

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Б1.В.14</b> <i>(индекс дисциплины)</i>	<b>Механика жидкости и газа</b> <i>(Наименование дисциплины)</i>
Кафедра: <b>17</b> <i>Код</i>	Процессы и аппараты химической технологии <i>(Наименование кафедры)</i>
Направление подготовки: <b>15.03.02</b>	Технологические машины и оборудование Машины и аппараты комплексной переработки возобновляемых ресурсов
Профиль подготовки:	ресурсов
Уровень образования :	бакалавриат

### План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	<b>180</b>		<b>180</b>
	Аудиторные занятия	<b>90</b>		<b>18</b>
	Лекции	36		6
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	54		12
	Самостоятельная работа	54		153
	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		<b>9</b>
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен	5		5
	Курсовая работа	5		5
<b>Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)</b>		<b>5</b>		<b>5</b>

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная					<b>5</b>					
Очно-заочная										
Заочная					<b>5</b>					

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

На основании учебных планов № b150302-12\_20  
z150302-12\_20

Кафедра-разработчик: Процессы и аппараты химической технологии

Заведующий кафедрой: Никифоров А.О.

**СОГЛАСОВАНИЕ:**

Выпускающая кафедра: Машин автоматизированных систем

Заведующий кафедрой: Александров А.В.

Методический отдел: Смирнова В.Г.

## 1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая  Обязательная  Дополнительно является факультативом   
Вариативная  По выбору

### 1.2. Цель дисциплины

Выработка обоснованного подхода к проектированию и получить навыки по эксплуатации гидравлических машин и аппаратов ЦБП.

### 1.3. Задачи дисциплины

- Задачей дисциплины является: изучение реологии неньютоновских сред, динамики структуры волокнистых суспензий, математических моделей и методов расчета гидродинамических процессов.

### 1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ПК-5	способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	2
<b>Планируемые результаты обучения</b>  Знать: основные закономерности и характеристики работы нагнетателей и соответствующих узлов машиностроительных конструкций.  Уметь: пользоваться базовыми знаниями из области механики жидкости и газа в расчетах гидравлических машин и гидравлических систем.  Владеть: способностью принимать участие в разработках и проектированию механизмов гидравлических узлов.		

### 1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4

- Теоретическая механика (ПК-5)
- Инженерная графика (ПК-5)
- Техническая механика (ПК-5)
- Теория машин и механизмов (ПК-5)
- Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности) (ПК-5)

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<b>Учебный модуль 1. Основные понятия механики жидкости и газа.</b>			

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
<p><b>Тема 1. Введение.</b> Предмет и задачи дисциплины «Механика жидкости и газа». Роль гидродинамических процессов, протекающих в машинах и аппаратах ЦБП, в повышении эффективности производства и качества продукции, экономии материальных и энергетических ресурсов. Необходимость интенсификации действующих и разработки новых высокоэффективных процессов и оборудования для обеспечения выпуска высококачественной продукции и охраны окружающей среды.</p>	11		10
<p><b>Тема 2. Основные понятия механики жидкости и газа.</b> Силы, действующие на жидкость. Давление в жидкости. Массовые и поверхностные силы. Силы давления и трения. Основные понятия гидростатики. Абсолютное и избыточное давление. Основное уравнение гидростатики. Геометрический и пьезометрический напоры. Сила давления на дно сосуда. Физические свойства жидкостей и газов. Сжимаемость. Поверхностное натяжение. Зависимость упругости паров от температуры. Поглощение газов жидкостью. Вязкость жидкости и газа. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости. Влияние вязкости на распределение скоростей по сечению трубопровода. Режимы движения жидкости. Опыт Рейнольдса. Число Re. Соотношение средней и максимальной скоростей при ламинарном и турбулентном движениях. Характеристики турбулентного движения. Мгновенная пульсационная скорость. Изотропная и однородная турбулентность. Масштаб турбулентности. Структура турбулентного потока. Турбулентная вязкость. Взаимосвязь пульсаций давления и пульсаций расхода жидкости. Основные понятия кинематики и динамики жидкости. Поле скоростей, расход, локальная и средняя скорости, смоченный периметр, живое сечение, эквивалентный диаметр, линия тока, элементарная струйка. Виды движения жидкости. Уравнение неразрывности.</p>	12		16
<b>Текущий контроль 1. Опрос</b>	2		
<b>Учебный модуль 2. Общие закономерности движения жидкой среды</b>			
<p><b>Тема 3 Понятие о реологических характеристиках жидкости</b> Закон внутреннего трения. Классификация жидкостей по реологическим характеристикам. Ньютоновские жидкости. Условия возникновения касательных напряжений в жидкости. Скорость сдвига слоев жидкости. Скорость деформаций жидкости. Распределение касательных напряжений и скоростей по сечению трубы при ламинарном течении (формула Стокса). Нормальные напряжения в потоке жидкости. Неньютоновские жидкости. Жидкости с нестационарной реологической характеристикой. Бингамовские, пластичные, псевдопластичные и дилатантные жидкости. Тиксотропные и реопектантные жидкости. Высокоупругие или максвелловские жидкости.</p>	23		18
<p><b>Тема 4. Общие закономерности движения жидкой среды.</b> Применение второго закона Ньютона к жидкости. Уравнение движения вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Интерпретация отдельных членов уравнения Навье-Стокса, уравнение турбулентного движения. Уравнения невязкой жидкости-уравнения Эйлера.</p>	18		20

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Уравнения Бернулли. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости. Построение пьезометрической и напорной линий. Условия применения уравнения Бернулли.			
<b>Текущий контроль 2. Опрос.</b>	2		
<b>Учебный модуль 3. Методы исследований и математического описания гидромеханических явлений.</b>			
<p><b>Тема 5. Потери напора при установившемся движении жидкости.</b></p> <p>Способы исследования гидравлических явлений. Модели жидкой среды.</p> <p>Влияние различных факторов на движение жидкости. Метод анализа размерностей, π-теорема. Основы теории подобия. Моделирование потоков в проточных участках гидравлического оборудования. Примеры местных потерь. Обтекание твердых тел. Водоворотная или циркуляционная область потока. Зоны малых скоростей потока.</p> <p>Потери напора по длине и на местные сопротивления. Выражение местных потерь через эквивалентную длину.</p> <p>Закон ламинарного движения (Пуазейля). Формула Шези. Корректив кинетической энергии для ламинарного течения. Формула для определения потерь по длине (Дарси-Вейсбаха).</p> <p>Влияние полимерных добавок на уменьшение потерь напора-феномен Томса. Опытные данные о коэффициентах гидравлического трения. Влияние выступов шероховатости на потери напора. Гидравлические гладкие и шероховатые трубы. Равнозернистая и эквивалентная шероховатости. Зоны движения жидкости по графику Никурадзе. График Мурина.</p>	12		16
<p><b>Тема 6. Расчет трубопроводов.</b></p> <p>Расчет трубопроводов в квадратичной области сопротивления. Расчет трубопроводов в докватричной области сопротивления. Расчет сложных трубопроводов. Выбор экономически выгодного диаметра трубопровода. Явление гидравлического удара. Прямой и непрямой гидравлический удары. Формулы Н.Е. Жуковского для определения ударного давления и скорости распределения ударной волны. Способы защиты трубопровода от разрушения. Истечение из малого отверстия в тонкой стенке. Коэффициенты сжатия, скорости и расхода. Определение коэффициентов расхода и скорости. Истечение из насадков. Конический и конoidalный насадки. Влияние формы насадка на истечение жидкости. Массонапускные устройства бумагоделательных машин. Сила давления струи на стенку. Теорема импульсов. Струйность потока на выходе из потокораспределителя. Выравнивание потока в напорном ящике.</p>	8		16
<b>Текущий контроль 3. Опрос.</b>	2		
<b>Учебный модуль 4. Насосы и вентиляторы.</b>			
<p><b>Тема 7. Устройство центробежного насоса и вентилятора</b></p> <p>Понятие об абсолютном и относительном движении в насосе. Понятие об расчетном режиме. Основное уравнение</p>	17		20

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
центробежного насоса. Выбор формы лопастей. Учет конечного числа лопастей. Потери в насосах и баланс энергии. Теоретические и действительные характеристики. Оптимальный режим. Подводящие и отводящие устройства, их функция и классификация. Основы теории подобия лопастных машин. Формула подобия и пересчет характеристик лопастных насосов при изменении размеров насосов и частоты вращения ротора. Коэффициент быстроходности и типизации лопастных насосов. Рабочее поле насоса. Области применения центробежных и других лопастных насосов. Основы нормализации лопастных насосов. Высота всасывания. Кавитация в центробежных насосах. Работа насосов на сеть. Схема насосной установки. Характеристика насоса и сети. Условия совместной работы насоса и его внешней сети. Факторы, влияющие на экономичность работы насосной установки. Работа насоса на простой и сложный трубопроводы. Особенности конструкций вентиляторов. Способы регулирования подачи. Совместная работа на сеть по схеме последовательного и параллельного соединений. Осевые насосы. Устройство, рабочий процесс, рабочие характеристики. Насосы, применяемые в химической промышленности. Экономия энергии при эксплуатации насосных установок в химической промышленности. Техника безопасности при перекачивании агрессивных жидкостей.			
<b>Тема 8. Объемные гидромашины и машины специальных типов.</b>  Поршневые насосы. Устройство, принцип действия, классификация и область применения. Неравномерность подачи и способы ее выравнивания. Процесс всасывания поршневого насоса без воздушного колпака. Радиально-поршневые, шибберные, вакуумные и другие насосы. Насосы для перекачивания неньютоновских жидкостей.	15		15
<b>Текущий контроль 4. Опрос.</b>	2		
<b>Курсовая работа.</b>	20		40
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине. Экзамен.</b>	<b>36</b>		<b>9</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>180</b>		<b>180</b>

### 3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

#### 3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	5	2			5	0.5
2	5	4			5	0.5
3	5	4			5	0.5
4	5	4			5	0.5
5	5	6			5	1
6	5	6			5	1
7	5	6			5	1
8	5	4			5	1
<b>ВСЕГО:</b>		<b>36</b>				<b>6</b>

#### 3.2. Практические занятия

Номера изучаемых тем	Наименование практических занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)

Номера изучаемых тем	Наименование практических занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
2	Основные понятия механики жидкости и газа.	5	6			5	1
3	Понятия о реологических характеристиках жидкости.	5	6			5	1
5	Методы исследований и математического описания гидромеханических явлений.	5	10			5	2
5	Потери напора при установившемся движении.	5	6			5	2
6	Расчет трубопроводов	5	10			5	2
6	Неустановившееся движение жидкости в трубопроводах.	5	6			5	2
6	Истечение жидкостей из отверстий и насадков.	5	6			5	1
7	Лопастные машины	5	4			5	1
<b>ВСЕГО:</b>			<b>54</b>				<b>12</b>

#### 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Цель и задачи курсовой работы по курсу «Механика жидкости и газа» привить студентам навыки поиска и работы со специальной литературой, умение логично, аргументировано излагать, анализировать и обобщать изученный материал. Ознакомить с методикой гидравлического расчета насосных установок или другой аппаратуры. В задачу курсовой работы входит также сближение читаемого курса с практикой ЦБП, углубление отдельных разделов курса, знакомство с ГОСТами, каталогами и нормами и подготовка к выполнению дипломного проекта.

При выполнении курсовой работы с элементами НИР студент самостоятельно подбирает литературу по интересующему вопросу.

К защите представляется расчетно-пояснительная записка с графическими иллюстрациями, поясняющими отдельные этапы изложения.

Темы: 1. Расчет насосной установки.

2. Проектирование насосной установки.

3. Произвести расчет потерь энергии по различным зависимостям для коэффициента сопротивления и дать сравнительный анализ.

4. Определить высоту всасывания при различных значениях определяющих ее параметров.

5. С целью сравнения рассмотреть работу объемного насоса в тех же условиях, что и центробежного и сделать выводы.

#### 5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1,2,3,4	Опрос	5	4				

#### 6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	5	14			5	70
Подготовка к практическим занятиям	5	20				
Выполнение курсовой работы	5	20			5	83
Подготовка к экзамену	5	36			5	9

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
<b>ВСЕГО:</b>		<b>90</b>				<b>162</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

### 7.1. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

#### а) основная учебная литература

1. Андрижиевский А.А. Механика жидкости и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Андрижиевский А.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2014.— 207 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35498.html>.— ЭБС «IPRbooks».
2. Крестин Е.А. Гидравлика [Электронный ресурс]: курс лекций/ Крестин Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014.— 189 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29784.html>.— ЭБС «IPRbooks» .

#### б) дополнительная учебная литература

3. Алексеев Г.В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Механика жидкости и газа» [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Алексеев Г.В., Бриденко И.И.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2013.— 132 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16895.html>.— ЭБС «IPRbooks».
4. Сыромаха П.И Гидравлика и насосы-учебно-практическое пособие к лабораторным работам,2012-113 ил 58с.

### 8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Сыромаха П.И Гидравлика и насосы-учебно-практическое пособие к лабораторным работам,2012-113 ил 58с

### 8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.edu.ru> –Федеральный портал «Российское образование»
2. <http://www.openet.ru> – Российский портал открытого образования
3. <http://www.exponenta.ru> – Российский портал образования
4. [www.chemnet.ru](http://www.chemnet.ru)

### 8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013
3. PTC Mathcad 15
4. AutoDesk AutoCAD 2015

### 8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория с мультимедийным комплексом и выходом в Интернет.  
Гидродинамический стенд.  
АСНИ «Ротационный вискозиметр РВ-1»  
Капиллярный вискозиметр ВГЖ-1

### 8.6. Иные сведения и (или) материалы

Компьютерные презентации  
Гидродинамический стенд



## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам структуре и содержанию дисциплины. Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.
Курсовая работа	Изучение научной, учебной, нормативной и др. литературы. Отбор необходимого материала; проведение практических исследований по теме, формулирование выводов и разработка конкретных рекомендаций по достижению поставленной цели и задач. При подготовке к защите курсовой необходимо проработать конспекты лекций и практических занятий, рекомендуемую литературу, получить консультацию у преподавателя.

## 10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

#### 10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-5 (2)	выводит и излагает основные закономерности гидромеханики с позиций теории подобия для расчета конкретных гидравлических узлов и систем	Устное собеседование	Перечень вопросов для устного экзамена (31 вопрос)
		Практические задания	Практические типовые задания (31 задач)

#### 10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

##### Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Курсовая работа
отлично	Обучающийся показывает всесторонние знания в области процессов и аппаратного их оформления. Владеет основными понятиями и терминологией во время ответов. Хорошо знаком с основной и дополнительной литературой. Целеустремленно использует и применяет базовые знания в области физико-математических наук. Проявляет эрудицию при работе с учебным материалом.	Полное и разностороннее рассмотрение вопросов, свидетельствующее о значительной работе с источниками. Качество исполнения всех элементов проекта соответствует требованиям, содержание полностью соответствует заданию. Даны исчерпывающие выводы и полные ответы на поставленные вопросы. Работа представлена к защите в требуемые сроки.
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний по основам теории процессов. В целом разбирается в терминологии. Усвоил основную	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в работе или в ответах на поставленные при защите

	литературу; допускает некоторые погрешности и несущественные ошибки в ответах на вопросы экзаменационного билета и в ответах на дополнительные вопросы преподавателя.	вопросы, могут иметь место от правил оформления работы или нарушены сроки предоставления проекта к защите.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала из лекций и основной литературы. В целом показывает знания базовых законов по гидравлическим, тепловым и массообменным процессам. Допускает существенные ошибки в ответах, но может их устранить под руководством преподавателя.	Задание выполнено полностью, но в работе есть существенные ошибки, присутствуют неточности в ответах, либо качество представления работы низкое, либо работа представлена с опозданием
неудовлетворительно	Обучающийся не имеет достаточного уровня знаний дисциплины. Путается в понятиях, терминологии и формулировках. Плохо знает литературу. Допускает существенные и принципиальные ошибки и не может их устранить даже с помощью преподавателя. Списывание, попытка использования неразрешенных технических средств или подсказки другого человека.	Содержание работы полностью не соответствует заданию. Представление чужой работы, плагиат, либо отказ от представления работы. Отсутствие одного или нескольких обязательных элементов задания, либо многочисленные грубые ошибки в работе, либо грубое нарушение правил оформления или сроков представления работы. Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора.

## 10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

### 10.2.1. Перечень вопросов (тестовых заданий), разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Физические свойства жидкостей. Сжимаемость. Поглощение газов жидкостью.	1
2	Основные понятия гидростатики. Абсолютное и избыточное давление, вакуум. Основное уравнение гидростатики.	1
3	Вязкость жидкости. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости. Зависимость вязкости от температуры и давления.	2
5	Основные понятия кинематики и динамики жидкости.	2
6	Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса. Характеристика ламинарного и турбулентного течения.	2
17	Силы давления на плоские стенки.	2
18	Силы давления на криволинейные стенки.	2
4	Реологические характеристики жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.	3
15	Теорема импульсов и момента импульсов.	4
16	Ламинарное течение в плоских зазорах.	4
7	Уравнение Бернулли в ламинарном и турбулентном течении. Потери напора.	5
8	Потери напора в трубах. Линейные и местные сопротивления (общие понятия).	5
9	Потери напора по длине трубопровода. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы.	5
10	Местные сопротивления. Эквивалентная длина. Конкретные примеры.	5
11	Расчет параллельного соединения трубопроводов.	6
12	Расчет сложных трубопроводов с концевой раздачей.	6
13	Гидравлический удар. Способы защиты от гидравлического удара.	6
14	Истечение жидкости из отверстий и насадков.	6
19	Устройство центробежного насоса. Понятие об абсолютном и относительном движении жидкости в насосе.	7
20	Основное уравнение центробежного насоса.	7
21	Баланс энергии и потери в насосах.	7
22	Характеристики центробежных насосов.	7
23	Пересчет характеристик центробежного насоса при изменении частоты вращения ротора.	7
24	Область применения лопастных насосов. Рабочее поле насоса.	7

25	Кавитация насоса на сеть. Способы регулирования подачи насоса.	7
26	Работа насоса на сеть. Способы регулирования подачи насоса.	7
27	Последовательная и параллельная работа насосов на сеть. Помпаж насосов.	8
28	Осевые и вихревые насосы.	8
29	Поршневые и шестеренчатые насосы.	8
30	Вакуумные насосы.	8
31	Винтовые насосы.	8

### 10.2.2. Вариант типовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	<p>Требуется определить аэродинамическое сопротивление автомобиля (высотой <math>h=1,5</math> м) путем продувки его модели в аэродинамической трубе.</p> <p>1. Каков должен быть размер модели <math>h_m</math> для соблюдения подобия (равенство <math>Re</math>), если максимальная скорость движения автомобиля равна <math>U=108</math> км/ч, а скорость продувки ограничена величиной <math>U_m=45</math> м/с?</p> <p>2. Какую силу лобового сопротивления <math>P</math> будет испытывать автомобиль при максимальной скорости движения, если для модели при максимальной скорости продувки эта сила <math>P=1500</math> Н?</p> <p>Вязкость и плотность воздуха принимать для природы и модели одинаковыми.</p>	$h_m=1$ м; $P=1500$ Н.
2	<p>При испытании на воде модели насадка, выходной диаметр которого <math>d_m=30</math> мм, под статическим напором <math>H_m=50</math> м получены расход <math>Q_m=18</math> л/с и средняя скорость в сжатом сечении струи <math>U_m=30</math> м/с.</p> <p>Каков должен быть выходной диаметр <math>d</math> насадка в натуре и под каким напором <math>H</math> он должен работать на воде, чтобы получить <math>Q=100</math> л/с и <math>U=60</math> м/с?</p> <p>Считать, что испытания модели произведены в зоне турбулентной автомодельности, поэтому коэффициенты истечения для модели и природы одинаковы.</p>	$d=50$ мм; $H=200$ мм.
3	<p>Истечение керосина (<math>U=0,045</math> Ст) через отверстие диаметром <math>d=75</math> мм моделируется на воде (<math>U_m=0,01</math> Ст) при соблюдении вязкостного и гравитационного подобия.</p> <p>1. Определить диаметр отверстия <math>d_m</math> для модели.</p> <p>2. В каком отношении должны находиться высоты уровней для природы <math>h</math> и модели <math>h_m</math>?</p> <p>3. В каком отношении при выполнении этих условий будут находиться расход <math>Q</math> и <math>Q_m</math>?</p>	$d_m=27,5$ мм; $h/h_m=2,72$ ; $Q/Q_m=12,25$ .
4	<p>В поверхностном конденсаторе паровой турбины суммарный расход охлаждающей воды <math>Q=8</math> л/с проходит по 250 параллельным трубкам, между которыми движется конденсируемый пар.</p> <p>Каков максимальный допустимый диаметр трубок, при котором в них еще будет турбулентное движение (обеспечивающее лучшую теплопередачу, чем ламинарное)?</p> <p>Для нижней границы турбулентного режима принять <math>Re_{кр}=3000</math>. Температура воды <math>t=10</math> С (<math>U=0,013</math> Ст).</p>	$d_{max}=10$ мм.

### 10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

#### 10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче экзамена и защите курсовой работы и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся

**10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

устная  письменная  компьютерное тестирование  иная

**10.3.3. Особенности проведения экзамена и защита курсовой работы**

Время на подготовку 30 минут

Время ответа по билету 15 минут