

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 № 7
«24» сентября 2019 г.

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



**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ И ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

обучающихся по основной образовательной программе
подготовки кадров высшей квалификации –
программе подготовки научно-педагогических кадров
в аспирантуре

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: 4 Семестр(ы): 8

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 9 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану: 324 ч

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Государственная итоговая аттестация (ГИА): относится к базовой части основной образовательной программы (ООП), обязательна 8 семестре. Планируемые результаты обучения, формируемые в рамках государственной итоговой аттестации, соотносятся с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) в соответствии с Картами компетенций выпускников программ аспирантуры ПФИЦ УрО РАН.

Государственная итоговая аттестация выпускников аспирантуры по всем профилям проводится в форме (и в указанной последовательности):

- * государственного экзамена;
- * научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (далее – научный доклад, вместе – аттестационные испытания).

Государственная итоговая аттестация проводится по окончании теоретического периода обучения. Для проведения ГИА создается приказом директора ПФИЦ УрО РАН государственная экзаменационная комиссия (ГЭК) из лица ведущих исследователей в области профессиональной подготовки по соответствующему профилю, в том числе и сотрудников сторонних организаций.

Объем государственной итоговой аттестации составляет 9 зачетных единиц (4 недели), в том числе 4 зачетные единицы – подготовка и проведение государственного экзамена, 5 зачетных единиц – подготовка и защита научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации). Входные требования для прохождения государственной итоговой аттестации: выполнение аспирантом полностью учебного плана, в части освоения блоков: «Дисциплины (модули)», «Практики», «Научные исследования».

2. Место ГИА в структуре образовательной программы

ГИА входит в Блок 4 образовательной программы и является обязательной по направлению подготовки (специальности) по направлению **01.06.01 Математика и механика** и 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)»;
- 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 (01.02.05), утверждённого «24» сентября 2019 г.

Рабочая программа государственной итоговой аттестации согласована с рабочими программами дисциплин /практик/научных исследований базовой и вариативной части:

Иностранный язык,
История и философия науки,
Педагогика высшей школы,
Механика жидкости газа и плазмы,
Методикой оформления научно-квалификационной работы,
Элективными дисциплинами по ООП,
Программами практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (научно-исследовательской практики) и педагогической практик аспирантов,
Программой научных исследований

Целью ГИА является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика.

Задачами ГИА являются:

1. Проверка уровня сформированности компетенций, определенных федеральным государственным образовательным стандартом и ООП по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика.

3. Перечень планируемых результатов освоения ООП

Государственная итоговая аттестация проверяет формирование компетенций **УК-1, УК-2, УК-3, УК-4, УК-5, ОПК-1, ОПК-2**, а также профессиональных компетенций для направления «Механика жидкости газа и плазмы».

3.1. Компетенции для направления подготовки **01.06.01 – Математика и механика, направленности Механика жидкости газа и плазмы (01.02.05)**.

Направление подготовки	УК	Универсальные компетенции
01.06.01 – Математика и механика	УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерация новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
	УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
	УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
	УК-4	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
	УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
Направление подготовки	ОПК	Общепрофессиональные компетенции
01.06.01 – Математика и механика	ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
	ОПК-2	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
Направленность ООП	ПК	Профессиональные компетенции
Механика жидкости газа и плазмы (01.02.05)	ПК-1	способность проводить научные исследования в области механики жидкости и газа, ставить и решать конкретные фундаментальные и прикладные задачи механики жидкости и газа
	ПК-2	способность использовать современные аналитические и численные методы моделирования ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей
	ПК-3	способность планировать, проводить и анализировать результаты экспериментальных исследований ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей

Государственный экзамен является первым этапом государственной итоговой аттестации обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров.

Целью государственного экзамена является определение соответствия результатов освоения обучающимся основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров требованиям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки.

Задачами государственного экзамена является:

- оценка соответствия универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций аспиранта требованиям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки;
- оценка профессиональных знаний по направлению и профилю подготовки;
- оценка способностей аспиранта к использованию методов философии, педагогики и знаний иностранного языка и литературы при обсуждении специальных вопросов.

4. Программа государственного экзамена по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика.

Итоговый государственный экзамен является комплексным, включающим в себя вопросы по дисциплинам в соответствии с ООП по соответствующему профилю: Педагогика высшей школы, Механика жидкости, газа и плазмы, Методика оформления научно-квалификационной работы (диссертации), Соотношения на поверхностях разрыва, Гидродинамика неньютоновских жидкостей, Параллельные вычисления в механике сплошных сред, Динамика магнитных жидкостей, Физика вязкоупругих магнитных материалов, Современные экспериментальные методы.

Итоговый государственный экзамен может проходить в устной или письменной форме по билетам, составленным в полном соответствии с утвержденной программой государственного экзамена.

По результатам экзамена выносится заключение об уровне сформированности компетенций и их соответствии присваиваемой квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь».

4.1. Программа государственного экзамена

Вопросы (задания) государственного экзамена, оценивающие подготовку аспиранта по универсальным, общепрофессиональным и профессиональным компетенциям, включаемые в экзаменационные билеты

1. Гидродинамическая устойчивость и турбулентность

Приближение Буссинеска. Уравнения свободной тепловой конвекции. Критерии подобия. Условия равновесия неравномерно нагретой жидкости. Проблема устойчивости. Малые возмущения. Спектральная амплитудная задача. Принцип монотонности возмущений. Критические возмущения. Вариационный метод. Задача Рэлея для плоского слоя. Равновесие и устойчивость в каналах и замкнутых полостях. Метод Галеркина. Воздействие различных факторов на устойчивость равновесия (вращение, диффузия, модуляция параметра).

Надкритические движения. Метод разложения по амплитуде вторичных течений.

Устойчивость вторичных течений в горизонтальном слое. Конвекция в пограничном слое; задача Польшаузена. Конвекция в замкнутых объемах. Метод сеток в применении к задачам конвекции. Проблема устойчивости стационарных течений. Метод возмущений; постановка задачи линейной теории гидродинамической устойчивости. Нормальные возмущения в плоскопараллельных потоках. Уравнение Орра-Зоммерфельда. Свойства спектра возмущений и декрементов в параллельных потоках. Приближенные методы решения спектральной амплитудной задачи: метод Галеркина, метод Рунге – Кутты с ортогонализацией, метод дифференциальной прогонки. Устойчивость течения Пуазейля; нейтральная кривая. Устойчивость цилиндрического течения Куэтта; вихри Тейлора. Устойчивость стационарного плоскопараллельного конвективного течения. Спектр возмущений и механизмы неустойчивости. Проблема ламинарно-турбулентного перехода. Странные аттракторы в простых динамических системах. Пути возникновения странных аттракторов (последовательные удвоения периода, перемежаемость, переход через квазипериодический режим). Модель Лоренца. Возникновение турбулентной конвекции в горизонтальном слое и замкнутых полостях. Возникновение турбулентности в цилиндрическом течении Куэтта. Осредненные уравнения турбулентного течения. Цепочка уравнений Фридмана-Келлера. Проблема замыкания и методы ее решения. Однородная и изотропная турбулентность. Проблема корреляции скоростей. Спектр турбулентных пульсаций. Теория Колмогорова.

2. Магнитная гидродинамика

Магнитогидродинамические взаимодействия. Система уравнений магнитной гидродинамики и условия их применимости. Безразмерная форма уравнений; критерии подобия. Идеально проводящая жидкость. «Вмороженность» силовых линий. Нестационарные возмущения; волны Альфвена и магнитозвуковые волны. Теория генерации поля (проблема МГД-динамо). Аналогия Батчелора. Турбулентность. Альфа-эффект. Течение в каналах. Задача Гартмана. Течение Куэтта в магнитном поле. Особенности МГД-обтекания. Пограничный слой в магнитном поле. Кондукционные и индукционные МГД-машины. Увлечение проводящей среды бегущим и вращающимся магнитным полем. Воздействие магнитного поля на конвективную устойчивость проводящей среды; монотонная и колебательная неустойчивость. Понятие о плазме. Ленгмюровская частота и дебаевский радиус. Условия применимости магнитогидродинамического приближения к описанию плазмы. Равновесие плазмы в магнитном поле. Линейный и азимутальный пинчи. Динамическая модель пинч-эффекта. Гидромагнитная устойчивость плазмы.

3. Неньютоновские жидкости

Нелинейно-вязкие жидкости. Идеальное пластическое тело. Псевдопластики и дилатантные жидкости. Тиксотропия. Течение в круглом капилляре и ротационном вискозиметре. Ползучесть материалов. Релаксация напряжений в условиях ползучести. Линейная теория наследственной ползучести Больцмана – Вольтера. Ползучесть нелинейно-наследственного тела. Дифференциальные и интегральные формы уравнений состояния. Вязкоупругое поведение растворов и расплавов полимеров. Феноменологические модели. Функции релаксации и ползучести. Интегралы наследственности. Эффект нормальных напряжений (разбухание струи) и обратимые сдвиговые деформации при экструзии. Вариационные методы расчета течений вязкоупругих жидкостей.

4. Жидкости с внутренними степенями свободы

Жидкости с внутренним вращением. Законы сохранения. Феноменологический вывод уравнений движения. Релаксация и диффузия внутреннего момента импульса. Дисперсия вязкости. Безынерционное приближение для суспензии наночастиц. Магнитные жидкости (феррожидкости). Общее представление о коллоидных растворах и суспензиях, условия их устойчивости. Полидисперсность реальных ферроколлоидов, ее учет по теории Ланжевена. Магнитогранулометрический анализ.

Энергия диполь-дипольного взаимодействия. Модели среднего поля для намагниченности с учетом межчастичных взаимодействий. Магнитная жидкость в переменном поле. Простейшее уравнение релаксации. Динамическая восприимчивость магнитной жидкости, формулы Дебая. Теорема Бернулли для магнитных жидкостей. Максвелловский тензор напряжений и скачок давлений на границе магнитной жидкости. Силы, действующие на погруженное в магнитную жидкость немагнитное тело. Неустойчивость плоской границы МЖ в вертикальном поле.

Гидродинамика магнитной жидкости в переменном поле. Поверхностные и объемные силы. Условие потенциальности магнитных сил. Вязкость магнитных жидкостей. Магнитореологический эффект.

Сложные магнитные жидкости: вязкоупругие суспензии, феррогели, ферронематики. Общая характеристика и основные особенности. Уравнение вращательного движения однодоменной частицы в жидкости Максвелла; времена магнитной и ориентационной релаксации, условия применимости безынерционного приближения.

Жидкие кристаллы. Классификация. Дальний ориентационный порядок в нематиках. Фазовый переход нематик – изотропная жидкость. Влияние внешних полей. Энергия Франка. Переходы Фредерикса. Динамические свойства нематиков: взаимодействие ориентации и течения. Тензор напряжений Лесли-Эриксона, анизотропия вязкости.

5. Педагогика высшей школы.

Понятие о высшем образовании, его функции. Классификация методов познавательной деятельности. Основные формы научного познания. Стили педагогического общения. Содержание и структура педагогического общения. Особенности педагогического общения в вузе. Современная система образования: демократические преобразования, модели образования, основные тенденции развития. Закон Российской Федерации о системе образования. Факторы ее развития. Образовательные организации, их типы. Формы образования. Органы управления образованием. Понятие "качество образовательной деятельности". Принципы личностно - ориентированной педагогики. Проблемное обучение. Функциональное назначение науки. Федеральный государственный образовательный стандарт, его характеристика, сущность, структура. Основная образовательная программа (ООП), ее структура. Задачи, права и обязанности вуза. Система высшего образования в России, следующие уровни профессионального образования. Лекция в вузе и методика их проведения. Оценка качества лекции. Основные требования к личности лектора в вузе.

Основная литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Гидродинамика. М., Наука, 1982.
2. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М. Конвективная неустойчивость несжимаемой жидкости. М., Наука, 1972.
3. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М., Наука, 1982.
4. Виноградов Г.В., Малкин А.Я. Реология полимеров. М., Химия, 1977.
<https://himfaq.ru/images/stories/doc/3%20Материалы%20и%20их%20вторичная%20пере>

Дополнительная литература

5. Астарита Д., Маруччи Д. Основы гидромеханики неньютоновской жидкости. М., Мир, 1978
6. Шлиомис М.И. Динамика жидких парамагнетиков. Пермь: ПГУ, 1983.
7. Розенцвейг Р. Феррогидродинамика. М.: Мир, 1989.
8. Сонин А.С. Введение в физику жидких кристаллов. М.: Наука, 1983.
9. Гершуни Г.З., Жуховицкий Е.М., Непомнящий А.А. Устойчивость конвективных течений. М., Наука, 1989.
10. Фрик П.Г. Турбулентность: подходы и модели. Москва-Ижевск, Институт компьютерных исследований, 2003.

Педагогика высшей школы

Основная литература

1. Кудряшева, Л. А. Педагогика и психология/Кудряшева Л.А. – М.: Вузовский учебник, НИЦ ИНФРА-М, 2015.
2. Трайнев, В. А. Новые информационные коммуникационные технологии в образовании [Электронный ресурс] / В. А. Трайнев, В. Ю. Теплышев, И. В. Трайнев. – 2-е изд. – М.: Издательско-торговая корпорация “Дашков и К°”, 2013. – 320 с.

Дополнительная литература

1. Основы педагогического мастерства и профессионального саморазвития: Учебное пособие / С.Д. Якушева. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 416 с.
2. Резник С. Д. Аспирант вуза [Текст]: технологии научного творчества и педагогической деятельности / С. Д. Резник. - М.: ИНФРА-М, 2011. - 518 с.
3. Федотова Е. Л. Информационные технологии в науке и образовании: Учебное пособие / Е.Л. Федотова, А.А. Федотов. – М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 336 с.

4.2 Фонд оценочных средств для государственного экзамена

4.2.1 Перечень компетенций, оцениваемых при сдаче государственного экзамена

В процессе сдачи государственного экзамена оценивается сформированность следующих компетенций **ПК-1, ПК-2, ПК-3, УК-3**. Соотнесение данных компетенций с результатами обучения представлено в таблице.

№ п/п	Код	Компетенция	Часть компетенций	Перечень компонентов (результаты обучения)	Средства оценки
1	УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач	готовность участвовать в работе российских научных коллективов, выполняющих работы в рамках государственного и /или грантового финансирования	Знает: - особенности представления результатов научной деятельности в устной и письменной форме при работе в российских и международных исследовательских коллективах (ЗЗ);	Теоретические вопросы государственного экзамена
				Умеет: - следовать нормам, принятым в научном общении при работе в российских и международных исследовательских коллективах с целью решения научных и научно-образовательных (УЗ);	Теоретические вопросы и практические задания государственного экзамена
				Владеет: - навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера, возникающих при работе по решению научных и научно-образовательных задач в российских или международных исследовательских коллективах (В1)	Теоретические вопросы и практические задания государственного экзамена
2	ПК-1	способность проводить научные исследования в области механики жидкости и газа, ставить и решать конкретные фундаментальные и прикладные задачи механики жидкости и газа	способность исследовать анализировать области применения основных методов механики жидкости газа и плазмы, в том числе в меж- и трансдисциплинарных приложениях	Знает: современные достижения, методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы в области механики жидкости и газа (основные уравнения движения жидкости и газа и методы их решения) (З)	Теоретические вопросы государственного экзамена
				Умеет: ставить задачу в области механики жидкости и газа и применять современные методы её анализа (У)	Практические задания государственного экзамена
				Владеет: методами формализации задач и анализа проблем механики жидкости и газа (В)	Практические задания государственного экзамена

					ого экзамена
3	ПК-2	<p>способность использовать современные аналитические и численные методы моделирования ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей</p>	<p>способность получать численные и аналитические решения краевых задач для уравнений в частных производных</p>	<p>Знает: методологию, 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 (З)</p>	Теоретические вопросы государственного экзамена
				<p>Умеет: 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 (У1)</p>	Теоретические вопросы и практические задания государственного экзамена
				<p>Владеет: методами самостоятельного анализа краевых задач для различных классов уравнений; практическими навыками и знаниями использования современных исследовательских и проектных технологий. (В)</p>	Практические задания государственного экзамена
4	ПК-3	<p>способность планировать, проводить и анализировать результаты экспериментальных исследований ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей</p>	<p>способность планировать, проводить и интерпретировать экспериментальные данные</p>	<p>Знает: Современные методы, приемы планирования эксперимента, обработки и интерпретации экспериментальных данных по изучению поведения жидких и газообразных сред, современное состояние экспериментальных возможностей в области исследования задач механики жидкости и газа (З)</p>	Теоретические вопросы государственного экзамена
				<p>Умеет: планировать проведение экспериментов, анализировать и интерпретировать экспериментальные данные по изучению поведения жидких и газообразных сред (У)</p>	Теоретические вопросы и практические задания государственного экзамена

				Владеет: методами самостоятельного анализа имеющейся информации (результатов механических и физических экспериментов); практическими навыками и знаниями использования результатов современных исследований в области механики жидкости и газа (В)	Практические задания государственного экзамена
--	--	--	--	--	--

4.2.1 Требования и критерии оценивания ответов итогового государственного экзамена

1. В процессе экзамена оценивается уровень педагогической и исследовательской компетентности аспиранта, что проявляется в квалифицированном представлении результатов обучения.

2. При определении оценки учитывается грамотность представленных ответов, стиль изложения и общее оформление, способность ответить на поставленный вопрос, по существу.

3. Ответы на экзаменационные вопросы оцениваются, исходя из следующих критериев:

«*Отлично*» - содержание ответа исчерпывает содержание вопроса. Аспирант демонстрирует как понимание, так и знание вопроса, а также проявляет способность применить педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

«*Хорошо*» - содержание ответа в основных чертах отражает содержание вопроса. Аспирант демонстрирует как понимание, так и знание вопроса, но обнаруживает незначительные проблемы в проявлении способности применить педагогические, исследовательские и информационные компетенции на практике по профилю своего обучения.

«*Удовлетворительно*» - содержание ответа в основных чертах отражает содержание вопроса, но допускаются ошибки. Не все положения вопроса раскрыты полностью. Имеются фактические пробелы и неполное владение информацией из учебной литературы. Нарушаются нормы разговорного языка, наблюдается нечеткость и двусмысленность устной речи. Слабая практическая применимость педагогических, исследовательских и информационных компетенций по профилю своего обучения.

«*Неудовлетворительно*» - содержание ответа не отражает содержание вопроса. Имеются грубые ошибки, а также незнание ключевых определений и информации из учебной литературы. Ответ не носит характер развернутого изложения темы, налицо отсутствие практического применения педагогических, исследовательских и информационных компетенций на практике по профилю своего обучения. Аспиранты, получившие по результатам государственного экзамена оценку «неудовлетворительно», не допускаются к защите научной квалификационной работы.

4.3. Типовые контрольные вопросы и задания к государственному экзамену, необходимые для оценки результатов освоения программы аспирантуры.

Государственный экзамен имеет междисциплинарный характер и включает в себя оценку компетенций, сформированных в ходе освоения дисциплин: Педагогика высшей школы, Механика жидкости, газа и плазмы, Методика оформления научно-квалификационной работы (диссертации), Соотношения на поверхностях разрыва, Гидродинамика неньютоновских жидкостей, Параллельные вычисления в механике сплошных сред, Динамика магнитных жидкостей, Физика вязкоупругих магнитных материалов, временные экспериментальные методы и прохождения научно-исследовательской и педагогической практик.

Экзаменационный билет включает 4 вопроса (3 теоретических вопроса и практическое задание), отражающих уровень сформированности компетенций обучающегося.

4.3.1. Перечень вопросов для подготовки к государственному экзамену

1. Приближение Буссинеска. Уравнения свободной тепловой конвекции. Критерии подобия. Условия равновесия неравномерно нагретой жидкости.
2. Проблема устойчивости. Малые возмущения. Спектральная амплитудная задача. Принцип монотонности возмущений. Критические возмущения. Вариационный метод.
3. Задача Рэлея для плоского слоя. Равновесие и устойчивость в каналах и замкнутых полостях. Метод Галеркина. Воздействие различных факторов на устойчивость равновесия (вращение, диффузия, модуляция параметра).
4. Надкритические движения. Метод разложения по амплитуде вторичных течений. Устойчивость вторичных течений в горизонтальном слое.
5. Конвекция в пограничном слое; задача Польгаузена. Конвекция в замкнутых объемах. Метод сеток в применении к задачам конвекции.
6. Проблема устойчивости стационарных течений. Метод возмущений; постановка задачи линейной теории гидродинамической устойчивости.
7. Нормальные возмущения в плоскопараллельных потоках. Уравнение Орра-Зоммерфельда. Свойства спектра возмущений и декрементов в параллельных потоках.
8. Приближенные методы решения спектральной амплитудной задачи: метод Галеркина, метод Рунге – Кутта с ортогонализацией, метод дифференциальной прогонки.
9. Устойчивость течения Пуазейля; нейтральная кривая. Устойчивость цилиндрического течения Куэтта; вихри Тейлора.
10. Устойчивость стационарного плоскопараллельного конвективного течения. Спектр возмущений и механизмы неустойчивости. Проблема ламинарно-турбулентного перехода.
11. Странные аттракторы в простых динамических системах. Пути возникновения странных аттракторов (последовательные удвоения периода, перемежаемость, переход через квазипериодический режим). Модель Лоренца. Возникновение турбулентной конвекции в горизонтальном слое и замкнутых полостях. Возникновение турбулентности в цилиндрическом течении Куэтта.
12. Осредненные уравнения турбулентного течения. Цепочка уравнений Фридмана-Келлера. Проблема замыкания и методы ее решения. Однородная и изотропная турбулентность. Проблема корреляции скоростей. Спектр турбулентных пульсаций. Теория Колмогорова.
13. Магнитогидродинамические взаимодействия. Система уравнений магнитной гидродинамики и условия их применимости. Безразмерная форма уравнений; критерии подобия. Идеально проводящая жидкость. «Вмороженность» силовых линий. Нестационарные возмущения; волны Альфвена и магнитозвуковые волны.
14. Теория генерации поля (проблема МГД-динамо). Аналогия Батчелора. Турбулентность. Альфа-эффект.
15. Течение в каналах. Задача Гартмана. Течение Куэтта в магнитном поле. Особенности МГД-обтекания. Пограничный слой в магнитном поле. Кондукционные и индукционные МГД-машины. Увлечение проводящей среды бегущим и вращающимся магнитным полем. Воздействие магнитного поля на конвективную устойчивость проводящей среды; монотонная и колебательная неустойчивость.
16. Понятие о плазме. Ленгмюровская частота и дебаевский радиус. Условия применимости магнитогидродинамического приближения к описанию плазмы. Равновесие плазмы в магнитном поле. Линейный и азимутальный пинчи. Динамическая модель пинч-эффекта. Гидромагнитная устойчивость плазмы.
17. Нелинейно-вязкие жидкости. Идеальное пластическое тело. Псевдопластики и дилатантные жидкости. Тиксотропия. Течение в круглом капилляре и ротационном вискозиметре.
18. Ползучесть материалов. Релаксация напряжений в условиях ползучести. Линейная

теория наследственной ползучести Больцмана – Вольтера. Ползучесть нелинейно-наследственного тела. Дифференциальные и интегральные формы уравнений состояния.

19. Вязкоупругое поведение растворов и расплавов полимеров. Феноменологические модели. Функции релаксации и ползучести. Интегралы наследственности. Эффект нормальных напряжений (разбухание струи) и обратимые сдвиговые деформации при экструзии. Вариационные методы расчета течений вязкоупругих жидкостей.
20. Жидкости с внутренним вращением. Законы сохранения. Феноменологический вывод уравнений движения. Релаксация и диффузия внутреннего момента импульса. Дисперсия вязкости.
21. Безынерционное приближение для суспензии наночастиц. Магнитные жидкости (феррожидкости). Общее представление о коллоидных растворах и суспензиях, условия их устойчивости. Полидисперсность реальных ферроколлоидов, ее учет по теории Ланжевена. Магнитогранулометрический анализ.
22. Энергия диполь-дипольного взаимодействия. Модели среднего поля для намагниченности с учетом межчастичных взаимодействий.
23. Магнитная жидкость в переменном поле. Простейшее уравнение релаксации. Динамическая восприимчивость магнитной жидкости, формулы Дебая. Теорема Бернулли для магнитных жидкостей.
24. Максвелловский тензор напряжений и скачок давлений на границе магнитной жидкости. Силы, действующие на погруженное в магнитную жидкость немагнитное тело. Неустойчивость плоской границы МЖ в вертикальном поле.
25. Гидродинамика магнитной жидкости в переменном поле. Поверхностные и объемные силы. Условие потенциальности магнитных сил. Вязкость магнитных жидкостей. Магнитореологический эффект.
26. Сложные магнитные жидкости: вязкоупругие суспензии, феррогели, ферронематики. Общая характеристика и основные особенности. Уравнение вращательного движения однодоменной частицы в жидкости Максвелла; времена магнитной и ориентационной релаксации, условия применимости безынерционного приближения.
27. Жидкие кристаллы. Классификация. Дальний ориентационный порядок в нематиках. Фазовый переход нематик – изотропная жидкость. Влияние внешних полей. Энергия Франка. Переходы Фредерикса. Динамические свойства нематиков: взаимодействие ориентации и течения. Тензор напряжений Лесли-Эриксона, анизотропия вязкости.

4.3.2. Перечень практических заданий для подготовки к государственному экзамену

1. Современная аппаратура для проведения исследований течения жидкостей.
2. Обработка экспериментальных данных. Природа экспериментальных ошибок. Систематические и случайные ошибки. Способы выявления и устранения систематических ошибок. Характеристики случайных ошибок.
3. Исследование ползучести. Использование температурно-временной аналогии при изучении релаксационных свойств полимерных материалов. Температурные испытания.
4. Аппаратура для получения информации о структуре материалов и ее изменении при деформировании. Оптические, электронные, атомно-силовые и туннельные микроскопы. Ядерный магнитный резонанс. Акустические методы. Поляризационно-оптический метод исследования напряжений.

Вопросы на ГИА по педагогике высшей школы.

1. Понятие о высшем образовании, его функции
2. Задачи, права и обязанности вуза

3. Система высшего образования в России, следующие уровни профессионального образования
4. Лекция в вузе и методика их проведения. Оценка качества лекции
5. Основные требования к личности лектора в вузе.
6. Стили педагогического общения. Содержание и структура педагогического общения
7. Особенности педагогического общения в вузе
8. Современная система образования: демократические преобразования, модели образования, основные тенденции развития
9. Закон Российской Федерации о системе образования. Факторы ее развития
10. Образовательные организации, их типы. Формы образования. Органы управления образованием
11. Понятие "качество образовательной деятельности"
12. Принципы личностно - ориентированной педагогики
13. Проблемное обучение
14. Функциональное назначение науки
15. Классификация методов познавательной деятельности
16. Основные формы научного познания
17. Федеральный государственный образовательный стандарт, его характеристика, сущность, структура.
18. Основная образовательная программа (ООП), ее структура.

Пример экзаменационного билета



Направление подготовки
01.06.01 Математики и механика
Профиль аспирантуры «Механика жидкости газа и плазмы»

Билет № __

1. **Конвекция в пограничном слое; задача Польгаузена. Конвекция в замкнутых объемах. Метод сеток в применении к задачам конвекции.** *(контроль знаний).*
2. **Способы конструирования и структурирования содержания образования в высшей школе** *(контроль знаний).*
3. **Сущностная характеристика преподавания как вида деятельности** *(контроль знаний).*
4. **Современная аппаратура для проведения исследований течения жидкостей** *(контроль умений и навыков).*

Члены ГЭК

(подписи)

« »

20__ г.

5. Требования к научному докладу об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

Защита научной квалификационной работы является заключительным этапом проведения государственной итоговой аттестации обучающихся в аспирантуре по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

Целью представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы является определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров требованиям Федерального образовательного стандарта по направлению подготовки.

Задачами представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы являются:

- оценка соответствия универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций аспиранта требованиям федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки;
- оценка профессиональных знаний, умений и навыков профилю подготовки и квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь»;
- оценка способностей аспиранта к использованию методов философии, педагогики и знаний иностранного языка при обсуждении профессиональных вопросов.

Научный доклад об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы выполняется на основе результатов научно-исследовательской работы аспиранта.

Выпускная квалификационная работа представляет собой защиту результатов научно-выпускной квалификационной работы, выполненной обучающимся, в виде научного доклада, демонстрирующую степень готовности выпускника к ведению профессиональной научно-педагогической деятельности.

Научно-квалификационная работа должна быть написана аспирантом самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Выводы аспиранта должны быть аргументированы и направлены на решение задачи, имеющей существенное значение для предметной области соответствующей направленности (профиля). В исследовании, имеющем прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных научных результатов, а в научном исследовании, имеющем теоретический характер должны содержаться рекомендации по использованию научных выводов. Требования научно-квалификационной работе (диссертации) аспиранта соответствуют требованиям, утвержденным ВАК к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. (см. Требования к научному докладу об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации), порядку его подготовки, представлению, критериям оценки).

Основные результаты научно-исследовательской работы должны быть опубликованы в научных изданиях, индексируемых в реферативных базах данных Web of Science, Scopus, РИНЦ (не менее 3 статей). К публикациям, в которых излагаются основные результаты научно-исследовательской работы аспиранта, приравниваются патенты на изобретения, патенты (свидетельства) на полезную модель, патенты на промышленный образец, патенты на селекционные достижения, свидетельства на программу для

электронных вычислительных машин, базу данных, топологию интегральных микросхем, зарегистрированные в установленном порядке.

Выпускник аспирантуры должен предоставить в экзаменационную комиссию не позднее, чем за 3 дня до даты представления научного доклада следующие материалы:

- текст научной квалификационной работы,
- текст и презентацию научного доклада,
- две рецензии на научную квалификационную работу,
- список опубликованных работ по теме научной квалификационной работы,
- отзыв научного руководителя.

На заседании экзаменационной комиссии по оценке результатов научно-квалификационной работы, в состав которой входят лица, являющиеся научно-педагогическими работниками ПФИЦ Уро РАН, а также лица из сторонних организаций, аспирант выступает с научным докладом продолжительностью 15 мин. Отзыв научного руководителя и рецензии зачитывает председатель экзаменационной комиссии.

В ходе защиты научного доклада осуществляется итоговый контроль сформированности следующих компетенций выпускника аспирантуры.

Результаты представления научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение государственного аттестационного испытания.

Требования к научно-выпускной квалификационной работе определяются ГОСТ Р 7.0.11-2011 и федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки **01.06.01 Математика и механика** (уровень подготовки кадров высшей квалификации).

Выполненная научно-исследовательская работа должна соответствовать критериям, установленным для научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

Государственная итоговая аттестация аспирантов осуществляется в соответствии с требованиями Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ; Постановления Правительства РФ от 29.09.2013 г. № 842 «Положение о порядке присуждения ученых степеней»; приказа Минобрнауки РФ от 19.11.2013 г. № 1259 «Об утверждении порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)»; приказа Минобрнауки РФ от 30.04.2015 г. № 464 "О внесении изменений в Федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования по направлению подготовки 01.06.01 Математика и механика (уровень подготовки кадров высшей квалификации)"; Федеральных образовательных стандартов высшего образования по направлениям подготовки научно-педагогических кадров высшей квалификации, ГОСТа Р 7.0.11-2011 «Диссертация и автореферат диссертации: структура и правила оформления»; Положения о порядке проведения государственной итоговой аттестации по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук.

5.1 Фонд оценочных средств и критерии оценки представления научного доклада

5.1.1 Перечень компетенций, проверяемых в ходе представления научного доклада

Перечень компетенций, проверяемых в ходе представления научного доклада, представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Перечень компетенций, проверяемых в ходе выполнения выпускной квалификационной работы

Формулировка компетенции ФГОС	
Код	Содержание
Универсальные компетенции	
УК-1	способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерация новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях
УК-2	способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки
УК-3	готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач
УК-4	готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках
УК-5	способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1	способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий
ОПК-2	готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования
Профессиональные компетенции.	
ПК-1	способность проводить научные исследования в области механики жидкости и газа, ставить и решать конкретные фундаментальные и прикладные задачи механики жидкости и газа
ПК-2	способность использовать современные аналитические и численные методы моделирования ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей
ПК-3	способность планировать, проводить и анализировать результаты экспериментальных исследований ламинарных и турбулентных течений непроводящих, проводящих и магнитных жидкостей

5.1.2 Критерии оценивания научного доклада

Основной задачей ГЭК является обеспечение профессиональной объективной оценки научных знаний и практических навыков (компетенций) выпускников аспирантуры на основании экспертизы содержания научного доклада и оценки умения аспиранта представлять и защищать его основные положения. Оценка выставляется на основании изучения текстов научного доклада, отзыва руководителя, качества доклада, презентации,

ответов аспирантов на вопросы. В оценке представленного научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) учитывается:

- обоснование актуальности и значимости темы исследования;
- соответствие содержания НКР (диссертации) теме, поставленным цели и задачам;
- новизна, теоретическая и практическая значимость полученных результатов исследования;
- обоснованность и четкость основных выводов и результатов исследования, сформулированных рекомендаций и положений, выносимых на защиту;
- владение научным стилем изложения, качество электронной презентации, иллюстративного материала и т.д.;
- глубина и точность ответов на вопросы, замечания и рекомендации членов ГЭК;
- оценка основных результатов научно-квалификационной работы (диссертации) научного руководителя и рецензента.

При оценке основных результатов научно-квалификационной работы (диссертации) могут быть приняты во внимание публикации автора, отзывы руководителей организаций и практических работников профессиональной сферы деятельности по тематике исследования. Оценка научного доклада об основных результатах подготовленной НКР определяется по следующим критериям:

Оценка «отлично»:

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;
- обоснована научная новизна полученных результатов;
- глубоко и обстоятельно раскрыта тема, проведен всесторонний и качественный анализ научных источников и практического опыта;
- указана степень самостоятельности и поисковой активности,
- продемонстрирован творческий подход к решению задачи;
- научный доклад построен композиционно четко, обладают логической завершенностью; • научный доклад написан грамотно, правильно оформлены;
- при представлении научного доклада аспирант правильно, полно и аргументировано отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «хорошо»:

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;
- обоснована научная новизна полученных результатов;
- полностью раскрыта тема, проведен качественный анализ научных источников и практического опыта;
- указана степень самостоятельности и поисковой активности;
- научный доклад обладают логической завершенностью, но имеются замечания по композиционному построению научно-квалификационной работы (диссертации) и (или) научного доклада;

- научный доклад написан грамотно, но имеются несущественные недочеты в оформлении;

- при представлении научного доклада аспирант правильно, но недостаточно полно и аргументировано отвечает на поставленные вопросы.

Оценка «удовлетворительно»:

- обоснована актуальность решаемой задачи, имеющей существенное значение для соответствующей отрасли знаний либо научное обоснование технических, технологических или иных решений и разработок, имеющие существенное значение для развития страны;

- обоснована научная новизна полученных результатов;

- тема научно-квалификационной работы (диссертации) в основном раскрыта, проведен анализ научных источников и практического опыта;

- указана степень самостоятельности и поисковой активности;

- научный доклад обладают логической завершенностью, но нечеткой структурой;

- научный доклад написан в целом грамотно, но с небольшим количеством грамматических ошибок, имеются недочеты в оформлении;

- при представлении научного доклада аспирант отвечает не на все вопросы или на некоторые вопросы отвечает не корректно.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае если работа не удовлетворяет хотя бы одному критерию на оценку «удовлетворительно».

При успешном представлении научного доклада и положительных результатах других видов государственной итоговой аттестации выпускников, решением Государственной аттестационной комиссии аспиранту присуждается квалификация «Исследователь. Преподаватель-исследователь» и выдается диплом (с приложением) об окончании аспирантуры государственного образца. При неудовлетворительной оценке научный доклад не считается защищенным, диплом о присвоении квалификации «Исследователь. Преподаватель-исследователь» не выдается. Оценка представленного научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации) вносится в протокол заседания государственной экзаменационной комиссии, зачетную книжку аспиранта и экзаменационную ведомость, проставляется на титульном листе рукописи и заверяется председателем ГЭК.

Критерии, которым должны отвечать диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

1. Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук должна быть научной квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

2. Диссертация должна быть написана автором самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствовать о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации, имеющей теоретический характер, должны приводиться рекомендации по использованию научных выводов.

Предложенные автором диссертации решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

3. Основные научные результаты диссертации должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях (далее - рецензируемые издания).

4. Требования к рецензируемым изданиям и правила формирования в уведомительном порядке их перечня устанавливаются Министерством образования и науки Российской Федерации.

Перечень рецензируемых изданий размещается на официальном сайте комиссии в информационно-телекоммуникационной сети "Интернет".

5. Количество публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, в рецензируемых изданиях должно быть не менее 3.

6. В диссертации соискатель ученой степени обязан ссылаться на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов.

При использовании в диссертации результатов научных работ, выполненных соискателем ученой степени лично и (или) в соавторстве, соискатель ученой степени обязан отметить в диссертации это обстоятельство.

