

Министерство образования Республики Беларусь  
Учебно-методическое объединение вузов Республики Беларусь  
по химико-технологическому образованию

**УТВЕРЖДАЮ**

Первый заместитель Министра  
образования Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ А.И.Жук

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

Регистрационный № ТД - \_\_\_\_\_/тип.

**ГИДРАВЛИКА И ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

Типовая учебная программа

для высших учебных заведений по специальности

**1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и  
бытового обслуживания»**

**СОГЛАСОВАНО**

Заместитель председателя  
концерна «Беллепром»

\_\_\_\_\_ А.В.Гуров  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Председатель Учебно-методического  
объединения вузов Республики  
Беларусь по химико-технологическому  
образованию

\_\_\_\_\_ И.М.Жарский  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Начальник Управления высшего и  
среднего специального образования  
Министерства образования  
Республики Беларусь

\_\_\_\_\_ Ю.И.Миксюк  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

**СОГЛАСОВАНО**

Проректор по учебной и  
воспитательной работе  
Государственного учреждения  
образования «Республиканский  
институт высшей школы»

\_\_\_\_\_ В.И.Шупляк  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 г.

Эксперт-нормоконтролер

\_\_\_\_\_ 2011 г.  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_

Минск 2011

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

*Ольшанский В.И.*, заведующий кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет», кандидат технических наук, профессор.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Кафедра «Энергосбережение, гидравлика и теплотехника» учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 10 от 27 мая 2011 г.);

*Родионов А.С.*, главный инженер Общества с ограниченной ответственностью завод «Станкоремонт», г. Витебск.

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ В КАЧЕСТВЕ ТИПОВОЙ:**

Кафедрой «Технология и оборудование машиностроительного производства» учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» (протокол № 10 от 18 марта 2011 г.);

Научно-методическим Советом учреждения образования «Витебский государственный технологический университет» (протокол № 7 от 29 марта 2011 г.);

Секцией по специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания» научно-методического Совета по машинам и аппаратам химических, пищевых и текстильных производств Учебно-методического объединения по химико-технологическому образованию (протокол № 2 от 22 марта 2011 г.).

Ответственный за редакцию: А.А. Угольников

Ответственный за выпуск: В.И. Ольшанский

**СОДЕРЖАНИЕ**

1 Пояснительная записка .....	4
2 Примерный тематический план .....	11
3 Содержание учебного материала.....	15
4 Информационно-методическая часть.....	19

## **1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

### **1.1 Актуальность изучения учебной дисциплины**

При конструировании многих типов современных машин, полуавтоматов и автоматов, автоматических линий легкой и текстильной промышленности необходимы глубокие знания гидравлики и гидравлических машин. Жидкости и газы, применяемые в гидравлических и пневматических системах, обладают легкой подвижностью, или текучестью, т.е. способностью изменять свою форму под действием сил.

Законы движения жидкостей и газов в трубах, каналах, в проточных частях машин, в гидравлических и пневматических приводах – вот далеко неполный перечень областей применения законов гидравлики и гидравлических машин.

Гидравлические и пневматические приводы, где носителем энергии являются жидкости и газы, широко применяются в современном технологическом оборудовании легкой и текстильной промышленности, благодаря целому ряду их преимуществ, по сравнению с другими типами приводов.

Учебная дисциплина состоит из двух взаимосвязанных разделов: «Гидравлика» и «Гидравлические машины».

В разделе «Гидравлика» изучаются законы равновесия и движения жидкости и способы их практического применения.

В разделе «Гидравлические машины» изучаются основные типы динамических и объемных насосов.

Комплексное изучение учебного материала является базой для освоения студентами специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания» специальных дисциплин и современного технологического оборудования, применяемого в легкой и текстильной промышленности.

В программе рассмотрены вопросы расчета и проектирования простых и сложных гидравлических трубопроводов, расчета работы насосов на сеть трубопроводов при различных вариантах расположения питателя и приемника.

Типовая учебная программа по дисциплине «Гидравлика и гидравлические машины» разработана на основе компетентностного подхода и требований к уровню подготовки выпускника, сформулированных в образовательном стандарте ОСРБ 1-36 08 01-2008 для специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания».

### **1.2 Цели и задачи учебной дисциплины**

Цель дисциплины – дать систематизированные знания в области гидравлики и гидравлических машин, необходимых для дальнейшего изучения специальных дисциплин и практической деятельности по специальности.

Задачи дисциплины:

– приобретение студентами знаний и практических навыков расчетов в области гидравлики;

- освоение методов расчета и проектирования гидравлических систем;
- освоение принципов расчета гидравлических машин.

### 1.3 Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В соответствии с образовательным стандартом ОСРБ 1-36 08 01-2008 по специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания» в результате изучения дисциплины студент должен обладать **компетенциями**

*академическими (АК):*

АК-1 – уметь работать самостоятельно и постоянно повышать свой профессиональный уровень;

АК-2 – уметь применять полученные базовые научно-теоретические знания для решения научных и практических задач в области создания и совершенствования инновационных технологий легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания;

АК-3 – иметь навыки организации проведения исследований, информационного обеспечения, а также системного и сравнительного анализа;

АК-4 – уметь осуществлять комплексный подход к решению проблем отрасли;

АК-5 – уметь разрабатывать бизнес-планы разработки новой техники;

АК-6 – уметь использовать технические и программные средства компьютерной техники;

АК-7 – уметь создавать и использовать в своей деятельности объекты интеллектуальной собственности;

АК-8 – уметь применять методы математической статистики при обработке данных эксперимента в области разработки нового оборудования;

АК-9 – уметь грамотно оформлять различные документы и излагать результаты исследований;

АК-10 – уметь формулировать и выдвигать новые идеи;

*социально-личностными (СЛК):*

СЛК-1 – обладать качествами гражданственности;

СЛК-2 – быть способным к социальному взаимодействию;

СЛК-3 – обладать способностью к межличностным коммуникациям;

СЛК-4 – владеть навыками здоровьесбережения;

СЛК-5 – быть способным к критике и самокритике (критическое мышление);

СЛК-6 – уметь работать в команде;

*профессиональными (ПК):*

*в ремонтно-эксплуатационной:*

ПК-1 – оформлять документацию на приобретение нового технологического оборудования, организовать его доставку, установку, монтаж и эксплуатацию в соответствии с требованиями эксплуатационной документации;

ПК-2 – быть в курсе новейших достижений в области техники для легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания, регулярно посещать

выставки оборудования, изучать техническую литературу, рекламные проспекты;

ПК-3 – оформлять отчетную документацию в вышестоящие органы о составе и состоянии технологического оборудования;

ПК-4 – оформлять заявки на запасные детали и комплектующие изделия для технологического оборудования;

ПК-5 – составлять графики планово-предупредительных ремонтов технологического оборудования;

ПК-6 – оформлять документацию по сдаче в ремонт технологического оборудования и приемке из ремонта;

ПК-7 – осуществлять контроль за проведением ремонтных работ, применением передовых технологий ремонта и восстановления деталей;

ПК-8 – участвовать в подготовке предложений по реконструкции, техническому перевооружению предприятия, внедрению комплексной механизации и автоматизации технологических процессов;

ПК-9 – выявлять излишнее и неиспользуемое технологическое оборудование;

ПК-10 – осуществлять реализацию неиспользуемого технологического оборудования путем перераспределения его внутри предприятия, продажи (передачи) другим предприятиям и организациям;

ПК-11 – участвовать в списании ненужного технологического оборудования с баланса предприятия;

ПК-12 – участвовать в рассмотрении рационализаторских предложений;

ПК-13 – принимать участие в квалификационной комиссии по присвоению профессий и повышению разрядов;

*в проектно-конструкторской:*

ПК-14 – разрабатывать технико-экономическое обоснование разработки новых видов высокоэффективных машин и аппаратов отрасли;

ПК-15 – разрабатывать техническое задание на проектируемую машину (аппарат) отрасли;

ПК-16 – разрабатывать технический проект машины, аппарата отрасли;

ПК-17 – разрабатывать конструкторскую документацию на проектируемые машину, аппарат отрасли;

ПК-18 – осуществлять авторский надзор за изготовлением образцов новой техники;

ПК-19 – анализировать надежность работы новой техники;

ПК-20 – выполнять экспериментальные исследования параметров машин и аппаратов;

ПК-21 – выполнять расчеты механизмов и конструктивных элементов машин и аппаратов на прочность, износостойкость, жесткость, виброустойчивость, энергоэффективность;

*в научно-исследовательской:*

ПК-22 – владеть современными технологиями информационного обеспечения научных исследований;

ПК-23 – работать с научной, нормативно-справочной и специальной литературой в области машиностроения и технологии отрасли;

ПК-24 – анализировать и оценивать достижения науки в области разработки и эксплуатации оборудования;

ПК-25 – проводить патентно-информационные исследования по разрабатываемым видам оборудования, оценивать его новизну и технический уровень;

ПК-26 – владеть методами и техникой экспериментального исследования параметров оборудования;

ПК-27 – организовывать и проводить экспериментальные исследования в области машиностроения;

ПК-28 – заниматься научным анализом и совершенствованием существующих видов оборудования;

ПК-29 – оценивать эколого-экономическую, энерго- и ресурсоэффективность конструкторских решений;

ПК-30 – выбирать методы оптимизации параметров машин;

ПК-31 – оформлять отчеты о научных исследованиях, готовить научные публикации, доклады и заявки на выдачу охранных документов на объекты интеллектуальной собственности;

*в организационно-управленческой деятельности:*

ПК-32 – организовывать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей, планировать фонды оплаты труда;

ПК-33 – контролировать и поддерживать трудовую и производственную дисциплину;

ПК-34 – составлять документацию (графики работ, инструкции, планы, заявки, деловые письма и т.п.), а также отчетную документацию по установленным формам;

ПК-35 – взаимодействовать со специалистами смежных профилей;

ПК-36 – анализировать и оценивать собранные данные;

ПК-37 – разрабатывать, представлять и согласовывать представляемые материалы;

ПК-38 – вести переговоры, разрабатывать контракты с другими заинтересованными участниками;

ПК-39 – готовить доклады, материалы к презентациям и представлять на них;

ПК-40 – пользоваться глобальными информационными ресурсами;

ПК-41 – уметь работать с юридической литературой и трудовым законодательством;

ПК-42 – на основе правил, норм, технической документации и информации о техническом состоянии технологического оборудования отрасли составлять график периодичности планово-предупредительного ремонта, определять объемы ремонтных работ и потребности в материалах и запасных частях;

ПК-43 – обеспечивать резерв материалов и комплектующих деталей, необходимых для выполнения первоочередных ремонтных и профилактических работ;

ПК-44 – налаживать контроль технических показателей технологического оборудования отрасли с помощью известных методов;

*в инновационной:*

ПК-45 – осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям;

ПК-46 – определять цели инноваций и способы их достижения;

ПК-47 – работать с научной, технической и патентной литературой;

ПК-48 – разрабатывать бизнес-планы создания новых видов оборудования;

ПК-49 – оценивать конкурентоспособность и экономическую эффективность разрабатываемых проектов;

ПК-50 – разрабатывать новые виды технологического оборудования на основе математического моделирования и оптимизации;

ПК-51 – проводить опытно-промышленную проверку и испытания разрабатываемых изделий;

ПК-52 – применять методы анализа и организации внедрения инноваций;

ПК-53 – составлять договоры на выполнение научно-исследовательских работ, а также договоры о совместной деятельности по освоению новых видов оборудования;

ПК-54 – готовить проекты лицензионных договоров о передаче прав на использование объектов интеллектуальной собственности.

Для приобретения профессиональных компетенций в результате изучения дисциплины студент должен

***знать:***

– основные понятия, законы гидростатики, гидродинамики, гидравлический расчет трубопроводов, работу насосов на гидравлическую систему, элементы гидроприводов;

– новейшие достижения в области гидравлики и гидравлических машин, и перспективы их использования в легкой и текстильной промышленности;

***уметь:***

– использовать основные законы гидравлики и гидродинамики в инженерной деятельности;

– использовать методы теоретического и экспериментального исследования в гидравлических системах и гидромашинах;

– использовать методы расчета гидравлических систем и гидравлических машин для различных прикладных инженерных задач легкой и текстильной промышленности.

## **1.4 Междисциплинарные связи**

Содержание тем опирается на приобретенные ранее студентами компетенции при изучении дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика», «Вычислительная техника, программирование и расчеты на ЭВМ».



## 1.5 Методы (технологии) обучения

В качестве *методов обучения* рекомендуется проведение практических и лабораторных занятий с решением задач и тестов, выполнением контрольных заданий, самостоятельной работы и контроля за ее выполнением.

При изучении дисциплины предлагается использовать в учебном процессе *инновационные образовательные технологии*, адекватные компетентностному подходу в подготовке специалиста (вариативные модели управляемой самостоятельной работы студентов, учебно-методические комплексы, модульные и рейтинговые системы обучения, тестовые и другие системы оценки уровня компетенций студентов).

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод), реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности с использованием творческого подхода, реализуемые на лабораторных занятиях, при выполнении учебно-исследовательской дипломной работы или специального индивидуально-го задания в плане НИР кафедры, а также при самостоятельной работе.

## 1.6 Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

- контролируемая самостоятельная работа, в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;
- управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения индивидуальных специальных научно-исследовательских заданий с консультациями преподавателя;
- подготовка рефератов по индивидуальным темам, в том числе с использованием патентных материалов;
- тестирование.

## 1.7 Диагностика компетенций студента

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках - какие компетенции проверяются):

- выступление студента на конференции по подготовленному реферату или по результатам законченной научно-исследовательской работы (АК-1 – АК-9, СЛК-4, СЛК-5, ПК-1, ПК-3, ПК-4 – ПК-8, ПК-14, ПК-15);
- проведение текущих контрольных опросов по отдельным темам (ПК-5 – ПК-16);
- защита выполненных на лабораторных работах индивидуальных заданий (АК-1 – АК-5, АК-8, ПК-6, ПК-14);

- защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы индивидуальных заданий (АК – АК-5, АК-8, ПК-16);
- компьютерное тестирование знаний студента;
- защита выполненной курсовой работы (АК-1, АК-7, АК-8, ПК-6, ПК-7, ПК-14, ПК-19, ПК-21; ПК-23);
- сдача экзамена.

## 2 ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Дисциплина относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин (обязательный компонент) образовательного стандарта ОСРБ 1-36 08 01-2008.

Общая трудоемкость дисциплины составляет всего 128 часов, из них аудиторных – 68, в том числе лекции – 34, лабораторные занятия – 18, практические занятия – 16. В конце изучения дисциплины рекомендуется выполнение курсовой работы. Рекомендуемая форма итоговой оценки приобретенных компетенций – экзамен.

Последовательность изучения тем соответствует иерархии этапов проведения лабораторных работ и практических занятий, формирования необходимых знаний, на основе которых студент в дальнейшем мог бы самостоятельно спроектировать и рассчитать любые гидравлические системы.

### ПРИМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСОВ ПО РАЗДЕЛАМ И ТЕМАМ

№ разделов	Название раздела, темы	Примерное количество часов						Перечень формируемых компетенций
		всего часов	аудиторные	в том числе				
				лекции	лабораторные занятия	практические занятия	самостоятельная работа	
	Введение. Предмет и задачи дисциплины, структура и объем	4	2	2	–	–	2	АК-1, АК-3 – АК-6, АК-8, АК-9, СЛК-2 – СЛК-6, ПК-3 – ПК-6, ПК-8, ПК-9, ПК-11 – ПК-54
1.	Раздел 1. Гидравлика	78	36	18	10	8	42	АК-1 – АК-6, АК-8, АК-9, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-6, ПК-8, ПК-9, ПК-11 – ПК-54
1.1	Тема 1.1 Основные свойства жидкости. Вязкость жидкости	6	4	2	2	–	2	АК-1 – АК-6, АК-8, АК-9, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
1.2	Тема 1.2 Гидростатика	14	6	4	–	2	8	АК-1, АК-3 – АК-6, АК-8, АК-9, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-1 – ПК-54

№ разделов	Название раздела, темы	Примерное количество часов						Перечень формируемых компетенций
		всего часов	аудиторные	в том числе			самостоятельная работа	
				лекции	лабораторные занятия	практические занятия		
1.3	Тема 1.3 Гидродинамика	58	26	12	8	6	32	АК-1, АК-3 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-1, ПК-3 – ПК-54
	1.3.1 Кинематика и динамика жидкости	10	4	2	2	–	6	АК-1 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-6, ПК-8, ПК-9, ПК-11 – ПК-54
	1.3.2 Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия	10	4	2	2	–	6	АК-1 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
	1.3.3 Основы теории ламинарного движения	8	3	2	–	1	5	АК-1, АК-3 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
	1.3.4 Турбулентное движение жидкости	10	6	2	2	2	4	АК-1, АК-3 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54

№ разделов	Название раздела, темы	Примерное количество часов						Перечень формируемых компетенций
		всего часов	аудиторные	в том числе				
				лекции	лабораторные занятия	практические занятия	самостоятельная работа	
	1.3.5 Местные гидравлические сопротивления	8	5	2	2	1	3	АК-1, АК-3 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-1, ПК-3 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
	1.3.6 Гидравлический расчет трубопроводов	12	4	2	–	2	8	АК-1, АК-3 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-1, ПК-3 – ПК-9, ПК-11 – 54
2.	Раздел 2. Гидравлические машины	46	30	14	8	8	16	АК-1, АК-3 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-1 – ПК-6, ПК-8, ПК-9, ПК-11 – ПК-54
2.1	Тема 2.1 Общие сведения о гидромашинах	4	2	2	–	–	2	АК-1, АК-3 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
2.2	Тема 2.2 Лопастные насосы	16	8	4	2	–	8	АК-1, АК-3 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
	2.2.1 Основы теории лопастных насосов	8	2	2	–	–	6	АК-1, АК-3 – АК-6 – АК-9, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
2.3	Тема 2.3 Осевые, вихревые и струйные насосы	4	4	2	–	2	–	АК-1 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
2.4	Тема 2.4 Насосы объемного действия	22	16	6	6	4	6	АК-1 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54

№ разделов	Название раздела, темы	Примерное количество часов						Перечень формируемых компетенций
		всего часов	аудиторные	в том числе			самостоятельная работа	
				лекции	лабораторные занятия	практические занятия		
	2.4.1 Насосы поступательного действия (поршневые, плунжерные, диафрагменные)	6	4	2	2	–	2	АК-1, АК-3 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
	2.4.2 Роторные насосы	8	6	2	2	2	2	АК-1 – АК-6, АК-8, АК-9, СЛК-2 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
	2.4.3 Характеристики насосов объемного действия	8	6	2	2	2	2	АК-1 – АК-6, АК-8 – АК-10, СЛК-1 – СЛК-6, ПК-2 – ПК-9, ПК-11 – ПК-54
<b>ИТОГО:</b>		<b>128</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>60</b>	

## **3 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **3.1 Разделы, темы и их содержание**

#### **ВВЕДЕНИЕ. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРА И ОБЪЕМ**

Предмет гидравлики, ее место в подготовке инженерных кадров, связь с другими дисциплинами. Краткие исторические сведения. Роль русских и советских ученых в развитии гидравлики, гидромашин и гидропривода. Применение гидромашин и гидропривода в современном производстве, в комплексной механизации и автоматизации технологических процессов. Гидравлика как одна из общеинженерных дисциплин, которая обеспечивает фундаментальную подготовку специалистов.

#### **РАЗДЕЛ 1 ГИДРАВЛИКА**

##### *Тема 1.1 Основные свойства жидкостей. Вязкость жидкости*

Определение жидкости. Основные свойства капельных жидкостей (плотность, удельный вес, сжимаемость, сопротивление растяжению, поверхностное натяжение, вязкость, закон И.Ньютона для жидкостного трения, испарение, растворимость газов в жидкостях). Модели жидкостей. Основные физические свойства дисперсных систем.

##### *Тема 1.2 Гидростатика*

Силы действующие в жидкости. Гидростатическое давление в точке и его свойства. Дифференциальные уравнения равновесия жидкости и их интегрирование. Поверхности равного давления. Основное уравнение гидростатики и его физический смысл. Виды давлений и единицы измерения, приборы для измерения давлений. Эпюры давлений. Закон Паскаля. Сообщающиеся сосуды. Силы давления жидкости на плоские и криволинейные стенки. Закон Архимеда, плавание тел. Относительный покой жидкости. Примеры применения законов гидростатики в технике.

##### *Тема 1.3 Гидродинамика*

###### *1.3.1. Кинематика и динамика жидкости*

Определение, задачи и способы изучения движущейся жидкости. Виды движения жидкости. Основные понятия кинематики жидкости: линия тока, трубка тока, элементарная струйка и ее свойства. Поток жидкости и его характеристики: живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, эквивалентный диаметр, средняя скорость, расход. Дифференциальные уравнения дви-

жения идеальной и реальной жидкости. Уравнение неразрывности. Уравнение Д.Бернулли для идеальной и реальной жидкости и его интерпретация с геометрической, гидравлической и энергетической точек зрения. Коэффициент Кориолиса. Графическое представление уравнения Д.Бернулли. Уравнение Д.Бернулли для неустановившегося движения жидкости. Общие сведения о гидравлических сопротивлениях. Примеры использования уравнения Д.Бернулли в технике: трубка Пито, расходомерные устройства, карбюратор. Краткие сведения о движении газов. Условия использования законов гидродинамики для движения газов.

### *1.3.2. Режимы движения жидкости и основы гидродинамического подобия*

Ламинарный и турбулентный режимы движения. Опыт Рейнольдса и его анализ, число Рейнольдса. Основы теории гидродинамического подобия: виды подобия и основные критерии гидродинамического подобия. Моделирование гидравлических явлений.

### *1.3.3. Основы теории ламинарного движения*

Распределение скоростей и касательных напряжений по сечению круглой трубы. Потери напора на трение по длине трубы (формула Пуазейля). Начальный участок ламинарного движения. Ламинарное движение в кольцевых и плоских зазорах. Особые случаи ламинарного движения (движение с теплообменом, движение при больших перепадах давления, движение с облитерацией).

### *1.3.4. Турбулентное движение жидкости*

Особенности и структура турбулентного движения жидкости. Пульсация скоростей и давлений. Распределение усредненных скоростей по живому сечению. Абсолютная и относительная шероховатость стенок труб. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. Зоны сопротивления при турбулентном движении. Определение коэффициента потерь по длине и области их применения. Графики Никурадзе и Мурина и их анализ. Движение жидкости в некруглых трубах. Снижение потерь напора по длине.

### *1.3.5. Местные гидравлические сопротивления*

Общие сведения и основные виды местных сопротивлений. Коэффициент местных сопротивлений. Местные сопротивления при малых числах Рейнольдса. Внезапное расширение и сужение потока (теорема Борда). Диффузоры, конфузоры, колена, трубопроводная арматура. Определение местных сопротивлений по методу эквивалентных длин.

### *1.3.6. Гидравлический расчет трубопроводов*

Классификация трубопроводов (простые, сложные, тупиковые, кольцевые, короткие, длинные). Основное уравнение простого трубопровода, типовые задачи и способы их решения. Характеристики трубопроводов. Понятие об определении экономически наиболее выгодного диаметра трубопровода. Параллельное и последовательное соединение трубопроводов. Расчет длинных трубопроводов. Расчет водопровода, задачи и способы их решения. Расчет сифонного трубопровода. Сложные трубопроводы. Трубопроводы с насосной подачей жидкости. Основы расчета газопроводов.



## **РАЗДЕЛ 2 ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ**

### ***Тема 2.1 Общие сведения о гидромашинах***

Насосы и гидродвигатели, их классификация. Принцип действия динамических и объемных гидромашин. Основные параметры гидромашин: расход (подача), рабочий объем (расход), напор (давление) мощность (полезная, подводимая), коэффициент полезного действия (объемный, гидравлический, механический, общий), высота всасывания.

### ***Тема 2.2 Лопастные насосы***

#### ***2.2.1. Основы теории лопастных насосов***

Центробежные насосы, конструкция и принцип действия. Основное уравнение центробежных насосов. Теоретический напор и влияние лопастей на его величину, действительный напор. Потери энергии в насосе, баланс энергии, КПД. Рабочие характеристики центробежных насосов. Основы теории подобия насосов. Коэффициент быстроходности и типы центробежных насосов.

#### ***2.2.2. Эксплуатационные расчеты лопастных насосов***

Насосная установка и ее характеристики. Работа насоса на трубопровод и регулирование его режимов. Оценка различных способов регулирования. Последовательное и параллельное соединение насосов.

### ***Тема 2.3 Осевые, вихревые и струйные насосы***

Схемы осевого, вихревого и струйного насосов, устройство, принцип действия, основные расчетные зависимости, характеристики, область применения.

### ***Тема 2.4 Насосы объемного действия***

Насосы объемного действия, определение, принцип действия, общие свойства и классификация, область применения.

#### ***2.4.1. Насосы поступательного действия (поршневые плунжерные, диафрагменные)***

Конструкция и область их применения, графики подачи и способы их выравнивания.

#### ***2.4.2. Роторные насосы***

Общие свойства, принцип действия и область применения. Конструкции и особенности роторных насосов: шестеренных, пластинчатых, роторно-поршневых (радиально-поршневых, аксиально-поршневых), винтовых. Определение рабочих объемов. Подача насосов, неравномерность подачи и способы ее выравнивания.

### *2.4.3. Характеристики насосов объемного действия*

Способы получения характеристик. Совместная работа насоса и трубопровода. Регулирование насосов объемного действия и их оценка.

## **4 ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **4.1 Основная литература**

1. Башта, Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т.М. Башта и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.
2. Медведев, В.Ф. Гидравлика и гидравлические машины / В.Ф. Медведев. – Мн.: Высшая школа, 1998. – 311 с.
3. Бутаев, Д.А., Сборник задач по машиностроительной гидравлике / под ред. Д.А. Бутаева, З.А. Калмыковой, Л.Г. Подвидза и др. – М.: Машиностроение, 1981. – 472 с.
4. Вильнер, Я.М. Лабораторный практикум по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам / Я.М. Вильнер и др. – Мн.: Высшая школа, 1980. – 224 с.
5. Юшкин, В.В. Гидравлика и гидравлические машины (краткий курс) : Учебное пособие для машиностроительных специальностей вузов / В.В. Юшкин. – Мн.: Высшая школа, 1974. – 272 с.

### **4.2 Дополнительная литература**

1. Вильнер, Я.М. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам / Я.М. Вильнер и др. – Мн.: Высшая школа, 1985. – 382 с.
2. Черкасский, В.М. Насосы, компрессоры, вентиляторы / В.М. Черкасский – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 416 с.
3. Чугаев, Р.Р. Гидравлика. Техническая механика жидкости / Р.Р. Чугаев – Ленинград: 1982. – Энергоиздат, 672 с.
4. Расчет гидравлических и пневматических систем. Учебное пособие для студентов машиностроительных специальностей высших учебных заведений / сост. В.И. Ольшанский. – Витебск: УО «ВГТУ», 2001. – 75 с.

### **4.3 Примерная тематика лабораторных занятий**

1. Определение вязкости жидкостей.
2. Приборы для измерения давления.
3. Относительный покой жидкости.
4. Построение эпюры скоростей турбулентного потока.
5. Режимы движения жидкости.
6. Графическое представление уравнения Бернулли.
7. Определение коэффициента потерь по длине.
8. Определение коэффициентов местных сопротивлений.
9. Гидравлический удар в трубах.
10. Исследование дроссельных расходомерных устройств.
11. Истечение жидкости через малые отверстия.
12. Истечение жидкости через насадки.
13. Истечение жидкости через отверстия и насадки при переменном напоре.
14. Испытание центробежного насоса и построение его рабочих

характеристик.

15. Кавитационные испытания центробежного насоса.

16. Изучение конструкций насосов объемного действия.

17. Испытание насоса объемного действия и построение его рабочих характеристик.

18. Изучение конструкции и снятие рабочих характеристик дросселя и регулятора расхода.

#### **4.4 Примерная тематика практических занятий**

1. Силы гидростатического давления на плоские фигуры.

2. Силы гидростатического давления на криволинейные фигуры.

3. Равновесие жидкости в движущихся сосудах.

4. Истечение жидкости через отверстия и насадки.

5. Расчет простых трубопроводов.

6. Расчет сложных трубопроводов.

7. Взаимодействие потока жидкости с ограничивающими его стенками. Гидравлические машины.

8. Работа насосов на сеть.

9. Рабочая точка гидравлической системы. Способы регулирования рабочей точки.

#### **4.5 Примерная тематика курсовых работ**

1. Расчет трубопровода для перемещения жидкости, подбор насоса и исследование режимов его работы.

2. Расчет гидравлических систем «насос-сеть».

3. Гидравлический расчет системы водоснабжения (теплоснабжения) предприятия (цеха).