

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 13 » сентября 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Гидравлика  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 108 (3)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 20.03.02 Природообустройство и водопользование  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Природообустройство и природоохранная деятельность  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель: формирование комплекса знаний основных законов гидравлики; умений применять эти законы для решения практических расчётных задач; владений типовыми гидравлическими расчетами и методиками экспериментального исследования гидросистем.

Задачи:

- формирование знаний основных законов равновесия и движения жидкости; закономерностей гидромеханических процессов, протекающих в гидравлических системах;
- формирование умения выявлять и анализировать физическую сущность явлений и проблем, возникающих в гидравлических системах, находить пути их решения; строить математические модели процессов движения жидкости в трубопроводных системах; применять методики обработки экспериментальных данных и результатов испытаний;
- формирование навыков математического моделирования и экспериментального исследования гидравлических процессов и явлений.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- общие сведения о жидкостях (виды, модель, физические свойства);
- силы, действующие в жидкости, гидростатическое давление и его свойства;
- основные уравнения и законы гидростатики (дифференциальные уравнения равновесия жидкости, гидростатический закон распределения давления, основное уравнение гидростатики);
- основы кинематики жидкости (виды движения, струйная модель движущейся жидкости, одномерные потоки жидкости, понятия живого сечения потока, расхода, средней скорости, уравнение неразрывности для потока жидкости);
- основы гидродинамики (дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости, интеграл Бернулли, понятие напора, виды напоров, уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости, мощность потока жидкости);
- область применимости и приложения уравнения Бернулли;
- режимы движения жидкости в трубах (ламинарный и турбулентный, критическое значение числа Рейнольдса);
- гидравлические сопротивления (виды гидравлических сопротивлений, формулы для определения потерь напора на гидравлических сопротивлениях);
- установившееся движение жидкости по трубопроводам (характеристика трубопровода, потребный напор, гидравлический расчёт простого и сложных трубопроводов);
- неустановившееся движение жидкости по трубопроводам (уравнение Бернулли для неустановившегося движения, явление гидроудара, формула Н.Е. Жуковского);
- истечение жидкости через отверстия и насадки.

### 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	<p>Знает: основные законы гидравлики; основные свойства жидкостей и газов; общие законы и уравнения гидростатики; элементы струйной модели жидкости; элементы потока жидкости; уравнения движения идеальной жидкости; общие уравнения энергии в дифференциальной и интегральной формах (интеграл Бернулли для линии тока, уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости); область применимости уравнения Бернулли; виды напоров и их энергетический и геометрический смыслы; режимы движения жидкости в трубах; природу гидравлических сопротивлений; основные сведения об установленном и неустановившемся движении жидкости по трубопроводам, истечении жидкости через отверстия и насадки; устройство и принцип действия приборов для измерения гидравлических величин (плотности, вязкости, давления, расхода, скорости)</p>	<p>Знает отечественные и зарубежные достижения науки и техники в области водоотведения, очистки сточных вод; технологии очистки сточных вод; нормативно-правовое обеспечение водоснабжения и водоотведения; профессиональные компьютерные программные средства, необходимые для обеспечения работы и эффективности очистных сооружений</p>	Зачет
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	<p>Умеет: решать теоретические задачи, используя основные законы гидравлики; применять основное уравнение гидростатики и уравнение Бернулли для решения практических задач; определять режимы движения жидкости в</p>	<p>Умеет определять основное и вспомогательное техническое и технологическое оборудование, рассчитывать технологические параметры предлагать технологические решения по повышению</p>	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		<p>трубопроводах и выбирать коэффициенты сопротивлений; определять коэффициенты истечения жидкости; строить эпюры давления жидкости на стенки сосудов; выявлять конкретное физическое содержание гидромеханических процессов при решении практических задач; проводить гидромеханические расчеты аппаратов и процессов в биосфере; использовать приборы для измерения гидравлических величин.</p>	<p>эффективности работы систем водоочистки</p>	
ПК-2.1	ИД-ЗПК-2.1	<p>Владеет: методами теоретического и экспериментального исследования в гидравлике; основными современными методами постановки и решения прикладных задач гидравлики; навыками оценки реальности получаемых или исследуемых гидромеханических параметров в их числовом выражении; методикой расчёта сил давления жидкости на стенки сосудов; методикой применения уравнения Бернулли для жидкости; методикой расчета трубопроводов для жидкости</p>	<p>Владеет навыками обосновывать параметры, методы и технологические решения повышения эффективности работы систем водоотведения, очистки сточных вод посредством использования специальных знаний и экспертных источников информации</p>	Защита лабораторной работы

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Теоретические основы гидравлики	8	8	10	27
Введение Предмет, задача и структура дисциплины. Краткий исторический обзор. Тема 1. Общие сведения о жидкости Понятие жидкости. Виды жидкости. Модель жидкости. Плотность жидкости. Силы, действующие в жидкости. Объемные свойства жидкости. Вязкость жидкости. Растворимость газов в жидкости. Парообразование. Кипение. Кавитация. Тема 2. Гидростатика Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Давление в произвольной точке жидкости. Гидростатический закон распределения давления. Основное уравнение гидростатики. Тема 3. Кинематика жидкости Виды движения жидкости. Струйная модель движущейся жидкости. Потоки жидкости. Живое сечение. Расход. Средняя скорость. Уравнение неразрывности. Тема 4. Гидродинамика Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости. Интеграл Бернулли. Полный напор в живом сечении равномерного потока вязкой несжимаемой жидкости. Мощность потока в заданном сечении. Уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости.				
Прикладные вопросы гидравлики	8	10	8	27
Тема 5. Гидравлические сопротивления Режимы движения жидкости. Виды гидравлических сопротивлений. Сопротивление трения по длине. Местные гидравлические сопротивления. Тема 6. Установившееся движение жидкости по трубопроводам Виды трубопроводов. Характеристика трубопровода. Соединение простых трубопроводов. Способы подачи жидкости. Трубопровод с насосной подачей жидкости. Трубопровод с безнасосной подачей жидкости. Общие сведения о подобии и моделировании потоков. Тема 7. Неустановившееся движение жидкости по трубопроводам Неустановившееся движение несжимаемой жидкости в напорном трубопроводе. Общие сведения о гидравлическом ударе в трубопроводах. Способы снижения ударного давления. Тема 8. Истечение жидкости через отверстия и насадки Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение под уровень. Истечение жидкости через насадки при постоянном напоре. Истечение через отверстия и насадки при переменном напоре. Заключение Обзор пройденного материала.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ИТОГО по 5-му семестру	16	18	18	54
ИТОГО по дисциплине	16	18	18	54

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Свойства жидкости: плотность, сжимаемость, вязкость
2	Виды давления. Основное уравнение гидростатики
3	Сила взаимодействия жидкости с плоскими и криволинейными поверхностями
4	Уравнение расхода. Режимы течения жидкости
5	Уравнение Бернулли
6	Расчёт простого трубопровода. Определение расхода
7	Расчёт простого трубопровода. Определение диаметра
8	Истечение жидкости через отверстия и насадки
9	Энергетический расчёт замкнутой объёмной гидропередачи. Выбор насоса, гидродвигателя, диаметров трубопровода

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Измерение давления в замкнутой полости (ЛР №1)
2	Режимы движения жидкости (ЛР №6)
3	Построение экспериментальных пьезометрической и линии полного напора для потока жидкости в трубе переменного сечения (геометрическая иллюстрация уравнения Бернулли) (ЛР №7)
4	Исследование коэффициента сопротивления трения в круглой трубе (ЛР №8а)
5	Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений в трубопроводах (ЛР №9)

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

### 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Гидравлика, гидромашинны и гидроприводы : учебник для втузов / Башта Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б., Байбаков О. В., Кирилловский Ю. Л. 2-е изд., перераб. Москва : Альянс, 2013. 423 с. 26,5 усл. печ. л.	28



2	Сборник задач по гидравлике для технических вузов : учебное пособие / Бутаев Д. А., Калмыкова З. А., Подвидз Л. Г., Попов К. Н. 6-е изд. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. 486 с.	51
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа. М. : Изд-во МГИУ, 2006. 266 с.	42
<b>2.2. Периодические издания</b>		
	Не используется	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Набока Е. М. Гидравлика : Курс лекций. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. 141 с. 8,9 усл. печ. л.	10
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	Не используется	

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Методические указания к лабораторным работам по гидравлике	<a href="https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1J7iII9QsSZBRWjSFV6V6WvGF_6mlQY8p">https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1J7iII9QsSZBRWjSFV6V6WvGF_6mlQY8p</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Набока Е. М. Гидравлика : Курс лекций. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2020. 141 с. 8,9 усл. печ. л.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks249272">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks249272</a>	сеть Интернет; свободный доступ

## 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

## 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Учебная установка "Гидростатика-МУ" ГС-022-ЛР-01	1
Лабораторная работа	Учебная установка "Испытание динамических насосов" ИДН-011-6ЛР-02-ПК	1
Лабораторная работа	Учебная установка "Истечение жидкости из отверстий и насадков" ЭМЖ-ИЖ-014	1
Лабораторная работа	Учебная установка "Механика жидкости - гидравлический удар" МЖ-ГУ-10-6ЛР	1
Лабораторная работа	Учебная установка "Статика и динамические процессы в жидкости" СДПЖ-014-6ЛР-01	1
Лекция	Доска, мел (маркерная доска, маркер)	1
Практическое занятие	Доска, мел (маркерная доска, маркер)	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе