



**«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  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2014г.

Регистрационный номер

**Программа учебной дисциплины**

**Методы интенсификации очистки воды**

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 Протокол № _____ Зав. кафедрой _____ А.А.Александров	Автор программы: Д.т.н., профессор _____ Б.С.Ксенофонов
---	--

Методы интенсификации очистки воды

Кафедра Э9

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования



«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

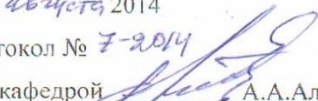
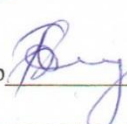
Регистрационный номер

Программа учебной дисциплины

**Методы интенсификации очистки воды**

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 «28» августа 2014 Протокол № 7-2014 Зав. кафедрой  А.А.Александров	Автор программы: Д.т.н., профессор  Б.С.Ксенофонтов
--	---

Москва, 2014г

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Э.БАУМАНА

## 1. Общая характеристика дисциплины

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

- разработка научных основ создания новых методов интенсификации физико-химической и биологической очистки воды;
- теоретический анализ и экспериментальное исследование функционирования сооружений физико-химической и биологической очистки воды;
- разработка научных методов и алгоритмов новых методов расчета сооружений физико-химической и биологической очистки воды;

1.2. Задачей преподавания дисциплины является формирование у аспирантов необходимой теоретической базы в области разработки и расчета новых сооружений физико-химической и биологической очистки воды.

Направлениями преподавания дисциплины являются:

- изучение проблем создания методов расчета новых сооружений физико-химической и биологической очистки воды;
- овладение методами пользования новыми программными продуктами для расчета сооружений физико-химической и биологической очистки воды;
- изучение методов оценки перспектив внедрения новых способов и устройств интенсификации физико-химической и биологической очистки воды.

1.3. Компетенции, приобретаемые аспирантами в результате изучения дисциплины:

1.3.1. Универсальные компетенции (УК):

- УК-1 - способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- УК-3 - готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач.

1.3.2. Общепрофессиональные компетенции (ОПК):

- 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.

1.3.3. Профессиональные компетенции (ПК):

- ПК-1 - готовность применять перспективные методы исследования и решения профессиональных задач с учетом мировых тенденций развития техносферной безопасности;
- ПК-4 - готовность разрабатывать и совершенствовать системы экологического мониторинга и контроля состояния среды обитания.

2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной программы послевузовского профессионального образования.

Для усвоения дисциплины обучаемый должен обладать базовой естественнонаучной подготовкой и знаниями специалиста или магистра по профильному направлению подготовки.

Рассматриваемая дисциплина тесно связана со следующими разделами дисциплин учебных планов специалиста или магистра профильного направления подготовки:

- Математический анализ;
- Физика (гидродинамика, гидравлика, теплофизика).

Освоение данной дисциплины аспирантом призвано помочь ему в приобретении знаний и навыков, необходимых для выполнения НИР и диссертационной работы, подготовки и сдачи кандидатского экзамена по специальности.

### 3. Структура и содержание дисциплины

Модули	Трудоемкость в зач. ед.	Часы общ./ауд.	Контрольные мероприятия
Модуль 1	3,5	126/27	Аналитическая справка/тезисы доклада
Модуль 2	3,5	126/27	Аналитическая справка/тезисы доклада

#### 3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Объем в часах по семестрам			
	Всего	Семестр 3	Семестр 4	
Лекции	4	2	2	
Семинары и практические занятия	14	7	7	
Лабораторные работы	-	-	-	
Другие виды аудиторных занятий (круглый стол, защита рефератов)	36	18	18	
Самостоятельная работа	198	99	99	
<b>Итого в часах</b>	<b>252</b>	<b>126</b>	<b>126</b>	
<b>Итого в зачетных единицах*):</b>	<b>7</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	
Проверка знаний:	<b>Зачет</b>	-	<b>Зачет</b>	

#### Лекции (4 часа):

**Модуль 1.** Классификация физико-химических методов интенсификации очистки воды. Современные задачи и требования к основным технологиям физико-химической очистки воды. Проблемы разработки методов расчета новых способов физико-химической очистки воды. Математические модели. Методы описания многостадийных процессов физико-химической очистки воды. Оптимизация физико-химической очистки воды.

Влияние свойств водных систем на эффективность извлечения из воды загрязнений. Технология моделирования функционирования очистных сооружений физико-химической очистки воды. Методы и задачи моделирования комплексов очистных сооружений физико-химической очистки воды и их использование для расчета оборудования.

**Модуль 2.** Краткие исторические сведения о развитии биологической очистки воды в России и мире. Основные технологии биологической очистки воды. Роль различных микроорганизмов в процессах биологической очистки воды. Оптимальные условия культивирования микроорганизмов активного ила в процессах окисления органических загрязнений и извлечения биогенных элементов.

Разработка новых биологических сооружений для очистки воды. Моделирование биологических сооружений для очистки воды. Сооружения одно- и двухиловой схемы биологической очистки воды. Сгущение и утилизация осадков сточных вод. Сбраживание осадков и избыточного активного ила в метантенках. Возможности утилизации избыточного активного ила, образующегося на биологических очистных сооружениях.

### **3.2. Практические занятия (семинары, упражнения, занятия в компьютерном классе, деловые игры и т.п.)**

#### **Модуль 1. Научно-практические семинары -7 часов**

Темы семинаров:

1. Современные способы интенсификации физико-химической очистки воды – 1 час;
2. Реагентная обработка воды - 1 час;
3. Флотационные способы очистки воды - 1 час;
4. Сорбционные технологии очистки воды - 1 час;
5. Мембранные способы очистки воды - 1 час;
6. Основы ионообменной технологии - 1 час;
7. Обессоливание воды электродиализом- 1 час.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 8.

Сроки проведения: 11 - 12 недели 3-го семестра.

Форма отчетности: научные доклады и сообщения

#### **Круглые столы-12 часов**

1. Доочистка воды на зернистых фильтрах- 6 часов;
2. Обработка осадков после физико-химической очистки воды – 6 часов.

Максимальный балл: 10.

Минимальный балл: 7.

Сроки проведения: 13 - 14 недели 3-го семестра.

Форма отчетности: научные доклады и сообщения.

#### **Защита рефератов по физико-химической очистке воды – 6 часов.**

Рекомендуемая литература [1-3, 4-15].

Общая трудоемкость по 1-му модулю: 27 часов.

Максимальный балл: 30.

Минимальный балл: 20.

Сроки проведения: 13 - 14 недели 3-го семестра.

Форма отчетности: тезисы научных докладов и сообщений, рефераты.

#### **Модуль 2. Научно-практические семинары - 7 часов.**

1. История развития биологических способов очистки воды - 1 час;
2. Составы активных илов биологических очистных сооружений - 1 час;
3. Одно- и двухиловая схемы биологической очистки воды - 1 час;

4. Биологическая очистка воды в аэротенках-1 час;
  5. Биологическая очистка воды в биофильтрах-1 час;
  6. Использование биореакторов с неподвижной и псевдоожиженной загрузкой -1 час;
  7. Иммунизация микроорганизмов активного ила – 1 час.
- Максимальный балл: 10.  
Минимальный балл: 8.  
Сроки проведения: 1 - 2 недели 4-го семестра.  
Форма отчетности: научные доклады и сообщения

#### **Круглые столы – 12 часов**

1. Биологические пруды для доочистки сточных вод – 6 часов;
  2. Обезвоживание избыточного активного ила и возможности его утилизации- 6 часов.
- Максимальный балл: 10.  
Минимальный балл: 7.  
Сроки проведения: 3 - 4 недели 4-го семестра.  
Форма отчетности: научные доклады и сообщения.

#### **Защита рефератов по биологической очистке воды – 6 часов.**

- Рекомендуемая литература [1-15]  
Общая трудоемкость по 2-му модулю: 27 часов.  
Максимальный балл: 30.  
Минимальный балл: 15.  
Сроки проведения: 3 - 4 недели 4-го семестра.  
Форма отчетности: тезисы научных докладов и сообщений, рефераты.

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

#### **3.3.1 Самостоятельная проработка материала**

**Модуль 1.** Исследование флотационного процесса с использованием многостадийных моделей.

- Рекомендуемая литература [ 3, 16-19].  
Сроки проведения: 11 - 14 недели 3-го семестра.  
Форма отчетности: рефераты, публичная защита при участии научного руководителя.

**Модуль 2.** Современные технологии удаления биогенных элементов из сточных вод.

- Рекомендуемая литература [1-2, 4-15, 17].  
Сроки проведения: 1 - 4 недели 4-го семестра.  
Форма отчетности: тезисы научных докладов и сообщений, рефераты, публичная защита при участии научного руководителя.

#### **3.3.2. По каждому модулю:**

- Трудоемкость: 99 часов.  
Максимальный балл: 20.  
Минимальный балл: 15.  
Форма проверки знаний по дисциплине - зачет.

### **4. Образовательные технологии**

В процессе изучения дисциплины аспиранты имеют возможность использовать нижеследующие формы получения и закрепления знаний, а также приобретения опыта их представления:

- изучение физико-химических методов интенсификации очистки воды на базе имеющегося библиотечного фонда и периодических изданий;
  - методы математического моделирования флотационных способов очистки воды с использованием вычислительной техники;
  - математическое моделирование функционирования очистных сооружений физико-химической очистки воды с помощью ПК кафедры;
  - методы моделирования комплексов очистных сооружений физико-химической очистки воды;
  - презентации рефератов и выступления с докладами на научно-технических семинарах и конференциях.
- Возможно участие аспирантов в проведении научных исследований в профильных организациях.

### **5. Оценочные средства текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов**

Самостоятельная работа аспирантов имеет основную цель – обеспечить качество подготовки выпускаемых специалистов в соответствии с требованиями программы.

В процессе обучения предусмотрены следующие виды самостоятельной работы обучающегося:

- работа с конспектами лекций;
- написание рефератов по отдельным разделам дисциплины;
- текущий мониторинг технической литературы и периодических изданий в области изучаемой с учетом по направления диссертационной работы;
- изучение обязательной и дополнительной литературы.

Контроль результатов самостоятельной работы осуществляется преподавателем в течение всего семестра. При освоении дисциплины могут быть использованы следующие формы контроля самостоятельной работы:

- контрольные вопросы при проведении аудиторных занятий;
- обсуждение и итоговая (устная) оценка докладов на научно-технических семинарах;
- оценка рефератов.

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

<b>Разделы дисциплины</b>	<b>Контрольные вопросы</b>
Физико-химические методы интенсификации очистки воды	Требования к основным технологиям физико-химической очистки воды. Методы расчета новых способов физико-химической очистки воды.
Математические модели	Методы описания многостадийных процессов физико-химической очистки воды.
Технология моделирования	Моделирование функционирования очистных сооружений физико-химической очистки воды. Методы и задачи моделирования комплексов очистных сооружений.
Биологическая очистка воды	Роль различных микроорганизмов в процессах биологической очистки воды.
Окисление органических загрязнений	Оптимальные условия культивирования микроорганизмов активного ила в процессах окисления органических загрязнений. Извлечение биогенных элементов.
Биологические сооружения для очистки воды	Моделирование биологических сооружений для очистки воды. Сооружения одно- и двухиловой схемы биологической очистки

		воды.
Утилизация сточных вод	осадков	Сгущение и утилизация осадков сточных вод. Сбраживание осадков и избыточного активного ила в метантенках.

Итоговая отчетность по дисциплине – **зачет**.

#### 4. Методическое обеспечение дисциплины

##### 4.1. Основная учебная литература

1. Благоразумова А. М. Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: учеб. Пособие / Благоразумова А. М. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб: Лань, 2014. – 203 с.
2. Кольцов В.Б., Кольцова О.В. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: учебник и практикум / Кольцов В.Б., Кольцова О.В. ; Национальный исслед. ун-т «МИЭТ»; общ. ред. Каракеян В.И. – М.:Юрайт, 2014. – 587 с.
3. Прикладная экобиотехнология. В 2 т. Т. 1 / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 635 с.

##### 4.2. Дополнительная учебная литература

4. Прикладная экобиотехнология. В 2 т. Т. 2 / А. Е. Кузнецов, Н. Б. Градова, С. В. Лушников. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 491 с.
5. Ксенофонтов Б.С. Очистка сточных вод: кинетика флотации и флококомбайны. М.: И.Д. «Форум»: Инфра-М. 2015.- 256с.
6. Ксенофонтов Б.С. Флотационная обработка воды, отходов и почвы. - М.:
7. Очистка сточных вод: Пер. с англ./Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. – М.: Мир, 2004. – 480 с.
8. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод; Учебник для вузов. – М.:АСВ, 2004.- 591 с.
9. Ксенофонтов Б.С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии. М.: И.Д. «Форум»: Инфра - М. 2015.- 256с.
10. Ксенофонтов Б.С., Павлихин Г.П., Симакова Е.Н. Промышленная экология. М.: И.Д. «Форум»: Инфра - М. 2013.- 208с.
11. Калицун В.И. Водоотводящие системы и сооружения: Учеб. для вузов. – М.: Стройиздат, 1987. – 336 с.
12. Калицун В.И. Гидравлический расчет водоотводящих сетей: Справ, пособие. – М.: Стройиздат, 1987. – 72 с.
13. Лихачев Н.И., Ларин И.И., Хаскин С.А. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. / Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; Под ред. В.Н. Самохина. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с. – (Справочник проектировщика).
14. Ласков Ю.М., Воронов Ю.В., Калицун В.И. Примеры расчетов канализационных сооружений. – М.: Стройиздат, 1987. – 253 с.
15. Лукиных А.А., Лукиных Н.А. Таблицы для гидравлического расчета канализационных сетей и дюкеров по формуле акад. Н.Н. Павловского: Справ, пособие. – 5-е изд. – М.: Стройиздат, 1987. – 152 с.
16. СНиП 2.04.02-84. Строительные нормы и правила. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат, 1985. – 136 с.
17. СНиП 2.04.03-85. Строительные нормы и правила. Канализация. Наружные сети и сооружения. – М.: ЦИТП, 1986. – 72 с.



18. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. – 2-е изд. – М.: Стройиздат, 1982. – 528 с.

#### 4.3. Кафедральные издания и методические материалы

19. Ксенофонов Б.С. Проблемы очистки сточных вод промышленных предприятий. Приложение к журналу «Безопасность жизнедеятельности», 2011, №3.

#### 4.4. Электронные ресурсы

20. Ксенофонов Б.С. Методы биотехнологии в процессах очистки воды, воздуха и почвы: уч. Пос. по дисп.»Методы биотехнологии в процессах очистки» электронное издание, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011 (номер электр. изд. 0321102417).

#### 4.5. Литература по тематике научно-исследовательской работы

21. Ksenofontov B.S. Water systems flotation treatment. Lap Lambert, 2011. - 189 s.

#### 4.6. Периодические издания

22. Ксенофонов Б.С., Антонова Е.С. Модели флотационных и сопутствующих процессов очистки воды / Ксенофонов Б.С., Антонова Е.С. // Безопасность жизнедеятельности. – 2014. - №10. – с. 42-48.

23. Ксенофонов Б.С. Интенсификация флотационного извлечения ионов металлов из сточных вод / Ксенофонов Б.С. // Экология промышленного производства. – 2013. - №1. – С. 35-28.

Автор программы:

\_\_\_\_\_ Б.С. Ксенофонов

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 г.

Заведующий кафедрой "Экология и промышленная безопасность" (Э-9)

\_\_\_\_\_ А.А. Александров

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 г.

Ответственный за подготовку направления 05.06.01

\_\_\_\_\_ В.А. Девислов

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 г.

Начальник управления докторантуры и аспирантуры

\_\_\_\_\_ И.Б. Шавырин

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2014 г.

Автор программы:

 Б.С.Ксенофонтов

«        » \_\_\_\_\_ 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

Зав. кафедрой Э-9

УТВЕРЖДАЮ  
А.А. Александров

**Расписание занятий**  
по дисциплине «Методы интенсификации очистки воды»  
направления «Науки о Земле» профиля «Экология»

№ п/п	год	Вид занятия	День, месяц	Время проведения	Часы	
1	2014	Лекции	10.11.14	10:15-11:50	2	
2		Семинары и практические занятия	10.11.14	13:50 – 15:25	7	
		То же	12.11.14	13:50 – 15:25		
		То же	14.11.14	13:50 – 16:25		
3		Круглый стол	24.11.14	15:40 – 17:15	12	
		То же	26.11.14	15:40 – 17:15		
		То же	28.11.14	15:40 – 17:15		
		То же	2.12.14	15:40 – 17:15		
		То же	3.12.14	15:40 – 17:15		
4		Защита рефератов	1.12.14	13:50 – 15:25	6	
		То же	3.12.14	13:50 – 15:25		
		То же	5.12.14	13:50 – 15:25		
5		2015	Лекции	9.02.15	10:15-11:50	2
6			Семинары и практические занятия	11.02.15	13:50 – 15:25	7
	То же		16.02.15	13:50 – 15:25		
	То же		18.02.15	13:50 – 16:25		
7	Круглый стол		16.02.15	15:40 – 17:15	12	
	То же		17.02.15	15:40 – 17 То же:15		
	То же		18.02.15	15:40 – 17:15		
	То же		19.02.15	15:40 – 17:15		
	То же		20.02.15	15:40 – 17:15		
Защита рефератов	2.03.15		15:40 – 17:15	6		
	3.03.15		15:40 – 17:15			
	4.03.15		15:40 – 17:15			

Преподаватель



Б.С. Ксенофонтов