

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ВШТЭ  
*П.В.Луканин*  
« 28 » 06 20 18 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.Б.13**

(индекс дисциплины)

**Гидравлика**

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **17** Процессы и аппараты химической технологии  
Код (Наименование кафедры)

Направление подготовки: 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Профиль подготовки: Автоматизация технологических процессов и производств ЦБП

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>108</b>		<b>108</b>
	Аудиторные занятия	<b>54</b>		<b>12</b>
	Лекции	18		4
	Лабораторные занятия			8
	Практические занятия	36		
	Самостоятельная работа	18		87
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Промежуточная аттестация	<b>36</b>		<b>9</b>
	Экзамен	1		5
	Зачет			
Контрольная работа				5
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		<b>3</b>		<b>3</b>

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

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным  
государственным образовательным стандартом высшего образования  
по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и  
производств

На основании учебных планов № b150304-123  
z150304-123

Кафедра-разработчик: Процессов и аппаратов химической технологии  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: Никифоров А.О.  
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

### СОГЛАСОВАНИЕ:

Выпускающая кафедра: Автоматизация технологических процессов и производств  
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой: Ковалёв Д.А.  
(Ф.И.О. заведующего, подпись)

Методический отдел: Смирнова В.Г.  
(Ф.И.О. сотрудника отдела, подпись)

# 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

Сформировать компетенции обучающегося в области обоснованного подхода к расчету, проектированию и управлению процессами перемещения жидких сред.

## 1.3. Задачи дисциплины

- Рассмотреть основные свойства жидких сред
- Раскрыть принципы и методы моделирования состояний покоя и движения жидкостей
- Продемонстрировать особенности анализа гидравлических сетей, их расчета и проектирования
- Показать методы выбора регулирующей арматуры для управления параметрами потоков

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

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-2	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	1
<b>Планируемые результаты обучения</b> Знать: 1) принципы функционирования информационных технологий, используемых в гидравлическом анализе и получении данных для автоматизации управления параметрами технологических потоков жидкостей 2) основы требований безопасности работы в информационно-коммуникационных системах Уметь: 1) ориентироваться в информационных технологиях при решении задач по управлению параметрами гидравлических потоков 2) решать стандартные задачи в профессиональной деятельности в рамках информационной и библиографической культуры Владеть: 1) терминологией информационно-коммуникационных технологий 2) навыками решения задач гидравлики на базе информационно-коммуникационных технологий		

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

- Дисциплина базируется на компетенциях, сформированных на предыдущем уровне образования

# 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. Гидростатика</b>			
Тема 1. Свойства жидкостей, основные методы гидравлики	4		6

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Объемная, температурная деформация жидкостей Метод материальной частицы, метод контрольных объемов, метод подобия и анализа размерностей, экспериментальный метод, вычислительный эксперимент. Уравнение равновесия жидкости. Силы давления жидкости на ограничивающие поверхности.	4		10
<b>Текущий контроль 1 Опрос</b>	1		
<b>Учебный модуль 2. Гидродинамика</b>			
Тема 2 Основные понятия кинематики жидкости	8		12
Уравнение постоянства расхода жидкости (уравнение неразрывности) Модели движения жидкости Модель Эйлера для идеальной жидкости			
Тема 3 Режимы движения жидкостей, основы гидродинамического подобия	8		10
Ламинарный, переходный и турбулентный режимы Число Рейнольдса, критерий Рейнольдса Практическое значение числа Рейнольдса			
Тема 4 Уравнение энергии для движущейся жидкости	12		12
Уравнение Д.Бернулли для идеальной жидкости Уравнение Д.Бернулли для реальной жидкости			
Тема 5 Потери энергии в движущейся жидкости	12		16
Потери энергии при турбулентном движении (формула Вейсбаха) Два вида элементов сети, виды потерь энергии Гидравлические параметры трубопроводов (коэффициенты потерь) Зависимость коэффициентов потерь от числа Рейнольдса			
Тема 6 Гидравлический расчет сети	12		10
Уравнение для гидравлического расчета сети. Виды соединений трубопроводов и их расчет Трубопровод с насосной подачей			
Тема 7 Выбор управляющего устройства для гидравлической сети	10		10
Выбор управляющего устройства на основе коэффициента пропускной способности. Использование современных информационных технологий для выбора оптимального управляющего устройства			
<b>Текущий контроль 2 Опрос</b>	1		
<b>Текущий контроль. Контрольная работа</b>			13
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине экзамен</b>	<b>36</b>		<b>9</b>
<b>ВСЕГО:</b>	<b>108</b>		<b>108</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	1	1			5	0,5
2	1	2			5	0,5
3	1	1			5	0,5
4	1	1			5	0,5
5	1	2			5	0,5
6	1	4			5	0,5
7	1	7			5	1
<b>ВСЕГО:</b>		<b>18</b>				<b>4</b>

#### 3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	Коэффициенты объемной и температурной	1	2				

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	деформации жидкости, решение задач						
1	Основное уравнение гидростатики, определение величины силы взаимодействия жидкости с ограничивающей поверхностью, решение задач	1	2				
2	Уравнение расхода, решение задач	1	2				
2	Модель Эйлера, кинематические параметры движения жидкости, решение задач	1	2				
3	Режимы движения жидкостей, вычисление значения критерия Рейнольдса	1	4				
4	Уравнение Д.Бернулли, анализ энергетика гидравлической системы, решение задач	1	8				
5	Потери энергии при движении жидкости, методы расчета, решение задач	1	8				
6	Гидравлический расчет сетей различной конфигурации, безнапорных и напорных	1	4				
7	Выбор управляющего устройства на основе коэффициента пропускной способности с использованием современных средств	1	4				
<b>ВСЕГО:</b>			<b>36</b>				

### 3.3. Лабораторные занятия

Номера изучаемых тем	Наименование лабораторных занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
3	Режимы движения жидкости. Практическое значение критерия Рейнольдса					5	2
4	Уравнение Д.Бернулли					5	4
5	Зависимость коэффициента гидравлического трения от режима движения жидкости					5	2
<b>ВСЕГО:</b>							<b>8</b>

## 4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено

## 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	Опрос	1	2				
2	Контрольная работа					5	1

## 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	1	10			5	50
Выполнение контрольной работы					5	13
Подготовка к практическим занятиям	1	8				
Подготовка к лабораторным занятиям					5	24
Подготовка к экзаменам	1	36			5	9
	<b>ВСЕГО:</b>					<b>96</b>

## 7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий**  
Не предусмотрено

**7.2. Система оценивания успеваемости и достижений обучающихся для промежуточной аттестации**

традиционная

балльно-рейтинговая

## 8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Крестин Е.А. Гидравлика [Текст]: [электронный ресурс]: курс лекций/ Е.А. Крестин – Электрон. Текстовые данные. – Самара: Самарский архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. – 189 с.- Режим доступа: IPRbooks -<http://www.iprbookshop.ru/29784>

б) дополнительная учебная литература

2. Гидравлика [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ — Электрон. текстовые данные.— Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 260 с.- Режим доступа: IPRbooks -<http://www.iprbookshop.ru/20459>

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

1. Ю.А.Тотухов Выбор регулирующего устройства для систем гидротранспорта[Электронный ресурс]: методическое пособие /Сост. Ю.А.Тотухов, П.И.Сыромаха; ГОУВПО ГТУРП. СПб., 2008. – 42 с. . .(ЭБВШТЭ: Режим доступа:<http://www.nizrp.narod.ru/kafpriapxt.htm>)

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

1. [www.window.edu.ru](http://www.window.edu.ru) – Единое окно доступа к образовательным ресурсам

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

1. Microsoft Windows 8.1
2. Microsoft Office Professional 2013

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

1. Лекционная аудитория с мультимедийным учебным комплексом
2. Специализированная лаборатория

## 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Конспект лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы и формулировки; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины.
Практические занятия	Решение задач по темам изучаемой дисциплины, использование программных продуктов для выбора управляющих устройств
Лабораторные занятия	В результате проведения лабораторных занятий обучающийся должен понять принципы работы гидравлической сети
Самостоятельная работа	При подготовке к контрольной работе и экзамену необходимо проработать конспекты лекций, рекомендуемую литературу и проанализировать результаты практических занятий

## 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 формирования)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-2 (1)	Ориентируется в принципах функционирования информационных технологий, используемых в гидравлическом анализе и получении данных для автоматизации управления параметрами технологических потоков жидкостей. Выполняет решение стандартных задач в профессиональной деятельности в рамках информационной и библиографической культуры.. Демонстрирует навыки решения задач гидравлики на базе информационно-коммуникационных технологий.	Устное собеседование  Практическое задание	Перечень вопросов к экзамену (33 вопросов)  Практические типовые задания (33 задач)

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

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
	Устное собеседование
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.
хорошо	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний по основам теории процессов. В целом разбирается в терминологии. Усвоил основную литературу; допускает некоторые погрешности и несущественные ошибки в ответах на вопросы экзаменационного билета и в ответах на дополнительные вопросы преподавателя.
удовлетворительно	Обучающийся показывает знания учебного материала из лекций и основной литературы. В целом показывает знания базовых законов по гидравлическим процессам. Допускает существенные ошибки в ответах, но может их устранить под руководством преподавателя.
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.

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

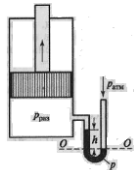
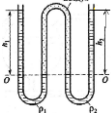
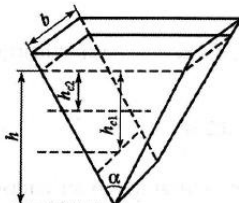
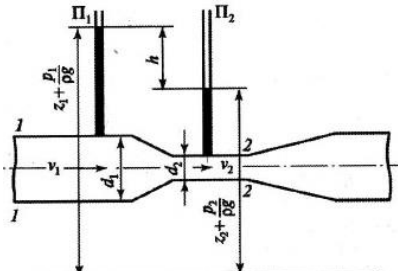
### 10.2.1. Перечень вопросов к экзамену, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

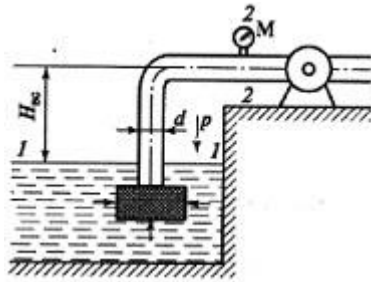
№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Основные свойства капельных жидкостей: сжимаемость, температурная деформация, вязкость	1
2	Основные параметры жидкости: плотность, вес единицы объема, относительная плотность	1
3	Классификация сил действующих в жидкости	1
4	Гидростатическое давление	1
5	Закон Ньютона-Петрова для определения касательных напряжений в сдвиговом потоке. Вязкость жидкостей, коэффициенты вязкости	1
6	Основное уравнение гидростатики	1
7	Физический смысл понятия напор	1
8	Определение величины силы гидравлического давления на ограничивающую поверхность	1
9	Закон внутреннего трения в жидкости	2
10	Виды движения жидкости: установившееся, неустановившееся, равномерное, напорное, безнапорное	3
11	Кинематические элементы потока. Струйная модель движения жидкости	3
12	Уравнение расхода в интегральной форме	3
13	Уравнение Бернулли	4
14	Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Ограничения применения уравнения Бернулли;	4
15	Определение величины потерь энергии при движении жидкости	4
16	Режимы движения жидкости	5
17	Характеристика зон турбулентного течения	5
18	Зависимость гидравлического коэффициента трения от числа Рейнольдса и относительной шероховатости	5
19	Потери напора при турбулентном движении жидкости	6
20	Потери напора по длине и на местных сопротивлениях	6
21	Определение давления в заданном сечении трубопровода	6
22	Расчет потерь напора при движении жидкости	6
23	Классификация трубопроводов. Особенности расчета трубопроводов	6
24	Гидравлический расчет сети	6
25	Гидравлический расчет простого трубопровода	6
26	Гидравлический расчет сети с насосной подачей	6
27	Выбор насоса для сети заданной конфигурации	7
28	Насосная установка. Назначение элементов насосной установки	7
29	Назначение, устройство и принцип действия центробежного насоса	7



30	Влияние на производительность, напор и мощность центробежного насоса изменения числа оборотов	7
31	Рабочая характеристика центробежного насоса, рабочая точка. Построение рабочей характеристики насоса	7
32	Способы совмещения насоса с сетью	7
33	Выбор дросселирующего устройства по коэффициенту пропускной способности	7

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

№ п/п	Условия типовых задач	Ответ
1	Определить изменение плотности воды при ее сжатии от $p_1 = 1 \cdot 10^5$ Па до $p_2 = 1 \cdot 10^7$ Па.	1,005
2	Определить высоту подъема воды в стеклянном капилляре диаметром $d = 0,001$ м при температуре воды $t_1 = 20$ °С и $t_2 = 80$ °С	$\approx 2,9$ м
3	К всасывающей стороне цилиндра присоединен водяной вакуумметр с показанием $h = 0,42$ м. Определить разрежение под поршнем	$0,412 \cdot 10^4$ Па
		
4	Двойная U-образная трубка заполнена двумя жидкостями таким образом, что свободная поверхность во внутреннем ответвлении трубки находится на одном уровне. Рассчитать плотность $\rho_2$ , если $\rho_1 = 1000$ кг/м <sup>3</sup> ; $h_1 = 0,8$ м; $h_2 = 0,65$ см.	1230 кг/м <sup>3</sup>
		
5	Определить силы давления на боковые поверхности резервуара, заполненного бензином (рис. 3. 5), и координаты центров давления, если $\alpha = 60^\circ$ ; $b = 1$ м; $h = 4$ м; $\rho = 750$ кг/м <sup>3</sup> ; $g = 10$ м/с <sup>2</sup>	$P_1 = 8 \cdot 10^4$ ; $P_2 = 1,6 \cdot 10^5$ ; $h_{c1} = 3,08$ м; $h_{c2} = 2$ м
		
6	6 Вода протекает по водомеру Вентури, состоящему из трубы диаметром $d = 20$ см, в которую вставлен участок трубы диаметром $d = 10$ см (рис. 5. 8). Пренебрегая сопротивлением, определить расход воды, если в пьезометрах $\Pi_1$ и $\Pi_2$ разность показаний $h = 0,25$ м.	0,018 м <sup>3</sup> /с
		
7	Центробежный насос должен обеспечить расход $Q = 0,1$ м <sup>3</sup> /с и давление на выходе $p_2 = 4,7 \cdot 10^4$ Н/м <sup>2</sup> . Всасывающая труба имеет диаметр $d = 0,3$ м и длину $L = 24$ м, а также фильтр на входе, имеющий местный коэффициент сопротивления $\xi = 5$ . Всасывание воды осуществляется из открытого резервуара. Коэффициент потерь на трение $\lambda = 0,02$ , коэффициент местных сопротивлений $\xi_{поворот} = 0,2$ . Определить высоту всасывания $H_k$	4,615 м



**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 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**

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 45 минут.