

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

«24» сентября 2019 г.



**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

«Параллельные вычисления в механике сплошных сред»

Направление 01.06.01 Математика и механика
(код и наименование)

Профиль программы аспирантуры Механика жидкости, газа и плазмы (01.02.05)

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:

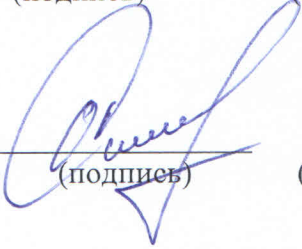
Экзамен: - **нет** Зачёт: **2** Курсовой проект: - **нет** Курсовая работа: - **нет**

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Параллельные вычисления в механике сплошных сред» 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 жидкости, газа и плазмы», 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 жидкости, газа и плазмы», утверждённой «24» сентября 2019 г.;
- примерной программы кандидатского экзамена, утверждённого 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 к.ф.-м.н., доцент  Вертгейм И.И.
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Рецензент: д.ф.-м.н., профессор  Роговой А.А.
(учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)

Согласовано: д.ф.-м.н., профессор  Плехов О.А.
Зам. директора (учёная степень, звание) (подпись) (инициалы, фамилия)
ИМСС УрО РАН
по научной работе

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 жидкости, газа и плазмы (01.02.05) учебная дисциплина Б1.В.ДВ2.1 «Параллельные вычисления в механике сплошных сред» предназначена для ознакомления аспирантов с программированием на параллельных вычислительных системах, формирования базовых представлений об особенностях разработки параллельных вариантов численных алгоритмов, их структуре и способах их разработки и обеспечения эффективности в применении к задачам механики сплошных сред, физики и техники. Курс является междисциплинарным, опирается на базовые понятия и концепции программирования и численных методов механики сплошных сред.

В процессе изучения дисциплины «Параллельные вычисления в механике сплошных сред» аспирант формирует части следующих компетенций:

- ПК-2 (способность использовать современные аналитические и численные методы моделирования ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей).

1.2 Этапы формирования компетенций.

Учебный материал дисциплины осваивается за 1-й и 2-й семестр, в которых предусмотрены аудиторские занятия, практическая 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
Освоенные знания				
З ПК-2 Методология, конкретные методы и приемы решения краевых задач, встречающихся при исследовании проблем механики жидкости и газа, современное состояние развития программного обеспечения для моделирования течений жидкости и газа	УО	ТВ	УО	ТВ
Освоенные умения				
У1 ПК-2 Ставить задачу и проводить численные и аналитические исследования краевых задач для прогноза поведения жидкости, газа и плазмы при разнообразных воздействиях, в том числе с возможностью распараллеливания на современных вычислительных системах	ОТЗ	ПЗ		ПЗ
У2 ПК-2 Применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи информации	ОТЗ	ПЗ		ПЗ

Приобретенные владения				
В ПК-2 Методы самостоятельного анализа краевых задач для различных классов уравнений, практические навыки и знания использования современных исследовательских и проектных технологий	ОТЗ	ПЗ		ПЗ

УО - устный опрос; ТВ - теоретический вопрос; ОТЗ - отчет о творческом задании; 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.

Творческое задание - выступление с подготовленным в ходе самостоятельной работы материалом на тему научно-исследовательской деятельности, позволяющее диагностировать умения интегрировать знания различных областей.

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 защиты отчета о творческом задании и устного опроса.

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 защиты отчета о творческом задании

Уровень освоения	Критерии оценивания уровня освоения учебного материала
<i>Зачтено</i>	Аспирант успешно выполнил творческое задание, показав в целом систематическое или сопровождающееся отдельными ошибками применение полученных знаний и умений, аспирант ориентируется в изложенном материале.
<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 частей компетенций	Критерии оценивания
---	---------------------

<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 из перечисленных видов обработки данных при вычислениях относятся к параллельным?
2. По каким признакам различаются компьютеры параллельной архитектуры в классификации по Флинну?
3. Сколько имеется типов параллельных компьютеров в классификации Флинна?
4. Какие характеристики не применяются для оценки качества параллельного алгоритма?
5. Какая характеристика обычно ухудшается в параллельном алгоритме по сравнению с его последовательной реализацией?
6. В чем заключается сущность основного закона Амдала?
7. Каким свойством должен обладать граф алгоритма (вершины – операции, дуги – их связи), чтобы у него была возможна параллельная версия?
8. Какие типы операций отсутствуют в системе MPI?
9. Что не входит в число преимуществ параллельных кластерных систем?

4.2 Перечень тем творческих заданий:

1. Разработка параллельных алгоритмов решения задач линейной алгебры (умножение матриц и векторов, задачи на собственные значения и др.)
2. Разработка параллельных алгоритмов решения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем
3. Разработка параллельных алгоритмов численного решения уравнений в частных производных математической физики (ур-я Лапласа, Пуассона, Бюргерса, Навье-Стокса)
4. Параллельные алгоритмы для «клеточных автоматов» (игра «жизнь» и ее модификации, модели диффузии, звуковых волн, гидродинамических течений, фазовых переходов и др.)
5. Параллельные алгоритмы расчета геометрических, динамических и статистических свойств сложных объектов и процессов (фрактальные размерности, показатели Ляпунова, корреляционные функции, статистические моменты и структурные функции и т.п.).
6. Параллельные алгоритмы для задач теории вероятности и статистической физики, в расчетах с применением методов Монте-Карло, молекулярной динамики и пр.
7. Быстрые параллельные алгоритмы для математических преобразований (быстрые преобразования Фурье, вейвлет-преобразование, преобразование Лагранжа и др.)
8. Распределенные параллельные вычисления с использованием метакомпьютера в технологии GRID (проекты SETI, GIMPS, Globus и др.)
9. Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ в среде ANSYS 11-14 или ANSYS CFX 11-14 (на примере решения трехмерной задачи расчета напряжений тела заданной формы или расчета трехмерного течения жидкости).
10. Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ решения задач мат. физики в среде MATLAB.
11. Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ решения задач мат. физики в среде MATHEMATICA (6.0-10.0).
12. Возможности, способы и оценка качества параллельной реализации программ на гетерогенных кластерах с графическими процессорами NVIDIA в среде CUDA (на примере одной из задач).

4.3 Перечень тем практических занятий:

1. Построения вычислительных алгоритмов и программирования для ПВС.
2. Методология параллельного программирования на примере решения задач из области линейной алгебры (вычисления сумм рядов, определенных интегралов и т.д.).

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

1. Перечислите виды параллельной обработки данных. Укажите причины возникновения, этапы развития и современное состояние параллельных вычислительных систем.
2. Укажите критерии классификации Флинна, Шнайдера и Хокни для параллельных вычислительных систем.
3. Представление вычислительных алгоритмов графами. Критерий существования параллельной формы алгоритма. Высота и ширина параллельного алгоритма.
4. Теоретические модели параллельных вычислительных систем: концепция неограниченного параллелизма; попеременно последовательно-параллельная ВС; матричная ВС.
5. Особенности разработки и реализации параллельных вычислительных алгоритмов для разных моделей.
6. Временная и емкостная сложность вычислений на одно- и многопроцессорных системах. Степень параллелизма, ускорение и эффективность параллельного алгоритма.
7. Закон Амдала при распараллеливании задачи постоянного размера. Обратный закон Амдала при распараллеливании задачи с постоянной загрузкой процессоров.

8. Стандарт MPI: цели разработки, состав, основные функции и компоненты, версии системы.
9. Нотация записи в системе MPI. Общая структура приложения MPI. Типы данных в MPI.
10. Точечные взаимодействия в системе MPI: основные функции, их категории и параметры.
11. Концепция GRID и метакомпьютинг. Особенности метакомпьютеров, типы решаемых задач, программное обеспечение. Примеры применения технологии GRID.
12. Коллективные взаимодействия процессов в системе MPI: общая характеристика, сходство и различия с точечными взаимодействиями. Синхронизация процессов.
13. Коллективный обмен данными в системе MPI.
14. Распределенные операции в системе MPI.
15. Работа с группами процессов, областями связи и коммутаторами в системе MPI. Топологии процессов в MPI.
16. Кластеры ПК и рабочих станций как перспективный вид ПВС. История развития кластерных технологий. Преимущества и характеристики кластеров.
17. Особенности и преимущества реализации MPI на кластерах ПК и рабочих станций. Основные характеристики параллельных кластеров и их базовое программное обеспечение.
18. Способы автоматического распараллеливания программ на основе анализа структуры алгоритма. Построение графов алгоритма разных типов. Выявление регулярных элементов алгоритма, допускающих распараллеливание.
19. Системы автоматического распараллеливания. Система NORMA – общая характеристика, порядок работы с системой.
20. Представление численных алгоритмов задач математической физики средствами системы NORMA: основные принципы и особенности программирования.
21. Возможности стандартизации параллельных вычислений с использованием библиотек параллельных программ. Библиотека ScaLAPACK (Scalable LAPACK) – для параллельного решения задач линейной алгебры
22. Применение библиотеки параллельных алгоритмов PETSc (Portable Extensible Toolkit for Scientific Computation) – переносимый расширяемый программный комплекс для научных вычислений – структура и основные функции.

4.5 Типовые контрольные вопросы для оценивания умений и владений на зачете по дисциплине:

1. Разработать функциональную структуру проведения вычислительного эксперимента (по тематике исследования аспиранта).
2. Представить алгоритм решения модельной задачи об обтекании твердого тела ламинарным потоком.
3. Представить алгоритм решения модельной задачи отражении ударной волны от жесткой стенки.
4. Представить алгоритм решения модельной задачи о конвекции Рэлея-Бенара в тонком слое при подогреве снизу.
5. Представить алгоритм решения модельной задачи о многофазном течении в смесителе.
6. Представить алгоритм решения модельной задачи о течении жидкости через пористый материал.
7. Представить алгоритм решения модельной задачи о периодическом течении и теплопередачи при конвективном теплопереносе в теплообменнике.
8. Представить алгоритм решения модельной задачи турбулентного течения жидкости с учетом вращения системы отсчета.

9. Представить алгоритм решения модельной задачи о реагирующих потоках в реакторе.
10. Провести анализ эффективности параллельных вычислений на примере задачи исследования.



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
«Параллельные вычисления в механике сплошных сред»

БИЛЕТ №1

1. Перечислите виды параллельной обработки данных. Укажите причины возникновения, этапы развития и современное состояние параллельных вычислительных систем. (*контроль знаний*).
2. Провести анализ эффективности параллельных вычислений на примере задачи исследования. (*контроль умений и навыков*).

Преподаватель

(подпись)

И.И. Вертгейм

« »

20__ г.