



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП
Проектирование зданий и сооружений

 В.А. Баранов

26.апреля 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
Гидротехники, теории зданий и сооружений

 Н.Я. Цимбельман

26.апреля 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Приложение метода конечных элементов к упругим системам

Направление подготовки *08.06.01 Техники и технологии строительства*

Профиль *«Строительные конструкции, здания и сооружения»*

Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 4
лекции 10 час.
практические занятия 8 час.
лабораторные работы ___ - ___ час.
с использованием МАО лек. 6 /пр. 6 час.
всего часов контактной работы 18 час.
в том числе с использованием МАО 12 час.,
самостоятельная работа 90 час.
зачет 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 20.08.2014 № 33710

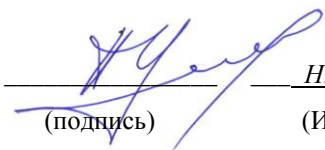
Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры гидротехники, теории зданий и сооружений, протокол № 7 от «26» апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой Н.Я. Цимбельман
Составитель А.В. Баенхаев

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры Гидротехники, теории зданий и сооружений ИШ ДВФУ:

Протокол от «30» января 2020 г. № 5

Заведующий кафедрой


_____ Н.Я. Цимбельман _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой/директор академического департамента

_____ _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Приложение метода конечных элементов к упругим системам» разработана для аспирантов, обучающихся по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства», профиль «Строительные конструкции, здания и сооружения», является дисциплиной по выбору вариативной части блока Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.В.ДВ.1).

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы (108 часов). Учебным планом предусмотрены: лекции (10 часов), практические занятия (8 часов) и самостоятельная работа аспиранта (90 часов). Форма контроля – зачет. Дисциплина реализуется на 2 курсе в 4 семестре.

Целью дисциплины «Приложение метода конечных элементов к упругим системам» является формирование у аспирантов теоретических знаний и практических навыков инженерного анализа зданий, сооружений и их конструкций с помощью численного (компьютерного) моделирования.

Задачи дисциплины:

- изучение основ современного метода расчета строительных конструкций – метода конечных элементов; формирование навыков использования программных продуктов для автоматизированного расчета конструкций узлов и деталей.

- компьютерное моделирование поведения конструкций и сооружений, выбор адекватных расчетных моделей исследуемых объектов, анализ возможностей программно-вычислительных комплексов расчета и проектирования конструкций и сооружений, разработка, верификация и программная реализация методов расчета и мониторинга строительных конструкций;

Для успешного изучения дисциплины «Приложение метода конечных элементов к упругим системам» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

– ОПК-6 способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области строительства.

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие универсальные / общепрофессиональные / профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
(ПК-1) Самостоятельно выполнять научно-технические исследования и разработки в области рационального проектирования конструктивных и объемно-планировочных решений зданий и сооружений, их технической эксплуатации и конструкционной безопасности, основанные на использовании современных научных методов	Знает	основные законы и понятия естественнонаучных дисциплин обладает навыками описания основных естественнонаучных явлений, закономерностей протекания естественнонаучных процессов.
	Умеет	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.
	Владеет	методами решения конкретных практических и расчетных задач на основе применения теоретических естественнонаучных знаний
(ПК-2) Готовность вести исследование и разработку новых оптимальных типов объемно-планировочных решений, несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений с учетом протекающих в них процессов, природно-климатических условий, экономической и конструкционной безопасности на основе математического моделирования с использованием автоматизированных средств исследований и проектирования	Знает	методы проектирования (расчёта) зданий, сооружений и их конструкций на основании технического задания с использованием современных программно-вычислительных комплексов
	Умеет	вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ
	Владеет	владеет навыками автоматизированного расчёта зданий, сооружений и их конструкций

(ПК-3) Способность осуществлять поиск рациональных объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений, направленных на повышение эффективности капиталовложений, энерго- и ресурсосбережение, создание комфортных условий для людей и оптимальных для технологических процессов	Знает	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения; методы математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов
	Умеет	применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов
	Владеет	навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины применяются следующие методы активного обучения: «лекция-беседа», «групповая консультация».

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(10 час., в том числе 10 час. с использованием методов активного обучения)

Раздел I. Формирование конечноэлементных моделей на примере задач расчёта стержневых систем (5 час.)

Тема 1. Продольная деформация прямолинейного стержня (2 час.)

Формулировка дифференциальной постановки задачи продольной деформации стержня. Статические и кинематические граничные условия.

Вывод основной интегральной формулы для продольной деформации стержня. Механический смысл интегральной формулы.

Получение вариационного уравнения Лагранжа и формулировка принципа стационарности полной потенциальной энергии продольной деформации прямолинейного стержня.

Построение схемы метода конечных элементов для задачи продольной деформации прямолинейного стержня.

Примеры решения задачи продольной деформации прямолинейного стержня: конечный элемент и его основные характеристики (построение функции формы, матрицы жесткости, вектора нагрузок), формирование разрешающей системы метода конечных элементов и её решение.

Тема 2. Балка Бернулли (3 час.)

Формулировка дифференциальной постановки задачи изгиба балки Бернулли. Статические и кинематические граничные условия.

Вывод основной интегральной формулы для балки Бернулли. Механический смысл интегральной формулы.

Получение вариационного уравнения Лагранжа и формулировка принципа стационарности полной потенциальной энергии для задачи изгиба балки Бернулли.

Построение схемы метода конечных элементов для балки Бернулли.

Примеры решения задачи изгиба балки Бернулли: конечный элемент и его основные характеристики (построение функции формы, матрицы жесткости, вектора нагрузок), формирование разрешающей системы метода конечных элементов и её решение.

Раздел II. Метод конечных элементов в задачах теории упругости (5 час.)

Тема 3. Формирование схемы метода конечных элементов для задачи теории упругости (5 час.)

Полная дифференциальная постановка задачи теории упругости. Статические и кинематические граничные условия.

Вывод основной интегральной формулы для задачи теории упругости. Механический смысл интегральной формулы.

Получение вариационного уравнения Лагранжа и формулировка принципа стационарности полной потенциальной энергии.

Построение схемы метода конечных элементов для задачи теории упругости.

Конечно-элементная модель: конечный элемент и его основные характеристики (построение функции формы, матрицы жесткости, вектора нагрузок), формирование разрешающей системы метода конечных элементов.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

(8 час., в том числе 2 час. с использованием методов активного обучения)

Практические занятия (8 час.)

Занятие 1. Решение задачи продольной деформации прямолинейного стержня (2/2 час.)

Задание интерполяционных формул, получение функций формы. Получение соотношений метода конечных элементов и решение задачи при разном количестве конечных элементов, различной нагрузке.

Занятие 2. Решение задачи изгиба балки Бернулли(4 час.)

Задание интерполяционных формул, формирование функций формы. Получение соотношений метода конечных элементов. Решение задачи аналитическим методом, методом конечных элементов в пакете MathCAD, с использованием прикладного пакета расчета строительных конструкций.

Занятие 3. Решение задач теории упругости с помощью прикладного пакета расчета строительных конструкций (2 час.)

Решение плоской и трехмерной задач теории упругости.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Приложение метода конечных элементов к упругим системам» представлено в приложении 1 и включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА
Формы текущего и промежуточного контроля по дисциплине
«Приложение метода конечных элементов к упругим системам»

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1.	Формирование конечноэлементных моделей на примере задач расчёта стержневых систем. Продольная деформация прямолинейного стержня	ПК-1	основные законы и понятия естественнонаучных дисциплин обладает навыками описания основных естественнонаучных явлений, закономерностей протекания естественнонаучных процессов.	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			методами решения конкретных практических и расчетных задач на основе применения теоретических естественнонаучных знаний	Устный опрос (УО-1)	Зачёт

		ПК-3	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения; методы математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
2.	Формирование конечноэлементных моделей на примере задач расчёта стержневых систем. Балка Бернулли	ПК-1	основные законы и понятия естественнонаучных дисциплин обладает навыками описания основных естественнонаучных явлений, закономерностей протекания естественнонаучных процессов.	Устный опрос (УО-1)	Зачёт

			<p>выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.</p>	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			<p>методами решения конкретных практических и расчетных задач на основе применения теоретических естественнонаучных знаний</p>	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
		ПК-3	<p>основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения; методы математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов</p>	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			<p>применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов</p>	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			<p>навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач</p>	Тестирование (ПР-1)	Зачёт

3.	Формирование схемы метода конечных элементов для задачи теории упругости	ПК-1	основные законы и понятия естественнонаучных дисциплин обладает навыками описания основных естественнонаучных явлений, закономерностей протекания естественнонаучных процессов.	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			методами решения конкретных практических и расчетных задач на основе применения теоретических естественнонаучных знаний	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
		ПК-2	методы проектирования (расчёта) зданий, сооружений и из конструкций на основании технического задания с использованием современных программно-вычислительных комплексов	Тестирование (ПР-1)	Зачёт

			вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			владеет навыками автоматизированного расчёта зданий, сооружений и их конструкций	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
	ПК-3		основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения; методы математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач	Тестирование (ПР-1)	Зачёт

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1.Холопов И.С. Расчет плоских конструкций методом конечного элемента [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Холопов И.С., Лосева И.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 102 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43399.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2.Лебедев А.В. Численные методы расчета строительных конструкций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Лебедев А.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 55 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/19055>.— ЭБС «IPRbooks»

3.Присекин В.Л. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел [Электронный ресурс]: учебник/ Присекин В.Л., Расторгуев Г.И.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2010.— 238 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45417.html>.— ЭБС «IPRbooks»

4.Котович А.В. Решение задач теории упругости методом конечных элементов [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Котович А.В., Станкевич И.В.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 112 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31229.html>.— ЭБС «IPRbooks»

5.Самогин Ю.Н. Метод конечных элементов в задачах сопротивления материалов [Электронный ресурс]/ Самогин Ю.Н., Хроматов В.Е., Чирков В.П.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2012.— 200 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24522>.— ЭБС «IPRbooks»

Дополнительная литература

1. Розин Л.А. Задачи теории упругости и численные методы их решения. СПб.: Изд-во СПбГПУ, 1998
2. Розин Л.А. Метод конечных элементов в применении к упругим системам. Стройиздат. М., 1977.
3. Константинов И.А., Лалин В.В., Лалина И.И. Строительная механика. Часть 1. Расчет статически-определимых систем с использованием программы SCAD: Учеб. пособие. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. (Интернет-ресурс: <http://smsk.spb.ru/d/712752/d/i.a.-konstantinov-v.v.-lalin-i.i.-lalina.-stroitelnaya-mehanika.-scad.-chast-1..pdf>)
4. Прокопьев В.И. Решение строительных задач в SCAD OFFICE [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Прокопьев В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 63 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30788>.— ЭБС «IPRbooks»

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Каталог электронных ресурсов: <https://www.dvfu.ru/library/electronic-resources/russian-database.php>
2. Официальный сайт компании ЛИРА САПР: <https://www.liraland.ru/>
3. Официальный сайт компании SCAD Soft: <https://scadsoft.com/>
4. Официальный сайт компании ANSYS, академический портал: <http://www.ansys.com/academic/>
5. Официальный сайт компании Dassault Systèmes, академический портал: <https://academy.3ds.com/>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. Программа для проектирования и расчета строительных конструкций ЛИРА-САПР.
2. Вычислительный комплекс для прочностного анализа конструкций методом конечных элементов SCAD Office.

3. Универсальный программный комплекс численного моделирования ANSYS, версия 17.x и выше, лицензия типа ANSYS Academic Research (пакет лицензий ANSYS Academic Multiphysics Campus Solution (50/500))

4. Универсальный программный комплекс численного моделирования SIMULIA Abaqus (разработчик Dassault Systèmes), версия 2016 и выше, лицензия типа Student edition (свободно распространяемая)

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Темис Ю.М. Расчет напряженно-деформированного состояния конструкций методом конечных элементов [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Системы автоматизированного проектирования»/ Темис Ю.М., Азметов Х.Х.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2012.— 53 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31216.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Шаманин А.Ю. Расчеты конструкций методом конечных элементов в ANSYS [Электронный ресурс]: методические рекомендации/ Шаманин А.Ю.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2012.— 72 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47951.html>.— ЭБС «IPRbooks»

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине, необходимо следующее оборудование:

1. Проектор, с минимальным разрешением вывода изображения 1366x768 пикселей;

2. Системные блоки, минимум 15 шт. при условии деления группы аспирантов на две подгруппы. Операционная система: Windows 7 или новее. Минимальные, основные требования к системному блоку:

3. Архитектура процессора x86-64 (рекомендуется поколение процессоров Intel 64 начиная с Intel Core i3);

4. Объём оперативной памяти (RAM): 4 Гб;

5. Устройство хранения информации: накопитель на жёстких магнитных дисках (HDD): 200 Гб, скорость вращения 5400 об/мин.

6. Жидкокристаллические компьютерные мониторы, минимум 15 шт. Минимальное разрешение вывода изображения 1366x768 пикселей;

7. Допускается использование компьютеров-моноблоков с аналогичными характеристиками.

Все системные блоки должны быть связаны локальной сетью и иметь доступ в Интернет.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**
**по дисциплине «Приложение метода конечных элементов к упругим
системам»**

Направление подготовки *08.06.01 Техники и технологии строительства*
Профиль *«Строительные конструкции, здания и сооружения»*
Форма подготовки (очная)

Владивосток
2017

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	В течение семестра / курса	Работа с теоретическим материалом	10 час. / 8 час.	ПР-1
2.	Июнь	Подготовка к зачёту		зачёт

Характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению.

Аспиранты в течение одного семестра проходят два раза тестирование (ПР-1). Тестирование заключается в следующем: по предложенным исходным данным, аспиранту необходимо разработать численную модель в программном комплексе численного моделирования. Тестирование проводится с использованием программного комплекса, На одно тестирование выделяется 60 минут.

Также предусмотрен устный опрос (УО-1) один раз в семестр, в течении 5 минут индивидуально на одного аспиранта.

Критерии оценки тестирования

Б алл (оценка)	1-60 баллов (неудовлетворительн о)	61-75 баллов (удовлетворительн о)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
		Полное отсутствие численной модели и необходимых навыков для её создания	Разработана геометрия численной модели, создан материал модели с необходимым набором физико-механических свойств, правильно выполнена дискретизация геометрии	Аналогичные требования как и при оценке «удовлетворительно», но с получением необходимых по заданию выходных данных, умение обосновать выбор типа конечного элемента



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Приложение метода конечных элементов к упругим
системам»

Направление подготовки *08.06.01 Техники и технологии строительства*

Профиль *«Строительные конструкции, здания и сооружения»*

Форма подготовки (очная)

Владивосток
2017

**Паспорт
фонда оценочных средств**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
(ПК-1) Самостоятельно выполнять научно-технические исследования и разработки в области рационального проектирования конструктивных и объемно-планировочных решений зданий и сооружений, их технической эксплуатации и конструкционной безопасности, основанные на использовании современных научных методов	Знает	основные законы и понятия естественнонаучных дисциплин обладает навыками описания основных естественнонаучных явлений, закономерностей протекания естественнонаучных процессов.
	Умеет	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.
	Владеет	методами решения конкретных практических и расчетных задач на основе применения теоретических естественнонаучных знаний
(ПК-2) Готовность вести исследование и разработку новых оптимальных типов объемно-планировочных решений, несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений с учетом протекающих в них процессов, природно-климатических условий, экономической и конструкционной безопасности на основе математического моделирования с использованием автоматизированных средств исследований и проектирования	Знает	методы проектирования (расчёта) зданий, сооружений и их конструкций на основании технического задания с использованием современных программно-вычислительных комплексов
	Умеет	вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ
	Владеет	владеет навыками автоматизированного расчёта зданий, сооружений и их конструкций
(ПК-3) Способность осуществлять поиск рациональных объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений, направленных на повышение эффективности капиталовложений, энерго- и ресурсосбережение, создание комфортных условий для людей и	Знает	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения; методы математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов
	Умеет	применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов

оптимальных для технологических процессов	Владеет	навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач
---	---------	--

Формы текущего и промежуточного контроля

№ п/п	Контролируемые темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
4.	<p>Формирование конечноэлементных моделей на примере задач расчёта стержневых систем.</p> <p>Продольная деформация прямолинейного стержня</p>	ПК-1	основные законы и понятия естественнонаучных дисциплин обладает навыками описания основных естественнонаучных явлений, закономерностей протекания естественнонаучных процессов.	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			методами решения конкретных практических и расчетных задач на основе применения теоретических естественнонаучных знаний	Устный опрос (УО-1)	Зачёт

		ПК-3	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения; методы математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
5.	Формирование конечноэлементных моделей на примере задач расчёта стержневых систем. Балка Бернулли	ПК-1	основные законы и понятия естественнонаучных дисциплин обладает навыками описания основных естественнонаучных явлений, закономерностей протекания естественнонаучных процессов.	Устный опрос (УО-1)	Зачёт

			<p>выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.</p>	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
			<p>методами решения конкретных практических и расчетных задач на основе применения теоретических естественнонаучных знаний</p>	Устный опрос (УО-1)	Зачёт
		ПК-3	<p>основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения; методы математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов</p>	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			<p>применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов</p>	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			<p>навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач</p>	Тестирование (ПР-1)	Зачёт

6.	Формирование схемы метода конечных элементов для задачи теории упругости	ПК-1	основные законы и понятия естественнонаучных дисциплин обладает навыками описания основных естественнонаучных явлений, закономерностей протекания естественнонаучных процессов.	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			методами решения конкретных практических и расчетных задач на основе применения теоретических естественнонаучных знаний	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
		ПК-2	методы проектирования (расчёта) зданий, сооружений и из конструкций на основании технического задания с использованием современных программно-вычислительных комплексов	Тестирование (ПР-1)	Зачёт

			вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			владеет навыками автоматизированного расчёта зданий, сооружений и их конструкций	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
	ПК-3		основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения; методы математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов	Тестирование (ПР-1)	Зачёт
			навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач	Тестирование (ПР-1)	Зачёт

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
Общепрофессиональные компетенции (ОПК)					
(ПК-1) Самостоятельно выполнять научно-технические исследования и разработки в области рационального проектирования конструктивных и объемно-планировочных решений зданий и сооружений, их технической эксплуатации и конструкционной безопасности, основанные на использовании современных научных методов	Знает (пороговый уровень)	основные законы и понятия естественнонаучных дисциплин обладает навыками описания основных естественнонаучных явлений, закономерностей протекания естественнонаучных процессов.	знание основных естественнонаучных дисциплин и методов исследования инженерных систем	способность рассказать об естественно-научных дисциплинах и принципах теоретического и экспериментального исследования	61-75 баллов
	Умеет (базовый уровень)	выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлечь их для решения соответствующий физико-математический аппарат.	знание о методах и профессиональных приемах численного (компьютерного) моделирования используемые на практике	способность применять методы численного (компьютерного) моделирования в профессиональной деятельности	76-85 баллов
	Владеет (продвинутый уровень)	методами решения конкретных практических и расчетных задач на основе применения теоретических естественнонаучных знаний	интегральное знание о методах численного моделирования и косвенных информационных технологиях используемых в строительстве	способность эффективно использовать в синтезе комплекс программного обеспечения используемого в строительстве с программными комплексами численного моделирования	86-100 баллов
(ПК-2) Готовность вести исследование и разработку новых оптимальных типов объемно-	Знает (пороговый уровень)	методы проектирования (расчёта) зданий, сооружений и из конструкций на основании технического задания с использованием современных	методы проектирования (расчёта) зданий, сооружений и из конструкций на	методы проектирования (расчёта) зданий, сооружений и из конструкций на основании технического	61-75 баллов

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
планировочных решений, несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений с учетом протекающих в них процессов, природно-климатических условий, экономической и конструкционной безопасности на основе математического моделирования с использованием автоматизированных средств исследований и проектирования		программно-вычислительных комплексов	основании технического задания с использованием современных программно-вычислительных комплексов	задания с использованием современных программно-вычислительных комплексов	
	Умеет (базовый уровень)	вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ	вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ	вести разработку проектных решений зданий, сооружений и их конструкций с использованием лицензионных универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов, систем автоматизированного проектирования и графических пакетов программ	76-85 баллов
	Владеет (продвинутый уровень)	владеет навыками автоматизированного расчёта зданий, сооружений и их конструкций	владеет навыками автоматизированного расчёта зданий, сооружений и их конструкций	владеет навыками автоматизированного расчёта зданий, сооружений и их конструкций	86-100 баллов
(ПК-3) Способность осуществлять поиск рациональных	Знает (пороговый уровень)	основные модели расчёта зданий, сооружений и их конструкций, а также область их применения;	знание классических расчётных схем конструкций и	способность рассказать об базовых расчётных схемах и принципах их	61-75 баллов

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		Критерии	Показатели	Баллы
<p>объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений, направленных на повышение эффективности капиталовложений, энерго- и ресурсосбережение, создание комфортных условий для людей и оптимальных для технологических процессов</p>		<p>методы математического (компьютерного) моделирования на базе универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов</p>	<p>принципы их работы</p>	<p>работы под внешними нагрузками и воздействиями</p>	
	<p>Умеет (базовый уровень)</p>	<p>применять математический аппарат для решения задач методами численного (компьютерного) моделирования, включая современные формулировки метода конечных элементов</p>	<p>умение использовать современные формулировки метода конечных элементов при разработке численных моделей в программных комплексах</p>	<p>способность моделировать классические расчётные схемы и их работу под внешними нагрузками и воздействиями с помощью методов численного моделирования реализованных в программных комплексах</p>	<p>76-85 баллов</p>
	<p>Владеет (продвинутый уровень)</p>	<p>навыками анализа и интерпретации результатов численного (компьютерного) моделирования поставленных задач</p>	<p>умение обосновывать выбор набора необходимых функций при численном моделировании и интерпретировать получаемые результаты</p>	<p>способность правильно оценивать корректность решения и интуитивное представление ожидаемого результата на основе знаний о сформулированной задаче</p>	<p>86-100 баллов</p>

Шкала измерения уровня сформированности компетенций

Итоговый балл	1-60	61-75	76-85	86-100
Оценка (пятибалльная шкала)	2 неудовлетворительно	3 удовлетворительно	4 хорошо	5 отлично
Уровень сформированности компетенций	отсутствует	пороговый (базовый)	продвинутый	высокий (креативный)

**Содержание методических рекомендаций,
определяющих процедуры оценивания результатов освоения
дисциплины «Приложение метода конечных элементов к упругим
системам»**

Текущая аттестация аспирантов. Текущая аттестация аспирантов по дисциплине «Приложение метода конечных элементов к упругим системам» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий (*устного опроса (собеседования УО-1) и тестирования (ПР-1)*) по оцениванию фактических результатов обучения аспирантов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

Оценка освоения учебной дисциплины является комплексным мероприятием, которое в обязательном порядке учитывается и фиксируется ведущим преподавателем. Такие показатели этой оценки, как посещаемость всех видов занятий и своевременность выполнения курсового проекта фиксируется в журнале посещения занятий и в графике выполнения курсового проекта.

Степень усвоения теоретических и практических знаний оценивается такими контрольными мероприятиями как устный опрос и тестирование.

Промежуточная аттестация аспирантов. Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

В соответствии с рабочим учебным планом по направлению подготовки 08.06.01 «Техника и технологии строительства», профиля «Строительные конструкции, здания и сооружения» видами промежуточной аттестации аспирантов в процессе изучения дисциплины «Приложение метода конечных элементов к упругим системам» являются зачёты в 4 семестре.

Зачёт проводится в виде устного опроса в форме собеседования.

Перечень оценочных средств (ОС) по дисциплине «Приложение метода конечных элементов к упругим системам»

№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам
2	ПР-1	Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий