

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

Кафедра химических технологий

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ**

**«ВОДНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»**

для студентов ВлГУ, обучающихся по направлению  
**18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии»**

Владимир – 2016 г.

Данные методические указания включают рекомендации по содержанию и выполнению самостоятельной работы по дисциплине «Водная инженерия» для студентов направления 18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» ВлГУ.

Методические указания составлены на основе требований ФГОС ВО и ОПОП направления 18.04.02. «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», рабочей программы дисциплины «Водная инженерия».

Рассмотрены и одобрены на  
заседании УМК направления  
18.04.02 «Энерго- и ресурсосберегающие  
процессы в химической технологии,  
нефтехимии и биотехнологии»  
Протокол № 1 от 5.09.2016 г.  
**Рукописный фонд кафедры ХТ ВлГУ**

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

## 1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа, в том числе  
72 ч. на СРС

| № п/п | Раздел (тема) дисциплины   | Самостоятельная работа студента (в часах) | Виды СРС                                 | Формы контроля СРС  | Баллы по СРС |
|-------|--|---|--|---------------------|--------------|
| 1     | <b>Тема 1.</b> Введение. Краткий обзор вопросов, изучаемых в дисциплине. Понятие водной инженерии. Жидкость – рабочее тело гидравлических систем | 6   | Работа с учебниками и УП                 | Тесты               | 10           |
| 2     | Гидродинамика в трубопроводах  | 8   | Работа с учебниками и УП к выполнению ЛР | Тесты. Отчет к ЛР   | 8            |
| 3     | Свойства воды, ее природа  | 8   | Работа с учебниками и УП                 | Тесты               | 3            |
| 4     | Определение расхода жидкости в простом трубопроводе переменного поперечного сечения  | 8   | Работа с учебниками и УП к выполнению ЛР | Тесты<br>Отчет к ЛР | 8            |
| 5     | <b>Тема 2.</b> Гидростатика и гидромеханика жидкости.  | 2   | Работа с учебниками и УП                 | Тесты               | 1            |
| 6     | Изучение характеристик и конструктивных особенностей насосов.  | 10  | Работа с учебниками и УП к выполнению ЛР | Тесты<br>Отчет к ЛР | 8            |
| 7     | <b>Тема 3.</b> Кинематика и динамика жидкости. Ламинарное и турбулентное движение потоков. Течение жидкости в трубах.                            | 2   | Работа с учебниками и УП                 | Тесты               | 1            |
| 8     | Уравнение момента и энергии.   | 6   | Работа с учебниками                      | Тесты               | 1            |

|    |  |          |   |                        |                               |
|----|--|----------|---|------------------------|-------------------------------|
|    | Элементы теории подобия.   |          | и УП                                      |                        |                               |
| 9  | Изучение характеристик и конструкционных особенностей расходомеров на основе измерения активного давления                                      | 6        | Работа с учебниками и УП к выполнению ЛР  | Тесты<br>Отчет к ЛР    | 6                             |
| 10 | <b>Тема 4.</b><br>Гидравлическое оборудование.<br>Классификация и виды насосов.<br>Явление гидростатического удара и методы его предотвращения | 6        | Работа с учебниками и УП                  | Тесты                  | 2                             |
| 11 | Изучение характеристик и конструкционных особенностей простых и мембранных манометров.   | 6        | Работа с учебниками и УП к выполнению ЛР  | Тесты<br>Отчет к ЛР    | 2                             |
| 12 | <b>Тема 5.</b><br>Измерительное оборудование: расходомеры, манометры.  | 6        | Работа с учебниками и УП к выполнению ЛР. | Тесты.<br>Отчеты к ЛР. | 5                             |
|    | Подготовка к зачету с оценкой  |          |   | Зачет с оценкой        | 40 (+бонус 5 б. за посещение) |
|    |  | Всего:72 |   | Итого:                 | 100                           |

Фонд оценочных средств для выполнения СРС дан в документе **Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации при изучении учебной дисциплины "Водная инженерия"**.

## 2. Общая схема самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов включает в себя подготовку к рейтинг-контролю знаний, к выполнению и защите лабораторных работ, подготовке к сдаче зачета.

## 3. Рекомендации по использованию материалов УМКД

В рабочей программе в части учебного плана представлена тематика лекций, лабораторных работ, по которым предусмотрено выполнение самостоятельной работы. В УМКД представлены вопросы по подготовке к рейтингам и сдаче зачета. После каждой лабораторной работы представлены контрольные вопросы для самостоятельной проработки. Приведен список основной и дополнительной литературы для самостоятельного изучения. Литература доступна через библиотеку ВлГУ, а также ее электронный зал.

#### **4. Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины.**

В рабочей программе в учебно-тематическом плане курс разбит на темы, по каждой из которых предполагается прочтение лекций, выполнение лабораторных занятий, а также самостоятельное изучение этих разделов в домашних условиях. Как обычно число часов, отведенных на аудиторские занятия, равно или больше числу часов на самостоятельную проработку того или иного раздела. Студент в домашних условиях прорабатывает материал лекции и читает дополнительный материал по учебникам.

#### **5. План изучения дисциплины**

Студент к сдаче экзамена должен выполнить следующие работы:

1. Прослушать курс лекций.
2. Выполнить лабораторный практикум и защитить отчеты к нему.
3. Пройти тестирование по трем промежуточным аттестациям.
4. Подготовиться и сдать зачет по дисциплине.

#### **6. Рекомендации по работе с литературой**

Самостоятельная работа студентов обеспечивается учебной литературой, представленной в библиотеке ВлГУ, электронным залом ВлГУ, а также Интернет-ресурсами. Основная и дополнительная литература приведена ниже.

**Литература по курсу приведена в карте методической обеспеченности основной и дополнительной литературой.**

#### **7. Разъяснения по работе с тестовой системой курса, по выполнению домашних заданий**

Три раза в семестр проводится промежуточная аттестация по тестам, приведенным ниже. Аттестация проводится либо в тестовом режиме, либо в режиме написания эссе по вопросу. В домашних условиях студент готовит теоретический материал к сдаче в рейтинговые недели.

## **8. Рекомендации по подготовке к зачету с оценкой**

Подготовка к сдаче зачета осуществляется студентом после сдачи рейтингов, отчетов по лабораторным занятиям и защите их. Подготовка ведется по тематике лекционного курса. Преподаватель выдает заранее вопросы к сдаче зачета с оценкой.

## **9. Методические рекомендации по изучению теоретического материала курса**

### **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).

#### ***Основные вопросы:***

1. Введение в водную инженерию.
2. Жидкость – рабочее тело гидравлических систем.
3. Природа и свойства жидкости.

#### ***Цель и задачи освоения темы:***

освоить понятия, такие как наука "водная инженерия"; гидравлика, потоки и их характеристики; типы капельных жидкостей; свойства жидкости (плотность, вязкость и др.).

#### ***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ) и общей химической технологии (ОХТ).

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: наука "водная инженерия"; жидкости, как рабочего тела; потока и их характеристики; свойства жидкости (плотность, вязкость и др.), применительно к гидравлике.

#### ***Обзор по рекомендуемой литературе:***

Основной литературой для подготовки по данной теме являются:

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.

2. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Сайриллинов 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>.

Данная тема является первоосновой для изучения последующих тем курса.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить понятия науки "водная инженерия"; жидкости, как рабочего тела; потока и их характеристики; свойства жидкости (плотность, вязкость и др.), применительно к гидравлике.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:**

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.

**Тема 1. Физические свойства жидкости**

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

***Основные вопросы:***

1. Строение и свойства воды, ее природа.
2. Модели и теории строения воды.

### 3. Аномальные свойства воды.

#### ***Цель и задачи освоения темы:***

освоить строение воды, ее природу, модели и теории строения воды, а также ее аномальные свойства.

#### ***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ), общей химической технологии (ОХТ), экологии.

#### ***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: строение и свойства воды, ее природа, модели и теории строения воды (кластерная, теория жидкой воды и др.), аномальные свойства воды.

#### ***Обзор по рекомендуемой литературе:***

Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

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.

2. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Сайриллинов 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>.

#### ***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить строение и свойства воды, структуру и теории строения воды, аномальные ее свойства.



## **Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:**

1. Строение воды.
2. Схема процесса образования молекулы воды.
3. Теории строения воды.
4. Аномальные свойства воды.

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

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

Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.

### **Основные вопросы:**

1. Силы, действующие в жидкости.
2. Основное уравнение гидростатики.
3. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости.

### **Цель и задачи освоения темы:**

определить какие силы действуют на жидкость, находящуюся в покое, основные уравнения гидростатики и уравнению равновесия жидкости.

### **Требования к уровню подготовленности студента:**

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ).

**Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:**

студент должен освоить следующие понятия: силы действуют на жидкость, находящуюся в покое, основные уравнения гидростатики и уравнению равновесия жидкости Эйлера.

### **Обзор по рекомендуемой литературе:**

Основной литературой для подготовки по данной теме являются:

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.

2. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Сайриддинов 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>.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить уравнение гидростатики, уравнение Эйлера, определять силы, действующие на жидкость в покое.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:**

1. Опишите силы, действующие в жидкости.
2. Вывод основного уравнения гидростатики.
3. Закон Паскаля.
4. Уравнение Эйлера для 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.

***Основные вопросы:***

1. Ламинарное и турбулентное движение потоков.
2. Течение жидкости в трубах.
3. Потеря давления в трубопроводах.
4. Характеристика трубопроводов.

***Цель и задачи освоения темы:***

определить различие ламинарного и турбулентного движения жидкости, закономерности течения жидкости в трубах, причины возникновения потери давления в трубопроводах, характеристики трубопроводов.

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ).

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: турбулентное и ламинарное течение жидкости, число Рейнольдса, закон Стокса, факторы, влияющие на шероховатость в трубах и потери давления в них.

***Обзор по рекомендуемой литературе:***

Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

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.

2. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Сайриддинов 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>.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо усвоить основные понятия по течению жидкостей, уравнение Рейнольдса и Стокса, характеристики трубопроводов и факторы, влияющие на потерю давления в них.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:**

1. Понятие стационарных и нестационарных процессов.
2. Ламинарное и турбулентное движение потоков жидкости.
3. Критерий (число) Рейнольдса.
4. Схема движения жидкости в трубе.
5. Закон Стокса.
6. Факторы, влияющие на потерю давления в трубопроводе.
7. Формула, определяющая потери давления.
8. Коэффициент сопротивления.

9. Потеря давления в местных сопротивлениях.
10. Общая потеря напора.
11. Характеристика трубопровода.

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

#### **Лекция 5. Дифференциальное уравнение Эйлера для потока идеальной жидкости.**

Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.

#### **Основные вопросы:**

1. Дифференциальное уравнение Эйлера для потока идеальной жидкости.
2. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.

#### **Цель и задачи освоения темы:**

освоить вывод уравнения Эйлера и уравнения Бернулли для идеальной и реальной жидкости, их применение на практике.

#### **Требования к уровню подготовленности студента:**

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ).

#### **Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:**

студент должен освоить следующие понятия: уравнений Эйлера для потока идеальной жидкости, уравнение Бернулли, пьезометрический, геометрический и динамический напор.

#### **Обзор по рекомендуемой литературе:**

Основной литературой для подготовки по данной теме являются:

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.

2. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Сайриллинов 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>.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо научиться выводить уравнения Бернулли и Стокса и применять их на практике.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:**

1. Дифференциальное уравнение Эйлера для потока идеальной жидкости.
2. Система уравнений Навье-Стокса.
3. Уравнение Бернулли для идеальной жидкости.
4. Уравнение Бернулли для реальной жидкости.

**Тема 4. Гидравлическое оборудование.**

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

***Основные вопросы:***

1. Классификация гидравлических машин.
2. Насосы. Характеристика насосов.
3. Высота подачи установки.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить классификацию гидравлических машин, понятие насосов, определять важнейшие характеристики насосов, научиться определять высоту подачи насоса.

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ).

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: классификация гидравлических машин, характеристики насосов, области использования гидравлических машин, геодезическая высота всасывания, геодезическая высота нагнетания, перепад высот напора.

***Обзор по рекомендуемой литературе:***

Основной литературой для подготовки по данной теме являются:

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.

2. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Сайриддинов 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>.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо знать классификацию гидравлических машин, области их использования, уметь подобрать насос для конкретного вещества и применения.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:**

1. Классификация гидравлических машин.
2. Понятие насосов, гидравлических моторов, передач.
3. В чем отличие динамических и объемных насосов?
4. Характеристика насосов.
5. Каким образом ведут подбор насосов?
6. Каким образом ведут расчет высоты подачи в химической установке?

**Тема 4. Гидравлическое оборудование.**

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

***Основные вопросы:***

1. Виды насосов, наиболее распространенных в химической промышленности. Их конструкции.

2. Явление гидростатического удара и методы его предотвращения.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить основные виды насосов, наиболее распространенных в химической промышленности, их конструкции, освоить понятие гидростатического удара и знать меры по его предотвращению.

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ).

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: виды центробежных насосов (лопастные, винтовые, встраиваемые, погружные), поршневых, мембранных, циркуляционных, рукавных, струйных насосов, понятие гидравлического удара, меры по его предотвращению.

***Обзор по рекомендуемой литературе:***

Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

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.

2. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Сайридинов 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>.

***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо знать виды гидравлических насосов, их применение в различных сферах химической технологии, понятие гидравлического удара и методы его предотвращения.

**Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:**

1. Конструкция центробежного насоса.
2. Осевой лопастной насос.
3. Формы рабочих колес. Их применение.
4. Виды поршневых насосов.
5. Шестеренный насос.
6. Ротационно-поршневой насос.
7. Винтовые и рукавные насосы.
8. Струйный и вихревой насос.
9. 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.

***Основные вопросы:***

1. Измерение расхода жидкости в трубопроводе
2. Виды расходомеров
3. Манометры.
4. Измерение разности давления манометрическими преобразователями.

***Цель и задачи освоения темы:***

освоить виды расходомеров, подбирать их для определенных целей, виды манометров и преобразователей, их использование.

***Требования к уровню подготовленности студента:***

студентам необходимы знания по изученным ранее на стадии бакалавриата дисциплинам, таким как процессы и аппараты химической технологии (ПАХТ).

***Характеристика основного понятийно-терминологического аппарата, обеспечивающего успешное восприятие программного материала темы:***

студент должен освоить следующие понятия: объемный расход, активное давление, дроссельные устройства, виды расходомеров, магнитно-индукционный расходомер, манометры с запирающей жидкостью, манометры с подпружиненным датчиком, манометрические преобразователи, цифровые манометры, дифференциальные манометры



### ***Обзор по рекомендуемой литературе:***

Основной и дополнительной литературой для подготовки по данной теме являются:

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.

2. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / Сайриллинов 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>.

### ***Краткие выводы по итогам изучения темы:***

студент после изучения данной темы должен владеть основными понятиями, рассмотренными в теоретическом курсе. Необходимо знать виды расходомеров, манометров и дифференциальных преобразователей.

### **Контрольные вопросы для самопроверки знаний по теме:**

1. Принцип работы расходомеров. Понятие расходомера.
2. Опишите способ измерения расхода на основе активного давления.
3. Виды расходомеров, работающих на основе активного давления.
4. Описание работы поплавкового расходомера.
5. Объясните принцип работы магнито-индукционного расходомера.
6. Какие виды манометров используют на химических аппаратах?
7. Опишите способ измерения давления с помощью манометров с запирающейся жидкостью.
8. Какие виды манометров с подпружиненным датчиком существуют? Области их применения.
9. Опишите способ измерения давления с помощью манометрических преобразователей и цифровых манометров.

10. В каких случаях необходимо измерение разности давления.
11. Какие виды дифференциальный манометров существуют. Принцип их действия.
12. С какой целью применяют электрические преобразователи?