

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе  
Д.Б. Акмаров/

« 26 » 01 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ГИДРАВЛИКА**

**Направление подготовки**

**Агроинженерия**

**Квалификация выпускника: БАКАЛАВР**

**Форма обучения – очная, заочная**

Ижевск 2016

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	3
2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП .....	3
3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	4
4 <sup>1</sup> СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ.....	5
4 <sup>2</sup> СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ.....	5
5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....	12
6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ .....	13
7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) .....	16
8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	18
ПРИЛОЖЕНИЕ.....	19
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	20
ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ .....	39

## 1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью дисциплины** является дать студентам знания по устройству и правилам эксплуатации гидравлических машин и теплотехнического оборудования.

**Задачей дисциплины** является научить студентов решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена; знать устройство и правила эксплуатации гидравлических машин и теплотехнического оборудования.

## 2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Гидравлика» (Б1.Б.15) относится к базовой части дисциплин. Общая трудоемкость 5 зачетные единицы (180 академических часа). Читается в 5 семестре. Форма промежуточной аттестации – экзамен.

Дисциплина может быть реализована с помощью дистанционных образовательных технологий.

Для усвоения данной дисциплины студенты должны иметь знания по следующим дисциплинам:

- *математика* (основные понятия и методы математического анализа, линейной алгебры и аналитической геометрии, дискретной математики, теории дифференциальных уравнений, теории вероятности и теории математической статистики)
- *физика* (физические основы механики, молекулярную физику и термодинамику).
- *тракторы и автомобили*.

Полученные при изучении курса «Гидравлика» знания используются в дальнейшем в дисциплинах:

- *сельскохозяйственные машины и основы эксплуатации тракторов;*
- *Эксплуатация автомобилей и машинотракторного парка;*
- *мобильные энергетические системы в АПК*

**Содержательно-логические связи дисциплины «Гидравлика»**

Код дисциплины (модуля)	Содержательно-логические связи	
	название учебных дисциплин (модулей), практик	
	на которые опирается содержание данной учебной дисциплины (модуля)	для которых содержание данной учебной дисциплины (модуля) выступает опорой
Б1.Б.15	Математика; Физика; Тракторы и автомобили.	Сельскохозяйственные машины и основы эксплуатации тракторов; Эксплуатация автомобилей и машинотракторного парка; Мобильные энергетические средства в АПК.

**3 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

№ компетенции	Содержание компетенции	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
		Знать	Уметь	Владеть
ОПК-4	Способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и тепломассообмена.	Основные понятия и законы механики жидкости (статика и динамика).	Применять в практической деятельности основное уравнение гидростатики, находить потенциальный напор и силы давления жидкости на плоские фигуры произвольной конфигурации, в том числе для расчетов простейших гидравлических задач.	Способностью использовать основные законы механики, а также правила эксплуатации гидравлических машин в инженерной практике, совершенствовать технологические процессы сельскохозяйственного назначения с использованием жидкости.

## 4<sup>1</sup> СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ГИДРАВЛИКА» ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5,0 зачетных единиц, 180 академических часа: 30 ч. лекции, 14 ч. практические занятия, 28 ч. лабораторные занятия, 81 ч. СРС.

### 4.1<sup>1</sup> Структура дисциплины

№ п/п	Семестр	Недели семестра	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма контроля
				всего	лекции	практические	лаборат.	семинары	СРС	
1	5	1-4	Гидростатика	34	8	4	2	-	20	тест
2	5	5-9	Гидродинамика	50	10	2	8	-	30	тест
3	5	10-16	Гидравлические машины	69	12	8	18	-	31	тест
4	5		Промежуточная аттестация	27	-	-	-	-	-	Экзамен
<b>Итого</b>				<b>180</b>	<b>30</b>	<b>14</b>	<b>28</b>	<b>-</b>	<b>81</b>	

### 4.2<sup>1</sup> Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	
		ОПК-4	Общее количество компетенций
1. Гидростатика	34	х	1
2. Гидродинамика	50	х	1
3. Гидравлические машины	69	х	1
Промежуточная аттестация	27	х	1
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### 4.3<sup>1</sup> Содержание разделов

№ № п/ п	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах (лекции)
1	Гидростатика	<p>1. Введение. Историческая справка. Физические свойства жидкости. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение.</p> <p>2. Закон Паскаля. Пьезометрическая высота, способы измерения давления. Потенциальная энергия жидкости, напоры. Гидравлические машины.</p> <p>3. Гидростатическое давление на плоские фигуры, различные случаи давления. Гидростатический парадокс. Давление на криволинейные поверхности.</p> <p>4. Закон Архимеда. Плавание тел. Остойчивость плавающих тел. Относительное равновесие жидкости. Гидродинамика, основные понятия. Гидравлические элементы потока.</p>
2	Гидродинамика	<p>1. Уравнение неразрывности для элементарной струйки и потока жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости, реальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, его графическое изображение. Практическое применение уравнения Бернулли.</p> <p>2. Режимы движения реальной жидкости. Число Рейнольдса. Местные потери напора. Потери энергии по длине.</p> <p>3. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Различные случаи истечения. Истечение при переменном напоре.</p> <p>4. Трубопроводы. Основы расчета. Расчет коротких трубопроводов и сифонов. Расчет сложных трубопроводов. Тупиковые и кольцевые сети. С.-х. водоснабжение.</p> <p>5. Особенности с.-х. водоснабжения. Виды потребителей, нормы потребления воды. Требования к качеству воды.</p>
3	Гидравлические машины	<p>1. Насосные станции - классификация, производительность и полный напор. Определение регулирующей емкости, графики водопотребления. Особенности расчета кольцевой сети водоснабжения.</p> <p>2. Гидравлические машины и их классификация. Центробежные насосы. Основное уравнение. Высота всасывания, нагнетания. Кавитация. Характеристики центробежных насосов. Работа насоса на трубопровод. Рабочая точка. Параллельная и последовательная работа насосов.</p> <p>3. Пропеллерные, вихревые, поршневые насосы. Графики подачи поршневых насосов. Воздушные колпаки. Гидротараны, эрлифты, ротационные водоподъемники.</p> <p>4. Гидропривод. Общие сведения. Классификация гидроприводов. Объемный гидропривод – назначение, принцип действия, схемы.</p>

#### 4.4<sup>1</sup> Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудо-емкость (час)
1	1	Приборы для измерения гидростатического давления и вакуума. Способы измерения давления.	2
2	2	Определение режимов движения жидкости на приборе Рейнольдса.	2
3	2	Опытное определение коэффициента сопротивления по длине трубы.	2
4	2	Опытное определение коэффициентов местных сопротивлений.	2
5	2	Опытная иллюстрация уравнения Бернулли.	2
6	3	Энергетические испытания центробежного насоса.	3
7	3	Определение расхода жидкости различными способами.	4
8	3	Определение коэффициентов истечения через отверстия и насадки.	4
9	3	Параллельное и последовательное соединение насосов.	4
10	3	Энергетические испытания центробежного вентилятора.	3
	Всего		28

#### 4.5<sup>1</sup> Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час)
1	1	Гидростатические машины, прессы, мультипликаторы. Определение силы давления на плоские поверхности (наклонные).	2
2	1	Определение силы давления на криволинейные фигуры. Закон Архимеда. Остойчивость плавающих тел.	2
3	2	Режимы движения жидкости. Истечение через отверстия и насадки. Методика расчета коротких трубопроводов.	2
4	3	Расчет длинных трубопроводов.	2
5	3	Работа насосов, высота всасывания, напор, явление кавитации.	2
6	3	Работа центробежного насоса на трубопровод. Рабочая точка.	2
7	3	Гидравлические системы управления и регулирования.	2
	Всего		14

#### 4.6<sup>1</sup> Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины, темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	Раздел 1. Гидростатика	10	Работа с технической литературой по самостоятельному изучению и составлению кратких конспектов по основным физическим свойствам и особым состояниям рабочих жидкостей	Устный и письменный опрос
2	Раздел 1. Гидростатика	10	Работа с литературой по самостоятельному изучению и составлению конспекта о приборах для измерения давления сред.	Тесты, устный и письменный опрос.
3	Раздел 2. Гидродинамика	10	Работа с литературой по самостоятельному изучению и составлению конспекта о примерах и применении уравнения гидродинамики в технике. Решение задач: расчет числа Рейнольдса, скорости и расхода жидкости, величины потерь давления в гидросистеме, расчет простого трубопровода.	Тесты, устный и письменный опрос.
4	Раздел 2. Гидродинамика	10	Работа с литературой. Решение задач	Тесты, устный и письменный опрос.
5	Раздел 3. Гидравлические машины	10	Работа с литературой по самостоятельному изучению и составлению кратких конспектов об устройстве и принципе действия гидроцилиндра. Примеры применения. Расчет гидроцилиндра по исходным данным.	Тесты, устный и письменный опрос.
6	Раздел 3. Гидравлические машины	10	Работа с литературой по самостоятельному изучению и составлению кратких конспектов о работе дросселирующих распределителях, их назначении и принципе действия.	Тесты, устный и письменный опрос.
7	Раздел 1, 2, 3.	21	Расчетно-графическая работа (РГР): 1. Расчет потребности в воде поселка. 2. Расчет тупиковой сети. 3. Работа насоса на трубопровод 4. Параллельная работа насосов на трубопровод.	Тесты, устный и письменный опрос.
	Всего	81		



## 4<sup>2</sup> СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЗАОЧНОГО ОБУЧЕНИЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5,0 зачетных единиц, 180 академических часа: 8 ч. лекции, 6 ч. практические занятия, 6 ч. лабораторные занятия, 151 ч. СРС.

### 4.1<sup>2</sup> Структура дисциплины

№ п/п	Курс	Недели семестра	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая СРС и трудоемкость (в часах)						Форма контроля
				всего	лекции	практические	лаборат.	семинары	СРС	
1	3	-	Гидростатика	56	2	2	2	-	50	тест
2	3	-	Гидродинамика	58	4	2	2	-	50	тест
3	3	-	Гидравлические машины	57	2	2	2	-	51	тест
4	3	-	Промежуточная аттестация	9	-	-	-	-	-	Экзамен
<b>Итого</b>				<b>180</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>151</b>	

### 4.2<sup>2</sup> Матрица формируемых дисциплиной компетенций

Разделы и темы дисциплины	Количество часов	Компетенции	
		ОПК-4	Общее количество компетенций
1. Гидростатика	56	х	1
2. Гидродинамика	58	х	1
3. Гидравлические машины	57	х	1
Промежуточная аттестация	9	х	1
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### 4.3<sup>2</sup> Содержание разделов

№№ п/п	Название раздела	Содержание раздела в дидактических единицах (лекции)
1	Раздел 1. Гидростатика	1. Введение. Историческая справка. Физические свойства жидкости. Гидростатика. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение. 2. Закон Паскаля. Пьезометрическая высота, способы измерения давления. Потенциальная энергия жидкости, напоры. Гидравлические машины.
2	Раздел 2. Гидродинамика	1. Уравнение неразрывности для элементарной струйки и потока жидкости. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной жидкости, реальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости, его графическое изображение. Практическое применение уравнения Бернулли. 2. Режимы движения реальной жидкости. Число Рейнольдса. Местные потери напора. Потери энергии по длине. 3. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Различные случаи истечения. Истечение при переменном напоре. 4. Трубопроводы. Основы расчета. Расчет коротких трубопроводов и сифонов. Расчет сложных трубопроводов. Тупиковые и кольцевые сети. С.-х. водоснабжение.
3	Раздел 3. Гидравлические машины	1. Насосные станции - классификация, производительность и полный напор. Определение регулирующей емкости, графики водопотребления. Особенности расчета кольцевой сети водоснабжения. 2. Гидравлические машины и их классификация. Центробежные насосы. Основное уравнение. Высота всасывания, нагнетания. Кавитация. Характеристики центробежных насосов. Работа насоса на трубопровод. Рабочая точка. Параллельная и последовательная работа насосов.

### 4.4<sup>2</sup> Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час)
1	1	Определение режимов движения жидкости на приборе Рейнольдса	2
2	2	Опытное определение коэффициента сопротивления по длине трубы.	2
3	2	Опытное определение коэффициентов местных сопротивлений	2
Итого			6

#### 4.5<sup>2</sup> Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудо-емкость (час)
1	2	Режимы движения жидкости. Истечение через отверстия и насадки. Методика расчета коротких трубопроводов	2
2	2	Расчет длинных трубопроводов.	2
3	3	Работа центробежного насоса на трубопровод. Рабочая точка.	2
	Итого		6

#### 4.6<sup>2</sup> Содержание самостоятельной работы и формы ее контроля

№ п/п	Раздел дисциплины, темы раздела	Всего часов	Содержание самостоятельной работы	Форма контроля
1	Раздел 1. Гидростатика	20	Работа с технической литературой по самостоятельному изучению и составлению кратких конспектов по основным физическим свойствам и особым состояниям рабочих жидкостей	Конт. работа
2	Раздел 1. Гидростатика	20	Работа с литературой по самостоятельному изучению и составлению конспекта о приборах для измерения давления сред.	Конт. работа
3	Раздел 2. Гидродинамика	30	Истечение жидкости через отверстия и насадки. Различные случаи истечения. Истечение при переменном напоре. Трубопроводы. Основы расчета. Расчет коротких трубопроводов и сифонов. Расчет сложных трубопроводов. Тупиковые и кольцевые сети.	Конт. работа
4	Раздел 2. Гидродинамика	26	С.-х. водоснабжение. Особенности с.-х. водоснабжения. Виды потребителей, нормы потребления воды. Требования к качеству воды.	Конт. работа
5	Раздел 3. Гидравлические машины	30	Гидропривод. Общие сведения. Классификация гидроприводов. Объемный гидропривод – назначение, принцип действия, схемы	Конт. работа
6	Раздел 3. Гидравлические машины	25	Насосные станции - классификация, производительность и полный напор. Определение регулирующей емкости, графики водопотребления	Конт. работа
	Итого	151		

## 5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При изучении дисциплины в рамках реализации ООП по направлению подготовки бакалавров 35.03.06 «Агроинженерия» (уровень бакалавриата) используются следующие технологии: информационные технологии, проблемное обучение, контекстное обучение, обучение на основе опыта, междисциплинарное обучение.

При наличии лиц с ограниченными возможностями здоровья преподаватель организует работу в соответствии с Положением об инклюзивном образовании ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА.

Изучение дисциплины подразумевает использование информационных технологии:

- поиск информации в глобальной сети Интернет;
- работа в электронно-библиотечных системах;
- работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru);
- компьютерное тестирование;
- мультимедийные лекции.

Занятия содержат определения, структурные и принципиальные схемы гидравлических устройств и процессов, объектов, демонстрационные работы на действующих объектах (насосы, вентиляторы).

### 5.1 Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Семестр	Вид занятий	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
5	Л	Проблемная лекция, анализ конкретных ситуаций, личностно-деятельностное обучение, разбор конкретных ситуаций.	8
5	ПР	Деловые и ролевые игры, тренинг, компьютерные симуляции, программированное обучение, «мозговой штурм».	4

## 6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### 6.1 Виды контроля и аттестации, формы оценочных средств

№ п/п	№ се-ме-стра	Виды контроля и аттестации	Наименование раздела учебной дисциплины	Оценочные средства*	
				Форма	Количество вопро-сов в зада-нии
1	5	Входной контроль (ВК)	-	Тесты, устный и письменный опрос.	5
2	5	Текущая (Тат)	Гидростатика	Тесты, устный и письменный опрос.	30
3	5	ТАт	Гидродинамика	Тесты	30
4	5	ТАт	Гидравлические машины	Тесты, проверка расчетно-графических работ	30
5	5	Промежуточная (ПрАт)	Все разделы	Экзамен	30

\*Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации приведен в приложении к рабочей программе.

#### *Контрольные вопросы к экзамену*

1. Основные физические свойства жидкости. Приборы и способы измерения гидростатического давления. Пьезометрический и гидростатический напор. Рабс; Ризб; Рвак.
2. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Построение эпюры гидростатического давления на вертикальную и наклонную плоскую поверхность.
3. Аналитическое нахождение силы давления жидкости на плоскую поверхность. Центр давления. Гидростатический парадокс.
4. Определение силы избыточного гидростатического давления на криволинейную поверхность.
5. Виды движения жидкости. Установившееся, неустановившееся, напорное, безнапорное движение. Гидравлический радиус. Расход и средняя скорость потока. Уравнение неразрывности.
6. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости. Физический смысл и графическое изображение.
7. Уравнение Бернулли для установившегося движения потока реальной жидкости. Физический смысл, графическое изображение, геометрический, пьезометрический и гидравлический уклон.
8. Два режима движения вязкой жидкости. Число  $Re$  и его критические значения.
9. Потери по длине. Коэффициент гидравлического трения  $\lambda$  и  $\lambda=f(Re \text{ и } \Delta)$ .
10. Методика расчета длинных трубопроводов. Коэффициент расхода.
11. Местные потери энергии при движении жидкости. Опытное и теоретическое определение  $\xi$ .

12. Классификация отверстий. Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке.
13. Истечение жидкости через затопленное отверстие.
14. Расчет сифонов.
15. Классификация насадок. Гидравлический расчет внешнего цилиндрического насадка.
16. Классификация трубопроводов. Основные расчетные формулы.
17. Расчет длинных трубопроводов, соединенных между собой параллельно и последовательно.
18. Особенности с/х водоснабжения. Расчет трубопровода с равномерной раздачей по длине ( $Q_p$ ).
19. Принцип технико-экономического расчета системы водоснабжения. Определение высоты и емкости бака водонапорной башни.
20. Классификация насосов. Основные термины и определения в теории насосов. Вывод формулы напора.
21. Принцип действия и классификация центробежных насосов.
22. Конструкции центробежных насосов. Основные неисправности в работе центробежных насосов.
23. Характеристика трубопровода. Работа центробежного насоса на трубопроводе. Способы регулирования  $Q$  и  $H$ .
24. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов на трубопровод. Выбор марки насоса.
25. Неустойчивая область работы центробежного насоса. Высота всасывания и явление кавитации.
26. Характер подачи жидкости поршневыми насосами. Графики зависимости подачи от угла поворота кривошипа.
27. Классификация динамических насосов. Насосы трения. Принцип действия эрлифта.
28. Роторные насосы. Конструкция и принцип действия. Определение  $Q$  шестеренчатого насоса.
29. Классификация насосных станций. Определение  $Q$  и  $H$ . Насосной станции I и II подъема.
30. Гидропривод. Принцип действия, достоинства и недостатки.

## **6.2 Методика текущего контроля и промежуточной аттестации**

Освоение основной образовательной программы сопровождается текущим контролем успеваемости и промежуточной аттестацией обучающихся.

Текущий контроль успеваемости обучающихся является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки специалистов и способствует активизации познавательной деятельности обучающихся в межсессионный период как во время контактной работы обучающихся с преподавателем, так и во время самостоятельной работы. Текущий контроль осуществляется преподавателем и может проводиться в следующих формах: индивидуальный и (или) групповой опрос (устный или письменный) на занятиях; защита реферата; презентация проектов, выполненных индивидуально или группой обучающихся; анализ деловых ситуаций (анализа вариантов решения проблемы, обоснования выбора оптимального варианта решения, др.); тестирование (письменное или компьютерное); контроль самостоятельной работы студентов (в письменной или устной форме).

По итогам текущего контроля преподаватель отмечает обучающихся, проявивших особые успехи, а также обучающихся, не выполнивших запланированные виды работ.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы. Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по программе конкретной дисциплины, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), разви-

тия творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы.

Оценка **«отлично»** выставляется студенту, если даны полные и правильные ответы на все вопросы в соответствии с требованиями, предъявляемыми программой дисциплины; содержание ответа изложено логично и последовательно; существенные фактические ошибки отсутствуют; ответ соответствует нормам русского литературного языка. Студент должен дать исчерпывающие и правильные ответы на уточняющие и дополнительные вопросы по теме вопросов билета.

Оценка **«хорошо»** выставляется студенту в случае, когда содержание ответа, в основном, соответствует требованиям, предъявляемым к оценке «отлично», т. е. даны полные правильные ответы на вопросы билета с соблюдением логики изложения материала, но при ответе допущены небольшие ошибки и погрешности, не имеющие принципиального характера. Оценка «хорошо» должна выставляться студенту, недостаточно четко и полно ответившему на уточняющие и дополнительные вопросы.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, не показавшему знания в полном объеме, допустившему ошибки и неточности при ответе на вопросы билета, продемонстрировавшему неумение логически выстроить материал ответа и сформулировать свою позицию. При этом хотя бы по одному из вопросов ошибки не должны иметь принципиального характера.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, если он не дал ответа хотя бы на один вопрос билета; дал неверные, содержащие фактические ошибки, ответы на все вопросы; не смог ответить более, чем на половину дополнительных и уточняющих вопросов. Неудовлетворительная оценка выставляется студенту, отказавшемуся отвечать на вопросы билета.

### **6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы**

1. Рабочая программа дисциплины «Гидравлика»: портал Ижевской ГСХА  
<http://portal.izhgsha.ru/index.php/>
2. Задания, приведенные в литературе и порядок их выполнения (по заданию преподавателя).
3. Васильченко, М.Ю. Гидравлика. Гидродинамика: методические указания для самостоятельной работы по выполнению лабораторных работ для студентов / М.Ю. Васильченко, А.Л. Шкляев. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2018. – URL: [http://portal.izhgsha.ru/docs/03122020\\_41649.pdf](http://portal.izhgsha.ru/docs/03122020_41649.pdf) (дата обращения 10.09.2020). – Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Л.р.№ 1. Физические свойства жидкости. Приборы для измерения избыточного давления и вакуума. Проверка манометра.
5. Л.р.№ 2. Исследование режимов течения жидкости.
6. Л.р.№ 3. Изучение потерь напора по длине и определение коэффициента гидравлического трения при установившемся движении жидкости.
7. Л.р.№ 4. Изучение истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре.
8. Л.р.№ 5. Определение коэффициентов местных сопротивлений при установившемся турбулентном напорном движении жидкости.
9. Л.р.№ 6. Исследование движения жидкости в трубе переменного сечения.

10. Л.р.№ 7. Определение расхода жидкости различными способами.
11. Л.р.№ 8. Испытания центробежного насоса.
12. Л.р.№ 9. Параллельное и последовательное соединение насосов.
13. Л.р.№ 10. Энергетические испытания центробежного вентилятора.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1 Основная литература

№ п/п	Наименование	Авторы	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	
1	Гидравлика: учебное пособие [Электронный ресурс]	Бухвалов Г.С., Денисов С.В., Мишанин А.Л.	Самара: РИЦ СГСХА, 2016	Все разделы	5	<a href="https://lib.rucont.ru/efd/543435">https://lib.rucont.ru/efd/543435</a>	
2	Гидравлика: учебное пособие [Электронный ресурс]	Удовин В.Г., Оденбах И. А.	Оренбург: ОГУ, 2014	Все разделы	5	<a href="https://lib.rucont.ru/efd/293569">https://lib.rucont.ru/efd/293569</a>	

### 7.2 Дополнительная литература

№ п/п	Наименование	Автор	Год и место издания	Используется при изучении разделов	Семестр	Количество экземпляров	
						в библиотеке	на кафедре
1	Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение	Палишкин Н.А	М., Агропромиздат, 1990	Все разделы	5	191	нет
2	Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов	Исаев, А.П., Сергеев Б.И., Дидур В.А	М., Агропромиздат, 1990	Все разделы	5	298	нет
3	Практикум по гидравлике]: учеб. пособие [Электронный ресурс]	Парфенов В.С., Яшин А.В., Щербаков С.И., Стригин В.Н.	Пенза: РИО ПГСХА, 2012	Все разделы	5	<a href="https://lib.rucont.ru/efd/207532">https://lib.rucont.ru/efd/207532</a>	
4	Гидравлика (основы статики и динамики жидкости, прикладная механика жидкости и газа): задачник [Электронный ресурс]	Никитин В.А.	Оренбург: ГОУ ОГУ, 2008	Все разделы	5	<a href="https://lib.rucont.ru/efd/193455">https://lib.rucont.ru/efd/193455</a>	



### 7.3 Методические указания по освоению дисциплины

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, размещенной на портале и просмотреть основную литературу, приведенную в рабочей программе в разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины». Книги, размещенные в электронно-библиотечных системах доступны из любой точки, где имеется выход в «Интернет», включая домашние компьютеры и устройства, позволяющие работать в сети «Интернет». Если выявили проблемы доступа к указанной литературе, обратитесь к преподавателю (либо на занятиях, либо через портал академии).

Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо подойти к преподавателю и получить индивидуальное задание по пропущенной теме.

Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения своих задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Например, при изучении дисциплин, связанных с эксплуатацией и ремонтом гидравлических систем с/х машин и ДВС.

Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи по гидравлике и водоснабжению.

Полученные при изучении дисциплины знания, умения и навыки рекомендуется использовать при выполнении курсовых работ и ВКР, а также на учебных и производственных практиках.

### 7.4 Перечень информационных технологий, включая перечень информационно-справочных систем (при необходимости)

Поиск информации в глобальной сети Интернет

Работа в электронно-библиотечных системах

Работа в ЭИОС вуза (работа с порталом и онлайн-курсами в системе moodle.izhgsha.ru)

Мультимедийные лекции

Работа в компьютерном классе

Компьютерное тестирование

*При изучении учебного материала используется комплект лицензионного программного обеспечения следующего состава:*

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. Р7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

3. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.

*Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к следующим современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам:*

- Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «КонсультантПлюс».
- «1С:Предприятие 8 через Интернет для учебных заведений» (<https://edu.1cfresh.com/>) со следующими приложениями: 1С: Бухгалтерия 8, 1С: Управление торговлей 8, 1С:ERP Управление предприятием 2, 1С: Управление нашей фирмой, 1С: Зарплата и управление персоналом. Облачный сервис.

### 7.5 Перечень Интернет-ресурсов

1. Официальный сайт Ижевской ГСХА – Режим доступа: [www.izhgsha.ru/](http://www.izhgsha.ru/)
2. Портал Ижевской ГСХА – Режим доступа: <http://portal.izhgsha.ru/index.php>
3. Система электронного обучения – Режим доступа: <http://moodle.izhgsha.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Рукоонт». – Режим доступа: <http://rucont.ru/>
5. Электронно-библиотечная система “AgriLib”. – Режим доступа: <http://ebs.rgazu.ru/>

## 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной компьютер, проектор, доска, экран.

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (лабораторных занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: переносной ноутбук, лабораторное оборудование: Лабораторные установки:

Для определения физических свойств жидкости; Для изучения потерь напора по длине и определение коэффициента гидравлического трения при установившемся движении жидкости; Для изучения истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке и насадки при постоянном напоре. Для определения коэффициентов местных сопротивлений при установившемся турбулентном напорном движении жидкости; Для исследования движения жидкости в трубе переменного сечения; Для определения расхода жидкости различными способами; Для испытания центробежного насоса; Для энергетических испытаний центробежного вентилятора.

Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

**ФОНД  
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
по дисциплине «Гидравлика»**

**Направление подготовки**

**Агроинженерия**

**Квалификация (степень) выпускника БАКАЛАВР**

## ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ СТУДЕНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ГИДРАВЛИКА

Цель промежуточной аттестации - проверка степени усвоения студентами учебного материала за время изучения дисциплины, уровня сформированности компетенций после завершения изучения дисциплины.

Студенту необходимо представить отчеты по выполненным лабораторным работам. Аттестация проходит в форме экзамена. При полностью выполненных заданиях и ответах на вопросы студент может получить максимальную оценку «отлично».

Задачи промежуточной аттестации:

1. определение уровня усвоения учебной дисциплины;
2. определение уровня сформированности элементов профессиональных компетенций.

### ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Наименование раздела учебной дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства для проверки знаний	Оценочные средства для проверки умений	Оценочные средства для проверки владений (навыков) (3-й этап)
			(1-й этап)	(2-й этап)	
1	Гидростатика	ОПК-4	п. 3.1.1	п. 3.2.1	п. 3.3.1
2	Гидродинамика	ОПК-4	п. 3.1.2	п. 3.2.2	п. 3.3.2
3	Гидравлические машины	ОПК-4	п. 3.1.3	п. 3.2.3	п. 3.3.3

### 1 ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ЭТАПОВ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

#### Перечень компетенций и этапы их формирования

Номер/индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
		Знать (1-й этап)	Уметь (2-й этап)	Владеть (3-й этап)
ОПК-4	Способностью решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена.	Основные понятия и законы механики жидкости (статика и динамика).	Применять в практической деятельности основное уравнение гидростатики, находить потенциальный напор и силы давления жидкости на плоские фигуры произвольной конфигурации, в том числе для расчетов простейших гидравлических задач.	Способностью использовать основные законы механики, а также правила эксплуатации гидравлических машин в инженерной практике, совершенствовать технологические процессы сельскохозяйственного назначения с использованием жидкости.

Бакалавр должен быть готов к выполнению задач по следующим видам деятельности:

**расчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:** участие в сборе и анализе информационных исходных данных для проектирования;

**научно-исследовательская деятельность:** изучение научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; проведение измерений и наблюдений, составление описания проводимых исследований; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций;

**организационно-управленческая деятельность:** планирование работы персонала; выполнение работ по одной или нескольким должностям служащих;

**производственно-технологическая деятельность:** контроль соблюдения технологической дисциплины; участие в работах по освоению и доводке технологических процессов в ходе подготовки производства продукции; контроль соблюдения экологической безопасности на производстве;

**монтажно-наладочная деятельность:** участие в монтажных, пусконаладочных работах, предварительных испытаниях, опытной эксплуатации и приемке (сдаче) в эксплуатацию энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования в целом, а также изделий, узлов, систем и деталей в отдельности;

**сервисно-эксплуатационная деятельность:** обслуживание технологического оборудования; выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен овладеть основными требованиями, характеризующими профессиональную деятельность бакалавров.

**знать** основные физические свойства жидкостей, общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей, особенности физического и математического моделирования ламинарных и турбулентных течений идеальной и реальной несжимаемой и сжимаемой жидкостей;

**уметь** рассчитывать гидродинамические параметры потока жидкости при внешнем обтекании тел и течения в каналах (трубах), проточных частях гидро-газодинамических машин; проводить гидравлический расчет трубопроводов;

**владеть** методиками проведения типовых гидродинамических расчетов гидромеханического оборудования и трубопроводов.

## **2 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ ОЦЕНИВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ**

Сформированность каждой компетенции в рамках освоения дисциплины оценивается по шкале:

- *удовлетворительно*, является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- *хорошо*, характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- *отлично*, характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

Для оценки сформированности компетенций в рамках дисциплины в целом, преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в ответах студента на экзаменационные вопросы, решение задач, а также результаты участия в научной работе, олимпиадах и конкурсах.

Показателями уровня освоенности компетенций на всех этапах их формирования являются:

**1-й этап (уровень знаний):**

- Умение отвечать на основные вопросы и тесты на уровне понимания сути – удовлетворительно (3).
- Умение грамотно рассуждать по теме задаваемых вопросов – хорошо (4)
- Умение формулировать проблемы по сути задаваемых вопросов – отлично (5)

**2-й этап (уровень умений):**

- Умение решать простые задачи с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение решать задачи средней сложности – хорошо (4).
- Умение решать задачи повышенной сложности, самому ставить задачи – отлично (5).

**3-й этап (уровень владения навыками):**

- Умение формулировать и решать задачи из разных разделов с незначительными ошибками - удовлетворительно (3).
- Умение находить проблемы, решать задачи повышенной сложности – хорошо (4).
- Умение самому ставить задачи, находить недостатки и ошибки в решениях – отлично (5).

**3 ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ****3.1 Типовые задания для оценки знаний, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (1-й этап)*****3.1.1 Гидростатика***

1. 10 пуаз равно \_\_\_\_\_ Па с.

- 1
- 10
- 100
- 1000

2. В качестве механических и тепловых единиц в международной системе единиц (СИ) применяют ...

- метр (длина), килограмм (масса), секунда (время), кельвин (температура)
- сантиметр (длина), тонна (масса), час (время), градус (температура)
- метр (длина), миллиграмм (масса), минута (время), фаренгейт (температура)
- сантиметр (длина), ньютон (масса), год (время), люм (температура)

3. Ученый, перу которого принадлежит трактат «О плавающих телах», – это ...

- Архимед
- Аристотель
- Шези
- Ибад-Заде

4. Использовать несистемные единицы измерения в формулах гидравлики для численных расчетов ...

- запрещено
- разрешено
- разрешено, но с исключениями
- запрещено, но с исключениями

5. Коэффициент кинематической вязкости измеряется в ...

- $\text{м}^2/\text{с}$
- $\text{м}/\text{с}$
- $\text{м}/\text{с}^2$
- $\text{с}^{-2}$

6. Поверхности равного давления в покоящейся жидкости, находящейся под действием только силы тяжести, ...

- всегда горизонтальны
- всегда вертикальны
- всегда наклонны
- не существуют

7. Гидростатическое давление в точке, согласно первому свойству гидростатического давления, всегда ...

- является сжимающим
- является растягивающим
- равно нулю
- стремится к бесконечности

8. Поверхности равного давления во вращающемся сосуде являются ...

- параболоидами
- гиперболоидами
- вертикальными плоскостями
- горизонтальными плоскостями

9. Гидростатическое давление в точке, согласно второму свойству гидростатического давления, ...

- не зависит от угла наклона площади действия
- зависит от угла наклона площади действия
- всегда равно нулю
- непрерывно возрастает



10. Гидростатическим давлением в точке называется ...

предел отношения силы давления к площади, при площади, стремящейся к нулю  
сила давления на единичную площадь

среднее давление в точке, деленное на кинематическую вязкость при ее стремлении к единице

произведение среднего вакуумметрического давления на объем при стремлении объема к бесконечности

### ***Вопросы***

1. Основные физические свойства жидкости. Приборы и способы измерения гидростатического давления. Пьезометрический и гидростатический напор. Рабс; Ризб; Рвак.
2. Гидростатическое давление и его свойства. Основное уравнение гидростатики. Построение эпюры гидростатического давления на вертикальную и наклонную плоскую поверхность.
3. Аналитическое нахождение силы давления жидкости на плоскую поверхность. Центр давления. Гидростатический парадокс.

### ***3.1.2 Гидродинамика***

1. Определение силы избыточного гидростатического давления на криволинейную поверхность.
2. Виды движения жидкости. Установившееся, неустановившееся, напорное, безнапорное движение. Гидравлический радиус. Расход и средняя скорость потока. Уравнение неразрывности.
3. Идеальная жидкость. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости. Физический смысл и графическое изображение.
4. Уравнение Бернулли для установившегося движения потока реальной жидкости. Физический смысл, графическое изображение, геометрический, пьезометрический и гидравлический уклон.
5. Два режима движения вязкой жидкости. Число  $Re$  и его критические значения.
6. Потери по длине. Коэффициент гидравлического трения  $\lambda$  и  $\lambda=f(Re \text{ и } \Delta)$ .
7. Методика расчета длинных трубопроводов. Коэффициент расхода.
8. Местные потери энергии при движении жидкости. Опытное и теоретическое определение  $\xi$ .
9. Классификация отверстий. Истечение жидкости через отверстие в тонкой стенке.
10. Истечение жидкости через затопленное отверстие.
11. Классификация насадок. Гидравлический расчет внешнего цилиндрического насадка.
12. Особенности с/х водоснабжения. Расчет трубопровода с равномерной раздачей по длине ( $Q_{п}$ ).
13. Принцип технико-экономического расчета системы водоснабжения. Определение высоты и емкости бака водонапорной башни.

### **3.1.3 Гидравлические машины**

1. Классификация насосов. Основные термины и определения в теории насосов. Вывод формулы напора.
2. Принцип действия и классификация центробежных насосов.
3. Конструкции центробежных насосов. Основные неисправности в работе центробежных насосов.
4. Характеристика трубопровода. Работа центробежного насоса на трубопроводе. Способы регулирования  $Q$  и  $H$ .
5. Неустойчивая область работы центробежного насоса. Высота всасывания и явление кавитации.
6. Характер подачи жидкости поршневыми насосами. Графики зависимости подачи от угла поворота кривошипа.
7. Классификация динамических насосов. Насосы трения. Принцип действия эрлифта.
8. Гидропривод. Принцип действия, достоинства и недостатки.

### **3.2 Типовые задания для оценки умений, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (2-й этап)**

#### **3.2.1 Гидростатика**

1. Расчет сифонов.

#### **3.2.2 Гидродинамика**

1. Расход воды в трубе круглого сечения, если ее гидравлический радиус равен 0,5 м, а средняя скорость составляет 2 м/с, равен \_\_\_\_ м<sup>3</sup>/с.

- 6,28
- 0,628
- 3,14
- 1,57

2. Коэффициент гидравлического трения для потока жидкости при средней скорости равной 0,1 м/с, диаметре трубы 0,015 м и коэффициентом вязкости  $10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с составляет ...

- 0,043
- 0,0215
- 0,043
- 0,086

3 Если длина трубопровода 200 м, расход жидкости 0,10 м<sup>3</sup>/с, диаметр трубы 0,25 м, а коэффициент гидравлического трения составляет 0,06, то потери по длине для потока жидкости равны ...

- 10,18 м
- 0,51 м
- 1,02 м
- 5,09 см

- 4 Коэффициент местных потерь на выходе потока из трубы в бассейн большого размера равен ...
- 1,0
  - 2,0
  - 0
  - 12,5

### **Вопросы**

1. Расчет длинных трубопроводов, соединенных между собой параллельно и последовательно.
2. Классификация трубопроводов. Основные расчетные формулы

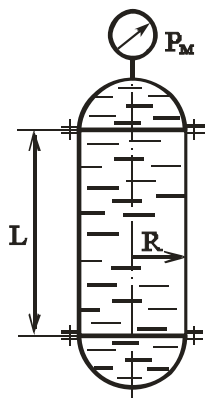
### **3.2.3 Гидравлические машины**

1. Параллельная и последовательная работа центробежных насосов на трубопровод. Выбор марки насоса.
2. Роторные насосы. Конструкция и принцип действия. Определение  $Q$  шестеренчатого насоса.
3. Классификация насосных станций. Определение  $Q$  и  $H$ . Насосной станции I и II подъема.

### **3.3 Типовые задания для оценки навыков, приобретаемые в ходе изучения дисциплины (3-й этап)**

#### **3.3.1 Гидростатика**

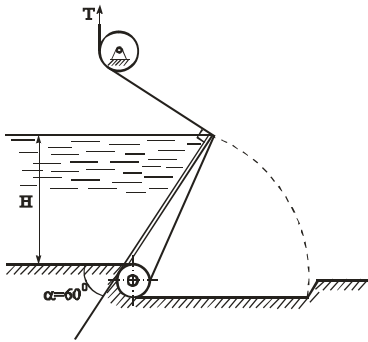
##### Задача № 1



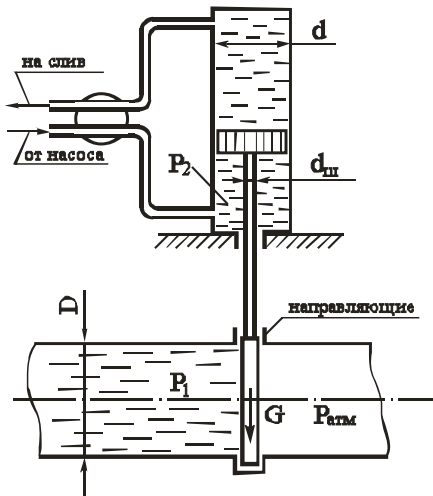
Вертикальный цилиндрический резервуар радиусом  $R=1$  м, закрытый полусферическими днищами, заполнен водой. Длина цилиндрической части  $L=5$  м. Показание манометра  $P_m=50$  кПа.

Определить усилия, действующие на болты верхнего и нижнего днищ. Весом днищ пренебречь.

### Задача № 2



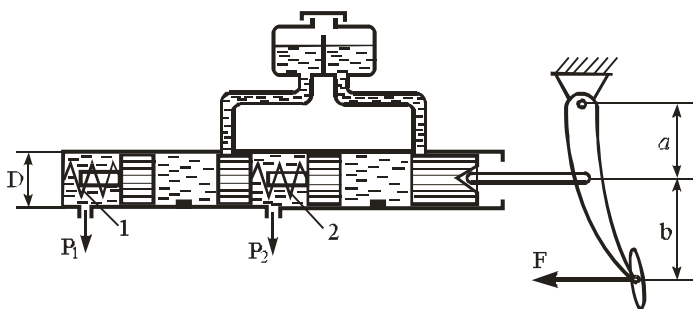
Плоский клапанный затвор шириной  $B=10$  м создает подпор воды высотой  $H=2,5$  м. Угол наклона затвора к горизонту  $\alpha=60^\circ$ . Определить суммарную силу натяжения тросов  $T$  при удержании затвора в заданном положении.



### Задача № 3

Определить избыточное давление  $P_2$ , создаваемое масляным насосом в системе гидравлического подъемника при подъеме задвижки на трубопроводе. Избыточное давление воды в трубопроводе  $P_1=5$  кгс/см<sup>2</sup>. Диаметр задвижки  $D=0,6$  м, диаметр гидроцилиндра  $d=250$  мм и штока  $d_{ш}=120$  мм. Вес задвижки и подвижных частей  $G=200$  кгс, коэффициент трения задвижки в направляющих поверхностях  $f=0,5$ . Противодействием жидкости на сливе и трением в цилиндре пренебречь.

### Задача № 4

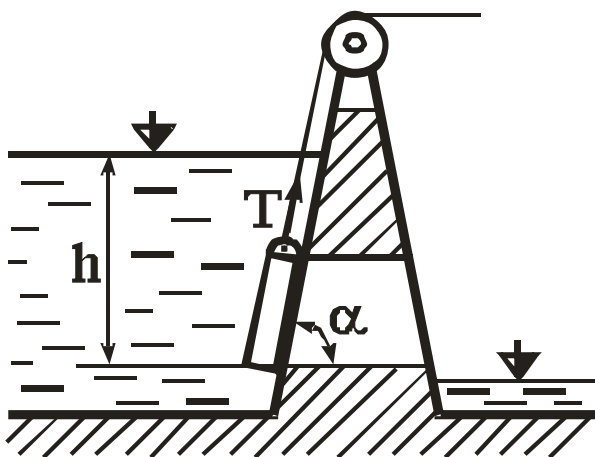


На рисунке представлена схема главного тормозного цилиндра автомобиля в момент торможения.

Определить силу  $F$ , которую необходимо приложить к педали тормоза, чтобы давление в рабочих цилиндрах передних колес было  $P_1=6$  МПа. Каким при этом будет давление в рабочих цилиндрах задних колес  $P_2$ ?

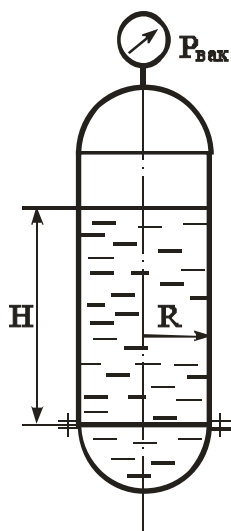
При расчете принять: усилие пружины 1 принять  $F_1=100$  Н, пружины 2 принять  $F_2=150$  Н, диаметр цилиндра  $D=20$  мм, плечи  $a=60$  мм,  $b=180$  мм. Силами трения пренебречь.

### Задача № 5



Прямоугольный щит перекрывает отверстие в теле плотины. Щит установлен с углом наклона  $\alpha=60^\circ$ , имеет высоту  $a=1,2$  м, ширину  $b=1,5$  м. Нижняя кромка щита находится в воде на глубине  $h=10$  м, масса щита  $m=2$  т.

Определить силу тяги  $T$ , которая необходима для поднятия щита вверх, принимая коэффициент трения скольжения его направляющих  $f=0,3$ . Удельный вес воды  $\gamma=9,81$  кН/м<sup>3</sup>.

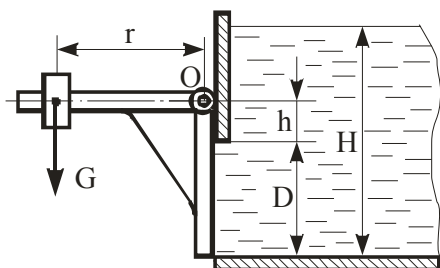


### Задача № 6

Вертикальный цилиндрический резервуар радиусом  $R=1$  м, закрытый полусферическими днищами, заполнен водой до уровня  $H=5$  м.

Определить вакуум в сосуде  $P_{\text{вак}}$ , при котором усилие на крепежные болты нижнего днища будет отсутствовать. Весом днища пренебречь, атмосферное давление принять равным  $P_{\text{атм}}=10^5$  Па.

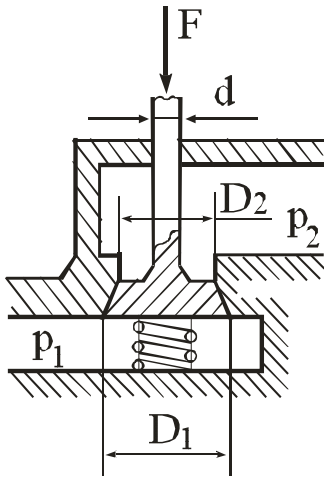
### Задача № 7



1

Круглое отверстие диаметром  $D = 1$  м в вертикальной стенке резервуара закрыто плоским щитом, закрепленным на оси  $O$ . Щит прижимается к стенке грузом  $G$  на плече  $r=1,5$  м. Найти величину груза  $G$ , достаточную для удержания воды в резервуаре на уровне  $H=2$  м, если расстояние  $h=0,3$  м

### Задача № 8

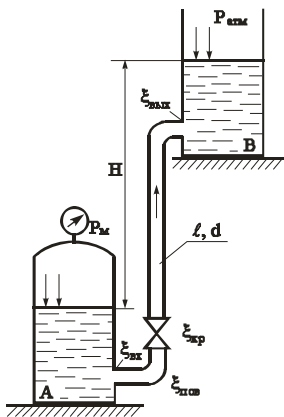


Определить силу  $F$ , которую нужно приложить к хвостовику клапана распределительного устройства объемного гидропривода для отрыва его от седла, если усилие затяжки пружины  $F_{пр} = 300 \text{ Н}$ , давление в полости подвода жидкости к клапану  $p_1 = 60 \text{ Н/см}^2$ , в полости отвода жидкости  $p_2 = 40 \text{ Н/см}^2$ .

$D_1 = 50 \text{ мм}$ ,  
 $D_2 = 40 \text{ мм}$ ,

### 3.3.2 Гидродинамика

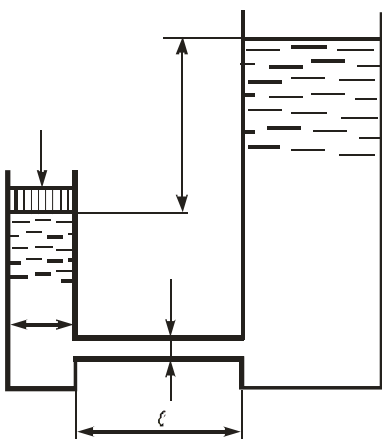
#### Задача № 9



Вода подается из бака А автоматической водопомпы в открытый верхний бак В по трубопроводу длиной  $\ell = 20 \text{ м}$ , диаметром  $d = 100 \text{ мм}$ . Превышение уровня воды в баке В над уровнем воды в баке А –  $H = 6 \text{ м}$ .

Определить расход  $Q$  в трубопроводе, если манометр показывает давление  $P_m = 1 \text{ кгс/см}^2$ . принять коэффициенты местных сопротивлений:  $\xi_{вх} = 0,5$ ;  $\xi_{пов} = 0,15$ ;  $\xi_{вых} = 0,6$ ;  $\xi_{кр} = 4$ . Коэффициент гидравлического трения  $\lambda = 0,022$ .

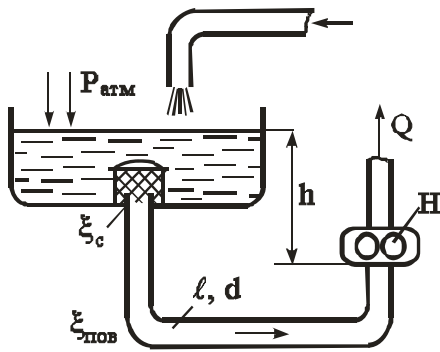
#### Задача № 10



Поршень диаметром  $D = 0,1 \text{ м}$  движется равномерно вниз в цилиндре, подавая воду в открытый резервуар с постоянным уровнем. Диаметр трубопровода  $d = 10 \text{ мм}$ , его длина  $\ell = 5 \text{ м}$ . Когда поршень находится ниже уровня жидкости в резервуаре на  $H = 5 \text{ м}$ , потребная для его перемещения сила равна  $F = 50 \text{ кгс}$ .

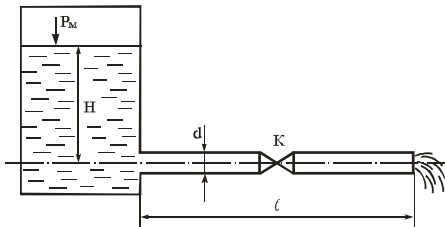
Определить скорость поршня и расход воды в трубопроводе. Построить напорную и пьезометрическую линии для трубопровода. Коэффициент гидравлического трения принять  $\lambda = 0,03$ . Коэффициент сопротивления входа в трубу  $\xi_{вх} = 0,5$ . Коэффициент сопротивления выхода в резервуар  $\xi_{вых} = 1,0$ .

### Задача № 11



Определить давление на входе в шестеренчатый насос системы смазки, подающий расход  $Q=1$  л/с машинного масла с удельным весом  $\gamma_m=8,8$  кН/м<sup>3</sup>. Входное сечение насоса расположено ниже свободной поверхности жидкости в маслобаке на  $h=1$  м. Длина всасывающего трубопровода  $\ell=5$  м, диаметр  $d=35$  мм, шероховатость стенок трубопровода  $\Delta=0,1$  мм. Кинематический коэффициент вязкости масла  $\nu=2$  см<sup>2</sup>/с, коэффициенты местных сопротивлений  $\xi_c=4$ ,  $\xi_{пов}=0,3$ .  $P_{атм}=98,1$  кПа=1 кг/см<sup>2</sup>.

### Задача № 12

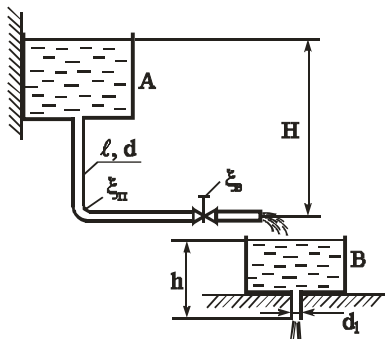


По трубе постоянного сечения из закрытого резервуара вода вытекает в атмосферу под напором  $H$ . На свободной поверхности в резервуаре создано избыточное давление  $P_m$ . На середине длины трубы установлен кран  $K$ .

Определить скорость и расход. Построить напорную и пьезометрическую линии.

$$\begin{aligned} H &= 4 \text{ м}; & \xi_{кр} &= 5; \\ P_m &= 0,4 \text{ кгс/см}^2; & \xi_{вх} &= 0,5; \\ \ell &= 40 \text{ м}; & \lambda &= 0,03. \\ d &= 40 \text{ мм}; \end{aligned}$$

### Задача № 13

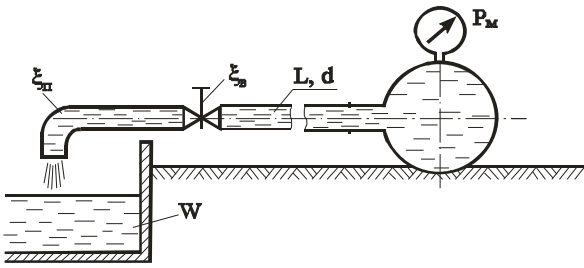


Вода сливается из бака  $A$  в бак  $B$  по трубопроводу диаметром  $d=80$  мм и длиной  $\ell=20$  м. Из бака  $B$  вода вытекает в атмосферу через внешний цилиндрический насадок диаметром  $d_1=60$  мм ( $\mu=0,82$ ). Коэффициент гидравлического трения  $\lambda=0,03$ , коэффициенты местных сопротивлений вентиля  $\xi_v=4$ , поворота  $\xi_{п}=0,3$ .

Определить какой напор  $H$  нужно поддерживать в баке  $A$ , чтобы уровень в баке  $B$  находился на высоте  $h=1,5$  м.

### Задача № 14

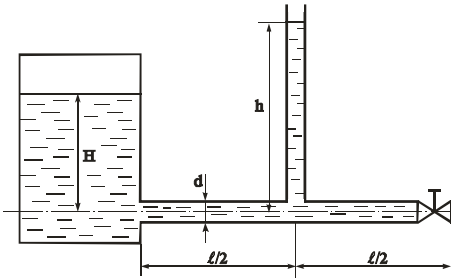
1



Наполнение бассейна из магистрали с заданным давлением  $P_m=2,5 \text{ кгс/см}^2$  производится по горизонтальной трубе, снабженной вентилям ( $\xi_b=4$ ) и отводом ( $\xi_n=0,3$ ).

Определить диаметр трубопровода, который обеспечит наполнение бассейна объемом  $W=36 \text{ м}^3$  за время  $t=30 \text{ мин}$ . Потерями по длине пренебречь.  $\gamma=9810 \text{ Н/м}^3$ .

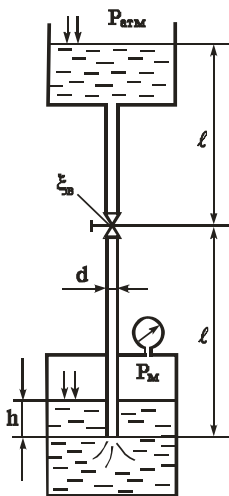
### Задача № 15



Из бака, в котором поддерживается постоянный уровень  $H=5 \text{ м}$ , вода вытекает по горизонтальной стальной трубе (длиной  $\ell=100 \text{ м}$ , диаметром  $d=100 \text{ мм}$ , с толщиной стенки  $5 \text{ мм}$ , коэффициент гидравлического трения  $\lambda=0,03$ ). На конце трубы имеется задвижка ( $\xi=5$ ).

Определить высоту  $h$  поднятия воды в пьезометре, установленном посередине трубы, если задвижку закрыть в течение  $0,5 \text{ секунды}$ . Принять для воды плотность  $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ , модуль упругости  $E_b=2 \text{ ГПа}$ . Для стали  $E_{ст}=200 \text{ ГПа}$ .

### Задача № 16



Вода (плотность  $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ ) подается в открытый верхний бак по вертикальной трубе ( $d=25 \text{ мм}$ ;  $\ell=3 \text{ м}$ ;  $h=0,5 \text{ м}$ ) за счет избыточного давления  $P_m$  в нижнем закрытом баке.

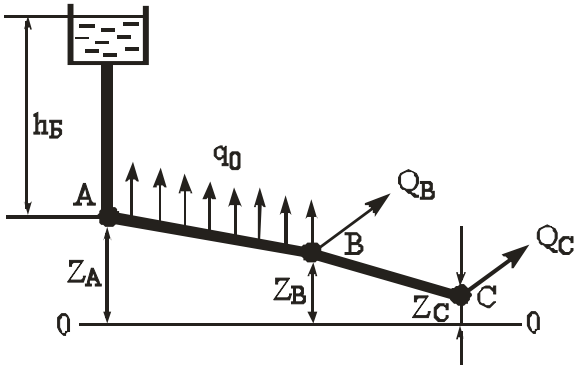
Определить давление  $P_m$ , при котором расход будет равен  $Q=1,5 \text{ л/сек}$ .

Коэффициент сопротивления вентиля  $\xi_b=9$ . Трубу считать гидравлически гладкой. Учесть сопротивления на входе в трубу и на выходе из нее.

Вязкость протекающей жидкости  $\nu = 1 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$

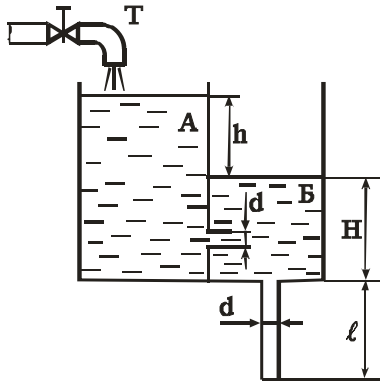


### Задача № 17



На трубопроводе, питаемом от водонапорной башни, участок АВ имеет непрерывную раздачу по пути  $q=0,05$  л/сек/м, а в точках В и С – сосредоточенные расходы:  $Q_B=10$  л/сек и  $Q_C=12$  л/сек. Длины участков трубопровода:  $AB=400$  м;  $BC=300$  м. Диаметры участков  $d_{AB}=175$  мм ( $K=189,5$  л/с),  $d_{BC}=125$  мм ( $K=114,5$  л/с). Отметки земли:  $Z_A=15$  м;  $Z_B=14$  м;  $Z_C=12$  м. Свободный хозяйственный напор  $h_{CB}=10$  м. Построить пьезометрическую линию и определить необходимую высоту водонапорной башни  $h_B$ .

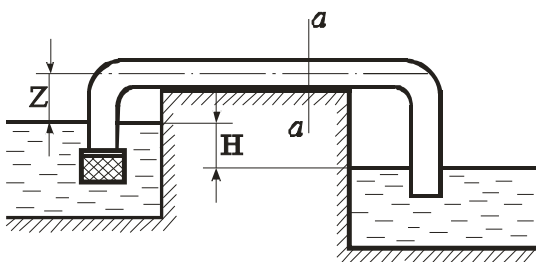
### Задача № 18



Вода по трубе Т попадает в бак А в количестве  $Q=10$  л/с. Далее вода из бака А поступает в бак В через внешний цилиндрический насадок диаметром  $d=50$  мм ( $\mu_c=0,82$ ), а затем через трубу того же диаметра  $d$  и длиной  $\ell=2$  м вытекает в атмосферу. Принять коэффициент гидравлического трения  $\lambda=0,03$ .

Определить перепад  $h$  уровней воды в резервуарах, а также уровень  $H$  в резервуаре В.

### Задача № 19

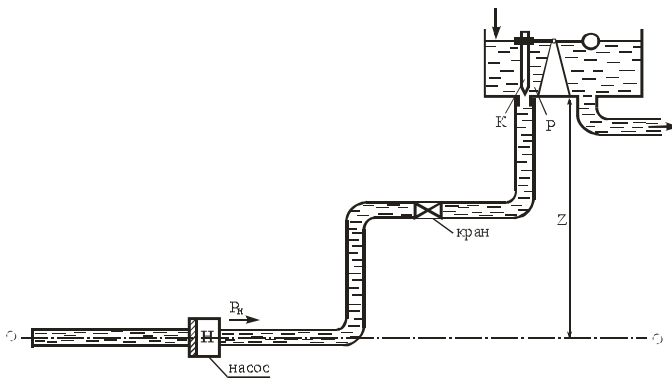


Для автоматической перекачки воды из верхнего водоема в нижний установлена труба длиной  $L=40$  м и диаметром  $d=150$  мм.

Определить расход и вакуум в сечении  $a-a$ , если разность уровней в верхнем водоеме и нижнем  $H=2$  м, длина сифона до сечения  $a-a$   $\ell=30$  м и подъем горизонтального участка трубы над уровнем верхнего водоема  $Z=0,8$  м. Сифон снабжен сеткой без клапана ( $\xi_c=3$ ), имеет два колена с углом  $90^\circ$  ( $\xi_k=0,2$ ). Абсолютная шероховатость стенок  $\Delta=0,2$  мм. Коэффициент трения определить по формуле Шиффринсона (квадратичная область сопротивления).

Определить расход и вакуум в сечении  $a-a$ , если разность уровней в верхнем водоеме и нижнем  $H=2$  м, длина сифона до сечения  $a-a$   $\ell=30$  м и подъем горизонтального участка трубы над уровнем верхнего водоема  $Z=0,8$  м. Сифон снабжен сеткой без клапана ( $\xi_c=3$ ), имеет два колена с углом  $90^\circ$  ( $\xi_k=0,2$ ). Абсолютная шероховатость стенок  $\Delta=0,2$  мм. Коэффициент трения определить по формуле Шиффринсона (квадратичная область сопротивления).

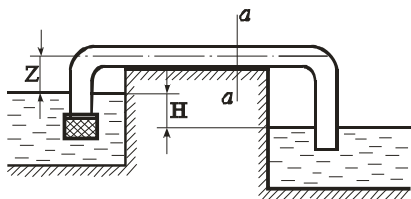
### Задача № 20



Какое давление  $P_n$  должен развивать бензонасос, подающий бензин в поплавковую камеру, вход в которую перекрывается иглой К, открывающейся при избыточном давлении под иглой  $P_m=0,8$  кгс/см<sup>2</sup>. Высота дна камеры над осью насоса  $Z=0,5$  м. Расход бензина  $Q=0,019$  л/сек. Длина нагнетательной линии  $l=5$  м, диаметр  $d=8$  мм. Удельный вес бензина  $\gamma_b=750$  кгс/м<sup>3</sup>. Кинематический коэффициент вязкости  $\nu=0,0073$  см<sup>2</sup>/с. Коэф-

фициенты местных сопротивлений:  $\xi_{кр}=4$ ;  $\xi_{п.пов}=0,15$ . Трубу считать гидравлически гладкой.

### Задача № 21

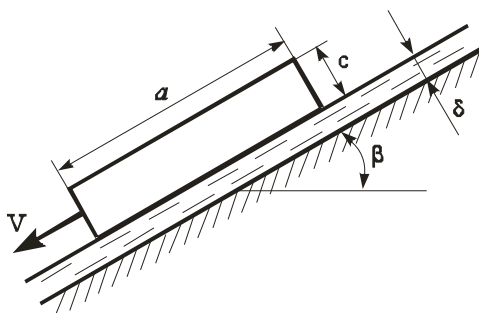


Для автоматической перекачки воды из верхнего водоема в нижний установлена сифонная труба длиной  $l=30$  м и диаметром  $d=200$  мм.

Определить расход и вакуум в сечении a-a, если разность уровней верхнего и нижнего водоема  $H=2$  м. Длина сифона до сечения a-a равна  $l_{a-a}=20$  м. Горизонтальный участок сифона расположен над уровнем воды верхнего водоема на высоте  $Z=1$  м. Принять коэффициенты местных сопротивлений:  $\xi_{сетки}=5$ ;  $\xi_{пов}=0,29$ . Коэффициент трения определить по формуле Шиффринсона (область квадратичного сопротивления), приняв абсолютную шероховатость стенок  $\Delta=0,2$  мм.

Горизонтальный участок сифона расположен над уровнем воды верхнего водоема на высоте  $Z=1$  м. Принять коэффициенты местных сопротивлений:  $\xi_{сетки}=5$ ;  $\xi_{пов}=0,29$ . Коэффициент трения определить по формуле Шиффринсона (область квадратичного сопротивления), приняв абсолютную шероховатость стенок  $\Delta=0,2$  мм.

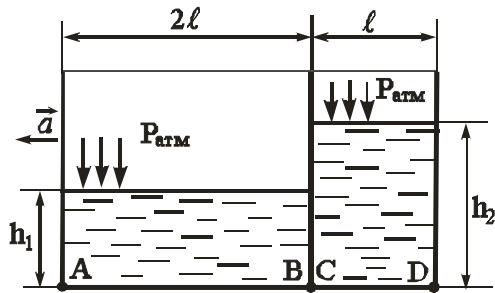
### Задача № 22



Определить скорость скольжения  $V$  прямоугольной пластины с размерами  $a \times b \times c=500 \times 300 \times 20$  мм по наклонной плоскости под углом  $\beta=30^\circ$ , если между пластиной и плоскостью находится слой масла толщиной  $\delta=1$  мм. Материал пластины – алюминий (плотность  $\rho_{Al}=2700$  кг/м<sup>3</sup>). Коэффициент кинематической вязкости и плотность масла принять  $\nu=0,28$  см<sup>2</sup>/с,  $\rho=880$  кг/м<sup>3</sup>).

Указание. Распределение скорости по толщине слоя масла принять линейным.

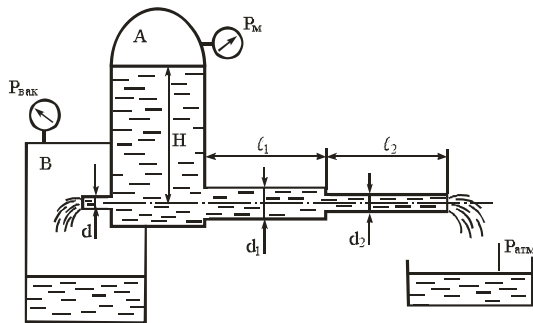
### Задача № 23



Открытый призматический сосуд длиной  $3l=3$  м и шириной  $b=1$  м разделен плоской перегородкой на два отсека, заполненные водой до высот  $h_1=1$  м,  $h_2=1,75$  м.

Определить величину абсолютного давления в точках А, В, С, D, лежащих на дне сосуда при горизонтальном перемещении его влево с постоянным ускорением  $a=3$  м/с<sup>2</sup>.

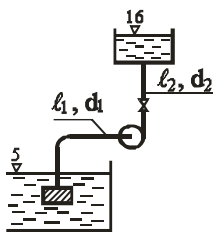
### Задача № 24



Из резервуара А, в котором поддерживается постоянным избыточное давление  $P_M=0,05$  МПа и уровень воды  $H=5$  м, происходит одновременное истечение через трубопровод в атмосферу и через цилиндрический насадок в резервуар В, где поддерживается постоянный вакуум  $P_{\text{вак}}=0,08$  МПа. Трубопровод имеет два участка с размерами  $l_1=l_2=5$  м;  $d_1=100$  мм;  $d_2=50$  мм. Коэффициент гидравлического трения принять равным  $\lambda=0,03$ .

Коэффициент расхода насадка принять равным  $\mu=0,82$ .

Определить диаметр  $d$  насадка, при котором расход через насадок и трубопровод будет одинаковым.

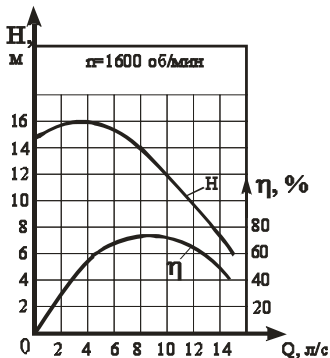


### 3.3.3 Гидравлические машины

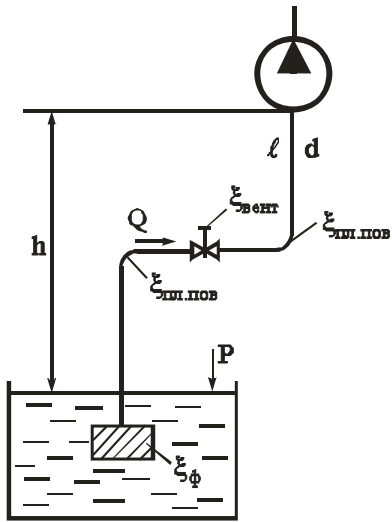
#### Задача № 25

Насос с заданной при  $n=1600$  об/мин характеристикой перекачивает воду из резервуара с отметкой  $\nabla 5$  м в резервуар с отметкой  $\nabla 16$  м. Всасывающий трубопровод имеет диаметр  $d_1=75$  мм, длину  $l_1=10$  м, коэффициент потерь на местные сопротивления  $\Sigma\xi_1=2$ , коэффициент  $\lambda_1=0,025$ . Нагнетательный трубопровод  $d_2=75$  мм;  $l_2=30$  м;  $\Sigma\xi_2=12$ ;  $\lambda_2=0,025$  (т.е. диаметры  $d$  и коэффициенты потерь  $\lambda$  для всасывающей и нагнетательной линии равны).

Определить параметры насоса: подачу  $Q$ , напор  $H$ , КПД и мощность.



### Задача № 26

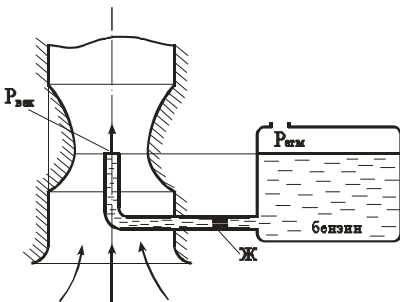


1

Всасывающий трубопровод насоса имеет длину  $\ell=5$  м и диаметр  $d=32$  мм. Высота всасывания насоса  $h=0,8$  м, атмосферное давление  $P_{\text{атм}}=100$  кПа. Насос подает минеральное масло при расходе  $Q=50$  л/мин ( $v=0,01$  см<sup>2</sup>/сек,  $\rho=890$  кг/м<sup>3</sup>). Коэффициенты местных сопротивлений:  $\xi_{\text{пл.поворота}}=0,1$ ;  $\xi_{\text{вентили}}=4,5$ ;  $\xi_{\text{фильтра}}=10$ .

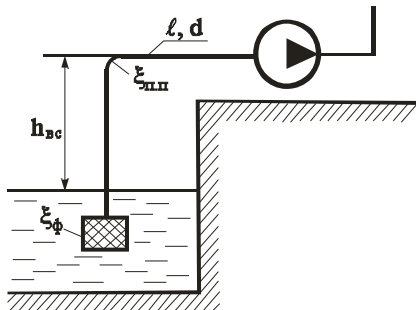
Определить абсолютное давление  $P_2$  на входе в насос.

### Задача № 27



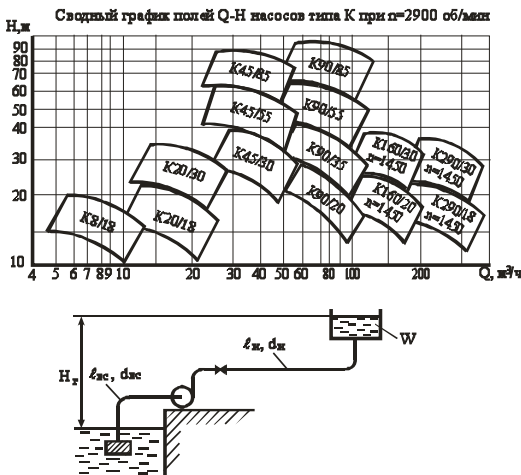
Определить расход бензина через жиклер Ж карбюратора диаметром  $d=1,2$  мм, если коэффициент расхода жиклера  $\mu=0,8$ . Сопротивлением бензотрубки пренебречь. Давление в поплавковой камере атмосферное. Разрежение (вакуум) в горловине диффузора  $P_{\text{вак}}=18$  кПа. Плотность бензина  $\rho_6=750$  кг/м<sup>3</sup>.

### Задача № 28



Определить максимальную величину высоты всасывания  $h_{\text{вс}}$ , если подача насоса  $Q=1$  л/сек, длина всасывающего трубопровода  $\ell=4$  м; диаметр  $d=25$  мм, коэффициент сопротивления входного фильтра  $\xi_{\text{ф}}=5$ ; коэффициент плавного поворота  $\xi_{\text{п.п}}=0,4$ ; коэффициент  $\lambda=0,03$ . Максимально допустимый вакуум перед входом в насос  $P_{\text{вак}}=0,08$  МПа.  $\gamma=9810$  Н/м<sup>3</sup>

### Задача № 29



Выбрать марку насоса, обеспечивающего заполнение резервуара объемом  $W=4$  м<sup>3</sup> за время  $t=3,5$  мин, если геометрическая высота подъема  $H_r=10$  м, длина всасывающей линии  $\ell_{\text{вс}}=10$  м, диаметр  $d_{\text{вс}}=100$  мм, коэффициент  $\lambda=0,02$ , потери на местные сопротивления равны 15% от потерь по длине. Длина нагнетательной линии  $\ell_{\text{н}}=550$  м,  $d_{\text{н}}=100$  мм,  $\lambda=0,02$ . Местные потери  $h_{\text{м}}=20\%$  от  $h_{\ell}$ .

$d = 10$  мм.

Силы трения покоя и вес клапана не учитывать.

**4 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭТАПОВ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

**Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Совокупность ожидаемых результатов образования студентов в форме компетенций по завершении освоения дисциплины	Компетенции	Содержание оценочных заданий для выявления сформированности компетенций у студентов по завершении освоения дисциплины (уровень освоения)		
		Удовлетворительно (3)	Хорошо (4)	Отлично (5)
<b>Знать (1-й этап):</b> базовые закономерности естественнонаучных дисциплин	ОПК-4	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает
<b>Уметь (2-й этап):</b> анализировать во взаимосвязи явления и процессы, применять для их разрешения основные законы естествознания	ОПК-4	Содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности, недостаточно правильные формулировки методов расчета.	Содержание курса освоено полностью, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Обучающийся твердо знает методы расчета.	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Выполнены все предусмотренные программой обучения задания.
<b>Владеть (3-й этап):</b> методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, методологией самостоятельной работы	ОПК-4	Содержание дисциплины освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, задания выполнены, но в них имеются ошибки, при решении задач и при ответе на поставленный вопрос Обучающийся допускает неточности.	Содержание дисциплины освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, Обучающийся твердо знает методы расчета и определения режимных характеристик..	Обучающийся глубоко и прочно усвоил материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает. Сформированы практические компетенции. Умеет тесно увязывать теорию с практикой.

Освоение дисциплины заканчивается промежуточной аттестацией обучающихся.

Промежуточная аттестация призвана оценить компетенции, сформированные у обучающихся в процессе обучения и обеспечить контроль качества освоения программы.

Для контроля результатов освоения обучающимися учебного материала по дисциплине, проверка и оценка знаний, полученных за семестр (курс), развития творческого мышления, приобретения навыков самостоятельной работы, умения применять теоретические знания при решении практических задач, оценки знаний, умений, навыков и уровня сформированных компетенций обучающихся предусматривается экзамен.

Экзамен может быть проведен в устной форме, в форме письменной работы или тестирования. Экзамены оцениваются по четырехбалльной системе: **«отлично»**, **«хорошо»**, **«удовлетворительно»**, **«неудовлетворительно»**.

Отметка **«отлично»** выставляется обучающемуся, если он усвоил материал, изчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с вопросами и другими видами применения знаний, не затрудняется с ответом при видоизменении вопросов, обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Отметка **«хорошо»** выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Отметка **«удовлетворительно»** выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Отметка **«неудовлетворительно»** выставляется обучающемуся, который не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы

