

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.В.02	<u>Гидравлика</u>		
Учебный план: <u>ФГОС3++z150304Ц-3_24-15.plx</u>			
Кафедра:	<table><tr><td><u>17</u></td><td><u>Процессов и аппаратов химической технологии</u></td></tr></table>	<u>17</u>	<u>Процессов и аппаратов химической технологии</u>
<u>17</u>	<u>Процессов и аппаратов химической технологии</u>		
Направление подготовки: (специальность)	<u>15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств</u>		
Профиль подготовки: (специализация)	<u>Цифровизация производства</u>		
Уровень образования:	<u>бакалавриат</u>		
Форма обучения:	<u>заочная</u>		

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
3	УП	4	4	4	123	9	4	Экзамен
	РПД	4	4	4	123	9	4	
Итого	УП	4	4	4	123	9	4	
	РПД	4	4	4	123	9	4	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств, утверждённым приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 730

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Тотухов Ю.А.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой процессов и аппаратов
химической технологии

Никифоров А.О.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Ковалев Д.А.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: дать обучающимся динамический набор знаний, умений, навыков в области гидравлики, гидравлических расчетов методов выбора дросселирующих устройств.

1.2 Задачи дисциплины:

привить устойчивые навыки анализа практических задач в области расчета гидравлических сетей, освоить методики выбора дросселирующих устройств.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Методологические основы научных исследований

Теоретическая механика

Экология

Конструкционные материалы в системах автоматизации

Учебная практика, ознакомительная практика

Компьютерная графика систем автоматизации

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ПК-3: Способен решать производственно-технические задачи по сопровождению эксплуатации оборудования автоматизированных систем управления технологическими процессами

Знать: основные физические свойства жидкостей и газов, законы и уравнения статики и динамики жидкостей и газов, методики выбора дросселирующих устройств.

Уметь: выполнять расчеты пневмо- и гидросистем узлов машин применительно к задачам профессиональной деятельности

Владеть: навыками расчета пневмо- и гидросистем узлов машин с использованием типовых методик

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)	
Раздел 1. Гидростатика.	3				
Тема 1. Свойства жидкостей, основные методы гидравлики. 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.		0,5	0,8		17,5
Раздел 2. Гидродинамика.					
Тема 2. Основные понятия кинематики жидкости. Уравнение постоянства расхода жидкости (уравнение неразрывности). Модели движения жидкости. Модель Эйлера для идеальной жидкости		0,5	0,8		17,5
Тема 3. Режимы движения жидкостей, основы гидродинамического подобия. Ламинарный, переходный и турбулентный режимы. Число Рейнольдса, критерий Рейнольдса. Практическое значение числа Рейнольдса. Лабораторная работа № 1 - Гидравлические сопротивления элементов напорного трубопровода. Лабораторная работа № 2 - Экспериментальное определение напорных характеристик насоса при различных частотах вращения.		0,5		1,5	17,5
Тема 4. Уравнение энергии для движущейся жидкости. Уравнение Д. Бернулли для идеальной жидкости. Уравнение Д. Бернулли для реальной жидкости.		0,5	0,8		17,5
Тема 5. Потери энергии в движущейся жидкости. 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.		0,5	0,8		17,5

Тема 6. Гидравлический расчет сети. Уравнение для гидравлического расчета сети. Виды соединений трубопроводов и их расчет Трубопровод с насосной подачей. Лабораторная работа № 3 - Определение требуемого вращательного момента на валу насоса при различных режимах работы приводного вала. Лабораторная работа № 4 - Определение мощностных характеристик электропривода и КПД насоса. Лабораторная работа № 5 - Согласование характеристик насоса и сети.		0,5		2,5	17,5
Тема 7. Выбор управляющего устройства для гидравлической сети. Выбор управляющего устройства на основе коэффициента пропускной способности. Использование современных информационных технологий для выбора оптимального управляющего устройства.		1	0,8		18
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		4	4	4	123
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5			6,5
Всего контактная работа и СР по дисциплине		14,5			129,5

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ПК-3	1. Анализирует геометрические и гидравлические параметры сети. 2. Демонстрирует умение оценить режим движения среды и определить потери энергии в потоке. 3. Использует результаты гидравлических расчетов для выбора управляющей арматуры.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее, систематическое и глубокое знание основного и дополнительного учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой; усвоил основную и знаком с дополнительной рекомендованной литературой; может объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала.	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.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных	Работа выполнена в соответствии с заданием. Имеются отдельные несущественные ошибки в работе или в

	ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, устраняет их без помощи преподавателя.	ответах на поставленные при защите вопросы, могут иметь место от правил оформления работы или нарушены сроки предоставления проекта к защите.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания основного учебного материала в минимальном объеме, необходимом для дальнейшей учебы; справляется с выполнением заданий, предусмотренных программой, допуская при этом большое количество не принципиальных ошибок; знаком с основной литературой, рекомендованной программой. Допускает существенные погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения 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
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки. Как правило, оценка "не удовлетворительно" ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.	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.

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 3	
1	Основные свойства капillary жидкостей: сжимаемость, температурная деформация, вязкость
2	Основные параметры жидкости: плотность, вес единицы объема, относительная плотность
3	Классификация сил действующих в жидкости
4	Гидростатическое давление
5	Закон Ньютона-Петрова для определения касательных напряжений в сдвиговом потоке. Вязкость жидкостей, коэффициенты вязкости
6	Основное уравнение гидростатики
7	Физический смысл понятия напор
8	Определение величины силы гидравлического давления на ограничивающую поверхность
9	Закон внутреннего трения в жидкости
10	Виды движения жидкости: установившееся, неустановившееся, равномерное, напорное, безнапорное
11	Кинематические элементы потока. Струйная модель движения жидкости
12	Уравнение расхода в интегральной форме
13	Уравнение Бернулли

14	Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Ограничения применения уравнения Бернулли
15	Определение величины потерь энергии при движении жидкости
16	Режимы движения жидкости
17	Характеристика зон турбулентного течения
18	Зависимость гидравлического коэффициента трения от числа Рейнольдса и относительной шероховатости
19	Потери напора при турбулентном движении жидкости
20	Потери напора по длине и на местных сопротивлениях
21	Определение давления в заданном сечении трубопровода
22	Расчет потерь напора при движении жидкости
23	Классификация трубопроводов. Особенности расчета трубопроводов
24	Гидравлический расчет сети
25	Гидравлический расчет простого трубопровода
26	Гидравлический расчет сети с насосной подачей
27	Выбор насоса для сети заданной конфигурации
28	Насосная установка. Назначение элементов насосной установки
29	Назначение, устройство и принцип действия центробежного насоса
30	Рабочая характеристика центробежного насоса, рабочая точка. Построение рабочей характеристики насоса
31	Выбор дросселирующего устройства по коэффициенту пропускной способности
32	Основные свойства капельных жидкостей: сжимаемость, температурная деформация, вязкость
33	Основные параметры жидкости: плотность, вес единицы объема, относительная плотность
34	Классификация сил действующих в жидкости
35	Гидростатическое давление
36	Закон Ньютона-Петрова для определения касательных напряжений в сдвиговом потоке. Вязкость жидкостей, коэффициенты вязкости
37	Основное уравнение гидростатики
38	Физический смысл понятия напор
39	Определение величины силы гидравлического давления на ограничивающую поверхность
40	Закон внутреннего трения в жидкости
41	Виды движения жидкости: установившееся, неустановившееся, равномерное, напорное, безнапорное
42	Кинематические элементы потока. Струйная модель движения жидкости
43	Уравнение расхода в интегральной форме
44	Уравнение Бернулли
45	Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Ограничения применения уравнения Бернулли
46	Определение величины потерь энергии при движении жидкости
47	Режимы движения жидкости
48	Характеристика зон турбулентного течения
49	Зависимость гидравлического коэффициента трения от числа Рейнольдса и относительной шероховатости
50	Потери напора при турбулентном движении жидкости
51	Потери напора по длине и на местных сопротивлениях
52	Определение давления в заданном сечении трубопровода
53	Расчет потерь напора при движении жидкости
54	Классификация трубопроводов. Особенности расчета трубопроводов
55	Гидравлический расчет сети
56	Гидравлический расчет простого трубопровода
57	Гидравлический расчет сети с насосной подачей
58	Выбор насоса для сети заданной конфигурации
59	Насосная установка. Назначение элементов насосной установки
60	Назначение, устройство и принцип действия центробежного насоса
61	Рабочая характеристика центробежного насоса, рабочая точка. Построение рабочей характеристики насоса
62	Выбор дросселирующего устройства по коэффициенту пропускной способности

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Определить изменение плотности воды при ее сжатии от $p_1 = 1 \cdot 10^5$ Па до $p_2 = 1 \cdot 10^7$ Па.
2. Определить высоту подъема воды в стеклянном капилляре диаметром $d = 0,001$ м при температуре воды $t_1 = 20^\circ\text{C}$ и $t_2 = 80^\circ\text{C}$
3. Двойная U-образная трубка заполнена двумя жидкостями таким образом, что свободная поверхность во внутреннем ответвлении трубки находится на одном уровне. Рассчитать плотность ρ_2 , если $\rho_1 = 1000$ кг/м³; $h_1 = 0,8$ м; $h_2 = 0,65$ см.
4. Определить силы давления на боковые поверхности резервуара, заполненного бензином (форма резервуара задана), и координаты центров давления, если $\alpha = 60^\circ$; $b = 1$ м; $h = 4$ м; $\rho = 750$ кг/м³; $g = 10$ м/с²
5. Вода протекает по водомеру Вентури, состоящему из трубы диаметром $d = 20$ см, в которую вставлен участок трубы диаметром $d = 10$ см. Пренебрегая сопротивлением, определить расход воды, если в пьезометрах П1 и П2 разность показаний $h = 0,25$ м.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

+

Компьютерное тестирование

Иная

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Возможность пользоваться справочными таблицами, компьютером.

Время на подготовку ответа 45 минут.

В течение семестра выполняется контрольная работа.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Крестин, Е. А., Лукс, А. Л., Нохрина, Е. Н., Матвеев, А. Г.	Гидравлика	Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2013	http://www.iprbookshop.ru/20459.html
6.1.2 Дополнительная учебная литература				
Давыдов, А. П., Валиуллин, М. А., Замалеев, З. Х.	Основы гидравлики и теплотехники	Москва: Ай Пи Ар Медиа	2022	https://www.iprbookshop.ru/116474.html
Н.П. Мидуков, В.С. Куров, А.О. Никифоров	Процессы и аппараты [Текст] : учебно-практическое пособие для выполнения лабораторных работ	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriapxt/3.pdf
Ю.А. Тотухов, П.И. Сыромаха	Выбор регулирующего устройства для систем гидротранспорта [Текст] : учебно-методическое пособие	М-во образования РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2008	http://nizrp.narod.ru/mu17-18.htm 17-18
Н. П. Мидуков, М. В. Колосова, В. С. Куров, А. О. Никифоров	Процессы и аппараты химической технологии. Испытание динамических насосов : Лабораторные работы.	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Выш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/kafpriapxt/1621337400.pdf

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
Электронно-библиотечная система «Айбукс» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ibooks.ru/>
Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. <http://window.edu.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8
MicrosoftOfficeProfessional 2013
PTC Mathcad 15

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-209	Напорная установка, установка гидравлических сопротивлений, ректификационная установка, установка роторно-пульсационная, установка для исследования процессов перемешивания в жидких средах, установка для исследования кинетики инфракрасной сушки.
Б-203	Выпарная установка, установка для определения гидравлических сопротивлений; установка для исследования процесса разделения суспензии; установка для исследования кинетики фильтрования; установка по определению теплопередачи в теплообменнике; установка для определения параметров влажного воздуха; установка для процесса перемешивания.
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-202	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет». Стенд гидравлический универсальный
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-209	Напорная установка, установка гидравлических сопротивлений, ректификационная установка, установка роторно-пульсационная, установка для исследования процессов перемешивания в жидких средах, установка для исследования кинетики инфракрасной сушки.
Б-203	Выпарная установка, установка для определения гидравлических сопротивлений; установка для исследования процесса разделения суспензии; установка для исследования кинетики фильтрования; установка по определению теплопередачи в теплообменнике; установка для определения параметров влажного воздуха; установка для процесса перемешивания.
Учебная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Б-202	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет». Стенд гидравлический универсальный