного конечного элемента. Граничные условия.

Раздел 2. Плоская задача теории упругости

(Л – 0, ПЗ – 20, СР – 39)

Тема 3. Конечный элемент и его свойства;

Непрерывная функция координат. Узловые перемещения. Относительные деформации. Характерные особенности треугольного конечного элемента.

Тема 4. Матрица жесткости системы

Выбор методов решения системы уравнений. Расчет деформаций по узловым перемещениям и перемещениям в системе. Разбивка сети конечных элементов. Анализ полей напряжения. Постановка задач и назначение граничных условий

Тема 5. Осесимметрическая задача

Зависимость узловых сил от узловых перемещений. Объединение матрицы жесткости элементов в матрицы жесткости системы. Погрешности в элементах.

Раздел 3. Особенности конечно-элементного решения задач предельного равновесия

(Л – 0, ПЗ – 0, СР – 11)

Тема 6. Имитация изменения контура области

Решения с последовательно изменяемыми контурами области. Элементы нулевого типа. Решение больших систем уравнений.

4.3. Перечень тем лабораторных работ

При изучении данной дисциплины лабораторные работы не предусмотрены.

4.4. Перечень тем практических занятий

Таблица 3

Темы практических занятий (из пункта 4.2.2)

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Решение задачи напряженно-деформированного состояния на плоскости	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
2	2	Преобразование матрицы	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
3	3	Решение задачи напряженно-деформированного состояния для слоистой среды	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.
4	4	Расчет деформаций по узловым перемещениям	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам

			задание.	дисциплины. Темы творческих заданий.
5	5	Объединение матрицы жесткости элементов в матрицы жесткости системы	Собеседование. Творческое задание.	Вопросы по темам / разделам дисциплины. Темы творческих заданий.

4.5. Перечень тем семинарских занятий

При изучении данной дисциплины семинарские занятия не предусмотрены.

4.6. Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в теоретическом изучении конкретных вопросов и выполнении творческих заданий.

Таблица 4

Темы самостоятельных заданий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы самостоятельной работы	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства
1	1	Аппроксимация поверхности. Ограничения и допуски.	Собеседование	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	2	Последовательность матричных преобразований. Составление матрицы жесткости сплошного конечного элемента.	Творческое задание	Темы творческих заданий
3	4	Расчет деформаций по узловым перемещениям и перемещениям в системе. Анализ полей напряжения.	Творческое задание	Темы творческих заданий
4	5	Зависимость узловых сил от узловых перемещений	Творческое задание	Темы творческих заданий

5. Методические указания для аспирантов по изучению дисциплины

При изучении дисциплины «Метод конечных элементов в геомеханике» аспирантам 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. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции;
4. К выполнению практических заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной профессиональной образовательной программы.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой аспиранты 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.

Проведение практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором аспиранты взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность аспирантов в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности аспирантов на достижение целей занятия.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля по дисциплине «Метод конечных элементов в геомеханике» представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

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

8.1. Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.ДВ.01.3
«Метод конечных элементов
в геомеханике»

*(индекс и полное название
дисциплины)*

БЛОК 1

(цикл дисциплины/блок)

x

базовая часть цикла

вариативная часть цикла

x

обязательная

по выбору
аспиранта

05.06.01/
25.00.16

*код направления / шифр
научной специальности*

**Науки о земле/
«Горно-промышленная и нефтепромысловая геология,
геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»**

*(полные наименования направления подготовки /
направленности программы)*

2017

*(год утверждения
учебного плана)*

Семестр(-ы): 3

Количество
аспирантов: 3

Факультет Горно-нефтяной

*Кафедра Маркшейдерского дела, геодезии
и Геоинформационных систем*

*тел. . 8(342)2-198-424; geotech@pstu.ru
(контактная информация)*

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
1 Основная литература		
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Фадеев А.Б. <i>Метод конечных элементов в геомеханике</i> , М., Недра, 1987. 221 с.	1
2	Баклашов И.В. <i>Геомеханика: Учебник для вузов. Том 1 Основы геомеханики</i> . М., МГГУ, 2004. 208 с.	23
3	Баклашов И.В., Картозия Б.А., Шашенко А.Н., Борисов В.Н. <i>Геомеханика: Учебник для вузов, Том 2, Геомеханические процессы</i> . М., МГГУ, 2004. 249 с.	23
4	Кашиников Ю.А. <i>Механика горных пород при разработке месторождений углеводородного сырья</i> . / Ю.А. Кашиников, С.Г. Ашихмин. - М.: ООО "Недра-Бизнесцентр", 2007. - 467 с.	10 экземпляров на кафедре
5	Норри Д., де Фриз Ж. <i>Введение в метод конечных элементов: пер. с англ.</i> - М., Мир, 1981. - 304 с.	8
6	Зенкевич О. <i>Метод конечных элементов в технике</i> , М., Мир, 1975, 539 с.	1974 - 1 1975 - 1
7	<i>Прочность и деформируемость горных пород</i> . Под ред. А.Б. Фадеева, М., Недра, 1979. 269 с.	2
8	Фадеев А.Б., Ретина П.И., Абдылбаев Э.К. <i>Метод конечных элементов при решении геотехнических задач и программа «Геомеханика»</i> . ЛИСИ, Л., 1982. 72 с.	1
9	Малышев М.В. <i>Прочность грунтов и устойчивость оснований сооружений</i> . М., Стройиздат, 1980. 134 с.	3
2.2 Периодические издания		
1	<i>Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело</i> http://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека (НЭБ)
2	<i>Вестник ПНИПУ. Механика</i> http://elibrary.ru/	НЭБ
3	<i>Известия РАН. Механика твердого тела</i> . http://elibrary.ru/	НЭБ
2.3 Нормативно-технические издания		
1	ГОСТ 21153.2-84. <i>Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном сжатии</i> . - М., 1985, 10 с.	GostExpert.ru - единая база ГОСТов РФ
2	ГОСТ 21153.3-85. <i>Породы горные. Методы определения предела прочности при одноосном растяжении</i> . - М., 1987, 18 с.	GostExpert.ru - единая база ГОСТов РФ
3	ГОСТ 21153.8-88. <i>Породы горные. Методы определения предела прочности при объемном сжатии</i> . - М., 1989, 17 с.	GostExpert.ru - единая база ГОСТов РФ

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке+кафедре; местонахождение электронных изданий
1	2	3
4	ГОСТ 28985-91. Породы горные. Метод определения деформационных характеристик при одноосном сжатии. - М., 1992, 11 с.	GostExpert.ru - единая база ГОСТов РФ
2.4 Официальные издания		
1	Федеральный закон "О недрах" № 2395-1 от 21.02.1992.	КонсультантПлюс

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

8.3.1. Лицензионные ресурсы¹

1. Электронная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных электрон. док., издан. в Изд-ве ПНИПУ] / Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, Науч. б-ка. – Пермь, 2016. – Режим доступа: <http://elib.pstu.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Электронно-библиотечная система Издательство «Лань» [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии кн., журн. по гуманитар., обществ., естеств. и техн. наукам] / Электрон.-библ. система «Изд-ва «Лань». – Санкт-Петербург, 2010-2016. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

3. ProQuest Dissertations & Theses Global [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : дис. и дипломные работы на ин. яз. по всем отраслям знания] / ProQuest LLC. – Ann Arbor, 2016. – Режим доступа: <http://search.proquest.com/pqdtglobal/dissertations>, по IP-адресам компьютер. сети Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

4. Электронная библиотека диссертаций РГБ [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных : электрон. версии дис. и автореф. дис. по всем отраслям знания] / Электрон. б-ка дис. – Москва, 2003-2016. – Режим доступа: <http://diss.rsl.ru>, компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

5. Cambridge Journals [Electronic resource : полнотекстовая база данных : электрон. журн. по гуманитар., естеств., и техн. наукам на англ. яз.] / University of Cambridge. – Cambridge : Cambridge University Press, 1770-2012. – Режим доступа: <http://journals.cambridge.org/>. – Загл. с экрана. 11.

8.3.1.1. Информационные справочные системы

1. Справочная Правовая Система КонсультантПлюс [Электронный ресурс] : [полнотекстовая база данных правовой информ. : док., коммент., кн., ст., обзоры и др.]. – Версия 4015.00.02, сетевая, 50 станций. – Москва, 1992–2016. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. – Загл. с экрана.

¹ собственные или предоставляемые ПНИПУ по договору

8.3.2. Открытые интернет-ресурсы

1. Единая база ГОСТов РФ "ГОСТ Эксперт" <http://gostexpert.ru/>

8.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер лицензии	Назначение программного продукта
1	Практическое	IsamGEO	гражд.-правовой договор №3517/Б	Использование метода конечных элементов для расчета НДС горного массива
2	Практическое	ANSYS v.17	сублицензион. договор №1789-ПО/2016-ПФО	Использование метода конечных элементов для расчета НДС горного массива
3	Практическое	3DEC	215-007-0002-17517	Использование метода раздельно-блочных элементов для решения задач механики грунтов

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1. Специализированные лаборатории и классы

Таблица 7

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Компьютерный класс	Кафедра МДГ и ГИС	215	60	15
2	Лаборатория	Кафедра МДГ и ГИС	220	80	7
3	Лаборатория "Центр геомеханики и геодинамики недр"	Кафедра МДГ и ГИС	032/1	40	5

9.2. Основное учебное оборудование

Таблица 8

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката, лабораторное оборудование)	Кол-во ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Персональный компьютер: Notebook Compaq Armada E500 P3-700	1	Оперативное управление	215
2	Персональный компьютер: Intel Core 2Quad/ монитор viewSonic 19 VA903M*	2	Оперативное управление	215
3	Установка ПИК-УИДК/ПЛ	1	Собственность	032/1

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке и инновациям

В.Н. Коротаев
«*[Signature]*» 2017г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине

Метод конечных элементов в геомеханике

Направление подготовки	05.06.01 Науки о Земле
Направленность (профиль) программы аспирантуры	Горно-промышленная и нефтепромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
Научная специальность	25.00.16 Горно-промышленная и нефтепромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр
Квалификация выпускника	Исследователь. Преподаватель-исследователь
Выпускающая(ие) кафедра(ы)	Маркшейдерское дело, геодезия и геоинформационные системы
Форма обучения	Очная
Курс: 2	Семестр (ы): 3
Трудоёмкость:	
Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч
Виды контроля с указанием семестра:	
Экзамен:	Зачёт: 3

Пермь 2017 г.

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Метод конечных элементов в геомеханике» разработана на основании следующих нормативных документов:

- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования, зарегистрированный в Минюсте России № 870 от 30 июля 2014 г. по направлению подготовки 05.06.01 – Науки о земле.
- Общая характеристика образовательной программы;
- Паспорт научной специальности 25.00.16 – Горно-промышленная и нефтепромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр, разработанный экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства в связи с утверждением приказа Минобрнауки России от 25 февраля 2009 г. №59 «Об утверждении Номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени» (редакция от 14 декабря 2015 года);
- Программа кандидатского минимума и паспорт научной специальности 25.00.16 – Горно-промышленная и нефтепромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр

ФОС заслушан и утвержден на заседании кафедры МДГ и ГИС ПНИПУ

Протокол от «10» 05 2017г. №14.

Зав. кафедрой МДГ и ГИС
д-р техн. наук, проф.


Ю.А. Кашников

Руководитель программы
д-р техн. наук, проф.


Ю.А. Кашников

СОГЛАСОВАНО

Начальник УПКВК


Л.А. Свисткова

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

1.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Согласно основной профессиональной образовательной программе аспирантуры учебная дисциплина Б1.ДВ.01.3 «Метод конечных элементов в геомеханике» участвует в формировании следующих дисциплинарных частей компетенций:

УК-2. способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

ПК-3. способность применения методов оценки и прогноза деформаций горного массива в результате освоения недр.

1.2 Этапы формирования компетенций

Освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра. В 3 семестре предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа аспирантов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в дисциплинарных картах компетенций в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения и являются показателями достижения заданного уровня освоения компетенций (табл. 1).

Таблица 1

Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине
(показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля	
	3 семестр	
	Текущий	Зачёт
3.1 знать механический смысл решений упругих задач при применении МКЭ	С	ТВ
3.2 знать последовательность операций при решении задач напряженно-деформированного состояния методами конечных элементов	С	ТВ
3.3 знать матричную запись плоской задачи теории упругости при применении МКЭ	С	ТВ
У.1 уметь преобразовывать матрицы	ОТЗ	ПЗ
У.2 уметь определять граничные и начальные условия при определении напряженно-деформированного состояния массива	ОТЗ	ПЗ
У.3 уметь определять характерные особенности треугольного конечного элемента	ОТЗ	ПЗ
В.1 владеть методами и средствами рационального выбора программных средств при решении задач с применением МКЭ	ОТЗ	ПЗ
В.2 владеть методами преобразования линейных полиномов в матричную форму	ОТЗ	ТВ
В.3 владеть приемами решения пространственных задач напряженно-	ОТЗ	ПЗ

деформированного состояния с применением МКЭ

С – собеседование по теме; ТВ – теоретический вопрос; ТЗ – творческое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности; ОТЗ – отчет по творческому заданию; ПЗ – практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Собеседование – средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с аспирантом на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Творческое задание - частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде зачета (4 семестр), проводимая с учетом результатов текущего контроля.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

В процессе формирования заявленных компетенций используются различные формы оценочных средств текущего и промежуточного контроля.

Компоненты дисциплинарных компетенций, указанные в дисциплинарных картах компетенций в рабочей программе дисциплины, выступают в качестве контролируемых результатов обучения в рамках освоения учебного материала дисциплины: знать, уметь, владеть.

2.1 Текущий контроль

Текущий контроль для комплексного оценивания показателей знаний, умений и владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1) проводится в форме собеседования и защиты отчетов о творческом задании.

• Собеседование

Для оценки знаний аспирантов проводится собеседование в виде специальной беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной для выяснения объема знаний по определенному разделу, теме, проблеме.

Собеседование может выполняться в индивидуальном порядке или группой аспирантов.

Критерии и показатели оценивания собеседования отображены в шкале, приведенной в табл. 2.

Таблица 2

Критерии и показатели оценивания собеседования

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
Зачтено	Аспирант достаточно свободно использует фактический материал по заданному вопросу, умеет определять причинно-следственные связи событий, логично и грамотно, с использованием профессиональной терминологии обосновывает свою точку зрения.
Не зачтено	Аспирант демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

2.2 Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Промежуточная аттестация проводится в виде зачета (3 семестр) по дисциплине, в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки знаний и (ПЗ) для проверки умений и владений заявленными дисциплинарными частями компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролируемые уровнем сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций. Пример билета представлен в приложении 1.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать*, *уметь* и *владеть* приведены в табл. 3.

Таблица 3

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Аспирант продемонстрировал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания при ответе на теоретический вопрос билета. Показал сформированные или содержащие отдельные пробелы знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно. Аспирант выполнил контрольное задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал успешное или сопровождающееся отдельными ошибками применение навыков полученных знаний и умений при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов правильно.
<i>Не зачтено</i>	При ответе на теоретический вопрос билета аспирант продемонстрировал фрагментарные знания при ответе на теоретический вопрос билета. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении контрольного задания билета аспирант продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций в рамках выборочного контроля при сдаче зачета считается, что полученная оценка проверяемой в билете дисциплинарной части компетенции обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных частей компетенций проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «незачтено».

Таблица 4

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций	Критерии оценивания компетенции
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Не зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «незачтено»

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине

Задания для текущего контроля и проведения промежуточной аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. степени готовности аспиранта применять теоретические знания и профессионально значимую информацию и оценивание сформированности когнитивных умений.
3. приобретенных умений, профессионально значимых для профессиональной деятельности.

Задания для оценивания когнитивных умений (знаний) должны предусматривать необходимость проведения аспирантом интеллектуальных действий:

- по дифференциации информации на взаимозависимые части, выявлению взаимосвязей между ними и т.п.;
- по интерпретации и творческому усвоению информации из разных источников, ее системного структурирования;
- по комплексному использованию интеллектуальных инструментов учебной дисциплины для решения учебных и практических проблем.

При составлении заданий необходимо иметь в виду, что они должны носить практико-ориентированный комплексный характер и формировать закрепление осваиваемых компетенций.

4. Типовые контрольные вопросы и задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

4.1 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине

1. Какие деформации возникают в толще горных пород при воздействии на массив?
2. В чем суть метода конечных элементов?
3. Перечислите свойства конечного элемента.
4. Как решается задача для слоистой среды методом конечных элементов?

4.2 Типовые задания для оценивания умений и владений на зачете по дисциплине

1. Построить матрицу жесткости для треугольного элемента.
2. Установить граничные условия для решения задачи напряженно-деформированного состояния некоторой области.
3. Построить матрицу жесткости для стержневого элемента.
4. Решить линейную задачу методом конечных элементов в общем виде.

Полный комплект вопросов и заданий для сдачи зачета хранится на кафедре МДГ и ГИС.

Приложение 1
Пример типовой формы билета на зачет



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Пермский национальный
исследовательский политехнический
университет» (ПНИПУ)

Направление
05.06.01 Науки о земле
Программа
Горно-промышленная и нефтепромы-
словая геология, геофизика, маркшей-
дерское дело и геометрия недр
Кафедра
Маркшейдерское дела, геодезии и
геоинформационных систем

Дисциплина
"Метод конечных элементов в геомеханике"

БИЛЕТ № 1

1. Механический смысл решения упругих задач при применении МКЭ (*контроль знаний*).
2. Построить матрицу жесткости для треугольного элемента (*контроль умений*)
3. Установить граничные условия для решения задачи напряженно-деформированного состояния некоторой области (*контроль умений и владений*)
4. Решение нелинейных задач механики горных пород (*контроль умений и владений*)

Составитель

_____ (подпись)

Кашников Ю.А.

Заведующий кафедрой

_____ (подпись)

Кашников Ю.А.

« ____ » _____ 201 ____ г.

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		