

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
**Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения Российской академии наук
(ПФИЦ УрО РАН)**

Принято на заседании
Объединенного ученого совета
ПФИЦ УрО РАН
Протокол № 6
«2» сентября 2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ПФИЦ УрО РАН
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.

О.А. Плехов

«12» сентября 2022 г.



**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ
ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ**

«Современные методы вычислительной механики»

ПЕРМЬ, 2022

1. 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.

1.1 Текущий контроль

Текущий контроль знаний заключается в проверке знаний, умений и навыков слушателей, полученных при обучении по отдельным темам раздела (модуля, дисциплины). Текущий контроль для оценивания **знаний, умений и владений** в форме устного опроса проводится по каждой теме, а контрольные работы проводятся после изучения определенного раздела учебной дисциплины. Результаты по 4-х бальной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении итоговой аттестации.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений при устном опросе приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. - Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений при устном опросе

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Слушатель 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.
<i>Не зачтено</i>	Слушатель демонстрирует полное незнание материала или наличие бессистемных, отрывочных знаний, связанных с поставленным перед ним вопросом, при этом не ориентируется в профессиональной терминологии.

1.1.1. Текущая контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 контрольные работы после освоения студентами разделов 6 и 9 дисциплины.

Таблица 1.2. - Перечень контрольных работ

№ п/п	Номер модуля	Номер раздела	Наименование материалов контроля
1.	mod 1	6	Контрольная работа «Теоретические аспекты применения метода конечных элементов»
2	mod 2	9	Контрольная работа «Применение метода конечных элементов для решения некоторых типовых задач»

Типовые задания КР1

1. Треугольный конечный элемент с квадратичной аппроксимацией (Рисунок 1) имеет следующие функции формы F_i , записанные в L -координатах:

$$F_i = L_i(2L_i - 1), \quad i = 1, 2, 3;$$

$$F_4 = 4L_1L_2, \quad F_5 = 4L_2L_3, \quad F_6 = 4L_1L_3.$$

Вычислить интеграл по площади треугольника вида:

$$\int_S \frac{\partial F_1}{\partial x} \frac{\partial F_4}{\partial x} dS.$$

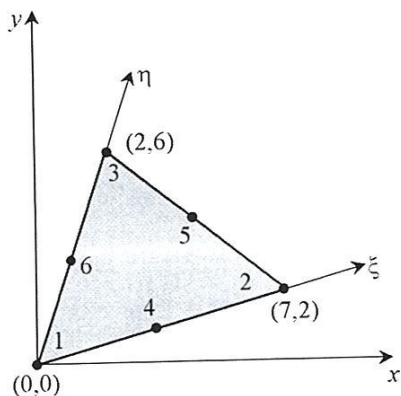


Рисунок 1 — Треугольный конечный элемент с шестью узлами

2. Записать математическую постановку задачи о собственных колебаниях изотропной консольно-закреплённой пластины, нагруженной сжимающими силами в плоскости.

Типовые задания КР2

1. Построить трёхмерную параметризованную геометрическую модель конической оболочки, полностью заполненной жидкостью.

2. Осуществить разбиение полученной геометрии на конечные элементы.

Шкала и критерии оценки результатов контрольной работы приведены в таблице 1.3.
Таблица 1.3. - Шкала и критерии оценки результатов контрольной работы.

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного раздела
5	Максимальный уровень	Слушатель полностью выполнил задание контрольной работы, показал отличные знания и умения в рамках усвоенного учебного материала. Отчет по контрольной работе оформлен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.
4	Средний уровень	Слушатель полностью выполнил задание контрольной работы, показал хорошие знания и умения, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, есть недостатки в оформлении отчета по контрольной работе.

Балл	Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного раздела
3	Минимальный уровень	<i>Слушатель полностью выполнил задание контрольной работы, но допустил существенные неточности, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, отчет по контрольной работе имеет недостаточный уровень качества оформления.</i>
2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Слушатель не полностью выполнил задание контрольной работы, при этом проявил недостаточный уровень знаний и умений, а также не способен пояснить полученный результат.</i>

Результаты контрольных работ по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении итоговой аттестации.

1.2. Рубежный контроль.

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений в результате прохождения программы проводится после изучения разделов 7,8 и 10.

1.2.1. Защита лабораторных работ

Типовые темы лабораторных приведены в программе ДПП учебной дисциплины.

Защита работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Шкала и критерии оценки приведены в таблице 4.5.

Таблица 1.4. – Шкала и критерии оценивания уровня освоения части разделов программы, приобретаемых при выполнении лабораторных работ

Балл за		Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения дисциплинарных компетенций после изучения учебного материала
знания	умения		
5	5	Максимальный уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Слушатель точно ответил на контрольные вопросы, свободно ориентируется в предложенном решении, может его модифицировать при изменении условия задачи. Отчет выполнен аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</i>
4	4	Средний уровень	<i>Задание по работе выполнено в полном объеме. Слушатель ответил на теоретические вопросы, испытывая небольшие затруднения. Качество оформления отчета к работе не полностью соответствует требованиям</i>
3	3	Минимальный уровень	<i>Слушатель правильно выполнил задание к работе. Составил отчет в установленной форме, представил решения большинства заданий, предусмотренных в работе. Слушатель не может полностью объяснить полученные результаты.</i>

2	2	Минимальный уровень не достигнут	<i>Слушатель не выполнил все задания работы и не может объяснить полученные результаты.</i>
---	---	----------------------------------	---

Результаты защиты лабораторных работ по 4–балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении итоговой аттестации.

1.3 Итоговая аттестация

Допуск к итоговой аттестации осуществляется по результатам текущего контроля. Аттестация проводится в виде зачета по дисциплине в устно-письменной форме по билетам. Билет содержит теоретический вопрос (ТВ) для проверки знаний и практическое задание (ПЗ) для проверки умений и владений.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности знаний, умений и навыков, полученных при обучении по всем темам разделов программы (Приложение 1).

Оценка результатов обучения по программе, контролирующая уровень сформированности знаний, умений и навыков, полученных при обучении по всем разделов программы, проводится по шкале оценивания «зачтено», «не зачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете приведена в таблице 1.4.

Таблица 1.4. – Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений на зачете

Оценка	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Слушатель 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. Слушатель выполнил практическое задание билета правильно или с небольшими неточностями. Показал отличные или сопровождающиеся 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 собеседовании с преподавателем слушатель продемонстрировал фрагментарные знания . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении практического задания слушатель продемонстрировал частично освоенное умение и применение полученных навыков при решении профессиональных задач в рамках учебного процесса. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неточностей.

При оценке уровня сформированности знаний, умений и навыков, полученных при обучении по всем разделов программы в рамках выборочного контроля при сдаче зачета, считается, что полученная оценка проверяемой в билете части программы обобщается на все дисциплинарные части компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины. Общая оценка уровня сформированности всех знаний, умений и навыков, полученных при обучении по всем разделов программы, проводится с учетом результатов текущего контроля в виде интегральной оценки по системе оценивания «зачтено» и «не зачтено».

Таблица 1.5. - Оценочный лист уровня сформированности полученных при обучении знаний, умений и навыков на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности знаний, умений и навыков	Критерии оценивания
<i>Зачтено</i>	Слушатель получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Не зачтено</i>	Слушатель получил по дисциплине оценку «не зачтено»

2. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по программе.

Задания для текущего, рубежного контроля и проведения итоговой аттестации должны быть направлены на оценивание:

1. Уровня освоения теоретических понятий, научных основ профессиональной деятельности;
2. Степени готовности слушателя 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 слушателем 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.

3. 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 дополнительной профессиональной программы

3.1 Типовые вопросы для текущего контроля по ДПП:

1. Суть (основная идея) принципа возможных перемещений.
2. Семейство треугольных элементов.
3. Поверхности и объёмные объекты.
4. Математическая постановка задачи электроупругости.
5. Слабая формулировка метода взвешенных невязок для волнового уравнения.
6. Эрмитовы функции формы.
7. Флаттер подкреплённых пологих оболочек.
8. Механические свойства слоя и пакета слоёв.

3.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по ДПП:

1. Принцип возможных перемещений. Кинематические и статические граничные условия, массовые силы.

2. Семейство треугольных элементов. Сирендиповы и Лагранжевы четырёхугольные элементы.
3. Трёхмерные конечные элементы в форме пирамиды. Естественные координаты, функции формы, численное интегрирование по объёму.
4. Геометрически нелинейные задачи. Большие перемещения и устойчивость конструкций. Предварительное напряжённое деформированное состояние.
5. В-сплайны и NURBS. Поверхности и объёмные объекты.
6. Изогеометрический анализ в задачах статики.
7. Электроупругость. Математическая постановка задачи. Собственные колебания электроупругих тел, соединённых с внешними электрическими цепями.
8. Математическая постановка задачи о собственных колебаниях упругой цилиндрической оболочки с пьезоэлементом, расположенным на её внешней поверхности и соединённым с внешней электрической RL -цепью.
9. Математическая постановка задачи устойчивости цилиндрической оболочки, взаимодействующей со сверхзвуковым потоком газа.
10. Связанное движение упругой конструкции в акустической среде. Слабая формулировка метода взвешенных невязок для волнового уравнения.
11. Гидроупругая устойчивость пластины на слое жидкости. Гидроупругая устойчивость цилиндрической оболочки с разными граничными условиями.
12. Поршневая теория. Панельный флаттер прямоугольных пластин. Влияние кривизны пологой оболочки на границу устойчивости.
13. Флаттер подкреплённых пологих оболочек. Флаттер цилиндрической оболочки. Флаттер конической оболочки с внутренним течением газа.
14. Элементы механики упругого анизотропного тела. Механические свойства слоя и пакета слоёв. Система координат конечных элементов.
15. Конечные элементы тонких пластин. Эрмитовы функции формы.
16. Численные аспекты учёта граничных условий первого и второго рода.
17. Математическая постановка задачи о собственных колебаниях пластины с учётом предварительного напряжённого недеформированного состояния.

3.3 Типовые контрольные вопросы для оценивания умений и владений на зачете по ДПП:

1. На языке APDL в *ANSYS Multiphysics* построить параметризованную геометрическую модель прямоугольной пластины, взаимодействующей со слоем жидкости. Осуществить разбиение полученной геометрии на конечные элементы. Вычислить пять низших собственных частот колебаний при условии, что пластина жёстко закреплена по периметру.
2. Определить напряжённо-деформированное состояние конструкции из композиционного материала (геометрия и условия нагружения выдаются преподавателем).
3. На языке APDL в *ANSYS Multiphysics* построить параметризованную геометрическую модель консольно-закреплённой прямоугольной пластины с пьезоэлементом, расположенным на её внешней поверхности. Осуществить разбиение полученной геометрии на конечные элементы. Определить напряжённо-деформированное состояние пластины при условии, что на пьезоэлемент подано напряжение 100 В.



Институт механики сплошных сред Уральского
отделения Российской академии наук" - филиал
ФГБУН Пермский федеральный
исследовательский центр УрО РАН

Программа ДПП ПК

Дисциплина
«Современные методы вычислительной
механики»

БИЛЕТ №1

1. Трёхмерные конечные элементы в форме пирамиды. Естественные координаты, функции формы, численное интегрирование по объёму (*контроль знаний*).
2. На языке APDL в *ANSYS Multiphysics* построить параметризованную геометрическую модель прямоугольной пластины, взаимодействующей со слоем жидкости. Осуществить разбиение полученной геометрии на конечные элементы. Вычислить пять низших собственных частот колебаний при условии, что пластина жёстко закреплена по периметру (*контроль умений и навыков*).

Преподаватель

(подпись)

« _____ » _____ 20__ г.