

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)



ТВЕРЖДАЮ  
Проректор по УМР

А.А. Панфилов

« 05 » 02 2015 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «ВОДНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»

Направление подготовки 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

Профиль/программа подготовки «Мембранная технология»

Уровень высшего образования магистратура

Форма обучения очная

| Семестр | Трудоемкость зач.<br>ед./ час. | Лекции,<br>час. | Практич.<br>занятия,<br>час. | Лаборат.<br>работы,<br>час. | СРС,<br>час. | Форма промежу-<br>точного кон-<br>троля<br>(экз./зачет) |
|---------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------------------|--------------|---|
| 3       | 3 / 108                        | 18              |                              | 18                          | 72           | Зачет с оценкой   |
| Итого   | 3 / 108                        | 18              |                              | 18                          | 72           | Зачет с оценкой   |

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс имеет **целью** сформировать основы знаний по гидромеханике, расчетам трубопроводов, гидравлического оборудования, что подготовит студента к освоению дальнейших дисциплин по мембранной технике.

### **Задачи дисциплины.**

Курс водной инженерии должен обеспечить понимание магистром многоуровневого и многокритериального характера задач создания нового технологического оборудования, предоставить ему знания и навыки, необходимые для грамотного отыскания точек приложения новых научных результатов, а также экспертизы технологических решений на основе универсальных критериев, вытекающих из фундаментальных законов гидростатики и гидромеханики.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина относится к базовой части учебного плана подготовки магистра. Особенностью курса водной инженерии является использование и углубление тех знаний по дисциплинам, которые студенты приобретают при изучении в бакалавриате - процессы и аппараты химической технологии, общая химическая технология, моделирование химико-технологических процессов и систем. Знания, полученные в данном курсе необходимы для дальнейшего обучения по таким дисциплинам, как вода и очистка сточных вод, мембраны и мембранная техника, методы оптимизации и организации энерго- и ресурсосберегающих химико-технологических систем, а также дисциплин вариативной части и научно-исследовательской практики.

## 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В результате освоения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты образования:

### **1) знать:**

- современные математические методы решения стационарных, нестационарных задач, задач с распределением параметров по пространству, времени и другим характеристикам (ПК-4);
- основные положения гидростатики и гидромеханики жидкости (ПК-4);
- элементы теории подобия (ПК-4);
- основное гидравлическое и измерительное оборудование трубопроводов (ОПК-3);
- природу и свойства жидкостей (ПК-4).

**2) уметь:**

- рассчитывать трубопроводы (ПК-4);
- выбирать гидравлическое оборудования для определенных целей (ОПК-3).

**3) владеть:**

- навыками расчета гидравлического и измерительного оборудования (ОПК-3);
- методами расчета критериев подобия, определения режимов движения жидкости (ПК-4).

В процессе ознакомления дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции:

способностью к профессиональной эксплуатации современного оборудования и приборов в соответствии с направлением и профилем подготовки (ОПК- 3);

способностью использовать современные методики и методы, в проведении экспериментов и испытаний, анализировать их результаты и осуществлять их корректную интерпретацию (ПК-4);

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины   | Семестр         |      | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                     |                    |     |         | Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) |                      |
|-------|--|-----------------|------|--|----------------------|---------------------|--------------------|-----|---------|--|---|----------------------|
|       |  | Неделя семестра |      | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | СРС | КП / КР |  |   |                      |
| 1     | <b>Тема 1.</b> Введение. Краткий обзор вопросов, изучаемых в дисциплине. Понятие водной инженерии. Жидкость – рабочее тело гидравлических систем | 3               | 1    | 2  |                      |                     |                    |     | 6       |  | 2 / 100   |                      |
| 2     | Гидродинамика в трубопроводах  | 3               | 2    |  |                      | 2                   |                    |     | 8       |  | 0,5 / 25  |                      |
| 3     | Свойства воды, ее природа  | 3               | 3    | 2  |                      |                     |                    |     | 8       |  | 2 / 100   |                      |
| 4     | Определение расхода жидкости в простом трубопроводе переменного поперечного сечения  | 3               | 4    |  |                      | 2                   |                    |     | 8       |  | 0,5 / 25  |                      |
| 5     | <b>Тема 2.</b> Гидростатика и гидромеханика жидкости.  | 3               | 5    | 2  |                      |                     |                    |     | 2       |  | 2 / 100   |                      |
| 6     | Изучение характеристик и конструктивных особенностей насосов.  | 3               | 6, 8 |  |                      | 4                   |                    |     | 10      |  | 0,5 / 12,5  | Рейтинг-контроль № 1 |
| 7     | <b>Тема 3.</b> Кинематика и динамика жидкости. Ламинарное и турбулентное движение потоков. Течение жидкости в трубах.                            | 3               | 7    | 2  |                      |                     |                    |     | 2       |  | 2 / 100   |                      |

| № п/п        | Раздел (тема) дисциплины  | Семестр | Неделя семестра | Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах) |                      |                     |                    |     |         | Объем учебной работы с применением интерактивных методов (в часах / %) | Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра), форма промежуточной аттестации (по семестрам) |
|--------------|---|---------|-----------------|--|----------------------|---------------------|--------------------|-----|---------|--|---|
|              |   |         |                 | Лекции   | Практические занятия | Лабораторные работы | Контрольные работы | СРС | КП / КР |  |   |
| 8            | Уравнение момента и энергии. Элементы теории подобия.   | 3       | 9               | 2  |                      |                     |                    | 6   |         | 2 / 100  |   |
|              | Изучение характеристик и конструктивных особенностей расходомеров на основе измерения активного давления                              | 3       | 10 - 12         |  |                      | 4                   |                    | 6   |         | 1 / 25   | Рейтинг-контроль № 2  |
|              | <b>Тема 4.</b> Гидравлическое оборудование. Классификация и виды насосов. Явление гидростатического удара и методы его предотвращения | 3       | 11 - 13 - 15    | 6  |                      |                     |                    | 6   |         | 6 / 100  |   |
|              | Изучение характеристик и конструктивных особенностей простых и мембранных манометров.   | 3       | 14 - 16         |  |                      | 4                   |                    | 6   |         | 0,5 / 25   |   |
|              | <b>Тема 5.</b> Измерительное оборудование: расходомеры, манометры.  | 3       | 17 , 18         | 2  |                      | 2                   |                    | 6   |         | 2,5 / 62,5   | Рейтинг-контроль № 3  |
|              | <b>Зачет с оценкой</b>  |         |                 |  |                      |                     |                    |     |         |  |   |
| <b>Всего</b> |   | 3       |                 | 18   |                      | 18                  |                    | 72  |         | 25 / 69  | <b>Зачет с оценкой</b>  |

#### 4.1. Теоретический курс

#### Тема 1. Физические свойства жидкости

*Лекция 1.* Введение. Краткий обзор вопросов, изучаемых в дисциплине. Понятие водной инженерии. Жидкость – рабочее тело гидравлических систем. Природа и свойства жидкости (плотность, давление, вязкость, поверхностное натяжение).

*Лекция 2.* Свойства воды, ее природа. Модели и теории строения воды. Аномальные свойства воды.

## **Тема 2. Гидростатика и гидромеханика жидкости.**

*Лекция 3.* Силы, действующие в жидкости. Основное уравнение гидростатики. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.

## **Тема 3. Кинематика и динамика жидкости.**

*Лекция 4.* Ламинарное и турбулентное движение потоков. Течение жидкости в трубах. Потеря давления в трубопроводах. Характеристика трубопроводов.

*Лекция 5.* Дифференциальное уравнение Эйлера для потока идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.

## **Тема 4. Гидравлическое оборудование.**

*Лекция 6.* Классификация гидравлических машин. Насосы. Характеристика насосов. Высота подачи установки.

*Лекция 7, 8.* Виды насосов, наиболее распространенных в химической промышленности. Их конструкции. Явление гидростатического удара и методы его предотвращения.

## **Тема 5. Измерительное оборудование в трубопроводах.**

*Лекция 9.* Измерение расхода жидкости в трубопроводе. Виды расходомеров. Манометры. Измерение разности давления манометрическими преобразователями.

### **4.2. Перечень тем лабораторных занятий**

*Лабораторное занятие 1.* Техника безопасности. Гидродинамика в трубопроводах. (4 ч.)

*Лабораторное занятие 2.* Изучение характеристик и конструктивных особенностей насосов. (4 ч.)

*Лабораторное занятие 3.* Изучение характеристик и конструктивных особенностей расходомеров на основе измерения активного давления (4 ч.)

*Лабораторное занятие 4.* Изучение характеристик и конструктивных

особенностей простых и мембранных манометров. (4 ч.)

*Лабораторное занятие 5.* Изучение характеристик и конструкционных особенностей дифференциальных преобразователей. Измерение уровня наполнения жидкостями (2 ч.)

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для достижения планируемых результатов обучения, в дисциплине «Водная инженерия» используются различные образовательные технологии:

1. *Информационно-развивающие технологии*, направленные на овладение большим запасом знаний, запоминание и свободное оперирование ими.

Используется лекционно-семинарский метод, самостоятельное изучение литературы, применение новых информационных технологий для самостоятельного пополнения знаний, включая использование технических и электронных средств информации.

2. *Деятельностные практико-ориентированные технологии*, направленные на формирование системы профессиональных практических умений при проведении экспериментальных исследований, обеспечивающих возможность качественно выполнять профессиональную деятельность.

3. *Развивающие проблемно-ориентированные технологии*, направленные на формирование и развитие проблемного мышления, мыслительной активности, способности проблемно мыслить, видеть и формулировать проблемы, выбирать способы и средства для их решения.

Используются виды проблемного обучения: освещение основных проблем на лекционных занятиях, учебные дискуссии, коллективная мыслительная деятельность в группах при выполнении лабораторных работ,

*Личностно-ориентированные технологии обучения*, обеспечивающие в ходе учебного процесса учет различных способностей обучаемых, создание необходимых условий для развития их индивидуальных способностей, развитие активности личности в учебном процессе. Личностно-ориентированные технологии обучения реализуются в результате индивидуального общения преподавателя и студента при выполнении домашних индивидуальных заданий, подготовке индивидуальных отчетов по лабораторным работам.

4. Для целенаправленного и эффективного формирования запланированных компетенций у обучающихся, выбраны следующие сочетания форм организации учебного процесса и методов активизации образовательной деятельности:

- при выполнении лабораторных работ: работа в команде, метод выборочных ответов, исследовательский метод, анализ конкретных ситуаций (case-study);

- при проведении лекционных занятий: интерактивная лекция, опережающая самостоятельная работа, "мозговой штурм" (выборочно по списку группы определяются студенты, которые отвечают на вопросы преподавателя по предыдущей теме лекционного курса);

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **6.1. Формирование рейтинговой оценки. Критерии и методы оценки качества знаний студентов по дисциплине «Водная инженерия»**

Текущий контроль знаний студентов осуществляется посредством рейтинговой оценки знаний студентов.

В соответствии с рейтинговой системой, текущий контроль производится трижды в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы) и результатов практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем).

Промежуточная аттестация (зачет с оценкой) проводится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

При оценке знаний студентов преподаватель должен руководствоваться следующими критериями для обеспечения объективного подхода к выставлению оценок «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»:

- оценка «отлично» выставляется за глубокие, исчерпывающие ответы на вопросы зачета, изложенные последовательно, грамотно, с обоснованием представленных положений, использованием не только конспекта лекций и учебника, но и монографической литературы;

- оценка «хорошо» выставляется за правильные ответы на вопросы зачета, причем они должны быть изложены грамотно и по существу вопроса, без существенных неточностей;

- оценка «удовлетворительно» выставляется за такие ответы, в которых частично изложен основной материал, но не приводятся детали, допущены неточности в формулировках, нарушена последовательность изложения, допущено недостаточное знание практических вопросов;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется за отсутствие ответов на два вопроса билета, или неполные ответы на них, в которых допущены существенные ошибки.

Пересчет итогового рейтингового балла в оценку приведен в таблице.

*Таблица*



### Шкала пересчета итогового рейтингового балла в оценку

| Итоговый рейтинговый балл | Оценка              |
|---------------------------|---------------------|
| $\geq 91$                 | отлично             |
| 75-90                     | хорошо              |
| 60-74                     | удовлетворительно   |
| $<60$                     | неудовлетворительно |

## 6.2. Вопросы к рейтинг-контролю.

### Рейтинг-контроль № 1.

1. Понятие гидравлики.
2. Основные характеристики потоков.
3. Классификация жидкостей. Виды капельных жидкостей.
4. Понятие плотности.
5. Понятие давления. Единицы измерения.
6. Понятие вязкости. Единицы измерения.
7. Понятие поверхностного натяжения. Единицы измерения.
8. Строение воды.
9. Схема процесса образования молекулы воды.
10. Теории строения воды.
11. Аномальные свойства воды.
12. Опишите силы, действующие в жидкости.
13. Вывод основного уравнения гидростатики.
14. Закон Паскаля.
15. Уравнение Эйлера для равновесия жидкости.

### Рейтинг-контроль № 2.

16. Понятие стационарных и нестационарных процессов.
17. Ламинарное и турбулентное движение потоков жидкости.
18. Критерий (число) Рейнольдса.
19. Схема движения жидкости в трубе.
20. Закон Стокса.
21. Факторы, влияющие на потерю давления в трубопроводе.
22. Формула, определяющая потери давления.
23. Коэффициент сопротивления.
24. Потеря давления в местных сопротивлениях.
25. Общая потеря напора.
26. Характеристика трубопровода.
27. Дифференциальное уравнение Эйлера для потока идеальной жидкости.
28. Система уравнений Навье-Стокса.
29. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
30. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.

31. Классификация гидравлических машин.
32. Понятие насосов, гидравлических моторов, передач.
33. В чем отличие динамических и объемных насосов?
34. Характеристика насосов.
35. Каким образом ведут подбор насосов?
36. Каким образом ведут расчет высоты подачи в химической установке?

### **Рейтинг-контроль № 3.**

37. Конструкция центробежного насоса.
38. Осевой лопастной насос.
39. Формы рабочих колес. Их применение.
40. Виды поршневых насосов.
41. Шестеренный насос.
42. Ротационно-поршневой насос.
43. Винтовые и рукавные насосы.
44. Струйный и вихревой насос.
45. Явление гидростатического удара и методы его предотвращения.
46. Принцип работы расходомеров. Понятие расходомера.
47. Опишите способ измерения расхода на основе активного давления.
48. Виды расходомеров, работающих на основе активного давления.
49. Описание работы поплавкового расходомера.
50. Объясните принцип работы магнито-индукционного расходомера.
51. Какие виды манометров используют на химических аппаратах?
52. Опишите способ измерения давления с помощью манометров с запирающейся жидкостью.
53. Какие виды манометров с подпружиненным датчиком существуют? Области их применения.
54. Опишите способ измерения давления с помощью манометрических преобразователей и цифровых манометров.
55. В каких случаях необходимо измерение разности давления.
56. Какие виды дифференциальных манометров существуют. Принцип их действия.
57. С какой целью применяют электрические преобразователи?

### **6.3. Пример вопросов к защите лабораторной работы**

***Лабораторная работа "Изучение характеристик и конструктивных особенностей дифференциальных преобразователей. Измерение уровня наполнения жидкостями"***

## ***Контрольные вопросы к защите работы***

1. В каких случаях необходимо измерение разности давления.
2. Какие виды дифференциальных манометров существуют. Принцип их действия.
3. С какой целью применяют электрические преобразователи?
4. Виды уровнемеров.
5. Принципы измерения уровня наполнения жидкостями
6. В чем разница определения уровня жидкости методом барботирования и механическими измерителями.

### **6.4. Темы для самостоятельного изучения**

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, представленной в библиотеке ВлГУ, электронным залом ВлГУ, Интернет-ресурсами, доступом к электронным библиотечным фондам (ЭБС «Лань», «Консультант Студента» и др.)

1. Понятие водной инженерии. Жидкость – рабочее тело гидравлических систем.
2. Природа и свойства жидкости. Свойства воды, ее природа. Модели и теории строения воды. Аномальные свойства воды.
3. Силы, действующие в жидкости. Основное уравнение гидростатики. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.
4. Ламинарное и турбулентное движение потоков. Течение жидкости в трубах. Потеря давления в трубопроводах. Характеристика трубопроводов.
5. Уравнение момента и энергии. Элементы теории подобия. Уравнение Эйлера и Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
6. Классификация гидравлических машин. Насосы. Характеристика насосов. Высота подачи установки.
7. Конструктивные исполнения насосов: центробежные, поршневые, циркуляционные, струйные. Явление гидростатического удара и методы его предотвращения.
8. Расходомеры: расходомер Вентури, расходомерная диафрагма, трубка Пито-Прандтля, инжектор. Виды давления. Манометры: с запирающей жидкостью, с подпружинным датчиком. Манометрические преобразователи.

### **6.5. Вопросы к зачету с оценкой.**

1. Понятие водной инженерии.
2. Жидкость – рабочее тело гидравлических систем.
3. Природа и свойства жидкости.
4. Свойства воды, ее природа.
5. Модели и теории строения воды.

6. Аномальные свойства воды.
7. Силы, действующие в жидкости.
8. Основное уравнение гидростатики.
9. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.
10. Ламинарное и турбулентное движение потоков.
11. Течение жидкости в трубах.
12. Потеря давления в трубопроводах.
13. Характеристика трубопроводов.
14. Дифференциальное уравнение Эйлера для потока идеальной жидкости.
15. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.
16. Классификация гидравлических машин.
17. Насосы. Характеристика насосов.
18. Высота подачи установки.
19. Описание работы центробежного насоса
20. Описание работы осевого центробежного насоса.
21. Формы рабочих колес центробежных насосов. Их применение.
22. Описание работы плунжерного насоса горизонтального исполнения
23. Принцип действия плунжерно-мембранного насоса
24. Шестеренный насос. Принцип работы.
25. Схема работы многовинтового насоса.
26. Рукавный насос. Принцип действия.
27. Струйный насос. Применение, принцип работы.
28. Схема работы вихревого насоса.
29. Явление гидростатического удара и методы его предотвращения.
30. Измерение расхода жидкости в трубопроводе
31. Виды расходомеров.
32. Манометры. Понятие. Виды.
33. Измерение разности давления манометрическими преобразователями.

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

### **а) основная литература**

1. Процессы и аппараты химической технологии. Общий курс : [Электронный ресурс] : в 2 кн. / В.Г. Айнштейн, М.К. Захаров, Г.А. Носов [и др.]; Под ред. В.Г. Айнштейна. - 5-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 1758 с. ЭБС «Znanium» <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=540229>.

2. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Сайриджинов С.Ш. Научный редактор: д.т.н., проф. Ю.И. Вдовин. - М. : Издательство АСВ, 2012. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930932478.html>.

3. Расходомеры и счетчики количества веществ [Электронный ресурс] : Справочник: Кн. 1 / П.П. Кремлевский. - 5-е изд. перераб. и доп. - СПб. : Политехника, 2015. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5732504109.html>.

4. Гидравлика и гидравлические машины [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Под ред. Р.Г. Галимуллина. - Казань: Издательство КНИТУ, 2012. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788212500.html>.

5 Машиностроение. Энциклопедия. Гидравлические машины, агрегаты и установки. Том IV-20 [Электронный ресурс]/ Ю.С. Васильев [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: Машиностроение, 2015.— 584 с. ЭБС «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/47618>.

#### **б) дополнительная литература**

1. Водная инженерия: гидравлические процессы, оборудование и приборы контроля: учебн. пособие. // Иванов М.В., Павлихин Г.П., Пещерова О.В., Попов Н.С., Христофорова И.А. Под общей редакцией Г.П. Павлихина, Н.С. Попова. – Тамбов: изд-во ИП Чеснокова И.В. – 2011. – 128 с. 25 экз. в библиотеке ВлГУ.

2. Основные процессы и аппараты химической технологии : пособие по проектированию : учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / Г. С. Борисов [и др.] ; под ред. Ю. И. Дытнерского .— Изд. 3-е, стер. — Москва : Альянс, 2007 .— 493 с. : ил., табл., граф. 18 экз. в библиотеке ВлГУ.

3. Зуев К. И. Гидравлические системы : методические указания по курсам "Гидравлика" и "Механика жидкостей и газов" : в 2 ч. / К. И. Зуев ; Владимир : (ВлГУ), 2009-2011. 2 экз. в библиотеке ВлГУ и электронная библиотека ВлГУ <http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/1483/3/00887.pdf>.  
<http://e.lib.vlsu.ru/bitstream/123456789/2987/1/00582.pdf>.

4. Гидравлика водных и взвешенных потоков в жестких и деформируемых границах [Электронный ресурс] : Монография / Брянская Ю.В., Маркова И.М., Остякова А.В. - М.: Издательство АСВ, 2009. Студенческая электронная библиотека «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785930937091.html>.

#### **в) периодические издания:**

- журнал «Известия ВУЗов. Химия и химическая технология»;
- журнал «Химическая промышленность сегодня»;
- журнал «Фундаментальные проблемы современного материаловедения»;
- журнал «Бутлеровские сообщения»;
- журнал «Башкирский химический журнал»;

- журнал «Известия ВУЗов. Прикладная химия и биотехнология»;
- журнал «Современные наукоемкие технологии»

**г) интернет-ресурсы:**

- сайты ведущих научных журналов по химической технологии и биотехнологии;
- электронные библиотечные системы «Лань», ЭБС «Znanium», Студенческая электронная библиотека «Консультант студента», ЭБС «IPRbooks» и др. (бесплатный доступ через электронную библиотеку ВлГУ).

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

- 1) интерактивные лекционные занятия (наборы презентаций);
- 2) лаборатория для проведения лабораторных занятий (ауд. 430 корп. 1).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Рабочую программу составил

д.т.н., профессор Христофорова И.А.

Рецензент  
(представитель работодателя)

зам. генерального директора по  
научно-технологическому развитию  
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н.  
Лазарев Е.В.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ХТ.

Протокол № 6 от 5.02.15 года

Заведующий кафедрой

Панов Ю.Т.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Протокол № 2 от 5.02.15 года

Председатель комиссии

Панов Ю.Т.

### ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ  
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Рабочая программа одобрена на 2016/17 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 5.09.16 года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа одобрена на \_\_\_\_\_ учебный год

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ года

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_



**Рецензия**  
**на рабочую программу дисциплины «Водная инженерия» для студентов направления**  
**18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,**  
**нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения профессора кафедры ХТ**  
**Христофоровой И.А.**

На рецензирование представлена рабочая программа дисциплины профессора Христофоровой И.А. для студентов направления 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» очной формы обучения.

В рабочей программе четко сформулирована цель освоения студентами данной дисциплины и задачи, выполнение которых позволяет достигнуть обозначенную цель.

В соответствии с ФГОС ВО в программе перечислены компетенции, в формировании которых участвует данная дисциплина. Определены и четко согласованы с соответствующими компетенциями результаты образования.

Объем дисциплины (3 ЗЕТ, 108 ч.) соответствует учебному плану направления. Тематический план дисциплины представлен с разбиением по неделям, с указанием количества всех форм занятий, в том числе в интерактивной форме. Перечислены контрольные мероприятия текущей и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины. В части содержания дисциплины тематический план представлен достаточно подробно, что позволяет составить представление о материале лекционного курса, тематике лабораторных занятий и сделать вывод о том, что содержание дисциплины полностью соответствует современным тенденциям развития науки и техники в области химической технологии.

В рабочей программе содержатся оценочные средства в виде вопросов к зачету, заданий для проведения рейтинг-контроля, которые позволяют преподавателю объективно оценить результаты освоения дисциплины в процессе и в конце обучения. Даны методические указания и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента как неотъемлемой составной части образовательного процесса.

Описаны технологии обучения, применяемые автором для активизации образовательного процесса для всех форм занятий: лекций, лабораторных занятий, самостоятельной работы.

В рабочей программе перечислена учебно-методическая литература, рекомендованная автором для изучения дисциплины: основная, которая формирует основные результаты образования и заявленные компетенции, и дополнительная (в том числе интернет-ресурсы), необходимая для более глубокого освоения основных положений дисциплины и развития творческих и интеллектуальных способностей студентов.

Заявленное в рабочей программе материально-техническое обеспечение позволяет реализовать заявленные задачи дисциплины и достигнуть поставленной цели.

Таким образом, представленная рабочая программа дисциплины «Водная инженерия» профессора Христофоровой И.А. составлена в полном соответствии с требованиями ФГОС ВО и может быть использована при подготовке магистров направления «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии».

Рецензент:

зам. генерального директора по  
научно-технологическому развитию  
ЗАО «Компания «СТЭС», к.т.н.



Лазарев Е.В.