

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кемеровский государственный университет»
Кафедра ЮНЕСКО по новым информационным технологиям



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по НРИИ
К. Е. Афанасьев
26 _____ 2012 г.

ПРОГРАММА
кандидатского экзамена
по специальности 01.02.05 «МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ, ГАЗА И
ПЛАЗМЫ»

КЭ.А.03; цикл КЭ.А.00 “Кандидатские экзамены”
основной образовательной программы подготовки аспиранта
по отрасли 01.00.00 – Физико-математические науки,
специальность 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы

Общие положения

Цель аспирантской программы по специальности 01.02.05 – Механика жидкости, газа и плазмы – формирование у аспирантов высокого уровня теоретической и профессиональной подготовки, знаний общих концепций и методологических вопросов механики сплошных сред, глубокого понимания основных проблем гидродинамики и умения применять полученные знания для решения исследовательских и прикладных задач.

Аспирант за время обучения в аспирантуре обязан сдать кандидатские экзамены по истории и философии науки; иностранному языку и специальной дисциплине (механика жидкости, газа и плазмы).

Целью кандидатского экзамена по специальной дисциплине в аспирантуре по специальности «Механика жидкости, газа и плазмы» является определение уровня знаний, полученных аспирантом, его готовность к выполнению научно-исследовательской деятельности.

Программа кандидатского экзамена по специальности «Механика жидкости, газа и плазмы» предназначена для аспирантов (соискателей степени кандидата наук) в качестве руководящего учебно-методического документа для целенаправленной подготовки к сдаче кандидатского экзамена.

Данная программа представляет собой базовую часть кандидатского экзамена по специальности. Дополнительная часть кандидатского экзамена по специальности разрабатывается индивидуально для каждого аспиранта или соискателя с учетом области его научных исследований и темы диссертационной работы и утверждается Ученым Советом факультета.

Для проведения экзамена приказом ректора (проректора по науке) создается экзаменационная комиссия, которая формируется из высококвалифицированных научно-педагогических и научных кадров, включая научных руководителей аспирантов по представлению заведующих кафедрами математического факультета. Комиссия правомочна принимать вступительный экзамен, если в ее заседании участвуют не менее двух специалистов по профилю принимаемого экзамена, в том числе один доктор наук. При приеме экзамена могут присутствовать члены соответствующего диссертационного совета организации, где принимается экзамен, ректор, проректор, декан, представители министерства или ведомства, которому подчинена организация.

Форма проведения кандидатского экзамена: устная (экзамен).

Кандидатский экзамен проводится по экзаменационным билетам, охватывающим все разделы программы подготовки аспиранта по специальности “Механика жидкости, газа и плазмы”. Для подготовки ответа аспирант (соискатель ученой степени) использует экзаменационные листы, которые сохраняются после приема экзамена в течение года по месту сдачи экзамена.

На каждого соискателя ученой степени заполняется протокол приема вступительного экзамена, в который вносятся вопросы билетов и вопросы, заданные членами комиссии.

Уровень знаний аспиранта (соискателя ученой степени) оценивается на «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Протокол приема кандидатского экзамена подписывается членами комиссии с указанием их ученой степени, ученого звания, занимаемой должности и специальности согласно номенклатуре специальностей научных работников.

Протоколы заседаний экзаменационных комиссий после утверждения ректором (проректором по научной работе) Кемеровского государственного университета хранятся в отделе аспирантуры и докторантуры. О сдаче кандидатского экзамена выдается удостоверение установленной формы.

Требования к уровню подготовки аспиранта

При сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине аспирант должен:

знать:

- понятия сплошной среды, вязкой и невязкой, сжимаемой и несжимаемой жидкости, стационарных и нестационарных течений;
- методы описания и исследования сплошной среды;
- основные уравнения в частных производных, описывающие движение вязкой и невязкой жидкости;
- описание начальных и граничных условий;
- основные интегралы уравнений движения;
- основные безразмерные комплексы;
- современное состояние изученности основных проблем механики сплошных сред.

Уметь:

- применять полученные в области механики сплошных сред знания для решения конкретных научно-практических, производственных, педагогических, информационно-поисковых, методических и других задач;
- планировать, организовывать и вести научно-исследовательскую и учебно-воспитательную работу;
- осуществлять поиск и обработку источников и литературы по различным проблемам механики.

Владеть:

- общенаучными базовыми знаниями в области механики жидкости и газа;
- представлением о методах решения задач механики жидкости и газа;
- владеть приемами поиска и использования научно-технической и научно-методической информации.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Вводные положения

Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.

Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.

Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.

2. Кинематика сплошных сред

Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике.

Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред.

Определения и свойства кинематических характеристик движения: перемещения, траектории, скорость, линии тока, критические точки, ускорение, тензор скоростей деформации и его инварианты, вектор вихря, потенциал скорости, циркуляция скорости, установившееся и неустановившееся движение среды.

Кинематические свойства вихрей.

3. Основные понятия и уравнения динамики

Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Уравнения неразрывности в форме Эйлера.

Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды.

Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.

Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла.

4. Модели жидких и газообразных сред

Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.

Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа. Явление кавитации.

Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.

Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.

Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.

5. Поверхности разрыва в течениях жидкости, газа и плазмы

Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности.

Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах. Тангенциальные разрывы и ударные волны.

6. Гидростатика

Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.

7. Движение идеальной несжимаемой жидкости

Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Движение сфер в идеальной жидкости.

Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.

Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Нестационарное обтекание профилей.

Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др.

Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденное движение прямолинейных вихрей в плоском потоке.

Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность.

Постановка задачи Коши—Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами. Теория мелкой воды. Уравнения Буссинеска и Кортевега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.

8. Движение вязкой жидкости.

Теория пограничного слоя. Турбулентность

Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.

Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.

Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. Интегральные соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя. Теплообмен с потоком на основе теории пограничного слоя.

9. Движение сжимаемой жидкости. Газовая динамика

Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.

Запаздывающие потенциалы. Эффект Допплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.

Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лавалья.

Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач. Задачи о поршне и о сильном взрыве в газе.

Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.

Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование.

Задача о структуре сильного разрыва.

Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.

10. Физическое подобие, моделирование

Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. П-теорема. Примеры приложений. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.

ДОПОЛНЕНИЕ. Численные методы гидрогазодинамики

Введение в численные методы конечных и граничных элементов. Метод естественных соседей. Метод сглаженных частиц.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ЭКЗАМЕНА

1. Понятие сплошной среды. Микроскопические, статистические и макроскопические феноменологические методы описания свойств, взаимодействий и движений материальных сред.
2. Области приложения механики жидкости, газа и плазмы. Механические модели, теоретическая схематизация и постановка задач, экспериментальные методы исследований.
3. Основные исторические этапы в развитии механики жидкости и газа.
4. Системы отсчета и системы координат. Лагранжевы и эйлеровы координаты. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета в ньютоновской механике.
5. Точки зрения Эйлера и Лагранжа при изучении движения сплошных сред.
6. Определения и свойства кинематических характеристик движения: перемещения, траектории, скорость, линии тока, критические точки, ускорение, тензор скоростей деформации и его инварианты, вектор вихря, потенциал скорости, циркуляция скорости, установившееся и неустановившееся движение среды.
7. Кинематические свойства вихрей.
8. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Условие несжимаемости. Уравнения неразрывности в форме Эйлера.
9. Массовые и поверхностные, внутренние и внешние силы. Законы сохранения количества движения и моментов количества движения для конечных масс сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения и момента количества движения сплошной среды.
10. Работа внутренних поверхностных сил. Кинетическая энергия и уравнение живых сил для сплошной среды в интегральной и дифференциальной формах.
11. Понятие о параметрах состояния, пространстве состояний, процессах и циклах. Закон сохранения энергии, внутренняя энергия. Уравнение притока тепла. Вектор потока тепла. Дифференциальные уравнения энергии и притока тепла.
12. Обратимые и необратимые процессы. Совершенный газ. Цикл Карно. Второй закон термодинамики. Энтропия и абсолютная температура. Некомпенсированное тепло и производство энтропии. Неравенство диссипации, тождество Гиббса. Диссипативная функция. Основные макроскопические механизмы диссипации. Понятие о принципе Онзагера. Уравнения состояния. Термодинамические потенциалы двухпараметрических сред.
13. Модель идеальной жидкости. Уравнения Эйлера. Полные системы уравнений для идеальной, несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия.

14. Интегралы Бернулли и Коши—Лагранжа. Явление кавитации.
15. Теорема Томсона и динамические теоремы о вихрях. Возникновение вихрей. Теорема Бьеркнеса.
16. Модель вязкой жидкости. Линейно-вязкая (ньютоновская) жидкость. Уравнения Навье-Стокса. Полные системы уравнений для вязкой несжимаемой и сжимаемой жидкостей. Начальные и граничные условия. Диссипация энергии в вязкой теплопроводной жидкости.
17. Применение интегральных соотношений к конечным объемам среды при установившемся движении. Теория реактивной тяги и теория идеального пропеллера.
18. Поверхности слабых и сильных разрывов. Разрывы сплошности.
19. Условия на поверхностях сильного разрыва в материальных средах и в электромагнитном поле. Тангенциальные разрывы и ударные волны.
20. Равновесие жидкости и газа в поле потенциальных массовых сил. Закон Архимеда. Равновесие и устойчивость плавающих тел и атмосферы.
21. Общая теория непрерывных потенциальных движений несжимаемой жидкости. Свойства гармонических функций. Многозначность потенциала в многосвязных областях. Кинематическая задача о произвольном движении твердого тела в неограниченном объеме идеальной несжимаемой жидкости. Энергия, количество движения и момент количества движения жидкости при движении в ней твердого тела. Движение сферы в идеальной жидкости.
22. Силы воздействия идеальной жидкости на тело, движущееся в безграничной массе жидкости. Основы теории присоединенных масс. Парадокс Даламбера.
23. Плоские движения идеальной жидкости. Функция тока. Применение методов теории аналитических функций комплексного переменного для решения плоских задач гидродинамики и аэродинамики. Стационарное обтекание жидкостью цилиндра и профиля. Формулы Чаплыгина и теорема Жуковского. Правило Жуковского и Чаплыгина определения циркуляции вокруг крыльев с острой задней кромкой. Нестационарное обтекание профилей.
24. Плоские задачи о струйных течениях жидкости. Обтекание тел с отрывом струй. Схемы Кирхгофа, Эфроса и др.
25. Определение поля скоростей по заданным вихрям и источникам. Формулы Био-Савара. Прямолинейный и кольцевой вихри. Законы распределения давлений, силы, обуславливающие вынужденное движение прямолинейных вихрей в плоском потоке.
26. Постановка задачи и основные результаты теории крыла конечного размаха. Несущая линия и несущая поверхность.
27. Постановка задачи Коши—Пуассона о волнах на поверхности тяжелой несжимаемой жидкости. Гармонические волны. Фазовая и групповая скорость. Дисперсия волн. Перенос энергии прогрессивными волнами. Теория мелкой воды. Уравнения Буссинеска и Кортевега-де-Вриза. Нелинейные волны. Солитон.

28. Ламинарное движение несжимаемой вязкой жидкости. Течения Куэтта и Пуазейля. Течение вязкой жидкости в диффузоре. Диффузия вихря.
29. Приближения Стокса и Озеена. Задача о движении сферы в вязкой жидкости в постановке Стокса.
30. Ламинарный пограничный слой. Задача Блазиуса. Интегральные соотношения и основанные на их использовании приближенные методы в теории ламинарного пограничного слоя. Явление отрыва пограничного слоя. Устойчивость пограничного слоя. Теплообмен с потоком на основе теории пограничного слоя.
31. Турбулентность. Опыт Рейнольдса. Уравнения Рейнольдса. Турбулентный перенос тепла и вещества. Полуэмпирические теории турбулентности. Профиль скорости в пограничном слое. Логарифмический закон. Прямое численное решение уравнений гидромеханики при наличии турбулентности.
32. Свободная и вынужденная конвекция. Приближение Буссинеска. Линейная неустойчивость подогреваемого плоского слоя и порог возникновения конвекции. Понятие о странном аттракторе.
33. Движение жидкости и газа в пористой среде. Закон Дарси. Система дифференциальных уравнений подземной гидрогазодинамики. Неустановившаяся фильтрация газа. Примеры точных автомодельных решений.
34. Распространение малых возмущений в сжимаемой жидкости. Волновое уравнение. Скорость звука.
35. Запаздывающие потенциалы. Эффект Доплера. Конус Маха. Уравнения газовой динамики. Характеристики.
36. Влияние сжимаемости на форму трубок тока при установившемся движении. Элементарная теория сопла Лаваля.
37. Одномерные неустановившиеся движения газов с плоскими, цилиндрическими и сферическими волнами. Автомодельные движения и классы соответствующих задач. Задачи о поршне и о сильном взрыве в газе.
38. Волны Римана. Эффект опрокидывания волн. Адиабата Гюгонио. Теорема Цемплена. Эволюционные и неэволюционные разрывы.
39. Теория волн детонации и горения. Правило Жуге и его обоснование.
40. Задача о структуре сильного разрыва.
41. Качественное описание решения задачи о распаде произвольного разрыва.
42. Плоские стационарные сверхзвуковые течения газа. Метод характеристик. Течение Прандтля—Майера. Косой скачок уплотнения. Обтекание сверхзвуковым потоком газа клина и конуса. Понятие об обтекании тел газом с отошедшей ударной волной.
43. Линейная теория обтекания тонких профилей и тел вращения.
44. Течения с гиперзвуковыми скоростями. Закон сопротивления Ньютона.
45. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла в пустоте. Взаимодействие электромагнитного поля с проводниками. Сила

Лоренца. Закон сохранения полного заряда. Закон Ома. Среды с идеальной проводимостью. Вектор и уравнение Умова—Пойнтинга. Джоулево тепло. Уравнения импульса и притока тепла для проводящей среды.

46. Уравнения магнитной гидродинамики. Условия замороженности магнитного поля в среду. Понятие о поляризации и намагничивании жидкостей.
47. Система определяющих параметров для выделенного класса явлений. Основные и производные единицы измерения. Формула размерностей. П-теорема. Примеры приложений. Определение физического подобия. Моделирование. Критерии подобия. Числа Эйлера, Маха, Фруда, Рейнольдса, Струхала, Прандтля.
48. Дополнительные вопросы по теме диссертационного исследования.

Критерии оценки знаний на экзамене

Оценка «5 (отлично)» на экзамене ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительного материала.

Оценка «4 (хорошо)» на экзамене ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе;
- умении оперировать специальными терминами;
- использовании в ответе дополнительный материал.

Но в ответе:

- имеются негрубые ошибки или неточности;
- делаются не вполне законченные выводы или обобщения.

Оценка «3 (удовлетворительно)» ставится при:

- схематичном неполном ответе;
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании;
- ответе с одной грубой ошибкой;

Оценка «2 (неудовлетворительно)» ставится при:

- ответе на все вопросы билета с грубыми ошибками;
- неумении оперировать специальной терминологией;

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Лойцянский, Л.Г. Механика жидкости и газа / Л.Г. Лойцянский. – М.: Дрофа, 2003.
2. Черняк, В.Г. Механика сплошных сред : учеб. пособие для вузов / В. Г. Черняк, П. Е. Суетин .- М. : ФИЗМАТЛИТ , 2006 .- 352 с.
3. Седов, Л.И. Методы подобия и размерности в механике / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1987.
4. Седов, Л.И. Механика сплошной среды. Т. I, II / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1994.
5. Ландау, Л.Д. Гидродинамика / Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1986.

Дополнительная литература:

1. Абрамович, Г.Н. Прикладная газовая динамика / Г.Н. Абрамович. – М.: Наука, 1976.
2. Афанасьев, К.Е. Информационные технологии в численных расчетах / К.Е. Афанасьев, А.М. Гудов. – Кемерово: фирма «Полиграф», 2001.
3. Афанасьев, К.Е. КМГЭ для решения плоских задач гидродинамики и его реализация на параллельных компьютерах / К.Е. Афанасьев, С.В. Стуколов. – Кемерово: КемГУ, 2003.
4. Гершуни, Г.З. Конвективная неустойчивость несжимаемой жидкости / Г.З. Гершуни, Е.М. Жуховицкий. М.: Наука, 1972.
5. Куликовский, А.Г. Магнитная гидродинамика / А.Г. Куликовский, Г.А. Любимов. – М.: Физматгиз, 1962.
6. Липанов, А.М. Численный эксперимент в классической гидромеханике турбулентных потоков / А.М. Липанов, Ю.Р. Кисаров, И.Г. Ключников. – Екатеринбург: Изд-во Ур. ОРАН, 2001.
7. Механика сплошных сред в задачах. Т. 1, 2 / Г.Я. Галин, А.Н. Голубятников, Я.А. Каменярж и др. – М.: Московский лицей, 1996.
8. Прандтль, Л. Гидроаэромеханика / Л. Прандтль. – РХД, 2000.
9. Седов, Л.И. Плоские задачи гидродинамики и аэродинамики / Л.И. Седов. – М.: Наука, 1980.
10. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. М.: Гос. изд-во физ.-тех. лит-ры, 1955.
11. Терентьев, А.Г. Численные методы в гидродинамике / А.Г. Терентьев, К.Е. Афанасьев. – Чебоксары: Чув. ун-т, 1987.
12. Уизем, Дж. Линейные и нелинейные волны / Дж. Уизем. – М.: Мир, 1977.
13. Чарный, И.А. Подземная гидрогазодинамика / И.А. Чарный. – М.: Гостоптехиздат, 1963.
14. Черный, Г.Г. Газовая динамика / Г.Г. Черный. – М.: Наука, 1988.
15. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг. – М.: Наука, 1974.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Электронная библиотека РФФИ – <http://elibrary.ru/defaultx.asp>
2. Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета – www.lib.mexmat.ru/books/41
3. Новая электронная библиотека – www.newlibrary.ru
4. Российское образование (федеральный портал) – www.edu.ru
5. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – <http://e.lanbook.com>
6. Виртуальный читальный зал Электронной Библиотеки Диссертаций РГБ – <http://www.diss.rsl.ru>
7. Информационно-образовательный портал КемГУ – <http://edu.kemsu.ru/>
8. Электронная библиотека диссертаций РГБ – <http://www.diss.rsl.ru/>
9. Научная электронная библиотека – <http://elibrary.ru/>
10. База данных INSPEC - Information Service for Physics, Electronics and Computing – <http://www.ebscohost.com/academic/inspec>
11. Журналы издательства Кембриджского университета – <http://journals.cambridge.org/action/stream?pageId=3216&level=2>
12. Журналы издательства Оксфордского университета – <http://oxfordjournals.org/>
13. Журналы издательства Wiley – <http://onlinelibrary.wiley.com/>

Программа составлена в соответствии с ФГТ к структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования и с учетом рекомендаций и ОПОП ППО по специальности подготовки аспиранта 01.02.05 – механика жидкости, газа и плазмы.

Составитель рабочей программы: Афанасьев К.Е., заведующий кафедрой ЮНЕСКО по новым информационным технологиям, д-р физ.-мат. наук, профессор

Рабочая программа дисциплины обсуждена
на заседании кафедры ЮНЕСКО по новым информационным технологиям

Протокол № 8 от « 26 » 04 2012 г.

Зав. кафедрой КА Афанасьев К.Е.

Одобрено методической комиссией математического факультета

Протокол № 10 от « 26 » 05 2012 г.

Председатель Фомин Фомина Л. Н.

Рабочая программа утверждена на заседании ученого совета математического факультета,
протокол № 9 от « 28 » 05 2012 г.

Декан математического факультета Данилов Н. Н. Данилов

Начальник отдела аспирантуры и докторантуры Рябова М. И. Рябова

« 15 » 06 2012 г.