

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения им. А.А. Благонравова
Российской академии наук
(ИМАШ РАН)

Одобрено Учёным Советом
ИМАШ РАН
Протокол № 4
«12» августа 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ
Временно исполняющий обязанности
директора ИМАШ РАН, д.т.н., профессор
В.А. Глазков
«19» августа 2015 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ
«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ МЕХАНИКИ»

Направление подготовки

01.06.01 – Математика и механика

Направленность (профиль) программы

01.02.04 «Механика деформируемого твёрдого тела»

Квалификация

Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения

Очная
Заочная

Москва
2015

1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ И ЭТАПЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих универсальных (УК), (общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций:

УК-1: способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-3: готовностью участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

УК-5: способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

Этапы формирования компетенций в процессе изучения дисциплины.

Конечными результатами освоения программы освоения дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям. Формирование этих дескрипторов происходит в течение всего семестра по этапам в рамках различного вида занятий и самостоятельной работы.

В результате изучения дисциплины «Экспериментальные методы механики» обучающийся должен:

Знать:

- экспериментальные методы и оборудования для исследования напряжённо-деформированного состояния деталей машин и конструкций при статических и динамических нагрузках;
- экспериментальные методы и оборудование для исследования виброповедения конструкций;
- методы и оборудования для механических испытаний материалов (в том числе композитов) с целью получения деформационных характеристик при статических, циклических и динамических нагрузках;
- принципы измерения вибрации и используемое оборудование, а также методы интерпретации результатов виброизмерений;
- методики испытаний для получения статических свойств композитов при растяжении, сжатии, изгибе, сдвиге, сложном напряженном состоянии;
- особенности практического применения компьютерных программ, используемых для анализа результатов экспериментов на основе сочетания экспериментальных исследований и компьютерного моделирования.

Уметь:

- выбрать оптимальный метод экспериментального анализа НДС, а также дефектности деталей машин и конструкций в лабораторных и натурных условиях;
- выбрать оптимальный метод экспериментального (экспериментально-расчётного) метода анализа остаточных напряжений с учётом особенностей решаемой задачи;
- пользоваться программами, управляющими процессом испытаний;
- пользоваться компьютерными программами, обеспечивающими корректную интерпретацию результатов измерений.

Владеть:

- теоретическими основами и навыками проведения экспериментальных исследований, связанных с определением характеристик деформирования, прочности, долговечности и трещиностойкости материалов;

- теоретическими основами и навыками проведения экспериментальных исследований, связанных с определением виброактивности материалов и конструкций;
- теоретическими основами и навыками проведения экспериментальных исследований, связанных с определением статических свойств композитов при растяжении, сжатии, изгибе, сдвиге, сложном напряженном состоянии;
- техникой проведения экспериментальных исследований, связанных с изучением виброактивности конструкций.

2. ТЕКУЩАЯ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Текущая аттестация аспирантов.

Текущая аттестация аспирантов проводится в соответствии с локальным актом ИМАШ РАН – Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ИМАШ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме опроса, а также оценки вопроса-ответа в рамках участия обучающихся в обсуждениях и различных контрольных мероприятиях по оцениванию фактических результатов обучения, осуществляемых преподавателем, ведущим дисциплину.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина – активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость занятий;
- степень усвоения теоретических знаний и уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы, проводимых в рамках семинаров и самостоятельной работы.

Оценивание обучающегося на занятиях осуществляется с использованием нормативных оценок по 4-х бальной системе (5 – отлично, 4 – хорошо, 3 – удовлетворительно, 2 – неудовлетворительно).

Промежуточная аттестация аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине проводится в форме *зачёта* в соответствии с локальным актом ИМАШ РАН – Положением о текущей, промежуточной и итоговой аттестации аспирантов ИМАШ РАН по программам высшего образования – программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре и является обязательной.

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется в форме *зачёта* в период зачётно-экзаменационной сессии в соответствии с Графиком учебного процесса по приказу (распоряжению заместителю директора по научной работе). Обучающийся допускается к экзамену в случае выполнения аспирантом всех учебных заданий и мероприятий, предусмотренных настоящей программой. В случае наличия учебной задолженности (пропущенных занятий и (или) невыполненных заданий) аспирант отрабатывает пропущенные занятия и выполняет задания.

Оценивание обучающегося на промежуточной аттестации осуществляется с использованием нормативных оценок на зачете – *зачтено / не зачтено*.

Оценивание аспиранта на промежуточной аттестации в форме зачёта

Оценка зачета (нормативная)	Требования к знаниям и критерии выставления оценок
<i>Зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует содержание тем учебной дисциплины, владеет основными понятиями, знает особенности развития методологии научного исследования, имеет представление об особенностях и специфике научного исследования.

	Информирован и способен делать анализ проблем и намечать пути их решения.
<i>Не зачтено</i>	Аспирант при ответе демонстрирует плохое знание значительной части основного материала в области методологии научного исследования. Не информирован или слабо разбирается в проблемах, и или не в состоянии наметить пути их решения.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Форма контроля знаний	Вид аттестации	Примечание
Опрос, Дискуссия	Текущая	Подготовка и ответ на семинарском занятии по заданным вопросам. Обсуждение проблематики предмета.
Домашнее задание: проверочные работы	Текущая	Домашнее задание: Оформление библиографического списка по теме диссертационного исследования
Зачёт	Промежуточная	Подготовка зачётного задания: Оформление статьи (по образцу статьи из списка ВАК по специальности) и реферата (по образцу автореферата диссертации) по тематике диссертационного исследования или на предложенную преподавателем тему

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Самостоятельная работа аспирантов (СРА) включает следующие виды работ: изучение теоретического (лекционного) материала, самостоятельные исследования и изучение теоретического материала по решению различных задач исследования операций, решение задач и упражнения, подготовка докладов для практических занятий, подготовка к дискуссиям по темам практических занятий.

ФОС: оценочные средства текущего и промежуточного контроля

Задания для текущего контроля.

Контрольные вопросы для проведения текущего контроля

Раздел 1.

1. Натурная тензометрия. Основы тензоизмерений, оценка погрешностей результатов. Измерения в экстремальных условиях (высоких и сверхнизких температурах, влиянии нейтронного облучения магнитных полей).

2. Голографическая интерферометрия. Способ получения интерференционных полос с помощью схемы Лейта-Упатниекса. Получение 3-х компонент вектора перемещений поверхности объекта.

3. Голографическая интерферометрия. Метод реального времени. Исследования при динамических нагрузках. Определение собственных частот и форм колебаний. Метод усреднения по времени.

4. Метод электронной цифровой спекл-интерферометрии. Схемы измерения отдельных компонент вектора перемещений. Применение метода ЭЦИ в экспериментальной механике материалов.

5. Теоретические основы о практические возможности метода корреляции цифровых изображений.

6. Физические методы исследования. Рентгеновский метод, исследование напряжений $\sin \psi^2$ – методом. Особенности практического применения рентгеновского метода. Метод нейтронного облучения.

7. Акустоупругость. Метод поверхностных волн Релея, ультразвуковой метод. Электромагнитный метод.

8. Анализ дефектности конструкций акустическими методами.

9. Остаточные напряжения (ОН): классификация ОН и методов их экспериментального исследования. Разрушающие методы исследования ОН.

Раздел 2.

1. Характеристика вибрационных процессов.

2. Приборы и аппаратура для измерения вибрации. Контактные и бесконтактные способы.

3. Типы и классификация первичных преобразователей информации. Акселерометры, велосиметры, виброметры. Принцип работы вибропреобразователей. Диапазоны применимости.

4. Преобразователи инерционного принципа действия. Пьезоакселерометры.

5. Конструктивные схемы. Понятие чувствительности. Усилители: назначение и типы усилителей. Согласование с вибропреобразователями. Интегрирование сигналов.

6. Регистрирующая аппаратура: шлейфные осциллографы, самописцы, магнитографы. Особенности работы с регистрирующей аппаратурой.

7. Обработка информации. Автоматизация вибрационных испытаний. Типы вибрационных испытаний. Частотный и модальный анализ.

8. Натурные испытания. Особенности проведения испытаний в реальных условиях.

9. Методы возбуждения колебаний. Испытания при гармонических, полигармонических и случайных воздействиях. Силовое и кинематическое возбуждение.

10. Регистрирующая аппаратура. Обработка информации. Построение экспериментальных характеристик. Автоматизация вибрационных испытаний.

11. Спектральный анализ виброграмм.

Раздел 3.

1. Методы обработки диаграмм деформирования при испытаниях материалов при на растяжение, сжатие, сложное напряженное состояние при различных температурах.

2. Методы испытаний на ползучесть и длительную прочность.

3. Определение параметров механики разрушения. Методы определения коэффициентов интенсивности напряжений и J-интеграла при различных типах напряжённого состояния на основе математической обработки информации, получаемой интерференционно-оптическими и оптико-цифровыми методами.

4. Методы испытаний материалов для определения характеристик трещиностойкости материалов (K_{IC} , J_C , КРТ-критерия)).

7. Методы испытаний волокон и основы статистической теории прочности волокнистых композитов. Распределение Вейбулла.

5. Зависимость прочности от длины волокна. Понятие эффективной длины.

6. Методы испытаний композитных труб при сложном напряженном состоянии. Комбинация растяжения, кручения и внутреннего давления.

7. Испытания на сжатие при сложном напряженном состоянии.

Раздел 4.

1. Физическое и математическое моделирование напряженно-деформированных состояний. Прямые и обратные задачи экспериментальной механики. Примеры постановок обратных задач.

2. Оператор обратной задачи. Интегральные операторы обратных задач. Интегральные уравнения Вольтерра и Фредгольма первого и второго рода.

3. Понятие о корректных и некорректно-поставленных задачах. Примеры корректных и некорректных задач. Пример Адамара. Основные математические особенности обратных

задач – некорректность, нелинейность, неединственность. Степень некорректности и точность решения.

4. Способы преодоления некорректности. Понятие регуляризации. Анализ разрешимости, единственности и устойчивости обратных задач. Корректность по Адамару. Корректность по Тихонову.

5. Задача диагностики дефектов. Оценка формы полостей или включений как обратная задача акустики в дифракционной постановке.

6. Обратные задачи идентификации трещин.

7. Диагностика теплового и термонапряженного состояний элементов машин и конструкций в условиях натурального эксперимента.

8. Исследование неоднородных полей ОН как обратная задача экспериментальной механики.

9. Метод минимума расхождения между массивами экспериментальных данных и результатов серии расчётов модельных задач.

Критерии оценки:

«зачтено»	Аспирант свободно владеет навыками анализа основных проблем, возникающих в современном научном мире. Отлично знает современные проблемы биомеханики; необходимые и достаточные условия для реализации поставленной задачи в рамках междисциплинарного подхода. На поставленные вопросы дает развернутый, четкий ответ, приводит примеры. Грамотно использует научную терминологию.
«не зачтено»	Аспирант не владеет навыками анализа основных проблем, возникающих в современном научном мире. Не знает современные проблемы биомеханики; необходимые и достаточные условия для реализации поставленной задачи в рамках междисциплинарного подхода. На поставленные вопросы не дает развернутый, четкий ответ, не приводит примеры. Неграмотно использует научную терминологию.

Примерный список вопросов для текущего контроля (на зачёте)

1. Теоретические основы метода голографической интерферометрии (ГИ).
2. Определение собственных частот и форм колебаний (метод усреднения по времени).
3. Теоретические основы метода электронной цифровой спекл-интерферометрии (ЭЦСИ).
4. Схемы измерения отдельных компонент вектора перемещений на основе методов ГИ и ЭЦСИ.
4. Исследование виброхарактеристик материалов и конструкций методами ГИ и ЭЦСИ.
5. Теоретические основы о практические возможности метода корреляции цифровых изображений.
6. Основы рентгеновского метода: интерференция рентгеновских лучей, отраженных атомами кристаллической решетки. Исследование напряжений $\sin \psi^2$ - методом.
7. Особенности практического применения рентгеновского метода. Метод нейтронного облучения.
8. Акустоупругость. Метод поверхностных волн Релея, ультразвуковой метод. Электромагнитный метод.
9. Анализ дефектности конструкций акустическими методами.
10. Методы определения коэффициентов интенсивности напряжений при различных типах напряжённого состояния на основе математической обработки информации, получаемой интерференционно-оптическими и оптико-цифровыми методами.
11. Приборы и аппаратура для измерения вибрации. Контактные и бесконтактные способы.

12. Классификация первичных преобразователей информации, используемых для регистрации вибрационных процессов. Принципы работы и диапазоны применимости вибропреобразователей различных типов.

13. Преобразователи инерционного принципа действия. Конструктивные схемы.

14. Чувствительность первичных преобразователей, усилители. Согласование с вибропреобразователями. Интегрирование сигналов.

15. Аппаратура для регистрации вибропроцессов. Обработка информации. Построение экспериментальных характеристик.

16. Типы вибрационных испытаний. Частотный и модальный анализ.

17. Автоматизация вибрационных испытаний.

18. Особенности проведения испытаний в натуральных условиях.

19. Испытания при гармонических, полигармонических и случайных воздействиях. Методы возбуждения колебаний.

20. Автоматизация вибрационных испытаний. Спектральный анализ виброграмм.

21. Испытаний материалов на растяжение, сжатие, сложное напряженное состояние при различных температурах.

22. Методы испытаний на ползучесть и длительную прочность.

23. Методы обработки диаграмм деформирования при испытаниях материалов.

24. Методы определения коэффициентов интенсивности напряжений и J-интеграла при различных типах напряжённого состояния на основе математической обработки информации, получаемой интерференционно-оптическими и оптико-цифровыми методами.

25. Определение характеристик сопротивления конструкционных материалов хрупкому разрушению (K_{IC} , J_C , КРТ-критерия)).

26. Испытания волокон и основы статистической теории прочности волокнистых композитов. Распределение Вейбулла. Зависимость прочности от длины волокна. Понятие эффективной длины.

27. Испытания композитных труб при сложном напряженном состоянии.

28. Особенности испытаний на сжатие при сложном напряженном состоянии.

30. Прямые и обратные задачи экспериментальной механики. Примеры постановок обратных задач.

31. Интегральные операторы обратных задач (интегральные уравнения Вольтерра и Фредгольма первого и второго рода).

32. Основные математические особенности обратных задач – некорректность, нелинейность, неединственность. Степень некорректности и точность решения. Пример Адамара.

33. Понятие регуляризации. Анализ разрешимости, единственности и устойчивости обратных задач. Корректность по Адамару. Корректность по Тихонову.

34. Оценка формы полостей или включений как обратная задача акустики в дифракционной постановке.

35. Диагностика теплового и термонапряженного состояний элементов машин и конструкций в условиях натурального эксперимента.

36. Методы анализа неоднородных полей ОН как обратная задача экспериментальной механики.

Критерии оценки:

«зачтено»	Аспирант отлично умеет самостоятельно осуществлять поиск специализированной научной литературы, выбирать наиболее эффективные методы и способы решения поставленной задачи; в соответствии с выбранными методами решения строить математическую модель с алгоритмом её реализации; анализировать полученные результаты. Отлично умеет сформулировать решаемую задачу; выбрать метод её решения и обосновать его применимость в данном случае. Аргументирует собственную позицию или точку зрения, обозначает
-----------	--

	наиболее значимые в данной области научно-исследовательские проблемы; отвечает без затруднений на все дополнительные вопросы.
«не зачтено»	Аспирант не умеет самостоятельно осуществлять поиск специализированной научной литературы, выбирать наиболее эффективные методы и способы решения поставленной задачи; в соответствии с выбранными методами решения строить математическую модель с алгоритмом её реализации; анализировать полученные результаты. Не умеет сформулировать решаемую задачу; выбрать метод её решения и обосновать его применимость в данном случае. Не может аргументировать собственную позицию или точку зрения, не обозначает наиболее значимые в данной области научно-исследовательские проблемы; не отвечает на все дополнительные вопросы.