



«Московский государственный технический  
университет  
имени Н.Э. Баумана»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор —  
проректор по научной работе  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
\_\_\_\_\_ В.Н. Зимин  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

Регистрационный номер

Программа учебной дисциплины

*Защита воздуха от загрязнений*

Программа учебной дисциплины составлена в соответствии с основной образовательной программой послевузовского профессионального образования МГТУ им. Н.Э. Баумана для аспирантов, обучающихся по специальности:

Наименование специальности	Шифр специальности
Экология (по отраслям)	03.02.08

Обсуждено на заседании кафедры Э9 « ___ » _____ 2014 г. Протокол № _____ Зав. кафедрой _____ А.А. Александров	Автор программы:  к.т.н., доцент _____ В.С. Спиридонов
--	--

## 1. Общая характеристика дисциплины

1.1. Цель преподавания дисциплины состоит в содействии формированию знаний, умений и навыков для реализации следующих областей исследований:

- разработка научных основ создания современных методов очистки воздуха в системах вентиляции и кондиционирования;
- теоретический анализ и экспериментальное исследование процессов, машин и аппаратов очистки воздуха с целью улучшения их технико-экономических и эксплуатационных характеристик.

1.2. Задачей преподавания дисциплины является формирование у аспирантов необходимой теоретической базы в области проектирования систем очистки воздуха, позволяющей получать решения новых научно-технических проблем, обладающие научной новизной и практической значимостью.

Направлениями преподавания дисциплины являются:

- изучение промышленных аэрозолей и их свойств;
- овладение методами описания движения аэрозольных частиц в газах;
- изучение сухих и мокрых методов очистки воздуха;
- овладение технологическим процессом моделирования систем очистки воздуха;
- изучение методов организации промышленных систем комплексной очистки воздуха.

- **1.3. Компетенции, приобретаемые аспирантами в результате изучения дисциплины**

**1.3.1. Универсальные компетенции (УК):**

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

**1.3.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):**

ОПК - 2 Готовность организовать работу исследовательского коллектива в области профессиональной деятельности;

ОПК - 7 Владение методами проведения патентных исследований, лицензирования и защиты авторских прав при создании инновационных продуктов в области профессиональной деятельности

**1.3.3. Профессиональные компетенции (ПК):**

ПК - 2 Способность создавать и исследовать математические и программные модели процессов, связанных с функционированием объектов профессиональной деятельности

ПК - 5 Способность разрабатывать математические модели технологий, процессов, проектно-конструкторской документации, в областях промышленной экологии и биотехнологии

## 2. Структура дисциплины

Модули	Трудоемкость в зачетн. ед.	Часы общ./ауд.	Контрольные мероприятия
Модуль 1	2	72/18	Аналитическая справка/тезисы доклада

Модуль 2	2	72/18	Аналитическая справка/тезисы доклада
Модуль 3	3	108/18	Аналитическая справка/тезисы доклада, зачет

### 3. Содержание дисциплины

#### 3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Объем в часах		
	Всего	III–й семестр	IV–й семестр
Лекции	-		
Семинары	18	12	6
Лабораторные работы	-	-	-
Круглый стол	36	24	12
Самостоятельная работа	198	108	90
<b>Итого в часах</b>	<b>252</b>	<b>144</b>	<b>108</b>
<b>Итого в зачетных единицах<sup>*)</sup>:</b>	<b>7</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>
Проверка знаний:	Зачет		<b>Зачет</b>

#### Модуль 1. Промышленные загрязнения воздуха.

Источники образований промышленных загрязнений. Дисперсные системы и их классификация. Гомогенные и гетерогенные системы.

Характеристики газообразных загрязняющих веществ. Свойства газообразных загрязняющих веществ и механизмы их образования. Соединения серы, азота, хлора, углерода и углеводороды. Химические соединения газообразных загрязняющих веществ. Особо опасные загрязняющие вещества.

Методы определения и контроля гомогенных загрязнений воздуха.

Влажный воздух. Характеристика влажных сред и анализ их влияния на эффективность протекающих процессов. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Способы определения влажности воздуха.

Характеристики аэрозольных загрязнений. Аэрозольные частицы дезинтеграции и конденсации. Классификация промышленных аэрозолей.

Свойства индивидуальных частиц: геометрическая форма, размер, дисперсность, шероховатость поверхности. Способы определения размеров аэрозольных частиц. Коэффициенты формы частиц. Физико-химические свойства веществ конденсированной фазы: плотность, твердость, смачиваемость, растворимость, удельное электрическое сопротивление.

Свойства аэрозолей как совокупности частиц конденсированной фазы. Дисперсный состав частиц конденсированной фазы. Способы определения дисперсного состава частиц. Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по размерам. Параметры распределения. Средний размер частиц и способы его определения. Величина удельной поверхности частиц.

Свойства пылевого слоя: пористость, насыпная плотность, угол естественного откоса, угол обрушения, гигроскопичность, прочность, сжимаемость. Морфология промышленных аэрозолей. Горючесть и взрываемость пыли.

Закономерности движения аэрозольных частиц в газах. Аэродинамическое сопротивление частиц сферической формы. Закон Стокса. Коэффициент лобового сопротивления частиц сферической формы в переходной области обтекания и в

области Ньютона. Аэродинамическое сопротивление частиц неправильной формы. Особенности движения капель жидкости. Устойчивость капель в потоке газа. Движение аэрозольных частиц в дискретных средах. Модифицированное уравнение Стокса.

### **Модуль 2. Методы очистки воздуха от гомогенных загрязнений.**

Применимость рассматриваемых методов очистки, их преимущества и недостатки. Химические методы очистки воздуха.

Водные и неводные системы. Однократная абсорбция и регенерация. Конструкция абсорбционного оборудования. Теоретические основы абсорбционных процессов и методы их расчета. Абсорбция на твердых материалах.

Адсорбционные методы очистки воздуха и области их применения. Основные виды адсорбентов. Принципы разработки адсорбционных систем. Десорбция и удаление адсорбируемых продуктов. Типы оборудования для адсорбции.

Теоретические основы адсорбционных процессов и методы их расчета. Механизмы адсорбции. Адсорбционное равновесие и пористая структура адсорбентов. Уравнения изотерм адсорбции. Кинетика адсорбции. Кинетическая кривая. Коэффициент диффузии. Виды переноса в пористом теле. Кинетика десорбции. Изотермическая десорбция. Выбор температурного режима десорбции. Динамика адсорбции. Уравнение материального баланса. Уравнение кинетики адсорбции. Уравнение теплового баланса. Уравнение передачи тепла. Начальные и граничные условия. Математические модели динамики адсорбции. Равновесие и динамика адсорбции.

Технологические циклы работы адсорберов. Эксплуатационные характеристики адсорберов. Режимы эксплуатации адсорберов. Конструктивные схемы адсорберов.

Очистка воздуха активными углями. Комплексная очистка воздуха цеолитами. Сушка воздуха силикагелями. Сушка воздуха в статических и динамических условиях. Сушка воздуха с небольшим содержанием влаги. Выбор условий регенерации силикагеля. Деактивация силикагеля.

Конденсация. Типы используемого оборудования. Теория и проектирование. Некоторые проблемы – образование тумана.

### **Модуль 3. Методы очистки воздуха от гетерогенных загрязнений.**

Улавливание пыли механическими осадителями. Принципы и объекты механического улавливания. Область применения, преимущества и недостатки механических методов очистки воздуха. Осадительные камеры, инерционные осадители, циклонные осадители. Физические основы процессов очистки механическими осадителями. Закономерности движения аэрозолей в механических осадителях. Механизмы процессов диффузии и инерции. Расчет и конструирование механических осадителей. Оценка эффективности работы механических осадителей.

Улавливание аэрозолей фильтрованием. Принципиальная схема фильтра. Фильтровальные перегородки и их структурные характеристики. Фильтровальные перегородки из волокон и частиц. Закономерности движения газов в пористых средах. Физические основы процесса фильтрования. Фильтры поверхностного действия и глубинные фильтры. Фильтрование с образованием осадка. Силы адгезии. Аэродинамический захват частиц. Механизмы диффузии, инерции и касания. Диапазоны размеров частиц, улавливаемых за счет диффузии и инерции. Совместное действие различных механизмов улавливания. Влияние режима фильтрования на механизм улавливания частиц в пористой перегородке. Изменение гидравлического сопротивления фильтровальной перегородки в процессе фильтрования. Регенерация фильтровальных перегородок.

Материалы, применяемые для изготовления фильтровальных перегородок. Фильтровальные ткани, войлоки, фетры. Виды волокон, применяемых для изготовления фильтровальных материалов. Эксплуатационные характеристики

волоконистых материалов. Улавливание пыли волокнистыми фильтрами. Режимы эксплуатации волоконистых фильтров. Конструктивные схемы волоконистых фильтров.

Очистка газов от механических примесей в электрическом поле. Преимущества и недостатки электрофильтров. Область их применения. Состав установки для электрической очистки газов. Схема процесса улавливания пыли в электрофильтре. Физические основы работы электрофильтра. Скорость движения ионов в электрофильтре. Подвижность ионов. Ударная ионизация нейтральных молекул газа. Влияние конфигурации электрического поля на характер электрического разряда в газах. Искровой разряд. Коронный разряд. Ток короны. Критическое напряжение короны. Положительная и отрицательная короны. Механизм зарядки частиц пыли в межэлектродном пространстве. Величина максимального электрического заряда, приобретаемого частицами пыли в электрическом поле. Силы, обуславливающие движение частиц пыли в межэлектродном пространстве. Дрейф частиц к осадительному электроду. Процесс осаждения пыли на осадительный электрод. Влияние характеристик пыли и параметров очищенного газа на процесс осаждения и удерживание пыли на осадительном электроде. Вторичный унос пыли с электрода. Классификация промышленных пылей по величине их удельного электрического сопротивления. Влияние слоя осажденной пыли на напряженность поля в межэлектродном пространстве. Вольтамперная характеристика электрофильтра на участке коронного разряда. Зависимость тока короны от концентрации пыли в очищаемом газе, температуры, влажности, давления и скорости движения газа. Явление запираания электрофильтра. Способы предотвращения запираания электрофильтра. Теоретический расчет эффективности улавливания пыли в электрофильтре. Уравнение Дейча. Элементы конструкции электрофильтра.

Конструктивные схемы корпуса электрофильтра. Устройства, обеспечивающие выравнивание профиля скорости газа в межэлектродном пространстве. Конструкции и геометрические размеры коронирующего и осадительного электродов. Материалы, применяемые для изготовления электродов. Способы удаления пыли с поверхности осадительных электродов. Классификация электрофильтров. Схемы электрического оборудования аппарата. Влияние различных факторов на работу электрофильтров. Выбор и порядок расчета электрофильтров.

Мокрые методы обеспыливания газов. Области применения мокрых пылеулавливателей, их преимущества и недостатки. Физические основы улавливания пыли в мокрых пылеулавливателях. Захват частиц пыли каплями жидкости. Захват частиц пыли пленкой жидкости. Влияние смачиваемости частиц пыли на характер их взаимодействия с поверхностью жидкости.

Энергетический метод расчета эффективности мокрых пылеулавливателей. Суммарная энергия соприкосновения фаз. Различные формы записи уравнения теплового баланса в аппарате. Расчет температуры очищаемого газа на выходе из аппарата. Температура «мокрого» термометра. Определение температуры «мокрого» термометра по диаграмме Рамзина.

Пылеулавливающие аппараты с промывкой газов жидкостью. Устройство и работа форсуночных пылеулавливателей. Процесс теплообмена в форсуночных срубберах. Определение средней разности температур между газом и жидкостью. Коэффициент теплопередачи. Расчет необходимого количества воды, подаваемой в аппарат. Теоретический расчет эффективности улавливания пыли в форсуночных скрубберах. Процесс дробления капель жидкости и захват ими пыли. Критическое значение числа Вебера. Формула Нукиямы и Таназавы для расчета размера капель воды. Вспомогательное оборудование мокрых пылеулавливателей. Устройства для диспергирования жидкостей. Конструкции форсунок. Размер капель, образующихся при диспергировании жидкостей. Устройства для сепарации капель из потока газа.

### 3.2. Практические занятия

#### Модуль 1. Научно-практические семинары

Темы семинаров:

1. Синтез современных систем очистки газовых выбросов - 2 ч.;
2. Конвективная диффузия загрязняющих веществ в газах - 2 ч.;
3. Особенности движения аэрозольных частиц в газах - 2 ч.

Рекомендуемая литература [1-3, 6-7, 11-13].

Трудоемкость: 6 часов.

Максимальный балл: 14.

Минимальный балл: 8.

Сроки проведения: с 11-й по 12-ю неделю 3-го семестра.

Форма отчетности: тезисы научных докладов и сообщений.

#### Модуль 2. Научно-практические семинары

1. Массообмен на границе раздела фаз - 2 ч;
2. Особенности массообмена в капиллярно-пористых системах - 2 ч;
3. Абсорбция при наличии превращений в жидком поглотителе - 2 ч.

Рекомендуемая литература [2-4, 6-9, 1-13]

Трудоемкость: 6 часов.

Максимальный балл: 13.

Минимальный балл: 8.

Сроки проведения: с 13-й по 14-ю неделю 3-го семестра.

Форма отчетности: тезисы научных докладов и сообщений.

#### Модуль 3. Научно-практические семинары.

1. Механизмы коагуляции аэрозольных частиц - 2 ч;
2. Особенности движения аэрозольных систем в пористых средах - 2 ч;
3. Движение аэрозольных частиц во внешней области коронного разряда - 2ч.

Рекомендуемая литература [2-4, 6-9, 1-13]

Трудоемкость: 6 часов.

Максимальный балл: 13.

Минимальный балл: 7.

Сроки проведения: с 1-й по 4-ю неделю 4-го семестра.

Форма отчетности: тезисы научных докладов и сообщений.

### 3.3. Другие виды аудиторных занятий

Публичные доклады по теме: "Исследование и анализ диффузионных процессов в потоках газов".

Рекомендуемая литература [1-13].

Трудоемкость: 12 часов, в том числе консультации - 4 часа.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Форма сдачи: публичная защита при участии научного руководителя.

Сроки проведения: 12 - 13-ая неделя 3-го семестра.

Публичные доклады по теме: "Современные технологии нейтрализации газообразных загрязнений".

Рекомендуемая литература [1-13].

Трудоемкость: 12 часов, в том числе консультации - 2 часа.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Форма сдачи: публичная защита при участии научного руководителя.

Сроки проведения: 13-14-ая неделя 3-го семестра.

Публичные доклады по теме: "Методы очистки воздуха от гетерогенных загрязнений».

Рекомендуемая литература [1-13].

Трудоемкость: 12 часов, в том числе консультации - 2 часа.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Форма сдачи: публичная защита при участии научного руководителя.

Сроки проведения: 3 - 4-ая неделя 4-го семестра.

### **3.4. Самостоятельная работа (в том числе под контролем преподавателя)**

#### **3.4.1 Самостоятельная проработка материала**

**Модуль 1.** Промышленные загрязнения воздуха.

Рекомендуемая литература [2, 3, 7, 9, 11-13].

Трудоемкость: 54 часа, в том числе консультации - 8 часов.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Сроки проведения: 11 - 13-ая неделя 3-го семестра.

Форма отчетности: рефераты, аналитическая справка.

**Модуль 2.** Методы очистки воздуха от гомогенных загрязнений

Рекомендуемая литература [1-5, 8-10, 13].

Трудоемкость: 54 часа, в том числе консультации - 10 часов.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Сроки проведения: 12 - 14-ая неделя 3-го семестра.

Форма отчетности: рефераты, аналитическая справка.

**Модуль 3.** Методы очистки воздуха от гетерогенных загрязнений

Рекомендуемая литература [1-5, 8-10, 13].

Трудоемкость: 78 часов, в том числе консультации - 12 часов.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Сроки проведения: 2 - 4-ая неделя 4-го семестра.

Форма отчетности: рефераты, аналитическая справка.

Итоговая отчетность по дисциплине – зачет.

### **3.4. Примеры контрольных вопросов по разделам дисциплины**

Номер и наименование модуля	Пример вопросов текущего контроля результатов освоения дисциплины
1. Введение	1. Цель, предмет и задачи, решаемые при изучении дисциплины. 2. Основоположники основных методов защиты воздуха от загрязнений

	<p>3. Проблемы и перспективы развития методов и технологий защиты воздуха от загрязнений</p>
<p>2. Промышленные загрязнения воздуха</p>	<p>Методы определения и контроля гомогенных загрязнений воздуха.          Характеристика влажных сред и анализ их влияния на эффективность протекающих процессов.          Характеристики аэрозольных загрязнений.          Аэрозольные частицы дезинтеграции и конденсации.          Классификация промышленных аэрозолей.          Свойства аэрозолей как совокупности частиц конденсированной фазы.          Интегральная и дифференциальная кривые распределения частиц по размерам. Параметры распределения.          Величина удельной поверхности частиц.          Закономерности движения аэрозольных частиц в газах.          Аэродинамическое сопротивление частиц сферической формы.          Закон Стокса.          Коэффициент лобового сопротивления частиц сферической формы в переходной области обтекания и в области Ньютона.          Модифицированное уравнение Стокса.</p>
<p>3. Методы очистки воздуха от гомогенных загрязнений</p>	<p>Химические методы очистки воздуха.          Водные и неводные системы.          Конструкция абсорбционного оборудования. Теоретические основы абсорбционных процессов и методы их расчета.          Абсорбция на твердых материалах.          Типы оборудования для адсорбции.          Механизмы адсорбции.          Уравнение кинетики адсорбции. Уравнение теплового баланса.          Уравнение передачи тепла. Начальные и граничные условия.          Математические модели динамики адсорбции.          Технологические циклы работы адсорберов.          Эксплуатационные характеристики адсорберов.          Режимы эксплуатации адсорберов.          Конструктивные схемы адсорберов.          Очистка воздуха активными углями. Комплексная очистка воздуха цеолитами. Осушка воздуха силикагелями. Осушка воздуха в статических и динамических условиях.          Выбор условий регенерации силикагеля.</p>
<p>4. Методы очистки воздуха от гетерогенных загрязнений</p>	<p>Улавливание пыли механическими осадителями. Принципы и объекты механического улавливания.          Область применения, преимущества и недостатки механических методов очистки воздуха.          Осадительные камеры, инерционные осадители, циклонные осадители. Физические основы процессов очистки механическими осадителями.          Улавливание аэрозолей фильтрованием. Принципиальная схема фильтра.          Материалы, применяемые для изготовления</p>



	<p>фильтровальных перегородок. Фильтровальные ткани, войлоки, фетры. Виды волокон, применяемых для изготовления фильтровальных материалов. Эксплуатационные характеристики волокнистых материалов. Улавливание пыли волокнистыми фильтрами. Режимы эксплуатации волокнистых фильтров. Конструктивные схемы волокнистых фильтров.</p> <p>Очистка газов от механических примесей в электрическом поле. Преимущества и недостатки электрофильтров. Область их применения.</p> <p>Процесс осаждения пыли на осадительный электрод. Уравнение Дейча. Элементы конструкции электрофильтра. Конструктивные схемы корпуса электрофильтра.</p> <p>Способы удаления пыли с поверхности осадительных электродов. Классификация электрофильтров.</p> <p>Влияние различных факторов на работу электрофильтров.</p> <p>Мокрые методы обеспыливания газов. Области применения мокрых пылеулавливателей, их преимущества и недостатки. Физические основы улавливания пыли в мокрых пылеулавливателях. Захват частиц пыли каплями жидкости.</p> <p>Влияние смачиваемости частиц пыли на характер их взаимодействия с поверхностью жидкости.</p> <p>Суммарная энергия соприкосновения фаз. Различные формы записи уравнения теплового баланса в аппарате.</p> <p>Расчет температуры очищаемого газа на выходе из аппарата. Температура «мокрого» термометра.</p> <p>Пылеулавливающие аппараты с промывкой газов жидкостью. Устройство и работа форсуночных пылеулавливателей. Процесс теплообмена в форсуночных срубберах.</p>
--	--

#### 4. Методическое обеспечение дисциплины

##### 4.1. Основная учебная литература

1. Сотников Е.В., Дмитренко В.П., Сотников В.С. Теоретические основы процессов защиты среды обитания: учеб. пособие для вузов / Сотников Е.В., Дмитренко В.П., Сотников В.С. – СПб.: Лань, 2014. – 573 с.

2. Комкин А.И., Ксенофонтов Б.С., Спиридонов В.С. Расчет и проектирование систем защиты окружающей среды: учеб. пособие: в 2 ч. / Комкин А.И., Ксенофонтов Б.С., Спиридонов В.С. ; МГТУ им. Н.Э. Баумана. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. Ч.1: Теоретические основы. – 2011. – 97 с.

3. Шумилов Р.Н., Толстова Ю.И., Бояршинова А.Н. Проектирование систем вентиляции и отопления: учеб. пособие / Шумилов Р.Н., Толстова Ю.И., Бояршинова А.Н. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2014. – 332 с.

##### 4.2. Дополнительная учебная литература.

4. Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: Учеб. пособие/А.Г.Ветошкин. – М.: Высш.шк., 2008. – 397 с.

5. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты газоочистки: Учеб. пособ. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2006 – 232 с.
6. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки: Учеб. пособ. Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005 – 244 с.
7. Страус В. Промышленная очистка газов. – М.: Химия, 1981. – 616с.
8. Алиев Г.М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов. – М.: Metallurgia, 1986. –544с.
9. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. Ч.1./Под ред. Калверта С., Инглунда Г.М. – М.: Metallurgia, 1988. – 760с.
10. Защита атмосферы от промышленных загрязнений. Ч.2./Под ред. Калверта С., Инглунда Г.М. – М.: Metallurgia, 1988. – 712с.
11. Пирумов А.И. Обеспыливание воздуха. – М.: Стройиздат, 1981. – 296с.
12. Волокнистые фильтрующие материалы ФП./И.В. Петрянов и др. . – М.: Знание, 1968. – 76с.

#### **4.3. Кафедральные издания и методические материалы**

13. Сажеуловители / Под ред. Белова С.В. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1995. - 57с.

#### **4.4. Периодические издания**

- Журнал «Безопасность в техносфере»;  
Журнал «Безопасность жизнедеятельности».

Автор программы:

\_\_\_\_\_ В.С.Спиридонов

«            » \_\_\_\_\_ 2014г

Заведующий кафедрой «Экология и промышленная безопасность» (Э9)

\_\_\_\_\_ А.А.Александров

«            » \_\_\_\_\_ 2014г

Ответственный за подготовку направления 03.02.08

\_\_\_\_\_ В.А. Девисилов

«            » \_\_\_\_\_ 2014г

Начальник Управления докторантуры  
и аспирантуры

\_\_\_\_\_ И.Б. Шавырин

«            » \_\_\_\_\_ 2014г

Руководитель программы 03.02.08

\_\_\_\_\_ В.А.Девисилов

«       » \_\_\_\_\_ 2014г.

Авторский коллектив:

\_\_\_\_\_ старший преподаватель Р.А.Таранов  
(составитель ООП по направлению 19.06.01)

\_\_\_\_\_ д.т.н., профессор каф. Э-9 А.И.Комкин

\_\_\_\_\_ д.т.н., профессор каф. Э-9 Б.С.Ксенофонов

\_\_\_\_\_ д.т.н., профессор каф Э-9 Г.П.Павлихин

\_\_\_\_\_ к.б.н., доцент каф. Э-9 Н.Н.Бушуев

Начальник Управления докторантуры  
и аспирантуры

\_\_\_\_\_ И.Б. Шавырин

«       » \_\_\_\_\_ 2014г