

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
(МИНТРАНС РОССИИ)  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)  
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»  
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)

УТВЕРЖДАЮ

Первый  
проректор-проректор по  
учебной работе  
\_\_\_\_\_ Н.Н.Сухих

« 14 » февраля 2018 года



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Гидравлика**

Направление подготовки (специальность)  
**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация  
воздушного движения**

Направленность программы (специализация)  
**Организация технического обслуживания и ремонта  
воздушных судов**

Квалификация выпускника  
**инженер**

Форма обучения  
**заочная**

Санкт-Петербург  
2018

## **1 Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Гидравлика» является формирование знаний, умений, навыков, в том числе на основе: способности к восприятию, анализу, критическому осмыслению, систематизации и синтезу информации, полученной из разных источников, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения; способности и готовности использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач; способности использовать математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач с использованием готовых программных средств; способности и готовности разрабатывать и реализовывать инновационные и инвестиционные проекты; способности и готовности безопасно эксплуатировать технические системы и объекты.

Задачами освоения дисциплины являются:

- Овладение методами обработки информации, полученной из разных источников, прогнозирования, постановки целей и выбора путей их достижения;
- Овладение методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;
- Привитие навыков использования математических, аналитических и численных методов решения профессиональных задач;
- Ознакомление с процессом разработки и реализации инновационных и инвестиционных проектов;
- Овладение методами и средствами безопасной эксплуатации технических систем и объектов;
- Ознакомление с основами моделирования гидромеханических явлений;
- Обучение студентов методам проведения экспериментов, обобщения полученных результатов, культуры и точности в работе с лабораторным оборудованием, аппаратурой, измерительными приборами и приобретение знаний по соблюдению мер и правил безопасности;

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому виду профессиональной деятельности.

## **2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Гидравлика» представляет собой дисциплину, относящуюся к вариативной части профессиональной части (СЗ) дисциплин ОПОП ВО по направлению подготовки 162001 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения» (специалитет), профиль «Организация технического обслуживания и ремонта воздушных судов».

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Математика», «Физика», «Теория транспортных систем».

Дисциплина «Гидравлика» является обеспечивающей для дисциплин: «Гидромеханические системы воздушных судов», «Конструкция и прочность авиационных двигателей».

Дисциплина изучается на 3 курсе.

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

Процесс освоения дисциплины «Гидравлика» направлен на формирование следующих компетенций:

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
<p>1 способностью к восприятию, анализу, критическому осмыслению, систематизации и синтезу информации, полученной из разных источников, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения (ОК-6).</p>	<p>Знать: - Методы обработки информации, полученной из разных источников, прогнозирования, постановки целей и выбора путей их достижения. Уметь: - Работать с информацией, полученной из разных источников для прогнозирования и постановки целей и путей их достижения. Владеть: - Методами обработки информации, полученной из разных источников, прогнозирования, постановки целей и выбора путей их достижения.</p>
<p>2 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ПК-21).</p>	<p>Знать: - основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности. Уметь: - использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач. Владеть: - методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.</p>
<p>3 способностью использовать математические, аналитические и численные методы</p>	<p>Знать: - математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач. Уметь:</p>

Перечень и код компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
решения профессиональных задач с использованием готовых программных средств (ПК-23).	- использовать математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач. Владеть: - способностью использовать готовые программные средства при решении профессиональных задач.
4 способностью и готовностью разрабатывать и реализовывать инновационные и инвестиционные проекты (ПК-41).	Знать: - процесс разработки и реализации инновационных и инвестиционных проектов. Уметь: - разрабатывать и реализовывать инновационные и инвестиционные проекты. Владеть: - актуальными методами разработки и реализации инновационных и инвестиционных проектов.
5 способностью и готовностью безопасно эксплуатировать технические системы и объекты (ПК-77).	Знать: - документацию, регламентирующую безопасную эксплуатацию технических систем и объектов. Уметь: - безопасно эксплуатировать технические системы и объекты. Владеть: - методами и средствами безопасной эксплуатации технических систем и объектов.

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Наименование	Всего часов	Курсы
		3
Общая трудоемкость дисциплины	144	144
Контактная работа:	16,5	16,5
лекции	6	6
практические занятия	10	10
семинары		
лабораторные работы		
курсовой проект (работа)		
Самостоятельная работа студента	124	124
Промежуточная аттестация:	4	4
контактная работа	0,5	0,5

Наименование	Всего часов	Курсы
		3
самостоятельная работа по подготовке к зачету с оценкой	3,5	3,5

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции					Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОК-6	ПК-21	ПК-23	ПК-41	ПК-77		
Тема 1. Основные понятия и положения гидравлики	19	+	+	+	+	+	ВК, Л, ПЗ, СРС, МРК, ИЛ	ИДЗ, УО
Тема 2. Гидростатика	18	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС, МРК, ИЛ	ИДЗ, Д, УО
Тема 3. Кинематика жидкости	17	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС, МРК	ИДЗ, УО
Тема 4. Гидродинамика жидкостей и газов	17	+	+	+	+		Л, ПЗ, СРС, МРК	ИДЗ, УО
Тема 5. Режимы течения жидкостей в трубах. Гидродинамическое подобие	17	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС, МРК, ИЛ	ИДЗ, УО
Тема 6. Гидравлические машины и гидропривод	18	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ИДЗ, УО
Тема 7. Основы гидро-и пневмопривода	18	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ИДЗ, УО
Тема 8. Гидравлический расчет трубопроводов	17	+	+	+	+	+	Л, ПЗ, СРС	ИДЗ, УО
Итого за курс	140							
Промежуточная аттестация	4							
Всего по дисциплине	144							

Условные сокращения: Л – традиционная лекция; ПЗ – практическое занятие; ИДЗ – индивидуальные домашние задания; СРС – самостоятельная работа

студентов; ВК – входной контроль, УО – устный опрос, Д – доклад, ИЛ - интерактивные лекции; МРК – метод развивающейся кооперации.

## 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	Всего часов
Тема 1. Основные понятия и положения гидравлики	1	2	-	-	16	19
Тема 2. Общие законы и уравнения статики жидкостей и газов	0,5	2	-	-	15,5	18
Тема 3. Кинематика жидкости	0,5	1	-	-	15,5	17
Тема 4. Гидродинамика жидкостей и газов	1	1	-	-	15	17
Тема 5. Режимы течения жидкостей в трубах. Гидродинамическое подобие	1	1	-	-	15	17
Тема 6. Гидравлические машины и гидропривод	1	1	-	-	16	18
Тема 7. Основы гидро-и пневмопривода	1	1	-	-	16	18
Тема 8. Гидравлический расчет трубопроводов	1	1	-	-	15	17
Итого за курс	6	10	-	-	124	140
Промежуточная аттестация						4
Всего по дисциплине						144

## 5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия и положения гидравлики

Вводные сведения. Основные физические свойства несжимаемых жидкостей и газов. Основные физические свойства капельных жидкостей и газов. Модель идеальной (невязкой) и реальной жидкости. Силы, действующие в жидкостях.

Тема 2. Гидростатика

Общие законы и уравнения статики жидкостей и газов. Полный дифференциал давления. Сила давления жидкости на твердые поверхности. Эпюра давления. Закон Архимеда и условия плавания тел.

Тема 3. Кинематика жидкости

Основы кинематики. Методы описания движения жидкости. Характеристики движения жидкости. Уравнение неразрывности газового и жидкостного потока.

#### Тема 4. Гидродинамика жидкостей и газов

Общие законы и уравнения динамики жидкостей и газов при установившемся движении. Некоторые приложения уравнения Бернулли (трубка Пито, расходомер Вентури). Графическое изображение уравнения Бернулли. Потери энергии по длине и местные.

Тема 5. Режимы течения жидкостей в трубах. Гидродинамическое подобие  
Режимы течения жидкостей в трубах. Виды местных сопротивлений.

Подобие гидромеханических процессов. Виды трубопроводов. Явление гидравлического удара в трубопроводах.

Тема 6. Гидравлические машины и гидропривод

Гидравлические машины – насосы и гидродвигатели. Устройство, принцип действия, рабочие характеристики центробежного насоса. Устройство принцип действия, характеристики насосов объемного типа. Гидродвигатели возвратно-поступательного и вращательного действия, насосно-аккумуляторные станции, мультипликаторы давления.

Тема 7. Основы гидро- и пневмопривода

Объемный гидро- и пневмопривод, структура и типовые схемы. Устройство объемной передачи, основные энергетические соотношения и внешние характеристики. Передача с поршневым насосом и силовым цилиндром. КПД гидропривода.

Тема 8. Гидравлический расчет трубопроводов

Расчет простого трубопровода. Расчет последовательно соединенных трубопроводов. Расчет параллельно соединенных трубопроводов. Расчет разветвленных трубопроводов. Трубопровод с насосной подачей жидкости. Общая схема применения численных методов и их реализация на ЭВМ.

### 5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
1	Практическое занятие № 1. Физические свойства жидкостей и газов. Единицы измерения. Примеры решения задач.	2
2	Практическое занятие № 2. Гидростатическое давление. Основное уравнение гидростатики. Виды давления. Пьезометрический напор, гидростатический напор. Относительный покой жидкости. Определение силы давления жидкости на плоские фигуры. Построение эпюр гидростатического давления. Определение силы давления на криволинейные поверхности, закон плавания тел. Построение эпюр гидростатического давления. Примеры решения задач.	2

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (часы)
3	Практическое занятие № 3. Кинематика жидкости. Поток жидкости и его параметры. Примеры решения задач.	1
4	Практическое занятие № 3. Уравнение постоянства расхода. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости и для потока вязкой жидкости. Пьезометрический, скоростной и гидродинамический напор. Некоторые приложения уравнения Бернулли. Примеры решения задач.	1
5	Практическое занятие № 4. Режимы движения жидкости. Гидродинамическое подобие. Гидравлические сопротивления. Критерии подобия. Истечение жидкости через отверстия и насадки при постоянном и переменном напоре. Сифонный трубопровод. Гидравлический удар. Примеры решения задач.	1
6	Практическое занятие № 4. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов. Основные показатели объёмных гидравлических машин. Примеры решения задач.	1
7	Практическое занятие № 5. Определение основных параметров объемного гидропривода. Работа насоса на заданную сеть. Примеры решения задач.	1
8	Практическое занятие № 5. Гидравлический расчет трубопроводов. Расчет простых трубопроводов. Примеры решения задач.	1
Всего по дисциплине		10

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
1	1. Изучение теоретического материала «Основные понятия и положения гидравлики» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1-11]). 2. Подготовка к устному опросу. 3. Выполнение индивидуального домашнего заданий	16



Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	ИДЗ № 1;	
2	1. Изучение теоретического материала «[Общие законы и уравнения статики жидкостей и газов» (конспект лекций и рекомендуемая литература 1-11)). 2. Подготовка к устному опросу. 3. Выполнение индивидуальных домашних заданий: ИДЗ № 2, № 3. 4. Подготовка к выступлениям на практическом занятии с докладами.	15,5
3	1. Изучение теоретического материала «Кинематика жидкости» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1-11]). 2. Подготовка к устному опросу. 3. Выполнение индивидуальных домашних заданий: ИДЗ № 4.	15,5
4	1. Изучение теоретического материала «Гидродинамика жидкостей и газов» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1-11]). 2. Подготовка к устному опросу. 3. Выполнение индивидуальных домашних заданий: ИДЗ № 4.	15
5	1. Изучение теоретического материала «Режимы течения жидкостей в трубах. Гидродинамическое подобие» (конспект лекций и рекомендуемая литература [1-11]). 2. Подготовка к устному опросу. 3. Выполнение индивидуальных домашних заданий: ИДЗ № 5, № 6.	15
6	1. Изучение теоретического материала «Гидравлические машины и гидропривод» (конспект лекций и рекомендуемая литература[1-11]). 2. Подготовка к устному опросу.	16
7	1.Изучение теоретического материала «Основы гидро- и пневмопривода» (конспект лекций и рекомендуемая литература»[1-11]). 2. Подготовка к устному опросу.	16
8	Изучение теоретического материала «Гидравлический расчет трубопроводов» (конспект лекций и рекомендуемая литература[1-11]). 2. Подготовка к устному опросу. 3. Выполнение индивидуальных домашних заданий:	15

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (часы)
	ИДЗ № 7,8.	
Всего по дисциплине		124

## 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1 Ухин, Б.В. **Гидравлика. Учебное пособие**/ Б.В. Ухин – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М. 2009. – 464 с. ISBN: 978-5-16-0031-159-0. Количество экземпляров 32.

2 Лапшев, И.Н. **Гидравлика: Учебник для вузов.** / И.Н. Лапшев – М.: Академия, 2008. – 272 с. ISBN: 978-5-7695-8745-0. Количество экземпляров 27.

б) дополнительная литература:

3 Штеренлихт, Д.В. **Гидравлика.**/ Д.В. Штеренлихт - М.: КолосС, 2008. – 656 с. ISBN: 9785-9532-0142-7. Количество экземпляров 2. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.sgau.ru/files/pages/25857/14702078376.pdf> , свободный, (дата обращения: 10.12.2017).

4 Богомоев А. И. **Гидравлика, учебник**, 1972 – 646 с. ISBN отсутствует. Количество экземпляров 29.

5 Гусев А. А. **Гидравлика, учебное пособие**, 2013-285 с. ISBN: 978-5-98298-982-6. Количество экземпляров 5. [Электронный ресурс] Режим доступа: [http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/753/74753/54783?p\\_page=1](http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/753/74753/54783?p_page=1) , свободный, (дата обращения: 10.12.2017).

6 **Авиатранспортное обозрение** [Текст] : Air transport observer : журнал / учредитель и издатель: А.Б.Е. Медиа. - Москва : А.Б.Е. Медиа, 1996-. - 27 см.; ISSN 1991-6574 (подписка с 2008).

7 **Крылья Родины** : ежемесячный национальный авиационный журнал. - Москва : ООО "Редакция журнала "Крылья Родины", 1950-.; ISSN 0130-2701 (подписка с 2008).

8 **Авиация и космонавтика вчера, сегодня, завтра** [Текст] : научно-популярный журнал / учредитель: Бакурский Виктор Александрович, Военно-Воздушные Силы России, Лепилкин Андрей Викторович. - Москва : Техинформ, 1997-. - 29 см.; ISSN 1682-7759 (подписка с 2008).

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

9 Интернет – сайт: [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидравлика> , <http://hydrojournal.ru> , свободный, (дата обращения: 10.12.2017).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, сформированно-справочные и поисковые системы:

10 **Российское образование. Федеральные порталы:** [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.edu.ru/> и <http://www.fepo.ru/> , свободный.

11 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань».** [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.e.lanbook.com/> , доступ свободный.

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

МИС\*:

Монитор 17" Acer AL 1716 A s - 2 шт.

Дрель ударная MAKITA 650вт

Машина отрезная угловая MAKITA 2000вт

Сварочный аппарат TELVIN-NORDICA 230В

Станок сверлильный STERN 350 Вт

Точило STERN 350 Вт

Верстак столярный - 9 шт.

Вибростенд ВЭДС-100

Вольтметр универсальный В-7-35

Изделие АИ-9

Измеритель вибрации ИВ-300

Комбинированный прибор Г Ц 4311

Макет учебный ТВ-2-117 (в разрезе)

Многофункциональная информ управ система

Модуль С 5-125

Преобразователь сварочный (2шт.)

Преобразователь Ф 723/1

Преобразователь ЦАНТ 5-3/10

Преобразователь ЦАНТ-5-14/2

Преобразователь ЦВ-2-1

Сдвоенная измерительная аппаратура 2ИА-1А

Станок токарный

Стартер генератора СТУ-12Т

установка д \ лабораторных работ № 1

установка для лабораторных работ № 2

Установка дозвуковое сопло

Установка на базе двигателя АИ - 25

Установка на базе двигателя ТА-6

Тиски - 10 шт.

Тиски слесарные - 10 шт.

Штанген циркуль - 5 шт.

Вертикальные жалюзи Л персик, к №367 кронштейн 7,5 размер 2,700\*2,200 - 5 шт.

Монитор LG ЛК-10055 - 2 шт.  
Монитор СТХ №02780  
Системный компьютерный блок LG - 2 шт.  
Системный компьютерный блок 10476  
Проектор BENQ - 2 шт.  
Принтер HP HEWLETT PACKARD 11311  
Сканер Epson  
Доска - 3 шт.  
Экран Dinop - 2 шт.  
Стол для преподавателя - 2 шт.  
Парты со скамьей - 47 шт.  
Стулья - 4 шт.

Ауд. 367 «Специализированная аудитория кафедры № 24»:

Доска двойная  
ЭкранLumienMasterPictureMatteWhiteFiberGlass 152см  
Проектор BENQ  
Парта со скамьей - 16 шт.  
Стол для преподавателя  
Стул

Лекции и практические задания в электронном и печатном виде по каждому предмету, а также сопутствующие дополнительные материалы, необходимые для подготовки проведения учебных занятий находятся на кафедре № 24 «Авиационной техники и диагностики».

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Windows Office.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных форм проведения занятий, на основе современных информационных и образовательных технологий, что, в сочетании с внеаудиторной работой, приводит к формированию и развитию профессиональных компетенций обучающихся. Это позволяет учитывать, как исходный уровень знаний студентов, так и существующие методические, организационные и технические возможности обучения.

В процессе преподавания дисциплины «Гидравлика» используются классические формы обучения: лекции, практические занятия (доклады, устные опросы, индивидуальные домашние задания), самостоятельная работа студента.

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии.

Входной контроль предназначен для выявления уровня усвоения компетенций обучающимися, необходимых для изучения дисциплины.

Традиционная лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных

и актуальных научных знаний. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, в том числе и с использованием IT- технологий, которое сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, созданных в среде PowerPoint, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы.

Интерактивные лекции проводятся в форме проблемных лекций, начинающиеся с постановки проблемы, которую необходимо решить в процессе изложения материала в ходе дискуссии. Интерактивные лекции проводятся по темам 1,2,5 в общем количестве 6 часов.

Так же интерактивными являются практические занятия в форме метода развивающейся кооперации (решение задач в группах с последующим обсуждением), которые проводятся по темам 1,2,3,4 и 5 в общем количестве 10 часов.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с учебно-тематическим планом по отдельным группам. Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные обучающимися на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы, а также в процессе практического решения задач приобрести знания об изучаемой дисциплине и ее проблематике. Практическое занятие предназначено для более глубокого освоения и анализа тем, изучаемых в рамках данной дисциплины.

Практические задания выполняются в целях практического закрепления теоретического материала, излагаемого на лекции, отработки навыков использования пройденного материала. Выполнение практического задания предполагает исследование актуальных проблем в гидравлики. Для этого используются IT-методы. Учебные мультимедийные материалы с использованием MS Office (Power Point), содержащие гиперссылки, необходимые для перехода к показам слайдов, презентаций, текстам, фигурам, таблицам, графикам и рисункам в презентации, документам Microsoft Office Word, листам Microsoft Office Excel, локальным или Интернет-ресурсам. Это позволяет сформировать у студентов систему знаний, умений и навыков по методике и технологии использования Интернет-ресурсов в процессе обучения, обеспечить продуктивный и творческий уровень деятельности выполнении заданий.

Главной целью практического занятия является индивидуальная, практическая работа каждого обучающегося, направленная на формирование у него компетенций, определенных в рамках дисциплины. Это позволяет сформировать у студентов систему знаний, умений и навыков по методике и IT-технологии использования Интернет-ресурсов в процессе обучения; активизировать на практических занятиях деятельность студентов путем работы по выполнению заданий с использованием MS Office.

## **9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена.

Текущий контроль успеваемости обучающихся включает устные опросы и доклад по темам дисциплины и индивидуальные домашние задания. Устный опрос проводится на практических занятиях в течение с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Индивидуальные домашние задания представляют собой индивидуальные задания по тематике темы дисциплины. Контроль выполнения задания, выдаваемого на самостоятельную работу, преследует собой цель своевременного выявления плохо усвоенного материала дисциплины.

Доклад, продукт самостоятельной работы обучающегося, являющийся собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы. Доклад выполняется в письменном виде и проводится на практических занятиях. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета с оценкой на 3 курсе. Зачет с оценкой позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. К моменту сдачи зачета с оценкой должны быть пройдены предыдущие формы контроля. Методика формирования результирующей оценки в обязательном порядке учитывает активность студентов на занятиях, посещаемость занятий, оценки за практические работы, выполнение самостоятельных заданий.

### **9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов**

Балльно-рейтинговая система учебным планом не предусмотрены.

### **9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Устный опрос: предназначен для проверки студентов на предмет освоения материала предыдущей лекции.

Доклад: предназначен для углубленного изучения отдельных тем учебной дисциплины.

Индивидуальные домашние задания представляют собой индивидуальные задания по темам дисциплины.

Зачет с оценкой - промежуточный контроль, оценивающий уровень освоения компетенций за курс и за весь период изучения дисциплины.

По итогам освоения дисциплины «Гидравлика» проводится промежуточная аттестация обучающихся в форме зачета с оценкой и предполагает устный ответ студента по билетам на теоретические вопросы из перечня. К зачету с оценкой допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы. Зачет с оценкой принимается преподавателем, ведущим занятия в данной группе по данной дисциплине, а также лектором данного потока, в помощь, решением заведующего кафедры, могут назначаться преподаватели, ведущие занятия по данной дисциплине.

На момент зачета студент должен получить «зачтено» за участие в устных опросах по крайней мере на 50 % лекционных занятий и получить «зачтено» за доклад и за все индивидуальные домашние задания.

Зачет с оценкой является заключительным этапом изучения дисциплины «Гидравлика» и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенций ОК-6; ПК-21; ПК-23; ПК-41; ПК-77.

Зачет с оценкой проводится в объеме материала рабочей программы дисциплины, изученного студентами на 3 курсе, по билетам в устной форме в специально подготовленных учебных классах. Перечень вопросов, выносимых на зачет, обсуждаются на заседании кафедры и утверждаются заведующим кафедры экзаменационные билеты содержат два вопроса по теоретической части дисциплины.

В ходе подготовки к зачету с оценкой проводится консультация. На консультациях высказываются четко сформулированные требования, которые будут предъявляться на зачете с оценкой.

Вызванный студент - после доклада о прибытии для сдачи зачета, представляет экзаменатору свою зачетную книжку, берет билет, получает чистые листы для записей и после разрешения садится за рабочий стол для подготовки. В учебном классе, где принимается зачет, могут одновременно находиться студенты из расчета не более четырех на одного экзаменатора.

По готовности к ответу или по вызову экзаменатора студент отвечает на вопросы билета у доски. После ответа студента экзаменатор имеет право задать ему дополнительные вопросы в объеме учебной программы.

Экзаменатор несет личную ответственность за правильность выставленной оценки и оформления экзаменационной ведомости и зачетной книжки.

### **9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине**

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

## 9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля знаний по обеспечивающим дисциплинам

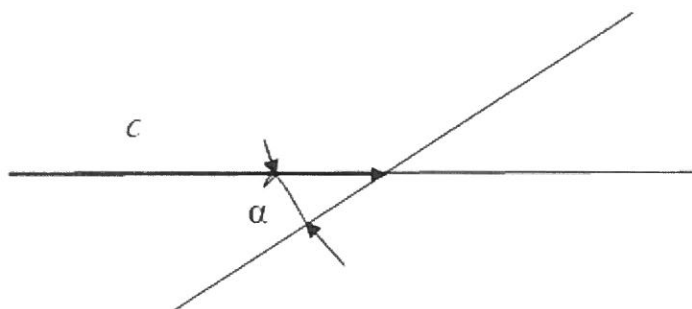
«Физика», «Математика», «Теория транспортных систем».

Физика

- 1 Дайте понятие физической величины.
- 2 Какие системы измерения физической величины.
- 3 Какие физические свойства Вы знаете?
- 4 Определите понятие физической величины «температура», что она характеризует? Назовите единицы измерения?
- 5 Определите понятие физической величины «давление», в каких единицах измеряется давление?
- 6 Сформулируйте закон Архимеда.
- 7 Сформулируйте известное Вам уравнение Бернулли.
- 8 Дайте определение момента силы относительно выбранной оси.
- 9 Дайте понятие инерционной силы. Напишите формулу определения инерционной силы.
- 10 Дайте понятие центростремительной силы. Напишите формулу определения центростремительной силы.
- 11 Напишите формулу окружной скорости через угловую скорость вращения и радиус вращения.

Математика

- 1 Проинтегрируйте выражение
$$dz + 1/\rho g \cdot dp + 1/2g \cdot dv^2 = 0$$
- 2 Разложите вектор  $\vec{c}$  на составляющие параллельную и перпендикулярную АВ, определите их величины, если известно, что  $c = 10$ ,  $\alpha = 30^\circ$ .



- 3 Дайте определение момента инерции фигуры относительно её центра тяжести.
- 4 Что называется дифференциалом второго порядка.

Теория транспортных систем

- 1 Дайте определение понятию «транспортная система», перечислите ее элементы.



- 2 Назовите основные нормативные документы по аэропортам.  
 3 Управление и организационно-технические комплексы аэропорта.

### 9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Этапы формирования компетенции	Показатели	Критерии
1 способностью к восприятию, анализу, критическому осмыслению, систематизации и синтезу информации, полученной из разных источников, прогнозированию, постановке целей и выбору путей их достижения (ОК-6).		
Знать: - Методы обработки информации, полученной из разных источников, прогнозирования, постановки целей и выбора путей их достижения.	Понимает: - Методы обработки информации, полученной из разных источников, прогнозирования, постановки целей и выбора путей их достижения.	Описывает и оценивает: - Методы обработки информации, полученной из разных источников, прогнозирования, постановки целей и выбора путей их достижения.
Уметь: - Работать с информацией, полученной из разных источников для прогнозирования и постановки целей и путей их достижения.	Применяет: - информацию, полученную из разных источников для прогнозирования и постановки целей и путей их достижения.	Демонстрирует знания: - по методике работы с информацией, полученной из разных источников для прогнозирования и постановки целей и путей их достижения.
Владеть: - Методами обработки информации, полученной из разных источников, прогнозирования, постановки целей и выбора путей их достижения.	Анализирует: - информацию, полученную из разных источников, методы прогнозирования, постановки целей и путей их достижения.	Дает оценку: - Методам обработки информации, полученной из разных источников, прогнозирования, постановки целей и выбора путей их достижения.
2 способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ПК-21).		
Знать: - основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.	Понимает: - основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.	Описывает и оценивает: - основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности.
Уметь: - использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять	Применяет: - методы математического анализа и моделирования, теоретического и	Демонстрирует знания: - по знанию основных законов естественнонаучных дисциплин в

Этапы формирования компетенции	Показатели	Критерии
методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.	экспериментального исследования при решении профессиональных задач.	профессиональной деятельности и применению методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.
Владеть: - методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.	Анализирует: - профессиональные задачи.	Дает оценку: - методам математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач
3 способностью использовать математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач с использованием готовых программных средств (ПК-23).		
Знать: - математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач.	Понимает: - математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач.	Описывает и оценивает: - математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач.
Уметь: - использовать математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач.	Применяет: - математические, аналитические и численные методы решения профессиональных задач.	Демонстрирует знания: - по классификации математических, аналитических и численных методов решения профессиональных задач.
Владеть: - способностью использовать готовые программные средства при решении профессиональных задач.	Анализирует: - готовые программные средства при решении профессиональных задач.	Дает оценку: - пригодности выбранного программного средства для решения конкретной профессиональной задачи.
4 способностью и готовностью разрабатывать и реализовывать инновационные и инвестиционные проекты (ПК-41).		
Знать: - процесс разработки и реализации инновационных и инвестиционных проектов.	Понимает: - процесс разработки и реализации инновационных и	Описывает и оценивает: - процесс разработки и реализации инновационных и

Этапы формирования компетенции	Показатели	Критерии
	инвестиционных проектов.	инвестиционных проектов.
Уметь: - разрабатывать и реализовывать инновационные и инвестиционные проекты.	Применяет: - процедуру разработки и реализации инновационных и инвестиционных проектов.	Демонстрирует знания: - по логически – структурной схеме процедуры разработки и реализации инновационных и инвестиционных проектов.
Владеть: - актуальными методами разработки и реализации инновационных и инвестиционных проектов.	Анализирует: - актуальные методы разработки и реализации инновационных и инвестиционных проектов.	Дает оценку: - актуальным методам разработки и реализации инновационных и инвестиционных проектов.
5 способностью и готовностью безопасно эксплуатировать технические системы и объекты (ПК-77).		
Знать: - документацию, регламентирующую безопасную эксплуатацию технических систем и объектов.	Понимает: - документацию, регламентирующую безопасную эксплуатацию технических систем и объектов.	Описывает и оценивает: - документацию, регламентирующую безопасную эксплуатацию технических систем и объектов.
Уметь: - безопасно эксплуатировать технические системы и объекты.	Применяет: - безопасную эксплуатацию технических систем и объектов.	Демонстрирует знания: - по знанию федеральных законов и иных правовых документов, регламентирующих технологию обеспечения безопасной эксплуатации технических систем и объектов.
Владеть: - методами и средствами безопасной эксплуатации технических систем и объектов.	Анализирует: - методы и средства безопасной эксплуатации технических систем и объектов.	Дает оценку: - степени безопасности конкретной технической системы и объекта.

На зачет с оценкой выносятся вопросы, охватывающие все содержание учебной дисциплины.

Знания обучающихся оцениваются по четырех бальной системе с выставлением обучающимся итоговой оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «не удовлетворительно».

Оценка «отлично» при приеме зачета с оценкой выставляется в случае:

- полного, правильного и уверенного изложения обучающимся учебного материала по каждому из вопросов;

- уверенного владения обучающимся понятийно-категориальным аппаратом учебной дисциплины;

- логически последовательного, взаимосвязанного и правильно структурированного изложения обучающимся учебного материала, умения устанавливать и проследивать причинно-следственные связи между событиями, процессами и явлениями, о которых идет речь в вопросах; приведения обучающимся надлежащей аргументации, наличия у обучающегося логически и нормативно обоснованной точки зрения при освещении проблемных, дискуссионных аспектов учебного материала по вопросам;

- лаконичного и правильного ответа обучающегося на дополнительные вопросы преподавателя.

Оценка «хорошо» при приеме зачета с оценкой выставляется в случае:

- грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса;

- актуальность используемых в сообщении сведений; удовлетворительное качество изложения материала.

Оценка «удовлетворительно» при приеме зачета с оценкой выставляется в случае:

- отсутствие грамотного, связного и непротиворечивого изложения сути вопроса.

Оценка «не удовлетворительно» при приеме зачета с оценкой выставляется в случае:

- отказа обучающегося от ответа по билету с указанием, либо без указания причин;

- невозможности изложения обучающимся учебного материала по двум или всем вопросам;

- допущения обучающимся существенных ошибок при изложении учебного материала по двум или всем вопросам;

- скрытое или явное использование обучающимся при подготовке к ответу нормативных источников, основной и дополнительной литературы, конспектов лекций и иного вспомогательного материала, кроме случаев специального указания или разрешения преподавателя;

- невладения обучающимся понятиями и категориями данной дисциплины;

- невозможность обучающегося дать ответы на дополнительные вопросы преподавателя.

Обучающийся имеет право отказаться от ответа по выбранному вопросу с указанием, либо без указания причин и взять другой вопрос.

Дополнительные вопросы могут быть заданы обучающемуся в случае:

- необходимости конкретизации и изложенной обучающимся информации по вопросам с целью проверки глубины знаний отвечающего по связанным между собой темам и проблемам;

- необходимости проверки знаний обучающегося по основным темам и проблемам курса при недостаточной полноте его ответа по вопросам.

## 9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

### 9.6.1 Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости в виде устного опроса

- 1 Жидкость. Общие сведения о жидкости. Физическая величина, единица измерения. Системы единиц измерения, применяемые в гидравлике.
- 2 Сплошная среда, её параметры, силы, действующие в сплошной среде.
- 3 Физические свойства жидкости: плотность, удельный вес, температурное расширение, сжимаемость, вязкость, кипение, кавитация.
- 4 Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
- 5 Силы, действующие на жидкость.
- 6 Гидростатическое давление и его свойства (доказательство).
- 7 Дифференциальное уравнение равновесия жидкости (доказательство).
- 8 Поверхности равного давления. Применение дифференциальных уравнений равновесия при абсолютном и относительном покое жидкости.
- 9 Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
- 10 Виды давления. Пьезметрическая высота. Гидростатический напор. Энергетический смысл основного уравнения гидростатики. Геометрический смысл основного уравнения гидростатики.
- 11 Силы давления жидкости на плоские стенки. Центр давления.
- 12 Силы давления жидкости на криволинейные поверхности.
- 13 Закон Архимеда, основы теории плавания.
- 14 Задачи кинематики. Виды движения жидкости. Поток и его гидравлические элементы. Линия тока. Траектория.
- 15 Методы описания движения жидкости. Уравнения постоянства расхода. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме.
- 16 Удельная энергия элементарной струйки. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
- 17 Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера).
- 18 Дифференциальное уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса).
- 19 Практическое применение уравнения Бернулли: водомер Вентури, трубка Пито.
- 20 Истолкование уравнения Бернулли: гидравлическое, геометрическое, энергетическое.
- 21 Режимы движения вязкой жидкости. Критическая скорость. Число Рейнольдса.
- 22 Виды гидравлических сопротивлений и потерь напора.
- 23 Потери напора по длине потока (формула Дарси-Вейсбаха). Потери напора по длине потока при ламинарном движении и при турбулентном движении.

- 23 Местные гидравлические сопротивления. Местные потери напора. (формула Вейсбаха, формула Пуазейля-Гагена).
- 24 Местные потери напора при внезапном расширении потока. Формула Борда. Местные потери напора при плавном расширении потока.
- 25 Местные потери при внезапном сужении потока. Местные потери при плавном сужении потока.
- 26 Работа расширения стенок трубы. Работа сжатия жидкости. Меры по предотвращению гидравлического удара.
- 27 Истечение жидкости через отверстия. Классификация.
- 28 Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Отверстие незатопленное.
- 29 Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Отверстие затопленное.
- 30 Истечение жидкости через большие отверстия.
- 31 Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при переменном напоре. Истечение при переменном напоре в резервуаре.
- 32 Истечение при переменном напоре в сообщающихся сосудах.
- 33 Истечение жидкости через насадки. Основные типы насадок.
- 34 Истечение жидкости через внешние цилиндрические насадки.
- 35 Истечение жидкости через внутренние цилиндрические насадки. Истечение жидкости через нецилиндрические насадки.
- 36 Подобие гидродинамических процессов: геометрическое подобие, кинематическое подобие, динамическое подобие.
- 37 Критерии гидродинамического подобия: критерий Ньютона, критерий Рейнольдса, критерий Эйлера. Основы моделирования гидравлических явлений.
- 38 Трубопроводы. Определение трубопровода. Виды трубопроводов (простые, сложные, короткие, длинные). Три основные задачи гидравлического расчета трубопровода.
- 39 Кавитация. Сифонный трубопровод.
- 40 Явление гидравлического удара в трубопроводах. Скорость распространения ударной волны. Формула Жуковского. Физический смысл параметров, входящих в формулу параметров.
- 41 Работа расширения стенок трубы. Работа сжатия жидкости. Меры по предотвращению гидравлического удара.
- 42 Гидро- пневмопривод. Классификация. Элементы гидропривода. Типовая структура гидро – пневмопривода.
- 43 Рабочая жидкость. Объёмный гидропривод (принцип действия и характеристики, параметры).
- 44 Насосы. Общие сведения. Классификация, параметры насосов.
- 45 Центробежные насосы. Классификация, устройство. Теоретическая производительность центробежного насоса.
- 46 Основное уравнение центробежного насоса.

- 47 Характеристики центробежного насоса. Явление кавитации в центробежном насосе.
- 48 Работа насоса на заданную сеть. Рабочие характеристики насоса. Методы регулирования подачи центробежных насосов. Расширение области применения центробежного насоса.
- 49 Объёмные насосы. Принцип работы. Классификация.
- 50 Поршневые насосы. Классификация. Простейшая схема, принцип действия. Теоретическая и действительная производительность поршневого насоса. Характеристики поршневого насоса.
- 51 Принцип и особенности работы гидродинамической муфты. Способы регулирования работы гидромуфты.
- 52 Устройство, принцип действия и особенности работы гидротрансформаторов. Параметры, характеризующие свойства гидротрансформаторов.
- 53 Расчет простого трубопровода постоянного сечения.
- 54 Расчет последовательно соединенных трубопроводов.
- 55 Расчет параллельно соединенных трубопроводов.
- 56 Расчет разветвленных трубопроводов.

### 9.6.2 Контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости в виде индивидуальных заданий по итогам освоения дисциплины

Индивидуальные домашние задания по разделу 2:

ИДЗ № 1 - «Единицы физических величин, используемые в гидравлике»;

ИДЗ № 2 - «Физические свойства жидкостей. Основные свойства капельных жидкостей»;

ИДЗ № 3 - «Расчет потерю напора на внезапное расширение трубопровода».

По разделу 3:

ИДЗ № 4 - «Примеры практического применения уравнения Бернулли»;

ИДЗ № 5 – «Расчет местных потерь напора проводят по формуле Вейсбаха».

По разделу 8:

ИДЗ № 12 - «Расчет трубопровода постоянного диаметра».

Примеры содержания задания и контрольные вопросы

Содержание ИДЗ № 1:

Задача № 1

1.1 Плотность ртути  $\rho = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ . Перевести в единицы СИ.

1.2 Давление азота в баллоне  $p = 150$  ат. Перевести в паскали.

1.3 Объемный расход воды  $W = 40 \frac{\text{л}}{\text{мин}}$ . Перевести в единицы СИ.

1.4 Сила давления рабочего тела, действующая на закрытую задвижку в трубопроводе,  $F = 200$  кгс. Определить давление, если диаметр задвижки  $D = 200$  мм. Ответ дать в единицах СИ.

1.5 Атмосферное давление 750 мм рт.ст. Перевести в паскали.

- 1.6 Плотность жидкого водорода  $\rho = 70 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ . Каков вес  $10 \text{ м}^3$  жидкого водорода?
- 1.7 Вес керосина объемом  $W = 15 \text{ м}^3$  равен 11,25 тс. Определить плотность керосина в системе СГС.
- 1.8 Сила тяги ДЛА  $P = 8 \text{ тс}$ . Перевести в единицы СИ.
- 1.9 Массовый расход горючего  $m = 30 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$ . За какое время опорожнится бак горючего вместимостью  $W = 9 \text{ м}^3$ , если плотность горючего  $\rho = 0,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ .
- 1.10 Насос создает давление жидкого кислорода в системе  $p = 200 \text{ ат}$ . Представить в единицах СИ.
- 1.11 Получить формулу размерности мощности в СИ, используя определение мощности.
- 1.12 Какое давление больше: 10 м вод.ст. или 500 мм рт.ст.?
- 1.13 Получить размерность газовой постоянной  $R$  в СИ из уравнения состояния идеального газа  $p v = R T$ , где  $p$  - давление;  $v$  - удельный объем;  $T$  - температура.
- 1.14 Удельный вес газа  $\gamma = 1 \text{ кгс/м}^3$ . Найти плотность газа в единицах СИ и в единицах системы СГС.
- 1.15 Давление жидкости в трубопроводе  $p = 25 \text{ ат}$ . Найти силу давления в ньютонах, действующую на поверхность заглушки площадью  $\omega = 5 \text{ см}^2$ .
- а) Контрольные вопросы*
- 1 Что называется размерностью основной и размерностью производной физической величины? Приведите примеры.
  - 2 Приведите примеры единиц физических величин.
  - 3 Какие системы единиц физических величин вы знаете?
  - 4 Назовите основные единицы СИ, а также систем МКГСС и СГС.
  - 5 Какие существуют внесистемные единицы давления?
- Содержание ИДЗ № 2:  
Задача № 2
- 2.1 Определить, плотность смеси жидкостей, имеющей следующий состав: керосин – 60% объема, мазут – 40% объема. Удельный вес керосина  $\gamma_k = 790 \text{ кгс/м}^3$ , мазута –  $\gamma_m = 890 \text{ кгс/м}^3$ .
- 2.2 Известны плотность жидкости в единицах системы СГС  $\rho = 0,75 \text{ г/см}^3$  и динамическая вязкость в единицах системы МКГСС  $\mu = 0,003 \text{ кгс}\cdot\text{с/м}^2$ . Определить кинематическую вязкость  $\nu$  в единицах СИ.
- 2.3 На сколько уменьшится объем воды при повышении давления с 1 ат до 100 ат, если первоначальный объем составлял  $W_0 = 50 \text{ л}$ ? Модуль объемной упругости воды  $K = 20000 \text{ кгс/см}^2$ .
- 2.4 Давление насыщенного пара бензина при температуре  $t = 38^\circ \text{C}$  равно 500 мм.рт.ст., а плотность бензина составляет  $\rho = 0,78 \text{ г/см}^3$ . Определить давление насыщенного пара в метрах бензинового столба.



2.5 Определить объем расширительного бачка для компенсации увеличения объема воды в отопительной системе при допустимом изменении температуры воды  $t = 20 \div 90 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Масса воды  $M = 100 \text{ кг}$ . Коэффициент объемного температурного расширения воды принять равным  $\beta_t = 0,0006 \frac{1}{^\circ\text{C}}$  (или  $1/^\circ\text{C}$ ).

2.6 Во сколько раз плотность серной кислоты больше плотности керосина при температуре  $t = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$ , если известно, что при температуре  $t = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$  удельный вес серной кислоты  $\gamma_1 = 1850 \text{ кгс/м}^3$ , а при температуре  $t = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$  удельный вес керосина  $\gamma_2 = 760 \text{ кгс/м}^3$ ? Коэффициент объемного температурного расширения кислоты  $\beta_{t1} = 0,00055 \frac{1}{^\circ\text{C}}$  (или  $1/^\circ\text{C}$ ), керосина -  $\beta_{t2} = 0,001 \frac{1}{^\circ\text{C}}$  (или  $1/^\circ\text{C}$ ).

2.7. При гидропрессовке сосуда объемом  $1,2 \text{ м}^3$  давление в нем подняли от 0 до 500 ат. Определить объем воды, который необходимо дополнительно закачать в сосуд, если коэффициент объемного сжатия вод  $\beta_p = 4,2 \cdot 10^{-10} \text{ м}^2/\text{Н}$ . Деформацией стенок сосуда пренебречь.

а) *Контрольные вопросы*

1 В чем состоит отличие жидкостей от твердых тел и газов?

2 Какова взаимосвязь между плотностью и удельным весом жидкости?

3 Что называется коэффициентом объемного сжатия жидкости? Какова его связь с модулем объемной упругости?

4 Что представляет собой коэффициент температурного расширения?

5 Что называется вязкостью жидкости? В чем состоит закон вязкого трения Ньютона?

6 В чем принципиальная разница между силами внутреннего трения в жидкости и силами трения при относительном перемещении твердых тел?

7 Какова связь между кинематической и динамической вязкостью?

8 От чего зависит растворимость газов в жидкости?

9 Что называется давлением насыщенного пара жидкости? От чего оно зависит?

10 Каковы единицы плотности, удельного веса, коэффициентов температурного расширения и объемного сжатия, модуля объемной упругости, динамической и кинематической вязкости, давления в СИ и в системе МКГСС?

1. Удельный вес бензина  $\gamma = 7063,2 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3}$ . Определить его плотность  $\rho \left( \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right)$ , если  $g = 9,81 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$ .

Ответ:

2 Взаимосвязь между плотностью и удельным весом жидкости определяется формулой...

Ответы:

a)  $\gamma = \frac{1}{2} \rho g$

b)  $\lambda = \rho s$

c)  $\gamma = \rho g$

d)  $\beta = \frac{\gamma}{\rho}$

Содержание ИДЗ № 3:

Задача № 3

Какую силу  $P$  нужно приложить к поршню левого сосуда, наполненного водой, чтобы уравновесить давление воды на поршень правого сосуда? Исходные данные:  $d_1 = 300 \text{ мм}$ ;  $d_2 = 400 \text{ мм}$ ;  $d_3 = 200 \text{ мм}$ ;  $h_1 = 0,5 \text{ м}$ ;  $h_2 = 1,2 \text{ м}$ .

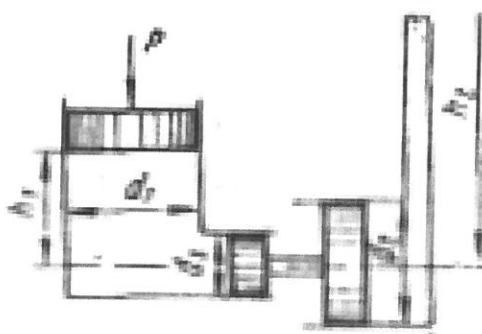


Рис.

### 9.6.3 Примерный перечень тем докладов для проведения текущего контроля успеваемости по лекционным темам (для практических занятий)

1. Приборы для измерения давления на воздушном судне.

### 9.6.4 Контрольные вопросы промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

5 семестр:

- 1 Жидкость. Общие сведения о жидкости. Физическая величина, единица измерения. Системы единиц измерения, применяемые в гидравлике.
- 2 Сплошная среда, её параметры, силы, действующие в сплошной среде.
- 3 Физические свойства жидкости: плотность, удельный вес, температурное расширение, сжимаемость, вязкость, кипение, кавитация.
- 4 Ньютоновские и неньютоновские жидкости.
- 5 Силы, действующие на жидкость.
- 6 Гидростатическое давление и его свойства (доказательство).
- 7 Дифференциальное уравнение равновесия жидкости (доказательство).
- 8 Поверхности равного давления. Применение дифференциальных уравнений равновесия при абсолютном и относительном покое жидкости.

- 9 Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля.
- 10 Виды давления. Пьезометрическая высота. Гидростатический напор. Энергетический смысл основного уравнения гидростатики. Геометрический смысл основного уравнения гидростатики.
- 11 Силы давления жидкости на плоские стенки. Центр давления.
- 12 Силы давления жидкости на криволинейные поверхности.
- 13 Закон Архимеда, основы теории плавания.
- 14 Задачи кинематики. Виды движения жидкости. Поток и его гидравлические элементы. Линия тока. Траектория.
- 15 Методы описания движения жидкости. Уравнения постоянства расхода. Уравнение неразрывности в дифференциальной форме.

6 семестр:

- 16 Удельная энергия элементарной струйки. Уравнение Бернулли для элементарной струйки реальной жидкости. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
- 17 Дифференциальное уравнение движения идеальной жидкости (уравнение Эйлера).
- 18 Дифференциальное уравнение движения вязкой жидкости (уравнение Навье-Стокса).
- 19 Практическое применение уравнения Бернулли: водомер Вентури, трубка Пито.
- 20 Истолкование уравнения Бернулли: гидравлическое, геометрическое, энергетическое.
- 21 Режимы движения вязкой жидкости. Критическая скорость. Число Рейнольдса.
- 22 Виды гидравлических сопротивлений и потерь напора.
- 23 Потери напора по длине потока (формула Дарси-Вейсбаха). Потери напора по длине потока при ламинарном движении и при турбулентном движении.
- 23 Местные гидравлические сопротивления. Местные потери напора. (формула Вейсбаха, формула Пуазейля-Гагена).
- 24 Местные потери напора при внезапном расширении потока. Формула Борда. Местные потери напора при плавном расширении потока.
- 25 Местные потери при внезапном сужении потока. Местные потери при плавном сужении потока.
- 26 Работа расширения стенок трубы. Работа сжатия жидкости. Меры по предотвращению гидравлического удара.
- 27 Истечение жидкости через отверстия. Классификация.
- 28 Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Отверстие незатопленное.
- 29 Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке. Отверстие затопленное.

- 30 Истечение жидкости через большие отверстия.
- 31 Истечение жидкости через отверстия в тонкой стенке при переменном напоре. Истечение при переменном напоре в резервуаре.
- 32 Истечение при переменном напоре в сообщающихся сосудах.
- 33 Истечение жидкости через насадки. Основные типы насадок.
- 34 Истечение жидкости через внешние цилиндрические насадки.
- 35 Истечение жидкости через внутренние цилиндрические насадки. Истечение жидкости через нецилиндрические насадки.
- 36 Подобие гидродинамических процессов: геометрическое подобие, кинематическое подобие, динамическое подобие.
- 37 Критерии гидродинамического подобия: критерий Ньютона, критерий Рейнольдса, критерий Эйлера. Основы моделирования гидравлических явлений.
- 38 Трубопроводы. Определение трубопровода. Виды трубопроводов (простые, сложные, короткие, длинные). Три основные задачи гидравлического расчета трубопровода.
- 39 Кавитация. Сифонный трубопровод.
- 40 Явление гидравлического удара в трубопроводах. Скорость распространения ударной волны. Формула Жуковского. Физический смысл параметров, входящих в формулу параметров.
- 41 Работа расширения стенок трубы. Работа сжатия жидкости. Меры по предотвращению гидравлического удара.
- 42 Гидро-премупривод. Классификация. Элементы гидропривода. Типовая структура гидро – премупривода.
- 43 Рабочая жидкость. Объёмный гидропривод (принцип действия и характеристики, параметры).
- 44 Насосы. Общие сведения. Классификация, параметры насосов.
- 45 Центробежные насосы. Классификация, устройство. Теоретическая производительность центробежного насоса.
- 46 Основное уравнение центробежного насоса.
- 47 Характеристики центробежного насоса. Явление кавитации в центробежном насосе.
- 48 Работа насоса на заданную сеть. Рабочие характеристики насоса. Методы регулирования подачи центробежных насосов. Расширение области применения центробежного насоса.
- 49 Объёмные насосы. Принцип работы. Классификация.
- 50 Поршневые насосы. Классификация. Простейшая схема, принцип действия. Теоретическая и действительная производительность поршневого насоса. Характеристики поршневого насоса.
- 51 Принцип и особенности работы гидродинамической муфты. Способы регулирования работы гидромупты.
- 52 Устройство, принцип действия и особенности работы гидротрансформаторов. Параметры, характеризующие свойства гидротрансформаторов.
- 53 Расчет простого трубопровода постоянного сечения.

- 54 Расчет последовательно соединенных трубопроводов.
- 55 Расчет параллельно соединенных трубопроводов.
- 56 Расчет разветвленных трубопроводов.
- 57 Общая схема применения численных методов и их реализация на ЭВМ.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

Дисциплину «Гидравлика» студенты факультета АИТОП СПб ГУ ГА согласно учебному плану изучают на третьем курсе в пятом и шестом семестрах.

Изучение дисциплины «Гидравлика» обучающимися организуется в следующих формах: лекции, практические занятия под руководством преподавателя и самостоятельная работа студентов.

Изучение каждого раздела рекомендуется начинать с анализа общей его структуры и круга рассматриваемых вопросов, затем перейти к изучению материала по темам.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам вообще и по дисциплине «Гидравлика» в частности. Лекция имеет целью дать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, раскрыть состояние и перспективы прогресса конкретной области науки, сконцентрировать внимание на наиболее сложных и узловых вопросах.

Эта цель определяет дидактическое назначение лекции, которое заключается в том, чтобы ознакомить обучающихся с основным содержанием, категориями, принципами и закономерностями изучаемой темы и предмета обучения в целом, его главными идеями и направлениями развития, его прикладной стороной.

При проведении лекций преподаватель опирается на базовые знания студентов по дисциплинам, чтобы основное время уделить специфическим вопросам дисциплины. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста. Кроме того, необходимо научиться делать понятные для обучающегося сокращения при записи текста лекции и, в целом, стремиться освоить быструю манеру письма.

Интерактивные лекции проводятся в форме проблемных лекций. В ходе проблемной лекции преподаватель включает в процесс изложения материала серию проблемных вопросов. Как правило, это сложные, ключевые для темы вопросы. Студенты приглашаются для размышлений и поиску ответов на них по мере их постановки. Типовая структура проблемной лекции включает: создание проблемной ситуации через постановку учебной проблемы; конкретизацию этой проблемы, выдвижение гипотез по ее решению; мысленный эксперимент по проверке выдвинутых гипотез; проверку сформулированных гипотез, подбор аргументов и фактов для их подтверждения; формулировку выводов; подведение к новым противоречиям или перспективам изучения последующего

материала; вопросы для обратной связи, помогающие корректировать умственную деятельность студентов на лекции. В ходе проблемной лекции проводится дискуссия по актуальным вопросам.

Цель практических занятий – закрепить теоретические знания, полученные студентами на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы. Вместе с тем, на занятиях, осуществляется активное формирование и развитие навыков и качеств, необходимых для последующей профессиональной деятельности – овладение методикой анализа и принятия решений.

Любое практическое занятие начинается, как правило, с формулирования его целевых установок. Понимание обучающимися целей и задач занятия, его значения для специальной подготовки способствует повышению интереса к занятию и активизации работы по овладению учебным материалом, это делается в форме опроса обучаемых, который служит также средством контроля за их самостоятельной работой.

Основную часть практического занятия составляет работа обучаемых по выполнению учебных заданий под руководством преподавателя.

Каждое практическое занятие заканчивается, как правило, кратким подведением итогов, выставлением оценок каждому студенту и указаниями преподавателя о последующей самостоятельной работе.

Темы практических занятий заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цель и задачи занятия и обращает внимание обучающихся на наиболее сложные вопросы, относящиеся к изучаемой теме.

Интерактивными являются практические занятия в форме метода развивающейся кооперации (решение задач в группах с последующим обсуждением).

Самостоятельная работа студента является важной составной частью учебного процесса и проводится в целях закрепления и углубления знаний, полученных на лекциях и других видах занятий, выработки навыков работы с литературой, активного поиска новых знаний, выполнения домашних контрольных заданий, подготовки к предстоящим занятиям.

Целью самостоятельной работы обучающихся при изучении настоящей учебной дисциплины является выработка ими навыков работы с нормативно-правовыми актами, научной и учебной литературой, другими источниками, а также развитие у обучающихся устойчивых способностей к самостоятельному (без помощи преподавателя) изучению и обработке полученной информации.

В процессе самостоятельной работы обучающийся должен воспринимать, осмысливать и углублять получаемую информацию, решать практические задачи, анализировать ситуации, подготавливать доклады, выполнять домашние задания, овладевать профессионально необходимыми навыками. Самостоятельная работа обучающегося весьма многообразна и содержательна. Она включает следующие виды занятий:

– самостоятельный подбор, изучение, конспектирование, анализ учебно-методической и научной литературы, периодических научных изданий, нормативно-правовых документов, статистической информации;

– индивидуальная творческая работа по осмыслению собранной информации, проведению сравнительного анализа материалов, полученных из разных источников, интерпретации информации, выполнение домашних заданий, подготовка докладов;

В процессе изучения дисциплины «Гидравлика» важно постоянно пополнять и расширять свои знания. Изучение рекомендованной литературы и других источников информации является важной составной частью восприятия и усвоения новых знаний. Кроме того, необходимо отметить, что, в определенном смысле, качественный уровень всей самостоятельной работы обучающегося определяется уровнем самоконтроля.

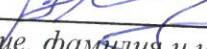
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 162001 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения»

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 24 «Авиационной техники и диагностики»

« 15 » января 2018 года, протокол № 10 .

Разработчики:

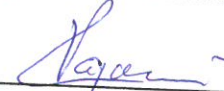
К.Т.Н., доцент

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Королев В. А.

Заведующий кафедрой № 24 «Авиационной техники и диагностики»:

Д.Т.Н., доцент, с.н.с.

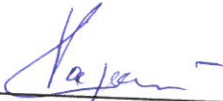
  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Тарасов В.Н.

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

Д.Т.Н., доцент, с.н.с.

  
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Тарасов В.Н.

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «14» февраля 2018 года, протокол № 5.