

Федеральное агентство научных организаций
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
**Пермский федеральный исследовательский центр
Уральского отделения
Российской академии наук**

Принято на заседании
Объединенного ученого совета
ПФИЦ УрО РАН
Протокол № 7
«24» сентября 2019 г.

Утверждаю
Директор ПФИЦ УрО РАН
Чл. корр. РАН А.А. Барях



**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

«Современные экспериментальные методы»

Направление 01.06.01 Математика и механика
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры Механика деформируемого твердого тела (01.02.04)

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения: Очная

Курс: 1 Семестр(ы): 1, 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 3 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 108 ч

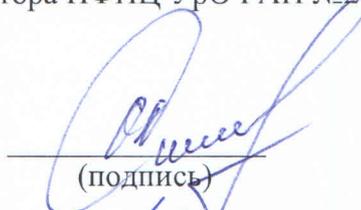
Виды контроля:

Экзамен: - нет Зачёт: 2 Курсовой проект: - нет Курсовая работа: - нет

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Современные экспериментальные методы» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «30» июля 2014 г. номер приказа «866» по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации);
- компетентностной модели выпускника ООП по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры Механика деформируемого твердого тела (01.02.04), утверждённой «24» сентября 2019 г.;
- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации), программы аспирантуры Механика деформируемого твердого тела (01.02.04), утверждённой «24» сентября 2019 г.;
- примерной программы кандидатского экзамена, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации;
- положением о формировании фонда оценочных средств, принятого на заседании Объединенного ученого совета ПФИЦ УрО РАН, протокол № 4 от 11.05.2018, утверждено распоряжением директора ПФИЦ УрО РАН №21 от 14.05.2018.

Разработчик д.ф.-м.н., профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

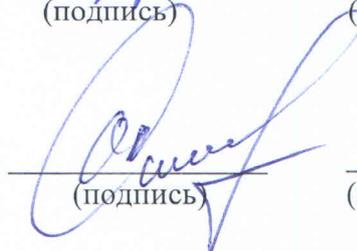
Плехов О.А.
(инициалы, фамилия)

Рецензент: д.ф.-м.н., профессор
(учёная степень, звание)


(подпись)

Роговой А.А.
(инициалы, фамилия)

Согласовано: д.ф.-м.н., профессор
Зам. директора (учёная степень, звание)
ИМСС УрО РАН
по науке


(подпись)

Плехов О.А.
(инициалы, фамилия)

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 профессиональной образовательной программе аспирантуры по направлению подготовки: 01.06.01 – Математика и механика, направленность Механика деформируемого твердого тела (01.02.04) учебная дисциплина Б1.В.ДВ3.2 «Современные экспериментальные методы» предназначена для ознакомления студентов с методами и приборами для измерений физических параметров жидкостей, газов и твердых тел, с методами анализа и обработки экспериментальных данных, полученных при выполнении темы научно-квалификационной работы, изучения современной аппаратуры и условий проведения эксперимента, формирует умение оптимально подходить к выбору методов для решения поставленных задач, интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные, делать заключения на основании анализа и сопоставления всей совокупности имеющихся данных, в том числе публикуемых в научной литературе.

В процессе изучения дисциплины «Современные экспериментальные методы» аспирант формирует части следующих компетенций:

– ПК-1 (способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела).

1.2 Этапы формирования компетенций.

Учебный материал дисциплины осваивается за 1-й и 2-й семестр, в которых предусмотрены аудиторские занятия, семинары и самостоятельная работа аспирантов. При изучении дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в дисциплинарных картах соответствующих компетенций в РПД. Уровень освоения дисциплины проверяется по результатам приобретения указанных компонент компетенций.

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

Контролируемые результаты обучения дисциплине (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Вид контроля			
	1 семестр		2 семестр	
	Текущий	Зачёт	Текущий	Зачёт
Усвоенные знания				
З ПК-1 Знать методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики деформируемого твёрдого тела (основные современные теории процессов деформирования и разрушения, взаимодействия структуры материала и внешних полей различной природы и интенсивности, методы описания процессов деформирования, фазовых и структурно-кинетических переходов в материале)	УО	ТВ		
Освоенные умения				
У ПК-1 Уметь ставить задачу и применять современные методы (численные, аналитические, экспериментальные) для решения задач в области механики деформируемого твёрдого тела с учётом эволюции структуры материала и внешних воздействий различной природы и	С	ПЗ		

интенсивности				
Приобретенные владения				
В ПК-1 Владеть - методами решения задач и анализа проблем механики деформируемого твёрдого тела	С	ПЗ		

УО - устный опрос; ТВ - теоретический вопрос; С - семинар; ПЗ - практическое задание с учетом темы научно-исследовательской деятельности.

Устный опрос - средство контроля, организованное для выяснения объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.

Семинар - вид обучения, который строится на основе обсуждения заранее известной темы, позволяющее диагностировать умения интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения, вести диалог терминами дисциплины.

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных частей компетенций (результатов обучения по дисциплине) является аттестация в виде зачета, 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 проводится в форме устного опроса и выступлению на семинаре.

Шкала оценивания уровня знаний, умений и владений при устном опросе

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

Критерии оценивания выступления на семинаре

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант успешно выступил с докладом, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений , аспирант ориентируется в изложенном материале, свободно отвечает на заданные вопросы, ведет диалог с коллегами и преподавателем.
<i>Не зачтено</i>	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 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 заявленных дисциплинарных частей компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности всех заявленных дисциплинарных компетенций (Приложение 1).

Оценка результатов обучения дисциплине в форме уровня сформированности компонентов знать, уметь, владеть заявленных дисциплинарных компетенций проводится по шкале оценивания «зачтено», «не зачтено» путем выборочного контроля во время зачета.

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 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 аспирант продемонстрировал фрагментарные знания . При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов. При выполнении практического задания аспирант 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 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 «не зачтено».

Оценочный лист уровня сформированности дисциплинарных частей компетенций на зачете

Итоговая оценка уровня сформированности дисциплинарных	Критерии оценивания
---	----------------------------

частей компетенций	
<i>Зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «зачтено»
<i>Не зачтено</i>	Аспирант получил по дисциплине оценку «не зачтено»

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 вопросы для текущего контроля по дисциплине:

1. Какие основные задачи курса «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела»?
2. Дайте определение понятиям «объект измерения» и «субъект измерения».
3. Объясните связь между погрешностью измерения, истинным и действительным значениями измеряемой величины.
4. Приведите классификацию инструментальной погрешности измерения.
5. Как развивались методы экспериментальной механики деформируемых твердых тел?
6. Какие вы знаете параметры напряженно-деформированного состояния?
7. Методы определения основных механических характеристик материалов?
8. Опишите модели упругого поведения материалов.
9. Опишите модели пластического деформирования материалов.
10. Опишите модели вязкоупругого деформирования материалов.
11. Какой принцип действия и какое устройство электромеханических испытательных систем?

12. Какой принцип действия и устройство сервогидравлических испытательных систем?
13. Какие основные виды управляемого воздействия на образец вы знаете?
14. Опишите принцип действия и назовите основные виды датчиков регистрации усилий и перемещений, экстензометров, видеоэкстензометров?
15. Какие оптические методы анализа полей деформаций вы знаете?
16. На каком методе основан принцип работы цифровой оптической системы?
17. Назовите основные методы визуализации полей скорости в жидких и газообразных средах, опишите их принцип работы.
18. Перечислите методы визуализации поля температур и полей деформации в твердых телах.
19. Системы единиц.
20. Критерии точности измерений.
21. Методы анализа физических измерений.
22. Формализация сложной системы.
23. Математические схемы описания элементов сложных систем.
24. Моделирование сложных систем.
25. Производительность и надежность систем.

4.2 Типовые контрольные вопросы для оценивания знаний на зачете по дисциплине:

1. Предмет и задачи курса «Экспериментальная механика деформируемого твердого тела». История развития методов экспериментальной механики деформируемых твердых тел.
2. Достоверность и критерии точности измерений. Случайные события. Оценка параметров случайных величин. Понятие вероятности. Эргодичность.
3. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина. Техника оценки параметров при асимметричных распределениях погрешностей.
4. Методы анализа результатов физических измерений. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Фурье-анализ, дискретное преобразование Фурье. Вэйвлетный анализ. Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи.
5. Основы экспериментальной механики. Моделирование физических процессов. Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов.
6. Модели механического поведения материалов: модели упругого поведения материалов, модели пластического деформирования материалов, модели вязкоупругого деформирования материалов. Производительность и надежность систем.
7. Общая характеристика современных испытательных комплексов. Основные виды управляемого воздействия на образец: растяжение-сжатие, кручение, сложное нагружение (растяжение-сжатие и кручение), двухосевое растяжение-сжатие, сложное напряженное состояние (растяжение и кручение трубчатых образцов с внутренним давлением).
8. Воздействие низких и высоких температур, агрессивных сред и иных физико-химических факторов.
9. Средства контроля нагрузок и перемещений, анализа полей деформаций. Системный обзор и анализ будущих актуальных направлений экспериментальной механики деформируемого твердого тела, техники и технологий исследований поведения упругих, пластических и вязкоупругих материалов.
10. Автоматизация научных исследований. Создание комплексных установок. Общие требования. Обработка информации. Способы вывода информации в реальном времени.

Накопление экспериментальных данных, создание банков данных. Погрешность и неопределенность.

4.3 Типовые контрольные задания для оценивания приобретенных умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Предложить серию экспериментов, в которых измерялись бы механические свойства «подскакивающей смазки» – кремневое соединение, которое подскакивает при ударе о твердую поверхность, но в то же время растекается под действием собственного веса.

2. Необходимо измерить мельчайшие нормальные смещения поверхности. Опишите три наиболее чувствительных метода и оцените минимальное смещение, которое можно зарегистрировать каждым из предложенных методов.

3. Какие методы Вы использовали бы для визуализации

а) поля скорости течения Пуазейля в докритической области параметров и при переходе его в турбулентное течение;

б) поля температуры в задаче о конвекции Рэлея-Бенара.

Сформулируйте экспериментальные особенности, благодаря которым Вы предпочтёте тот или иной метод.

4. Сконструировать прибор для измерения зависимости вязкости от температуры и давления в газообразном азоте при давлении около 5000 атм.

5. Принцип действия и устройство сервогидравлических испытательных систем. Испытания на малоцикловую усталость, многоцикловую усталость и циклическую трещиностойкость.

6. Оптический метод анализа полей деформаций. Состав и принцип работы цифровой оптической системы. Метод корреляции цифровых изображений.

7. Задан случайный процесс $X(t)=t+U\cos t+V\sin t$, где U и V – некоррелированные случайные величины, причем $MU=MV=0$, $DU=DV=D$. Докажите: а) $X(t)$ – нестационарный случайный процесс; б) а) $X'(t)$ – стационарный случайный процесс.

8. Известна корреляционная функция $K_x(t)=De^{-\alpha^2 t^2}$ стационарного случайного процесса $X(z)$. Найдите корреляционную функцию случайного процесса $Y(z)=4X(z)$.

9. Разложить в тригонометрический ряд Фурье на отрезке $[-\pi, \pi]$ функцию $f(x) = e^{\alpha x}$ и нарисовать график суммы ряда.

10. Представить интегралом Фурье функцию $f(x) = e^{-\alpha|x|}$, ($\alpha > 0$).

4.4 Перечень тем семинаров

1. Планирование эксперимента. Выбор метода и технических средств, поиск оптимальных условий и значений параметров объекта исследования.

2. Средства измерений, их виды и основные метрологические характеристики. Единство измерений. Нормативная и правовая основа.

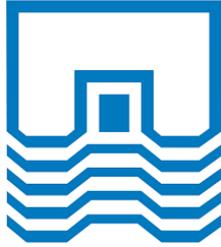
3. Особенности измерения быстропротекающих процессов. Методы обработки экспериментальных данных.

4. Основные механические характеристики вещества и методы их определения.

5. Принцип действия и устройство электромеханических, сервогидравлических, электродинамических испытательных систем.

6. Оптический метод анализа полей скорости в жидкостях и газах, полей деформаций. Состав и принцип работы цифровой оптической системы. Метод корреляции цифровых изображений.

7. Основные принципы построения приборов для измерений физических величин в заданной области физики.



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

Направление подготовки
01.06.01 «Математика и механика»
Профили аспирантуры «Механика деформируемого
твёрдого тела», «Механика жидкости и газа»

Дисциплина
«Современные экспериментальные методы»

БИЛЕТ №1

1. Предмет и задачи курса «Экспериментальная механика деформируемого твёрдого тела». История развития методов экспериментальной механики деформируемых твёрдых тел.
(*контроль знаний*).
2. Предложить серию экспериментов, в которых измерялись бы механические свойства «подскакивающей смазки» – кремневое соединение, которое подскакивает при ударе о твёрдую поверхность, но в то же время растекается под действием собственного веса.
(*контроль умений и навыков*).

Преподаватель

(подпись)

О.А. Плехов

« »

20__ г.