

УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной  
работе УО «ПГУ»

Д.В. Дук

«16»

2014 г.

Регистрационный № УД- 61-14/р.

МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ  
АЗОТНЫХ И ФОСФОРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ГОРОДСКИХ  
СТОЧНЫХ ВОД В БЕЛАРУСИ

Учебная программа  
учреждения высшего образования по учебной дисциплине  
для специальности:

1-70 80 01 Строительство

Факультет инженерно-технологический

Кафедра трубопроводного транспорта, водоснабжения и гидравлики

Семестр 1

Лекции 16/8

Практические (семинарские)  
занятия 18/8

Зачет 1 семестр

Лабораторные  
занятия нет

Аудиторных часов по  
учебной дисциплине 34/16

Всего часов по  
учебной дисциплине 68/68

Форма получения  
высшего образования дневная/заочная

Составил Виктор Дмитриевич Ющенко, к.т.н., доцент

2014 г.

# 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

**Целью** преподавания данной дисциплины является подготовка магистрантов на основе более углубленных знаний для организационно-управленческой и исследовательской деятельности в области работы систем водоснабжения и водоотведения, а также рационального использования природных ресурсов.

## 1.2. Задачи изучения дисциплины.

Получение углубленных знаний по теории и практики удаления азотных и фосфорных соединений из коммунальных сточных вод на территории Республики Беларусь. Изучение биохимической и реагентной технологии обработки сточных вод на основе достижений микробиологии, коллоидной химии и общей теории процессов и аппаратов.

Приобретение умения ставить и решать конкретные задачи, связанные с удалением азота и фосфора из подземных источников, давать технико-экономическую оценку принятых решений, проектировать и рассчитывать комплекс очистных сооружений для населенных мест и промпредприятий, вносить предложения по реконструкции действующих станций аэрации.

**Целью** изучения данной дисциплины является:

- закрепление и расширение теоретических знаний в области очистки сточных вод;
- знакомство с приемами и методами удаления биогенных элементов;
- овладение навыками организации биохимического контроля;
- приобретение основных практических приемов и навыков при выполнении исследовательских работ.

В результате изучения данной дисциплины магистрант должен **знать**:

- методы и способы обработки сточных вод;
- процессы, сооружения и аппараты для удаления азота и фосфора из сточных вод;

В результате изучения данной дисциплины магистрант должен **уметь**:

- проводить научные исследования по определению основных характеристик процессов удаления азота и фосфора, обрабатывать и анализировать полученные материалы;
- выполнять соответствующие расчеты;
- принимать наиболее оптимальные решения по применению типов и конструкций сооружений.



### 1.3. Организация проведения занятий

Учебно-методическое руководство осуществляет кафедра трубопроводного транспорта, водоснабжения и гидравлики инженерно-технологического факультета ПГУ.

## 2. Содержание дисциплины

### 2.1. Лекционные занятия

| Номер<br>п/п | Выполняемая работа                                                                                                                                                                                                       | Продолжитель-<br>ность<br>(час) |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1            | 2                                                                                                                                                                                                                        | 3                               |
| 1.           | Общая характеристика подгруппы азота и фосфора. Содержание и биологическая роль азота и фосфора в коммунальных сточных водах. Влияние соединений азота и фосфора на водоемы.                                             | 2/1                             |
| 2.           | Расход и состав коммунальных сточных вод. Аэрируемые песколовки. Реконструкция действующих песколовок при удалении азота и фосфора. Обработка осадков.                                                                   | 2/1                             |
| 3.           | Использование первичных отстойников для удаления азота и фосфора. Методы расчета отстойников. Изменение функции отстойников в технологии нитри-денитрификации (денифо).                                                  | 2/2                             |
| 4.           | Принципы биологического удаления азота и фосфора. Схемы очистки сточных вод с нитрификацией и денитрификацией.                                                                                                           | 2/2                             |
| 5.           | Баланс загрязнений по азоту и фосфору в процессе биологической очистки. Основные зависимости систем удаления азота и фосфора. Расчет азротенков и биоблоков.                                                             | 2                               |
| 6.           | Использование вторичных отстойников и контактных резервуаров для удаления азота и фосфора. Методы расчета сооружений. Изменение функции отстойников и контактных резервуаров в технологии нитри-денитрификации (денифо). | 2                               |
| 7.           | Физико-химические методы удаления фосфора и их классификация.                                                                                                                                                            | 1                               |
| 8.           | Реагентный метод удаления фосфора. Типы реагентов, их характеристика. Влияние различных факторов на реагентную обработку сточных вод. Точки ввода растворов реагентов по технологической схеме очистки сточных вод.      | 2/1                             |

|       |                                                                                                                                                                                                                      |      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 9.    | Инженерное оформление процессов биологической очистки сточных вод и обработки осадка с удалением азота и фосфора. Общие балансовые схемы по азоту и фосфору с учетом возврата осветленных вод после обработки осадка | 1/1  |
| ИТОГО |                                                                                                                                                                                                                      | 16/8 |

## 2.2. Практические занятия

| Номер п/п | Выполняемая работа                                                                            | Продолжительность (час) |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1         | 2                                                                                             | 3                       |
| 1.        | Расчет аэрируемых песколовок                                                                  | 2                       |
| 2.        | Расчет первичных отстойников                                                                  | 2                       |
| 3.        | Расчет технологических систем биохимической очистки сточных вод                               | 4/2                     |
| 4.        | Расчет вторичных отстойников                                                                  | 2                       |
| 5.        | Расчет технологических систем удаления фосфора при реагентной очистке сточных вод             | 2/2                     |
| 6.        | Исследования по удалению азота и фосфора. Подготовка к эксперименту.                          | 2/1                     |
| 7.        | Составление плана эксперимента с определением основных и дополнительных («шумовых») факторов. | 2/2                     |
| 8.        | Проведение эксперимента, обработка и анализ результатов экспериментов.                        | 2/1                     |
| ИТОГО     |                                                                                               | 18/8                    |

## 3. Подведение итогов изучения дисциплины

В последний день проведения практических занятий магистрант сдает дифференцированный зачет преподавателю от кафедры (1/1 чел/час).

При проведении дифференцированного зачета магистрант представляет реферат по литературному обзору удаления биогенных элементов из сточных вод с методикой расчета сооружений. Желательно проведение исследований на пилотной установке.

Студент, получивший неудовлетворительную отметку при сдаче дифференцированного зачета преподавателю от кафедры, имеет право сдать его повторно с исправлением замечаний по реферату.



**3. Учебно-методическая карта учебной дисциплины  
для дневной формы получения высшего образования**

| Название раздела, темы                                                                         | Количество аудиторных часов |                         |                        |                         | Форма<br>контроля<br>знаний                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                                                                | Лекции                      | Практические<br>занятия | Семинарские<br>занятия | Лабораторные<br>занятия |                                                        |
| 1                                                                                              | 2                           | 3                       | 4                      | 5                       | 8                                                      |
| Общие характеристика подгруппы азота и фосфора. Влияние соединений азота и фосфора на водоемы. | 2                           | 4                       |                        |                         | Реферат по удалению биогенных элементов из сточных вод |
| Особенности работы и расчета сооружений механической очистки сточных вод                       | 2                           | 4                       |                        |                         |                                                        |
| Особенности работы и расчета сооружений биологической очистки сточных вод                      | 6                           | 4                       |                        |                         |                                                        |
| Особенности работы и расчета сооружений реагентной очистки сточных вод                         | 2                           | 4                       |                        |                         |                                                        |
| <b>ИТОГО</b>                                                                                   | 16                          | 18                      |                        |                         | зачет                                                  |

#### 4. Учебно-методическая карта учебной дисциплины

для заочной формы получения высшего образования

| Название раздела, темы                                                                         | Количество аудиторных часов |                      |                     |                      | Форма контроля знаний                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------------------------------------------|
|                                                                                                | Лекции                      | Практические занятия | Семинарские занятия | Лабораторные занятия |                                                        |
| 1                                                                                              | 2                           | 3                    | 4                   | 5                    | 8                                                      |
| Общие характеристика подгруппы азота и фосфора. Влияние соединений азота и фосфора на водоемы. | 2                           | 2                    |                     |                      | Реферат по удалению биогенных элементов из сточных вод |
| Особенности работы и расчета сооружений механической очистки сточных вод                       | 2                           | 2                    |                     |                      |                                                        |
| Особенности работы и расчета сооружений биологической очистки сточных вод                      | 2                           | 2                    |                     |                      |                                                        |
| Особенности работы и расчета сооружений реагентной очистки сточных вод                         | 2                           | 2                    |                     |                      |                                                        |
| ИТОГО                                                                                          | 8                           | 8                    |                     |                      | зачет                                                  |

#### 4. Информационно-методическая часть

##### Перечень основной литературы

1. Беляев А.Н., Васильев Б.В., Москалёва С.Е., Мишуков Б.Г., Соловьёва Е.А. Удаление азота и фосфора на канализационных очистных сооружениях: Водоснабжение и санитарная техника, 2008.-№9
2. Долина Л.Ф. Очистка сточных вод от биогенных элементов. Монография – Днепропетровск.: Континент, 2011
3. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод на сооружениях с аэротенками. М.: Акварос, 2003
4. Залетова Н.А., Воронов Ю.В. Новые технологии для решения современных задач очистки сточных вод: Вестник МГСУ, 2012. №2.

5. Зейфман Е.А., Лебедева Е.А., Тихановская Г.А.  
Интенсификация очистки сточных вод от биогенных элементов. – Вологда: ВоГТУ, 2003
6. Мишуков Б.Г., Соловьёва Е.А. Удаление азота и фосфора на очистных сооружениях канализации// Приложение к журналу «Вода и экология. Проблемы и решения.» - СПб.: ЗАО «Водопроект - Гидрокоммунводоканал», 2004
7. Отчет: Техническое и технологическое обследование работы аэротенков станции аэрации г. Витебска. Новополоцк, ПГУ, 2012,
8. Технический справочник по обработке воды: в 2 т.: пер. с фр. – СПб.: новый журнал, 2007
9. Харькин С.В. Организация процессов удаления фосфора из сточных вод: Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. 2013, №11
10. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод, биологические и химические процессы: Пер. с англ. – М.: Мир, 2009.

#### **Перечень дополнительной литературы**

11. Т КП 17.06-08-2012(02120) Порядок установления нормативов допустимых сбросов химических и иных веществ в составе сточных вод. – М.: РУП ЦНИИКИВР, 2012
12. Стер Э., Фишер М. Пособие специалиста по очистке стоков 14-ое издание – Варшава: Зейдель Пживецки, 2002