

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

« 27 » сентября 20 22 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** \_\_\_\_\_ Гидравлика  
(наименование)

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

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

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

**Направление подготовки:** \_\_\_\_\_ 21.05.04 Горное дело  
(код и наименование направления)

**Направленность:** \_\_\_\_\_ Горные машины и оборудование (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

# 1. Общие положения

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цели:

- получение комплекса знаний основных законов гидромеханики;
- приобретение умений и навыков их приложения в горном деле;
- владение типовыми методиками расчета гидромеханических параметров технологических процессов, происходящих в гидравлических системах технологического оборудования, горных машинах и шахтном оборудовании.

Задачи:

- изучение основных законов равновесия и движения жидкости;
- изучение закономерностей гидромеханических процессов, происходящих в сфере функционирования производств в горном деле;
- формирование умения выявлять и анализировать физическую сущность явлений и проблем, возникающих при эксплуатации гидравлических машин, гидропневмоприводов и гидрофицированного оборудования в горном деле, и находить пути их решения;
- формирование умения строить математические модели процессов движения жидкости и газа в трубопроводных и газопроводных системах;
- формирование навыков расчета движения жидкости и газа.

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- общие сведения о жидкостях (капельная и газообразная жидкость, модель, физические свойства);
- силы, действующие в жидкости, давление в жидкости, виды давления, гидростатическое давление и его свойства, единицы измерения давления и их численные соотношения;
- физические свойства жидкостей и газов (плотность, весомость, температурное расширение, сжимаемость, поверхностное натяжение, сопротивление растягивающим усилиям, парообразование и кипение, кавитация в жидкости, растворимость газов в жидкости, вязкость);
- вязкость жидкости (закон вязкого трения И. Ньютона, формула Петрова для определения силы вязкого трения, кинематическая и динамическая вязкость, единицы и приборы для измерения вязкости);
- модели жидкой среды (жидкость ньютоновская и неньютоновская, вязкая и невязкая, сжимаемая и несжимаемая);
- технические приложения основного уравнения гидростатики (давление и напор, эпюры избыточного и абсолютного давления, закон Паскаля и его применение в технике, приборы для измерения давления);
- сила давления жидкости на поверхности (силы давления на плоские и криволинейные поверхности, гидростатический парадокс, закон Архимеда);
- относительный покой жидкости (прямолинейное движение сосуда с жидкостью, равномерное вращение сосуда с жидкостью);
- основы кинематики жидкости (расход жидкости, уравнение расхода, средняя скорость потока, методы и приборы измерения расхода);
- местные гидравлические сопротивления (виды местных гидравлических сопротивлений, формулы для определения потерь напора в местных гидравлических сопротивлениях);
- истечение жидкости через отверстия и насадки (истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре, коэффициенты истечения, истечение жидкости под уровень, истечение жидкости через насадки, истечение жидкости при переменном напоре);
- расчет простого трубопровода постоянного сечения (потребный напор, характеристика трубопровода, задачи по расчету трубопроводов);
- расчет сложных трубопроводов (последовательное и параллельное соединение трубопроводов, разветвленный трубопровод, сифонный трубопровод, трубопровод с насосной подачей жидкости);
- неустановившееся движение жидкости по трубопроводам (гидравлический удар в трубопроводе, формула Н. Е. Жуковского ударного повышения давления)

## 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-1.4      | ИД-1ПК-1.4        | <p>Знает: силы, действующие в жидкости; виды давления, единицы измерения давления и их численные соотношения; приборы для измерения давления; основные свойства жидкостей и газов; вязкость жидкости, единицы и приборы для измерения вязкости; модели жидкостей; соотношение между напором и давлением; закон Паскаля и его применение в технике; закон Архимеда; относительный покой жидкости; расход жидкости, уравнение расхода, методы и приборы для измерения расхода; местные гидравлические сопротивления при ламинарном и турбулентном режиме движения жидкости; истечение жидкости через отверстия и насадки; основы расчетов простых и сложных трубопроводов; процесс протекания гидравлического удара в круглой трубе; способы ослабления гидравлического удара</p> | <p>Знает содержание основных этапов разработки проектной и технической документации при проектировании горных машин и электромеханического оборудования</p>                           | Экзамен         |
| ПК-1.4      | ИД-2ПК-1.4        | <p>Умеет: классифицировать силы, действующие в жидкости; измерять давление; измерять вязкость и плотность жидкости; определять силу давления на плоские и криволинейные поверхности; строить эпюры давления жидкости на стенки сосудов, находящихся в абсолютном или</p>  | <p>Умеет работать с нормативной документацией (правилами безопасности, нормами проектирования и др.), разрабатывать и оформлять в соответствии с ней технические проекты и отчеты</p> | Экзамен         |

| Компетенция | Индекс индикатора | Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)  | Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения   | Средства оценки |
|-------------|-------------------|--|--|-----------------|
|             |                   | <p>относительном покое; пояснить принцип действия гидравлического домкрата и мультипликатора давления; определять коэффициенты местных сопротивлений и коэффициент сопротивления трения (коэффициент Дарси); определять коэффициенты истечения жидкости; строить кривые потребного (располагаемого) напора и характеристики гидравлической сети; определять рабочую точку при работе насоса на гидравлическую сеть; определять повышение давления при гидравлическом ударе</p> |  |                 |
| ПК-1.4      | ИД-3ПК-1.4        | <p>Владеет: методикой оценки упругих свойств жидкости и газа; навыками определения плотности и вязкости жидкости; методикой расчета сил давления жидкости на стенки сосудов; методикой измерения давления в жидкости; методикой измерения расхода жидкости и газа; навыками расчета сил давления на плоские и криволинейные поверхности; методикой расчета простых и сложных трубопроводов</p>   | <p>Владеет навыками разработки и оформления проектной и технической документации на различных стадиях разработки и модернизации горных машин и электромеханического оборудования</p> | Экзамен         |

### 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: | 36          | 36                                 |  |
| 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)        |             |                                    |  |
| - контроль самостоятельной работы (КСР)  | 2           | 2                                  |  |
| - контрольная работа   |             |                                    |  |
| 1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)  | 36          | 36                                 |  |
| 2. Промежуточная аттестация  |             |                                    |  |
| Экзамен  | 36          | 36                                 |  |
| Дифференцированный зачет   |             |                                    |  |
| Зачет  |             |                                    |  |
| 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  |
| Основы гидравлики  | 8   | 4  | 0  | 16   |
| <p>Введение (Предмет и задачи дисциплины. Краткие исторические сведения. Молекулярная структура и особенности жидкого и газообразного состояний. Гипотеза о сплошности среды. Силы, действующие в жидкости: внутренние и внешние, массовые и поверхностные, напряжения в покоящейся жидкости (понятие единичной силы). Виды давления. Соотношения между абсолютным, избыточным и вакуумметрическим давлением. Минимальное абсолютное давление в жидкости. Единицы измерения давления и их численные соотношения).</p> <p>Раздел 1. Гидростатика.</p> <p>Тема 1 Основные физические свойства жидкостей и газов (Плотность, весомость, температурное расширение, сжимаемость, поверхностное натяжение, сопротивление растягивающим усилиям, парообразование и кипение, кавитация в жидкости, растворимость газов в жидкости, вязкость. Закон вязкого трения И. Ньютона, формула Петрова для определения силы вязкого трения. Кинематическая и динамическая вязкость. Единицы и приборы для измерения вязкости. Модели жидкой среды: жидкость ньютоновская и неньютоновская, вязкая и невязкая (идеальная).</p> <p>Тема 2 Технические приложения основного уравнения гидростатики (Давление и напор. Эпюры избыточного и абсолютного давления. Закон Паскаля и его применение в технике: гидравлический пресс (гидродомкрат), мультипликатор давления. Приборы для измерения давления: классификация, примеры конструктивного исполнения).</p> <p>Тема 3 Сила давления жидкости на поверхности (Сила давления на плоскую стенку. Центр давления. Сила давления на криволинейные поверхности. Объем тела давления. Гидростатический парадокс. Закон Архимеда. Плавание тел)</p> <p>Раздел 2. Относительный покой жидкости.</p> <p>Тема 4 Прямолинейное движение сосуда с жидкостью (Равноускоренное и равнозамедленное прямолинейное движение сосуда с жидкостью. Уравнение поверхностей равного давления и свободной поверхности. Изменение давления и эпюры давления)</p> <p>Тема 5 Равномерное вращение сосуда с жидкостью (Вращение сосуда с жидкостью вокруг вертикальной и горизонтальной оси. Уравнение поверхностей равного давления и свободной</p> |   |    |    |  |

| Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием  | Объем аудиторных занятий по видам в часах |    |    | Объем внеаудиторных занятий по видам в часах |
|---|---|----|----|--|
|   | Л   | ЛР | ПЗ | СРС  |
| поверхности. Изменение давления и эпюры давления).  |   |    |    |  |
| Прикладная гидравлика   | 8   | 14 | 0  | 20   |
| Раздел 3. Основы кинематики жидкости.<br>Тема 6 Расход жидкости (Расход объемный, массовый, весовой. Уравнение расхода. Средняя скорость потока. Методы и приборы измерения расхода).<br>Тема 7 Местные гидравлические сопротивления (Местные гидравлические сопротивления при турбулентном режиме движения жидкости: внезапное расширение, плавное расширение, внезапное сужение, плавное сужение, внезапный поворот, плавный поворот. Понятие эквивалентной длины трубопровода).<br>Тема 8 Истечение жидкости через отверстия и насадки (Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Коэффициенты истечения. Истечение совершенное и несовершенное. Истечение жидкости под уровень. Истечение жидкости через насадки. Истечение жидкости при переменном напоре).<br>Раздел 4. Гидравлический расчет трубопроводов.<br>Тема 9 Расчет простого трубопровода постоянного сечения (Потребный (располагаемый) напор. Кривая потребного напора. Характеристика трубопровода. Три задачи по расчету трубопроводов).<br>Тема 10 Расчет сложных трубопроводов (Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Разветвленный трубопровод. Сифонный трубопровод. Трубопровод с насосной подачей жидкости разомкнутый и замкнутый. Напор насоса. Рабочая точка).<br>Раздел 5. Неустановившееся движение жидкости в трубопроводе.<br>Тема 11 Гидравлический удар (Процесс протекания гидравлического удара в круглой трубе. Фаза гидравлического удара. Формула Н. Е. Жуковского для определения ударного повышения давления. Гидроудар прямой и не прямой, полный и неполный. Способы предотвращения и ослабления гидравлического удара).<br>Заключение (Краткий обзор изученного материала. Направления развития гидравлики). |   |    |    |  |
| ИТОГО по 5-му семестру  | 16  | 18 | 0  | 36   |
| ИТОГО по дисциплине   | 16  | 18 | 0  | 36   |

## Тематика примерных лабораторных работ

| № п.п. | Наименование темы лабораторной работы  |
|--------|--|
| 1      | Экспериментальное определение зависимости плотности и вязкости жидкости от температуры |
| 2      | Экспериментальное определение коэффициента сопротивления трения трубы круглого сечения |
| 3      | Истечение жидкости из отверстий и насадков   |
| 4      | Гидравлический удар  |

### 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.

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 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<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц) | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|-------|---|---|
|-------|---|---|

| № п/п   | Библиографическое описание<br>(автор, заглавие, вид издания, место, издательство,<br>год издания, количество страниц)  | Количество<br>экземпляров в<br>библиотеке |
|---|--|---|
| <b>1. Основная литература</b>   |  |   |
| 1   | Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Изд-во МГИУ, 2003. 192 с.                               | 54  |
| <b>2. Дополнительная литература</b>                                       |  |   |
| <b>2.1. Учебные и научные издания</b>                                     |  |   |
| 1   | Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учебник для вузов / Башта Т. М., Руднев С. С., Некрасов Б. Б., Байбаков О. В. 4-е изд., стер. Москва : Альянс, 2010. 423 с. | 146                                       |
| <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 : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2013. 138 с. 8,75 усл. печ. л.  | 100                                       |
| <b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b> |  |   |
|   | Не используется  |   |

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

| Вид литературы      | Наименование<br>разработки   | Ссылка на<br>информационный ресурс  | Доступность<br>(сеть Интернет /<br>локальная сеть;<br>авторизованный /<br>свободный доступ) |
|---------------------|--|---|---|
| Основная литература | Методические указания к лабораторным работам по гидромеханике                              | <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;<br>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;<br>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>               |
| 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                 |

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

|                              |
|------------------------------|
| Описан в отдельном документе |
|------------------------------|