

4017



Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
**Пермский национальный исследовательский
 политехнический университет**
 Аэрокосмический факультет
 Кафедра «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Д-р техн. наук, проф.

Handwritten signature

Н. В. Лобов
2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Гидромеханика»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа специалитета
 Специальность 21.05.04 «Маркшейдерское дело»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Специализация программы
 специалитета **«Маркшейдерское дело»**

Квалификация выпускника: Горный инженер (специалист)

Выпускающая кафедра: **Маркшейдерское дело, геодезия
 и геоинформационные системы**

Форма обучения: очная

Курс: 4 Семестр: 8

Трудоемкость:
 Кредитов по рабочему учебному плану: 4 ЗЕ
 Часов по рабочему учебному плану: 144 ч.

Виды контроля:
 Экзамен: 8 Зачет: нет Курсовой проект: нет Курсовая работа: нет



Пермь 2017 г.

Учебно - методический комплекс дисциплины
«Гидромеханика»

разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «17» октября 2016 г., номер приказа «1298», по специальности 21.05.04 «Горное дело (уровень специалитета)»;
- компетентностной модели выпускника ОПОП по специальности 21.05.04 «Горное дело (уровень специалитета)», специализации «Маркшейдерское дело» утверждённой «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);
- базового учебного плана очной формы обучения, по специальности 21.05.04 «Горное дело (уровень специалитета)», специализации «Маркшейдерское дело» утверждённого «27» октября 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин «Экономика», «Математика», «Физика», «Химия», «Геология 1», «Геометрия недр», «Теоретическая механика», «Теория механизмов и машин», «Сопротивление материалов», «Детали машин и основы конструирования», «Физика горных пород», «Геомеханика 1», производственная практика (технологическая практика), производственная практика (научно-исследовательская практика), участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик канд. техн. наук, доц.  А. И. Квашнин
Рецензент д-р техн. наук, проф.  Е. М. Набока

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Ракетно-космическая техника и энергетические системы «22» 03 2017 г., протокол № 14

Заведующий кафедрой «Ракетно-космическая техника и энергетические системы»,
ведущей дисциплину

д-р техн. наук, проф.

 М. И. Соколовский

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией
Аэрокосмического факультета «19» 04 2017 г., протокол № 4

Председатель учебно-методической комиссии
Аэрокосмического факультета

канд. техн. наук, доц.

 Н. Е. Чигодаев

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой
«Маркшейдерское дело, геодезия
и геоинформационные системы»

д-р техн. наук, проф.

 Ю. А. Кашников

Начальник управления
образовательных программ

канд. техн. наук, доц.

 Д. С. Репецкий

1 Общие положения

1.1 Целью учебной дисциплины является

- получение комплекса знаний основных законов гидромеханики;
- приобретение умений и навыков их приложения в горном и маркшейдерском деле;
- овладение типовыми методиками расчета гидромеханических параметров технологических процессов, процессов, происходящих в гидравлических системах технологического оборудования, горных машинах и оборудовании, а также при проведении горных работ.

В результате изучения дисциплины студент сможет быть компетентным в профессиональном анализе и решении задач, связанных с движением или равновесием (покоем) жидкости.

Студент формирует и демонстрирует следующие профессиональные компетенции:

- готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов (ОПК-5);
- готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ОПК-6).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- 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 эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, 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 по трубопроводам.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются:

- общие сведения о жидкостях (капельная и газообразная жидкость, 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, абсолютный и относительный покой жидкости, сила давления жидкости на стенки сосудов);
- 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 и газов, область применимости и приложения уравнения Бернулли, мощность потока);
- режимы движения жидкости в трубах (ламинарный и турбулентный, критическое значение числа Рейнольдса);
- гидравлические сопротивления (виды гидравлических сопротивлений, формулы для определения потерь напора в гидравлических сопротивлениях);
- установившееся движение жидкости и газов по трубопроводам (потребный напор, характеристика трубопровода, соединение простых трубопроводов, гидравлический расчет трубопроводов);
- неустановившееся движение жидкости по трубопроводам (гидравлический удар в трубопроводе, формула Н. Е. Жуковского ударного повышения давления);
- истечение жидкости через отверстия и насадки;
- программные продукты, ориентированные на решение задач гидромеханики;
- приборы для измерения гидравлических величин.

1.1 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидромеханика» относится к базовой части блока 1 (Б1) Дисциплины (модули) и является обязательной при освоении ОПОП по специальности 21.05.04 «Горное дело», специализации «Маркшейдерское дело».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанной в пункте 1.1 компетенции и продемонстрировать следующие результаты:

Знать

- основные свойства жидкостей и газов;

- общие законы и уравнения гидростатики (гидростатический закон распределения давления, основное уравнение гидростатики, уравнение поверхностей равного давления);
- элементы струйной модели движущейся 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;
- соотношения для определения мощности потока в заданном сечении;
- режимы движения жидкости в трубах;
- природу (механизм возникновения) гидравлических сопротивлений;
- основные сведения об установившемся и неуставившемся движении жидкости по трубопроводам, истечении жидкости через отверстия и насадки;
- возможности современных программных продуктов, ориентированных на решение задач гидромеханики;
- устройство и принцип действия приборов для измерения гидравлических величин (плотности, вязкости, давления, расхода и скорости).

Уметь

- применять основное уравнение гидростатики и уравнение Бернулли для решения практических задач;
- определять режимы движения жидкости в 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;
- использовать приборы для измерения гидравлических величин.

Владеть

- основными современными методами постановки и решения задач гидромеханики;
- навыками оценки реальности получаемых или исследуемых гидромеханических параметров в их числовом выражении;
- методикой расчета сил давления жидкости на стенки сосудов;
- методикой применения уравнения Бернулли для жидкости и газа;
- методикой расчета трубопроводов для жидкости и газа.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенции, заявленной в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенции

| Код | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины | Последующие дисциплины (группы дисциплин) |
|-------------------------------------|--|--|---|
| Профессиональная компетенция | | | |
| ОПК-5 | Готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов. | «Экономика», «Математика», «Физика», «Химия», «Геология 1», «Геометрия недр», «Теоретическая механика», «Теория механизмов и машин», «Сопротивление материалов», «Детали машин и основы конструирования», «Физика горных пород». | Производственная практика (технологическая практика). |
| ОПК-6 | Готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов. | «Физика», «Химия». | «Геомеханика 1», производственная практика (научно-исследовательская практика). |

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенции ОПК-5.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-5

| | |
|----------------------------------|---|
| <p>Код ОПК-5</p> | <p>Формулировка компетенции Готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов.</p> |
| <p>Код ОПК-5. Б1.Б.27</p> | <p>Формулировка дисциплинарной части компетенции Готовность использовать научные законы и методы гидромеханики при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов.</p> |
| <p>Код ОПК-6</p> | <p>Формулировка компетенции Готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.</p> |
| <p>Код ПК-3. Б1.Б.27</p> | <p>Формулировка дисциплинарной части компетенции Готовность использовать научные законы и методы гидромеханики и способность выявлять и анализировать физическую сущность явлений и проблем, возникающих при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов, находить пути их решения.</p> |

Требования к компонентному составу части компетенции ОПК-5

| Перечень компонентов | Виды учебной работы | Средства оценки |
|--|---|--|
| <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • общие законы и уравнения гидростатики (гидростатический закон распределения давления, основное уравнение гидростатики, уравнение поверхностей равного давления); • элементы струйной модели движущейся жидкости; | <p>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p> | <p>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля.</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • 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); • режимы движения жидкости в трубах; • основные сведения об установившемся и не установившемся движении жидкости по трубопроводам, истечении жидкости через отверстия и насадки; • возможности современных программных продуктов, ориентированных на решение задач гидромеханики. | | |
| <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • определять режимы движения жидкости в трубопроводах и выбирать коэффициенты сопротивлений; • строить эпюры распределения гидростатического давления в жидкости; • определять мощность в заданном сечении потока. | <p>Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам)</p> | <p>Практические задания к контрольным работам. Отчет по лабораторным работам.</p> |
| <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основными современными методами постановки и решения задач гидромеханики; • методикой расчета сил давления на стенки сосудов; • методикой применения уравнения Бернулли. | <p>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.</p> | <p>Экзамен.</p> |

Требования к компонентному составу части компетенции ОПК-6

| Перечень компонентов | Виды учебной работы | Средства оценки |
|---|---|--|
| <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные свойства жидкостей и газов; • область применимости уравнения Бернулли; • виды напоров и их энергетический и геометрический смыслы; • соотношения для определения мощности потока в заданном сечении; • природу (механизм возникновения) гидравлических сопротивлений; • устройство и принцип действия приборов для измерения гидравлических величин (плотности, вязкости, давления, расхода и скорости). | <p>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p> | <p>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля. Вопросы к экзамену.</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • применять основное уравнение гидростатики и уравнение Бернулли для решения практических задач; • определять коэффициенты истечения жидкости через отверстия и насадки; • использовать приборы для измерения гидравлических величин; • выявлять конкретное физическое содержание гидромеханических процессов в горном и маркшейдерском деле, а также при решении практических задач. | <p>Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам)</p> | <p>Практические задания к контрольным работам. Отчет по лабораторным работам. Задания к практическим занятиям. Практические задания к экзамену.</p> |
| <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками оценки реальности получаемых или исследуемых гидромеханических параметров в их числовом выражении; • методикой расчета трубопроводов для жидкости и газа. | <p>Лабораторные работы. Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.</p> | <p>Отчеты по лабораторным работам. Практические задания к экзамену.</p> |

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

| № п.п. | Виды учебной работы | Трудоемкость, ч | |
|--------|---|-----------------------|-----------------------|
| | | 7 семестр | Всего |
| 1 | 2 | 4 | 4 |
| 1 | Аудиторная (контактная) работа | 42 | 42 |
| | - лекции (Л) | 14 | 14 |
| | - практические занятия (ПЗ) | 12 | 12 |
| | - лабораторные работы | 14 | 14 |
| | - контроль самостоятельной работы (КСР) | 2 | 2 |
| 2 | Самостоятельная работа студентов (СРС) | 66 | 66 |
| | - изучение теоретического материала | 18 | 18 |
| | - подготовка к практическим занятиям и лабораторным работам | 18 | 18 |
| | - подготовка отчетов по лабораторным работам | 12 | 12 |
| | - подготовка отчетов по практическим занятиям | 18 | 18 |
| 3 | Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>зачёт /экзамен</i> | Экзамен 36 | Экзамен 36 |
| 4 | Трудоемкость дисциплины, всего: | | |
| | в часах (ч) | 144 | 144 |
| | в зачётных единицах (ЗЕ) | 4 | 4 |

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

| Номер учебного модуля | Номер раздела дисциплины | Номер темы дисциплины | Количество часов (очная форма обучения) | | | | | Итоговая аттестация | Самостоятельная работа | Трудоёмкость, ч / ЗЕ |
|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|---|-----------|-----------|-----------|----------|---------------------|------------------------|----------------------|
| | | | Аудиторная работа | | | | | | | |
| | | | Всего | Л | ПЗ | ЛР | КСР | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 1 | Введение | | 0,5 | 0,5 | | | | | | 0,5 |
| | 1 | 1 | 2 | 2 | | | | | 8 | 10 |
| | | 2 | 6 | 2 | 2 | 2 | | | 8 | 14 |
| | 2 | 3 | 0,5 | 0,5 | | | | | 8 | 8,5 |
| | | 4 | 10 | 2 | 2 | 6 | | | 10 | 20 |
| Всего по модулю: | | | 20 | 7 | 4 | 8 | 1 | | 34 | 54/1,5 |
| 2 | 3 | 5 | 9,5 | 1,5 | 2 | 6 | | | 6 | 15,5 |
| | | 6 | 3,5 | 1,5 | 2 | | | | 6 | 9,5 |
| | | 7 | 3,5 | 1,5 | 2 | | | | 6 | 9,5 |
| | | 8 | 1,5 | 1,5 | | | | | 6 | 7,5 |
| | 4 | 9 | 2,5 | 0,5 | 2 | | | | 8 | 10,5 |
| | Заключение | | 0,5 | 0,5 | | | | | | 0,5 |
| | Всего по модулю: | | | 22 | 7 | 8 | 6 | 1 | | 32 |
| Промежуточная аттестация | | | | | | | | Экзамен 36 | | 36/1,0 |
| Итого: | | | 42 | 14 | 12 | 14 | 2 | 36 | 66 | 144/4,0 |

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Теоретические основы гидромеханики

Л-7 ч, ПЗ-4 ч, ЛР-8 ч, СРС-34 ч.

Введение

Л-0,5 ч.

Место гидромеханики в науке о движении материальных тел. Предмет гидромеханики. Методы гидромеханики. Задачи и структура дисциплины. Краткий исторический обзор.

Раздел 1. Гидростатика

Л-4 ч, ПЗ-2 ч, ЛР-2 ч, СРС-16 ч.

Тема 1. Общие сведения о жидкости

Жидкость капельная, жидкая частица, газ. Силы, действующие в жидкости. Напряжения в покоящейся жидкости. Виды давления. Соотношения между абсолютным, избыточным и вакуумметрическим давлением. Минимальное абсолютное давление в жидкости. Единицы измерения давления и их численные соотношения.

Тема 2. Основы гидростатики

Равновесие относительное и абсолютное. Гидростатическое давление и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости (уравнения Л. Эйлера) в частных производных и в дифференциальной форме. Поверхности равного давления (равного потенциала) и их свойства, свободная поверхность. Равновесие жидкости в поле силы тяжести. Основное уравнение гидростатики. Геометрический и энергетический смысл величин, составляющих основное уравнение гидростатики. Гидростатический закон распределения давления. Равновесие газа в поле сил тяжести. Сила давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. Закон Архимеда. Относительный покой жидкости.

Раздел 2. Основы кинематики и гидродинамики

Л-2,5 ч, ПЗ-2 ч, ЛР-6 ч, СРС-18 ч.

Тема 3. Кинематика жидкости

Виды движения жидкости. Методы описания жидкой среды по методу Лагранжа и методу Эйлера. Струйная модель движущейся жидкости. Траектории частиц и линии тока; трубка тока и элементарная струйка. Свойства элементарной струйки. Поток, живое сечение; гидравлический радиус. Расход. Средняя скорость. Уравнение неразрывности в гидравлической форме. Режимы движения жидкости. Критерий Рейнольдса.

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. Уравнение Бернулли для газов. Уравнение изменения импульса объема жидкости.

Общие сведения о гидравлических потерях. Формулы Вейсбаха и Дарси. Коэффициенты сопротивления.

Ламинарное движение жидкости в круглой трубе: распределение касательных напряжений и местных скоростей по сечению, определение средней скорости, расхода и потерь напора по длине; формула Пуазейля.

Турбулентное движение жидкости: понятие мгновенной и усредненной скорости; поле усредненных местных скоростей при турбулентном режиме; изменение коэффициента Кориолиса и потерь напора по длине в функции от числа Рейнольдса; структура потока при турбулентном движении; пограничный слой; абсолютная и относительная шероховатость стенок трубы; понятие гидравлически гладких и гидравлически шероховатых труб; графики Никурадзе и Мурина (ВТИ); области гидравлического сопротивления; эквивалентная шероховатость.

Модуль 2. Прикладные вопросы гидромеханики

Л-7 ч, ПЗ-8 ч, ЛР-6 ч, СРС-32 ч.

Раздел 3. Установившееся движение жидкости в трубопроводах с гидравлическими сопротивлениями

Л-6 ч, ПЗ-6 ч, ЛР-6 ч, СРС-24 ч.

Тема 5. Местные гидравлические сопротивления

Внезапное расширение, плавное расширение, внезапное сужение, плавное сужение, внезапный поворот, плавный поворот. Потери напора в местных сопротивлениях Коэффициенты местных сопротивлений. Понятие эквивалентной длины трубопровода.

Тема 6. Установившееся движение жидкости по трубопроводам

Виды трубопроводов. Простой трубопровод постоянного сечения. Потребный напор, характеристика трубопровода. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Разветвленный трубопровод. Сифонный трубопровод. Трубопровод с насосной подачей жидкости: напор насоса, рабочая точка.

Тема 7. 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.

Раздел 4. Неустановившееся движение жидкости

Л-0,5 ч, ПЗ-2 ч, СРС-8 ч.

Тема 8. Гидравлический удар в трубопроводе

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.

Заключение

Л-0,5 ч.

Краткий обзор изученного материала. Направления развития гидромеханики.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы практического занятия |
|--------|-----------------------|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Тема 2 | Составление уравнений равновесия жидкости. Определение силы давления жидкости на плоские и криволинейные поверхности. |
| 2 | Тема 4 | Применение уравнения Бернулли для жидкости и газов в гидравлических расчетах. |
| 3 | Тема 5 | Расчет сопротивления по длине трубопровода и местных сопротивлений. |
| 4 | Тема 6 | Расчет разомкнутого и замкнутого трубопровода с насосной подачей жидкости. |
| 5 | Тема 7 | Определение расхода при истечении жидкости через отверстия и насадки. Расчет времени истечения жидкости при переменном напоре. |
| 6 | Тема 8 | Определение ударного повышения давления в гидросистеме при гидравлическом ударе. |

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

| № п.п. | Номер темы дисциплины | Наименование темы лабораторной работы |
|--------|-----------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | Тема 2 | Измерение давления в замкнутой полости. |
| 2 | Тема 4 | Экспериментальное определение режимов движения жидкости. |
| 3 | Тема 4 | Построение экспериментальных линий пьезометрического и полного напора для потока жидкости в трубе переменного сечения. |
| 4 | Тема 5 | Экспериментальное определение коэффициента сопротивления трения в круглой трубе. |
| 5 | Тема 5 | Экспериментальное определение коэффициентов местных гидравлических сопротивлений в трубопроводах. |

4.5 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 4.4 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

| Номер темы дисциплины | Вид самостоятельной работы студентов | Трудоемкость, часов |
|-----------------------|---|---------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Тема 1 | Изучение теоретического материала. | 7 |
| Тема 2 | Подготовка к практическим занятиям. Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам. | 9 |
| Тема 3 | Изучение теоретического материала. | 7 |
| Тема 4 | Подготовка к практическим занятиям. Изучение теоретического материала. Подготовка к лабораторным работам. | 10 |
| Тема 5 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. Подготовка к лабораторным работам. | 9 |
| Тема 6 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. | 8 |
| Тема 7 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. | 8 |
| Тема 8 | Изучение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. | 8 |
| | Итого: в ч / в ЗЕ | 66/1,833 |

4.5.1. Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно.

Тема 1. Общие сведения о жидкости: *Растворимость газов в жидкости. Парообразование. Кипение. Кавитация.*

Тема 2. Гидростатика: *Относительный покой жидкости.*

Тема 3. Кинематика жидкости: *Уравнение неразрывности в гидравлической форме.*

Тема 4. Гидродинамика: *Уравнение Бернулли для газов. Уравнение изменения импульса объема жидкости.*

Тема 5. Местные гидравлические сопротивления: *Понятие об эквивалентной длине трубопровода.*

Тема 6. Установившееся движение жидкости по трубопроводам: *Методика расчета трубопроводов.*

Тема 7. Истечение жидкости через отверстия и насадки: *Истечение через отверстия и насадки при переменном напоре.*

Тема 8. Неустановившееся движение жидкости по трубопроводам: *Общие сведения о гидравлическом ударе в трубопроводах. Способы снижения ударного давления.*

4.5.2 Курсовой проект (курсовая работа) не предусмотрен.

4.5.3. Реферат не предусмотрен.

4.5.4. Расчетно-графическая работа не предусмотрена.

4.5.5. Индивидуальное задание не предусмотрено.

5 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

В основу образовательных технологий положен деятельностный подход к процессу обучения, в соответствии с которым делается акцент на освоении навыков применения основных законов гидромеханики к решению практических задач, в том числе задач в области горного и маркшейдерского дела.

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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; отработка у обучающихся навыков взаимодействия в составе коллектива; 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.

Особое внимание уделяется самостоятельной работе студента, основной целью которой является привитие навыков самостоятельного освоения практики реализации основных законов гидромеханики для выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в гидравлических системах производств при эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме защиты практических заданий и лабораторных работ.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании разделов и модулей дисциплины в следующих формах:

- рубежное тестирование (контрольная работа) (модуль 1, 2).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) Зачет

Не предусмотрен.

2) Экзамен

Экзамен по дисциплине проводится в устной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса (выборочно один из модуля 1 и второй из модуля 2 и одно практическое задание (выборочно из модуля 1 и 2).

Экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежной аттестации.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к экзамену, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

| Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы) | Вид контроля | | | |
|--|------------------------------|------|----------|---------------|
| | Текущий | | Рубежный | Промежуточный |
| | ОЛР | ОПЗ | КР | Экзамен |
| Знает: | | | | |
| • основные свойства жидкостей и газов (ОПК-6); | | | КР1 | ТВ |
| • общие законы и уравнения гидростатики (гидростатический закон распределения давления, основное уравнение гидростатики, уравнение поверхностей равного давления) (ОПК-5); | | | КР1 | ТВ |
| • элементы струйной модели движущейся жидкости (ОПК-5); | | | КР1 | ТВ |
| • элементы потока жидкости (ОПК-5); | | | КР1 | ТВ |
| • уравнения движения идеальной жидкости (ОПК-5); | | | КР1 | ТВ |
| • общие уравнения энергии в дифференциальной и интегральной формах (интеграл Бернулли для линии тока, уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости) (ОПК-5); | | | КР1 | ТВ |
| • область применимости уравнения Бернулли (ОПК-6); | | | КР1 | ТВ |
| • виды напоров и их энергетический и геометрический смыслы (ОПК-6); | | | КР1 | ТВ |
| • соотношения для определения мощности потока в заданном сечении (ОПК-6); | | | КР1 | ТВ |
| • режимы движения жидкости в трубах (ОПК-5); | ОЛР2 | | КР1 | ТВ |
| • природу (механизм возникновения) гидравлических сопротивлений (ОПК-6); | | ОПЗ3 | КР2 | ТВ |
| • основные сведения об установившемся и неустановившемся движении жидкости по трубопроводам, истечении жидкости через отверстия и насадки (ОПК-5); | | | КР2 | ТВ |
| • возможности современных программных продуктов, ориентированных на решение задач технической гидромеханики (ОПК-5); | | | КР2 | ТВ |
| • устройство и принцип действия приборов для измерения гидравлических величин (плотности, вязкости, давления, расхода и скорости) (ОПК-6). | ОЛР1, ОЛР2, ОЛР3, ОЛР4, ОЛР5 | | КР2 | ТВ |

| | | | | |
|---|--|---------------|--|----|
| Умеет: | | | | |
| • применять основное уравнение гидростатики и уравнение Бернулли для решения практических задач (ОПК-6); | ОЛР1, ОЛР3 | ОП31, ОП32 | | ПЗ |
| • определять режимы движения жидкости в трубопроводах и выбирать коэффициенты сопротивлений (ОПК-5); | ОЛР2, ОЛР3 | | | ПЗ |
| • определять коэффициенты истечения жидкости через насадки (ОПК-6); | | ОП33, ОП35 | | ПЗ |
| • строить эпюры распределения гидростатического давления в жидкости (ОПК-5); | ОЛР1 | ОП31 | | ПЗ |
| • использовать приборы для измерения гидравлических величин (ОПК-6); | ОЛР1, ОЛР3, ОЛР3, ОЛР4, ОЛР5 | | | ПЗ |
| • выявлять конкретное физическое содержание гидромеханических процессов в гидро- и пневмосистемах (ОПК-6); | | ОП33, ОП36 | | ПЗ |
| • определять мощность в заданном сечении потока (ОПК-5). | | ТТ1 | | ПЗ |
| Владеет: | | | | |
| • методикой расчета сил давления на плоские и криволинейные поверхности (ОПК-5); | | ОП31 | | КЗ |
| • методикой применения уравнения Бернулли (ОПК-5); | | ОП32 | | КЗ |
| • методикой расчета трубопроводов для жидкости и газа (ОПК-6); | | ОП34, ОП36 | | КЗ |
| • основными современными методами постановки и решения задач гидромеханики (ОПК-5). | ОЛР4, ОЛР5 | | | КЗ |
| • навыками оценки реальности получаемых или исследуемых гидромеханических параметров в их числовом выражении (ОПК-6). | ОЛР1, ОЛР3, ОЛР3 | | | КЗ |

ОЛР – лабораторные работы с подготовкой отчета; ОПЗ – практические задания с подготовкой отчета; Т/КР – рубежное тестирование (рубежная контрольная работа по модулю); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

| Вид работы | Распределение часов по учебным неделям | | | | | | | | | | | | | | | | | | Итого, ч. |
|--|--|---|---|---|----------|---|---|---|----------|-----------|----|----|----------|----|----|----|----|----|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| Лекции | 1 | | 2 | | 2 | | 2 | | | | 2 | | 2 | | 2 | | 1 | | 14 |
| Раздел: | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | | | |
| Практические занятия | | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | | | 12 |
| Лабораторные работы | | | | | | | | | | 2 | | 4 | | 4 | | 4 | | 4 | 14 |
| КСР | | | | | | | | | 2 | | | | | | 2 | | | | 4 |
| Изучение теоретического материала | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 30 |
| Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным) | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 36 |
| Модуль: | М1 | | | | | | | | | М2 | | | | | | | | | 144 |
| Контрольное тестирование | | | | | | | | | + | | | | | | | | | + | |
| Дисциплинарный контроль | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Экза- мен/36 |

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

| | | |
|--|---|--|
| Б1.Б.27 Гидромеханика <small>(индекс и полное название дисциплины)</small> | Блок 1 (Б1) Дисциплины (модули) <small>(цикл дисциплины)</small> | |
| | <input checked="" type="checkbox"/> базовая часть цикла <input type="checkbox"/> вариативная часть цикла | <input checked="" type="checkbox"/> обязательная <input type="checkbox"/> по выбору студента |
| 21.05.04 <small>(код направления подготовки / специальности)</small> | «Горное дело», специализация «Маркшейдерское дело» <small>(полное название направления подготовки / специальности)</small> | |
| ГД / МД <small>(аббревиатура направления / специальности)</small> | Уровень подготовки: <input checked="" type="checkbox"/> специалист <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр | Форма обучения: <input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная |
| 2016 <small>(год утверждения учебного плана ООП)</small> | Семестр: <u>8</u> | Количество групп: <u>1</u> Количество студентов: <u>20</u> |
| Квашнин А.И. <small>(фамилия, инициалы преподавателя)</small> | | доцент <small>(должность)</small> |
| АКФ <small>(факультет)</small> | | |
| РКТЭС <small>(кафедра)</small> | | (тел. 2391343) <small>(контактная информация)</small> |

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку одана

8.2 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

| № | Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц) | Количество экземпляров в библиотеке |
|--|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 Основная литература | | |
| 1 | Кузнецов, В.В. Гидромеханика и основы гидравлики. (Теоретический курс с примерами практических расчетов). [Электронный ресурс] / В.В. Кузнецов, К.А. Ананьев. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2013. – 266 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/69473 – Загл. с экрана. | НЕДОСТУПНО ДЛЯ ЧТЕНИЯ |
| 2 | Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник для вузов / Московский государственный индустриальный университет; Институт дистанционного образования. Ч.1: Основы механики жидкости и газа / А. А. Шейпак. – М.: Изд-во МГИУ, 2007. – 266 с., 2006. | 50 |
| 3 | Штеренлихт, Д.В. Гидравлика. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2015. – 656 с. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/64346 – Загл. с экрана. | |
| 2 Дополнительная литература | | |
| 2.1 Учебные и научные издания | | |
| 1 | Гидравлика, гидромашин и гидроприводы: учебник для втузов / Т. М. Башта и др. – Москва: Альянс, 2013. – 423 с., 2010. | 158 + 30 |
| 2 | Бутаев Д. А. Сборник задач по машиностроительной гидравлике: учебное пособие для вузов / Д. А. Бутаев и др.; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана; Под ред. И. И. Куколевского. – 5-е изд., стер. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009. – 447 с. | 162 |
| 2.2 Периодические издания | | |
| | Известия Российской Академии наук. Механика жидкости и газа: журнал. – Москва; Ленинград: Наука, 1836-2016. | |
| 2.3 Нормативно-технические издания | | |
| 1 | ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. | Консультант плюс |
| 2.4 Официальные издания | | |
| | Не предусмотрены | |
| 2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины | | |
| 1 | Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс: полнотекстовая база данных электрон. документов, изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1912 записей). – Пермь, 2014. – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана. | |

| | | |
|---|---|--|
| 2 | Лань [Электронный ресурс: электрон.-библ. система: полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманитар., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург: Лань, 2010. – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана. | |
| 3 | Консультант Плюс [Электронный ресурс: справочная правовая система: документы и комментарии: универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992. – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный. | |

Основные данные об обеспеченности на 22.03.2017
(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

Основная литература обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

Текущие данные об обеспеченности на _____
(дата контроля литературы)

Основная литература обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования научной библиотеки _____ Н.В. Тюрикова

8.3 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля

| № п.п. | Вид учебного занятия | Наименование программного продукта | Рег. номер | Назначение |
|--------|----------------------|--|--|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ПЗ | Система компьютерной математики «MathCAD 14» | Оценочные свободно распространяемые версии ПО, прилагаемого на компакт дисках к современным учебникам и справочникам | Интегрированная программная среда для автоматизации инженерных расчетов путем применения компьютерного моделирования |

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

| Вид аудио-, видео-пособия | | | | Наименование учебного пособия |
|---------------------------|------------|--------|---------------|---|
| теле-фильм | кино-фильм | слайды | аудио-пособие | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| + | | | | Уравнение Бернулли |
| + | | | | Потери напора при движении жидкости |
| + | | | | Возникновение и структура турбулентности |
| + | | | | Демонстрация опытов с истечением жидкости |
| | | + | | Презентация лекций по гидромеханике |

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

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

| № п.п. | Помещения | | | Площадь, м ² | Количество посадочных мест |
|--------|---|--------------------------|-----------------|-------------------------|----------------------------|
| | Название | Принадлежность (кафедра) | Номер аудитории | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Лекционная аудитория (мультимедийный класс) | Кафедра РКТЭС | 216 к. В | 72 | 8 |
| 2 | Лаборатория гидравлики и лопастных гидромашин | Кафедра РКТЭС | 011 к. В | 114 | 28 |
| 3 | Лаборатория гидравлики и гидромеханики | Кафедра РКТЭС | 010 к. В | 86 | 28 |

9.1 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

| № п.п. | Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката) | Кол-во, ед. | Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.) | Номер аудитории |
|--------|---|-------------|--|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | ПК Intel Pentium Dual CPU 2000 МГц (с модификациями) | 8 | Оперативное управление | 216 к. В |
| 2 | Учебная установка ГД-08 | | Оперативное управление | 010 к. В |
| 3 | Учебная установка ГД-09 | | Оперативное управление | 010 к. В |
| 4 | Учебная установка ГС-01 | | Оперативное управление | 011 к. В |
| 5 | Учебная установка ГД-04М | | Оперативное управление | 011 к. В |
| 6 | Учебная установка ГД-05М | | Оперативное управление | 011 к. В |

Лист регистрации изменений

| № п.п. | Содержание изменения | Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой |
|-------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |