

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 № 6/18
«28» сентября 2018 г.



Утверждаю
Директор ПФИЦ УрО РАН
И.А. Барях

«28» сентября 2018 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Современные экспериментальные методы»
(наименование дисциплины по учебному плану)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Направление 01.06.01 «Математика и механика»
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры 01.02.04 Механика деформируемого твердого тела

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

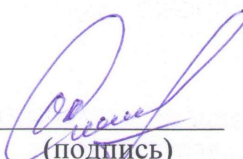
Виды контроля:

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

Рабочая программа дисциплины Современные экспериментальные методы разработана 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», утверждённой «28» сентября 2018 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», утверждённой «28» сентября 2018 г.

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)

1. Общие положения

1.1. Цель учебной дисциплины

Дисциплина «Современные экспериментальные методы» является частью подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации. Курс предназначен 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 данной дисциплины аспирант расширяет и углубляет следующие компетенции:

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

В результате изучения дисциплины обучающийся должен

знать

- основные теоретические положения и принципы, лежащие в основе физических методов исследования;
- экспериментальные подходы и методы, применяемые при исследовании твердого тела, жидкости или газа.
- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в области механики сплошных сред, в том числе в междисциплинарных областях.

уметь

- применять полученные знания при выполнении практических заданий, расчетов, осваивать вопросы, выносимые на самостоятельное изучение;
- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских и практических задач, генерировать новые идеи и оценивать потенциальные риски, связанные с их реализацией.

владеть

- методами формализации задач и анализа имеющейся информации (результатов механических и физических экспериментов);
- практическими навыками и знаниями использования результатов современных исследований в данной области;
- способностью приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии, излагать материал в ясной и доступной форме;
- навыками планирования научного исследования, анализа получаемых результатов и формулировки выводов;
- навыками критической оценки эффективности различных методов и технологий научной коммуникации на государственном и иностранном языках

1.2. Задачами учебной дисциплины являются овладение методами и приемами постановки и решения исследовательских и практических задач механики сплошных сред, а также изучение:

- основ и физических принципов современных экспериментальных методов анализа структуры, состава и свойств сплошной среды;
- математической обработки экспериментальных результатов исследования и интерпретации полученных данных.

1.3. Предметами освоения дисциплины являются:

- современная физическая аппаратура и оборудование;
- современные методы анализа поверхности жидкости, газа и твердого тела;
- методика работы с программным обеспечением, осуществляющем математическую обработку результатов;
- правила организации научных исследований;

1.4. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Современные экспериментальные методы» Б1.В.ДВ3.2 входит в Блок 1 и относится к циклу дисциплин по выбору вариативной части Модуля 2 образовательной программы по направлению подготовки: 01.06.01 – «Математика и механика», направленность 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Связь с предшествующими дисциплинами

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по механике жидкости, газа и плазмы, деформируемого твердого тела в объеме программы высшего профессионального образования. Умения решать конкретные задачи вычислительной механики на основании теоретических знаний с применением современных инженерных компьютерных программ.

Связь с последующими дисциплинами

Знания и навыки, полученные аспирантом при изучении данного курса, необходимы при работе над диссертацией и при её написании по специальности 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-1.

2.1. Дисциплинарная карта компетенции ПК-1

Код ПК-1	Формулировка компетенции Способность проводить научные исследования в области механики деформируемого твёрдого тела
Код ПК-1. Б1.В.ДВ3.2	Формулировка дисциплинарной части компетенции Способность проводить экспериментальные и теоретические исследования, направленные на разработку новых принципов и методов физических измерений, а также к созданию новых приборов и устройств для изучения физических явлений и процессов

Требования к компонентному составу части компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции аспирант: Знает: - 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	Лекции, самостоятельная работа аспирантов по изучению теоретического материала	Устный опрос для текущего и промежуточного контроля.

внешних полей различной природы и интенсивности, методы описания процессов деформирования, фазовых и структурно-кинетических переходов в материале) (З ПК-1);		
Умеет: - 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 интенсивности (У ПК-1).	Самостоятельная работа аспирантов, ведение текущей научно-исследовательской работы	Выполнение индивидуального плана аспирантов в части публикаций и участия в конференциях

3. Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
1	2	3		4
		1й	2й	
1	Аудиторная работа	14	-	14
	- лекции (Л)	14	-	14
	- практические занятия (ПЗ)	-	-	-
	- участие в лабораторных семинарах (С)	9		9
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	-	-	-
3	Самостоятельная работа (СР)	29	52	81
	- изучение теоретического материала	29	52	81
4	Итоговая аттестация по дисциплине: Зачёт	2	2	4
5	Трудоёмкость дисциплины, всего: в часах (ч) в зачётных единицах (ЗЕ)	54 1,5	54 1,5	108 3

4. Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Тематический план по модулям учебной дисциплины

Но- мер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- плины	Номер темы дисци- плины	Количество часов (очная форма обучения)							Трудоём- кость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа					итого- вая ат- теста- ция	само- стоя- тель- ная ра- бота		
			всего	Л	ПЗ	С	КСР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение	1	1	-	-	-	-	-	-	1
		1	2	1	-	1	-	-	-	12	14
		2	3	2	-	2	-	-	-	11	14
		3	3	2	-	1	-	-	-	12	15
		4	3	2	-	1	-	-	-	12	15
		5	3	2	-	1	-	-	-	12	15
		6	4	2	-	2	-	-	-	11	15
		7	4	2	-	2	-	-	-	11	15
Итого по модулю:			23	14		9			81	104	
Итоговая аттестация								4		4	
Всего:			23	14		9		4	81	108/3	

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Введение.

Л – 1 ч.

Организация учебного процесса. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.

Раздел 1.

Л – 13 ч., С – 9 ч., СР – 81 ч.

Тема 1. Общие методы измерения физических величин. История развития методов экспериментальной механики.

Тема 2. Достоверность и критерии точности измерений. Случайные события. Понятие вероятности. Эргодичность. Корреляционная функция случайного процесса. Стационарные случайные процессы. Спектральная плотность. Теорема Винера-Хинчина. Техника оценки параметров при асимметричных распределениях погрешностей.

Тема 3. Методы анализа результатов физических измерений. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Аналитическая аппроксимация результатов и измерений. Фурье-анализ. Вэйвлетный анализ. Прямые и обратные задачи. Некорректные задачи.

Тема 4. Основы экспериментальной механики. Моделирование физических процессов. Учет влияния прибора на результаты измерений. Моделирование с учетом особенностей используемых детекторов. Модели механического поведения материалов: модели упругого поведения материалов, модели пластического деформирования материалов, модели вязкоупругого деформирования материалов.

Тема 5. 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), воздействие низких и высоких температур, агрессивных сред и иных физико-химических факторов.

Тема 6. Средства контроля нагрузок и перемещений, анализа полей деформаций. Системный обзор и анализ будущего актуальных направлений экспериментальной механики деформируемого твердого тела, техники и технологий исследований поведения упругих, пластических и вязкоупругих материалов.

Тема 7. Автоматизация научных исследований. Создание комплексных установок. Общие требования. Обработка информации. Способы вывода информации в реальном времени. Накопление экспериментальных данных, создание банков данных.

4.3 Перечень тем для проведения семинаров

Семинарское занятие как форма группового обучения применяется для коллективной проработки тем учебной дисциплины, усвоение которых определяет качество профессиональной подготовки, для обсуждения сложных разделов, наиболее трудных для индивидуального понимания и усвоения.

В частности, аспирантам предлагается подготовить рефераты на следующие темы:

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

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

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

Тема 4. Основные механические характеристики вещества и методы их определения.

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

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

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

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.5 Содержание самостоятельной работы аспирантов

Самостоятельная работа аспирантов заключается в чтении рекомендуемой литературы и в применении усвоенного аппарата при работе над диссертацией.

4.6. Участие в научных мероприятиях различного уровня

№ п/п	Полное название мероприятия
1	Пермский гидродинамический семинар, научный семинар «ИМСС УрО РАН»
2	Зимняя школа по механике сплошных сред, г. Пермь, «ИМСС УрО РАН» (каждые два года)
3	Всероссийская конференция молодых ученых «Математическое моделирование в естественных науках», г. Пермь, ПНИПУ (ежегодная)
4	Всероссийская конференция молодых ученых «Неравновесные процессы в сплошных средах», г. Пермь, ПГНИУ (ежегодная)
5	Участие в Российских и международных конференциях различного уровня
6	Участие в проектах РНФ, РФФИ (индивидуально)

5. Методические указания по изучению дисциплины

Аспирантам

Изучение учебной дисциплины должно проводиться систематически. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела. К выполнению заданий приступать после самостоятельной работы по изучению теоретических вопросов.

При самостоятельной научно-исследовательской работе проводить знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект и т.д.; составлять аннотации к прочитанным литературным источникам; писать разделы глав научно-исследовательской работы; проводить самоконтроль освоения программного материала.

При подготовке к семинару проводить анализ литературных источников на заданную тему; кратко изложить их содержание, обобщив учебный материал. На семинаре после выступления докладчика, проанализировав факты, вести диалог с преподавателем и коллегами, доказательно рассуждать, выделять и формулировать проблемы, находить пути их решения.

Необходимо помнить, что результаты работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации.

Преподавателям

Преподавателю необходимо систематически контролировать результаты самостоятельной работы и учитывать их при аттестации студента.

Преподавателю важно помнить, что организация семинара требует прекрасного владения материалом, быстрой реакции на содержание и форму подачи идей, умения распределить время студентов и организовать работу всего коллектива учебной группы, уделяя внимание каждому студенту, научить их использовать знания, полученные на лекциях, и материалы научных исследований.

Темы семинаров должны быть максимально приближены к реальным потребностям практики и условиям профессиональной деятельности. Обсуждение организовывать таким образом, чтобы аспиранты интенсивно общались между собой и с преподавателем через активизацию их мыслительной деятельности, пробуждение интереса к обсуждаемой проблеме.

При проведении аттестации студентов важно помнить, что систематичность, объективность, аргументированность – главные принципы, на которых основаны контроль и оценка знаний. Проверка, контроль и оценка знаний студента требуют учета его индивидуального стиля в осуществлении учебной деятельности. Знание критериев оценки знаний обязательно для преподавателя и студента.

6. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

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

В ходе аудиторной работы преподаватель ведет диалог с аспирантами, задает вопросы, нацеленные на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Проведение семинаров основывается на методе обучения, при котором наряду с направляющей ролью преподавателя аспирант ведет интенсивную самостоятельную работу. Основной целью семинарского занятия является углубление, закрепление и полное усвоение того материала, в котором лекция ориентировала студентов, на базе умения самостоятельной работы с литературой и другими источниками. Семинарские занятия проводятся как заранее

подготовленное совместное обсуждение выдвинутых вопросов с коллективным поиском ответов на них. Этот вид занятия учит выступать с сообщениями, учит точно и доказательно выражать свои мысли на языке конкретной науки, анализировать факты, вести диалог, дискуссию, укрепляет интерес студента к науке и научным исследованиям, связывать научно-теоретические положения с практической деятельностью и приучает к самообразованию.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации и текущего контроля представлен в виде приложения к рабочей программе дисциплины.

8. Управление и контроль освоения компетенций

8.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий и промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме:

- устного опроса.

8.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный и промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме:

- устного опроса.

8.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачёт

Условия проставления зачёта по дисциплине:

- зачёт по дисциплине выставляется по итогам проведённого аттестационного испытания по билетам и контроля самостоятельной работы.

2) Экзамен

Не предусмотрен.

8.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины	Вид контроля			
	ТК	ПК	ЛР	Зачёт
В результате освоения компетенции аспирант: Знает:				
- 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) (3 ПК-1);	+	+		

Умеет:				
- 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 интенсивности (У ПК-1);				+

ТК – текущий контроль в форме устного опроса по темам (контроль знаний по теме);

ПК – промежуточный контроль в форме устного опроса по модулю (контроль знаний по теме);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка умений и навыков).

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Перечень основной и дополнительной учебной литературы

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Вильдеман В.Э., Третьяков М.П., Третьякова Т.В., Бульбович Р.В., Словиков. С.В. Экспериментальные исследования свойств материалов при сложных термомеханических воздействиях. М.:Физматлит. 2012, 204 с.	1
2	Уайтхауз Д. Метрология поверхностей. Принципы, промышленные методы и приборы, пер. с англ. Учебно-справочное руководство. Издательский дом "Интеллект". 2009, 72с.	1
3	Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: Физматлит, 2005, 656 с.	1
4	Фомин Д.В. Экспериментальные методы физики твердого тела. Москва; Берлин: Директ-Медиа. 2014, 186 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259074	
2 Дополнительная литература		
1	Смирнов-Аляев Г.А. Сопротивление материалов пластическому деформированию. Л.: Машиностроение. 1978, 368 с.	1
2.1 Учебные и научные издания		
2.2 Периодические издания		
1	Журнал «Вычислительная механика сплошных сред» http://www2.icmm.ru/journal/cont.htm	
2	Журнал «Известия РАН. Механика твердого тела», http://mtt.ipmnet.ru/ru	
3	Журнал «Известия РАН. Механика жидкости и газа» http://mzg.ipmnet.ru/ru	
4	Вестник ПНИПУ. «Механика» журнал / Пермский национальный исследовательский политехнический университет; Под ред. А. А. Ташкинова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, с 2012 г. http://vestnik.pstu.ru/mechanics/about/inf/	

5	Вестник ПГНИУ. «Физика» журнал / Пермский государственный национальный исследовательский университет; Под ред. В. А. Дёмина. - Пермь: Изд-во ПГНИУ, с 2016 г. http://press.psu.ru/index.php/phys/index	
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		
2.5 Электронные информационно-образовательные ресурсы		
1	Электронная библиотека диссертаций РГБ http://diss.rsl.ru	
2	Научная электронная библиотека РИНЦ (Elibrary) http://elibrary.ru	
3	Научная электронная библиотека ScienceDirect https://www.sciencedirect.com/	
4	Научная электронная библиотека SpringerLink https://link.springer.com/	
5	Научная электронная библиотека Elsevier https://www.elsevier.com	
6	Полнотекстовая мультидисциплинарная база данных диссертаций ProQuest Dissertations & Theses Global http://proquest.com/pqdtglobal/dissertations	
7	Университетская информационная система Россия https://uisrussia.msu.ru/	
8	Университетские библиотеки г. Перми http://biblioclub.ru/ http://pspu.ru/university/biblioteka/jelektronnye-resursy-biblioteki https://perm.hse.ru/library/ http://biblioteki.perm.ru/main/index.html?id=34	
9	Наукометрическая и реферативная база данных Scopus https://www.scopus.com	
10	Электронная база данных Web of Science http://apps.webofknowledge.com	
11	Национальная электронная библиотека https://нэб.рф/	

10. Материально-техническое обеспечение, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Специальные помещения и помещения для самостоятельной работы

№ п.п.	Помещения		
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории
1	2	3	4
1.	Лекционная мультимедийная аудитория	БОН	ауд.203
2.	Лекционная мультимедийная аудитория	«ИМСС УрО РАН», корп. Б	ауд.233

