

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
Институт политехнический
Кафедра промышленной энергетики

УТВЕРЖДАЮ
Директор политехнического
института
 А. Н. Чадин
" 21 " 03 2017 г.

ГИДРАВЛИКА

Учебный модуль по направлению подготовки 35.03.06 - «Агроинженерия»

Рабочая программа

СОГЛАСОВАНО

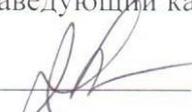
Заведующий кафедрой
механизации сельского хозяйства
_____ С.В. Карташов
_____ 2017г.

Принято на заседании
Ученого совета ИПТ
Протокол № _____

от 21.03.2017г.
Директор ИПТ
 А. Н. Чадин
" 21 " 03 2017г.

Разработал
Доцент кафедры ПРЭН
 В. Г. Сансиев
" 01 " 03 2017 г.

Принято на заседании кафедры
Протокол № от 01.03.2017 г.
Заведующий кафедрой

 И. В. Швецов
" 01 " 03 2017 г.

1 Цели и задачи учебного модуля

Цели учебного модуля (УМ) "Гидравлика":

формирование у будущих бакалавров компетенций, необходимых для овладения базовыми теоретическими знаниями и практическими навыками работы в направлении успешной деятельности в области инжиниринга машинных технологий и производства, хранения и транспортирования продукции растениеводства и животноводства, технологий и средств производства сельскохозяйственной техники, технологий технического обслуживания, диагностирования и ремонта машин и оборудования, методов и средства испытания машин, установок, аппаратов, приборов и оборудования для хранения и первичной переработки продукции растениеводства и животноводства.

Задачи УМ "Гидравлика":

изучение теоретических методов расчета движения жидкости в элементах технологического оборудования, процессов преобразования энергии в гидромашинах; приобретение навыков использования основных уравнений для расчета течений, выработка умений экспериментального исследования и анализа гидравлических характеристик технологического оборудования и гидромашин.

2 Место учебного модуля в структуре ООП направления подготовки 35.03.06 - «Агроинженерия»

Учебный модуль "Гидравлика" относится к базовой части профессионального цикла дисциплин.

Для изучения данного УМ студент должен знать теоретические сведения в объеме курсов математики и физики.

В свою очередь он является основной для овладения студентами модулей «Механика», «Сельскохозяйственные машины», «Ресурсосберегающие технологии в агропромышленном комплексе», «Эксплуатация и ремонт машинно-тракторного парка».

3 Требования к результатам освоения учебного модуля

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

– ОПК-4 – способность решать инженерные задачи с использованием основных законов механики, электротехники, гидравлики, термодинамики и теплообмена

В результате освоения УМ студент должен знать, уметь и владеть:

Знает	Умеет	Владеет
устройство, принцип действия и методы рациональной эксплуатации гидравлических машин и устройств; основные принципы построения, элементы конструкции и методы эксплуатации систем гидропривода, гидромелиорации, сельскохозяйственного водоснабжения и гидропневмотранспорта	использовать основные уравнения и законы гидравлики для решения практических задач различного типа; давать характеристику типовых нарушений в работе гидравлических машин и систем; подбирать гидравлические машины и устройства различных технологических процессов сельскохозяйственного производства для обеспечения экономного потребления воды	основными методами расчёта жидких потоков и параметров гидравлических машин и систем; навыками применения основных законов гидравлики для решения инженерных задач

4 Структура и содержание учебного модуля

4.1 Трудоемкость учебного модуля

Учебная работа (УР)	Всего	Распределение по семестрам	Коды формируемых компетенций
		3	
Трудоемкость модуля в зачетных единицах (ЗЕТ)	3	3	
Распределение трудоемкости по видам УР в академических часах (АЧ):	108	108	
- лекции	18	18	ОПК-4
- практические занятия	18	18	
- лабораторные работы	18	18	
- в т.ч. аудиторная СРС	9	9	
- внеаудиторная СРС	54	54	
Аттестация:			
- дифференцированный зачет*	-	-	

*) зачеты принимаются в часы аудиторной СРС.

4.2 Содержание и структура учебного модуля

1 Основные физические свойства жидкостей и газов

2 Гидростатика

3 Основы кинематики жидкости

4 Гидродинамика

5 Гидравлические сопротивления

6 Гидравлический расчет трубопроводов

7 Истечение жидкостей из отверстий и насадков

Календарный план, наименование разделов учебного модуля с указанием трудоемкости по видам учебной работы представлены в технологической карте учебного модуля (приложение Б).

4.3 Организация изучения учебного модуля

Методические рекомендации по организации изучения УМ с учетом использования в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения учебных занятий даны в Приложении А.

5 Контроль и оценка качества освоения учебного модуля

Контроль качества освоения студентами УМ и его составляющих осуществляется непрерывно в течение всего периода обучения с использованием балльно-рейтинговой системы (БРС), являющейся обязательной к использованию всеми структурными подразделениями университета.

Для оценки качества освоения модуля используются формы контроля: текущий – регулярно в течение всего семестра, рубежный (после освоения каждого УЭМ) и семестровый (дифференцированный зачет) – по окончании изучения УМ.

Рубежная аттестация на 9 неделе проводится по результатам рубежного контроля. Пороговому уровню соответствует 37 баллов, максимальное количество баллов – 75.

Рубежная аттестация предполагает использование педагогических тестовых материалов для аудиторного контроля теоретических знаний (пример заданий в тестовой форме даны в

приложении А); учет суммарных результатов по итогам текущего контроля за соответствующий период, включая баллы за выполнение лабораторных и контрольных работ, опрос, систематичность работы и творческий рейтинг (участие в конференции, публикации, творческие идеи).

Семестровый контроль проходит на 18 неделе. Пороговому уровню соответствует 75 баллов, максимальное количество баллов по модулю – 150.

Оценка качества освоения модуля осуществляется с использованием фонда оценочных средств, разработанного для данного модуля, по всем формам контроля в соответствии с положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования».

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: контрольные работы, опрос, лабораторные работы и дифференцированный зачет.

Содержание видов контроля и их график отражены в технологической карте учебного модуля (Приложение Б).

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебного модуля представлено **Картой учебно-методического обеспечения** (Приложение В)

7 Материально-техническое обеспечение учебного модуля

Для осуществления образовательного процесса по модулю используются лекционные аудитории, оборудованные мультимедийными средствами, компьютерный класс для проведения виртуальных лабораторных работ по Гидравлике, лаборатория, оборудованная лабораторным стендом Гидрогазодинамика.

Приложения (обязательные):

А – Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля

Б – Технологическая карта

В – Карта учебно-методического обеспечения УМ

Г – Полный перечень возможных вопросов по темам разделов УМ

Приложение А (обязательное)

Методические рекомендации по организации изучения учебного модуля «Гидравлика»

Учебный модуль «Гидравлика» состоит из взаимосвязанных разделов, по которым предусмотрены лекционные и практические занятия, а также лабораторные работы. Первый учебный элемент основан на изучении законов равновесия и движения жидкостей и способах приложения этих законов к решению задач агроинженерии, характеризуется установлением приближённых зависимостей, основанных на экспериментальных результатах.

В таблице А.1 отражены разделы модуля, технологии и формы проведения занятий, задания по самостоятельной работе студента и ссылки на необходимую литературу.

А.1 Методические рекомендации по теоретической части учебного модуля

Теоретическая часть модуля направлена на формирование системы знаний о физических явлениях в равновесной и движущейся жидкости и законах, определяющих состояние жидкой и газообразной сред и их взаимодействия с твёрдыми телами.

Основное содержание теоретической части излагается преподавателем на лекционных занятиях, а также усваивается студентом при знакомстве с дополнительной литературой, которая предназначена для более глубокого овладения знаниями основных дидактических единиц соответствующего раздела и указана в таблице А.1.

А.2 Методические рекомендации по практическим занятиям

Цель практических занятий – закрепление теоретического материала и выработка у студентов умения решать задачи по практическим аспектам учебного модуля.

Практические занятия в рамках УМ строятся следующим образом:

- 50% аудиторного времени отводится на объяснение решения типовых задач у доски;
- 40% аудиторного времени – самостоятельное решение задач студентами;
- 10% аудиторного времени в конце текущего занятия – разбор типовых ошибок при решении задач.

Контрольные работы проводятся на практических занятиях после освоения студентами теоретического материала и тренинга по решению задач по следующим разделам УМ:

- основные физические свойства жидкостей и газов;
- гидростатика;
- основы кинематики жидкости;
- гидродинамика;
- гидравлический расчет трубопроводов.

Конкретная форма проведения практических занятий указана в таблице А.1.

А.3 Методические рекомендации по проведению лабораторных работ

При проведении лабораторного практикума студенты самостоятельно выполняют лабораторные работы, получая необходимые консультации у преподавателя. Занятия строятся следующим образом.

Первое занятие:

- проводится инструктаж по технике безопасности;
- студенты разбиваются на группы для выполнения ЛР;
- студенты знакомятся с порядком выполнения, защиты ЛР, правилами оформления отчета (в соответствии с СТО 1.701-2010. Текстовые документы. Общие требования к построению и оформлению);

– студентам указывается число баллов, которое можно набрать при выполнении лабораторного практикума;

– выдаются задания по лабораторным работам.

– студенты выполняют лабораторную работу.

На каждом последующем занятии:

– проводится защита выполненной лабораторной работы;

– выполняются последующие работы.

Без защиты лабораторных работ допускается выполнить только две работы.

По результатам защит студентам начисляются баллы. Максимальное количество баллов за выполнение и защиту одной лабораторной работы – 15 баллов.

Лабораторный практикум считается выполненным, если студент выполнил и защитил все лабораторные работы, набрав при этом минимально необходимую сумму баллов (30 баллов). Перечень ЛР указан в таблице А.2.

Таблица А.2 – Перечень лабораторных работ учебного модуля "Гидравлика и гидрогазодинамика"

№ раздела УМ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ак.час
2	Измерение гидростатического давления, экспериментальное подтверждение основного уравнения гидростатики и закона Паскаля	4
4	Изучение гидравлических сопротивлений напорного трубопровода с определением коэффициентов гидравлического трения и местных сопротивлений	4
5	Исследование эпюр распределения скоростей по величине динамического давления при течении воздуха по трубопроводу круглого сечения с помощью трубки Пито	4
6	Истечение воздуха из ресивера: докритический, критический режим течения	6

Для выполнения лабораторного практикума по УМ студенты должны пользоваться методическими указаниями: 1). Виртуальный лабораторный практикум по гидравлике /Сост. Е.Н. Коноплев, М.А. Скоробогатов, А.А. Шейпак: .-Тверь,2007.-74 с.[электронный ресурс]; 2). Стенд учебный ОГД-10-11ЛР-01 «Основы газовой динамики». ОГД-10-11ЛР-01.000.000 ПЗ. Описание лабораторных работ.-63 с.

Методические указания содержат описания объекта исследования, используемого лабораторного оборудования, методику и порядок проведения лабораторных работ, методы измерений и расчетов, указания по выполнению отчета о работе, контрольные вопросы.

А.4 Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов

Самостоятельная работа студентов включает работу с интернет-источниками, предоставляющими свободный доступ к демо-версиям программных продуктов для моделирования течений жидкостей и газов, программ для расчета свойств воды, водяного пара, газов и смесей газов (например, <http://www.wsp.ru/ru/>, <http://www.thesis.com.ru/>); проработку полученных на занятиях теоретических знаний с использованием дополнительной литературы и специализированных интернет-сайтов (например, <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>), анализ литературных и интернет-источников для выполнения контрольных работ, ознакомление с программными продуктами для моделирования течений жидкостей и газов и их освоение.

Примеры разноуровневых задач с решением представлены в учебных пособиях:

– Сансиев В.Г. Основные физические свойства жидкостей: методические указания / Новгород.гос.ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2011. – 24 с.;

– Раинкина Л.Н. Гидромеханика [электронный ресурс]: учебное пособие по решению задач (2-ое издание). - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 119 с.

УМ содержит теоретическую часть (разделы 1-7), практические и лабораторные работы.

Раздел 1 Основные физические свойства жидкостей и газов. Темы этого раздела следующие: плотность и удельный объем, сжимаемость жидкостей, температурное расширение жидкостей, вязкость жидкостей и газов и ее зависимость от температуры, поверхностное натяжение.

Как правило, в начале лекции проводится опрос для экспресс-оценки уровня усвоения теоретического материала студентами. Опрос по разделу 1 состоит из следующих вопросов, например:

- 1 Дайте определение жидкости.
- 2 Что называют плотностью жидкости?
- 3 Что называют удельным объемом?
- 4 Что называют удельным весом?
- 5 Чем характеризуется сопротивление жидкости изменению ее объема?

Перечень всех возможных вопросов по темам приведен в приложении Г.

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1 Плотность и объем первой жидкости равны 1000 кг/м^3 и 5 см^3 . Плотность второй жидкости 700 кг/м^3 . Какой объем второй жидкости необходимо взять, чтобы плотность смеси была равна 750 кг/м^3 .

2 При истечении воздуха из бака абсолютная температура уменьшилось в 2 раза. Во сколько раз уменьшилось плотность воздуха, если процесс истечения адиабатический ($k = 1,5$)?

3 Определить модуль упругости жидкости, если при увеличении давления на 15 МПа её объём изменился с 400 см^3 до 398 см^3 .

4 Определить коэффициент температурного расширения воздуха, если при увеличении температуры с 20 до 50 С плотность воздуха изменилась с 1,20 до 1,14 кг/м^3 .

5 Определить повышение давления в водопроводе длиной 4 км и диаметром 720 мм, если в него дополнительно закачать 20 л воды. Коэффициенты объёмного сжатия и температурного расширения принять равными: $5 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$ и $4,8 \cdot 10^{-4} \text{ 1/С}$.

Внеаудиторная СРС заключается в решении задач по теме и подготовке к выполнению контрольной работы. Для внеаудиторной СРС по разделу 1 рекомендуется следующая литература:

1 Сансиев В.Г. Основные физические свойства жидкостей: методические указания / Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2011. – 24 с.

2 Богословский С.В. Физические свойства газов и жидкостей: Учеб. Пособие/СПбГУАП. СПб., 2001.-73 с. – Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/resource/664/44664>

3 Сансиев В.Г. Гидравлика: учеб. пособие для студентов технических специальностей / В. Г. Сансиев, И. В. Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.- Великий Новгород, 2011.- 73 с.

Раздел 2 Гидростатика

Темы раздела: силы, действующие в жидкости; модельные жидкости; гидростатическое давление; приборы для измерения давления; основное уравнение гидростатики; сила давления жидкости на плоские и криволинейные стенки.

Опрос по разделу 2 содержит следующие вопросы, например:

1 Объясните физический смысл абсолютного гидростатического давления в жидкости.

2 Объясните физический смысл весового давления в жидкости.

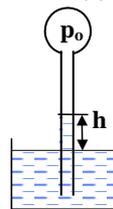
3 Объясните физический смысл манометрического давления.

4 Объясните физический смысл вакуумметрического давления.

5 Объясните физический смысл давления насыщенного пара жидкости.

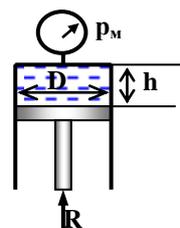
Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1 Абсолютное давление в баке p_0 равно 76 КПа. Определить высоту, на которую в трубке поднялась ртуть.

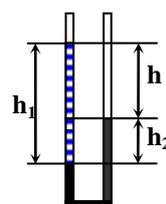


2 Определить абсолютное давление, если показание вакуумметра равно 250 мм. рт. столба.

3 Определить показание манометра, если диаметр поршня 200 мм, сила, действующая на поршень 314 Н, уровень жидкости $h = 1$ м и плотность жидкости 800 кг/м^3 .



4 Определить плотность жидкости в левом колене U образной трубке, если плотность ртути в правом колене 13600 кг/м^3 . $h_1 = 1,5$ м; $h_2 = 0,1$ м



5 Определить показание манометра p_m , если уровни керосина, воды и ртути соответственно равны 2, 1 и 0,1 м, а плотности этих жидкостей 800, 1000 и 13600 кг/м^3 .



В рамках раздела 2 выполняется лабораторная работа "Измерение гидростатического давления, экспериментальное подтверждение основного уравнения гидростатики и закона Паскаля" (Виртуальный лабораторный практикум по гидравлике /Сост. Е.Н. Коноплев, М. А. Скоробогатов, А.А. Шейпак: .-Тверь,2007.-74 с.).

Литература к разделу 2:

1 Лапшев Н.Н. Гидравлика:учеб. Для вузов. – М.: Академия, 2007.–268 с.

2 Чугаев Р. Р. Гидравлика : (техническая механика жидкости) : учеб. для гидротехн. спец. вузов / Р. Р. Чугаев. - М. : БАСТЕТ, 2013. – 671 с.

3 Гидравлика, гидромашины и гидроприводы в примерах решения задач : учеб. пособие для вузов / авт.: Т. В. Артемьева [и др.] ; под ред. С. П. Стесина. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2013. – 200 с.

4 Раинкина Л.Н. Гидромеханика [электронный ресурс]: учебное пособие по решению задач (2-ое издание). - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 119 с.

6 Сансиев В.Г. Гидравлика: учеб. пособие для студентов технических специальностей / В. Г. Сансиев, И. В. Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.- Великий Новгород, 2011.- 73 с.

Раздел 3 Основы кинематики жидкости

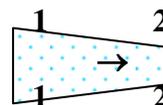
Содержание раздела: струйчатая модель движения жидкости, элементарная струйка и трубка тока, траектория и линия тока жидкой частицы, местная и средняя скорости, расход и средняя скорость потока.

Вопросы к разделу 3:

- 1 Какой физический смысл имеет понятие "местная скорость"?
- 2 Что называют средней скоростью потока?
- 3 Что называют объемным расходом жидкости?
- 4 Что называют массовым расходом жидкости?
- 5 Какое различие между траекторией и линией тока жидкой частицы?

Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

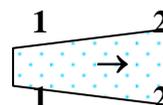
1 Идеальный газ движется в сужающейся трубе. Во сколько раз скорость газа в узком сечении больше, чем в широком, если: $D_1 = 1,5 D_2$, $\rho_1 = 1,2 \rho_2$. Движение газа изотермическое.



2 Вода из трубы диаметром 200 мм вытекает в лоток шириной 100 мм и глубиной жидкости в нем 150 мм. Определить скорости в трубе и лотке, если массовый расход воды равен 60 кг/с.

3 Определить скорость воздуха и эквивалентный диаметр, если за 1 час по вентиляционному каналу размером 200 x 400 мм прокачано 3600 м³ воздуха.

4 Идеальный газ движется в расширяющейся трубе. Во сколько раз давление газа в узком сечении больше, чем в широком, если: $D_1 = 0,25 D_2$, $U_1 = 0,2 U_2$. Движение газа адиабатическое, коэффициент адиабаты $k = 1,33$.



Литература к разделу 3:

- 1 Лапшев Н.Н. Гидравлика.учеб. Для вузов. – М.: Академия, 2007.–268 с.
- 2 Чугаев Р. Р. Гидравлика : (техническая механика жидкости) : учеб. для гидротехн. спец. вузов / Р. Р. Чугаев. - М. : БАСТЕТ, 2013. - 671
- 3 Гидравлика : учебник : для вузов : в 2 т. Т. 1 : Основы механики жидкостей и газов / В. И. Иванов [и др.]. - М. : Академия, 2012. - 188
- 4 Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа: учеб. Для вузов – М.: Дрофа, 2003.- 840 с.
- 5 Сансиев В.Г. Гидравлика: учеб. пособие для студентов технических специальностей / В. Г. Сансиев, И. В. Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.- Великий Новгород, 2011.- 73 с.

Раздел 4 Гидродинамика

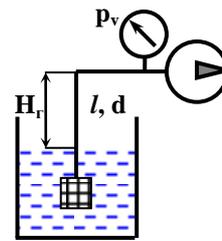
Содержание раздела: методы исследования движения жидкости, дифференциальные уравнения движения жидкости, уравнение неразрывности и расхода, уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости.

Вопросы к разделу 4:

- 1 Что выражает уравнение Бернулли для потока жидкости?
- 2 Какой физический смысл имеет коэффициент Кориолиса в уравнении Бернулли?
- 3 В чем заключается энергетическая интерпретация уравнения Бернулли?
- 4 В чем заключается геометрическая интерпретация уравнения Бернулли?
- 5 Что называют полным напором в сечении?

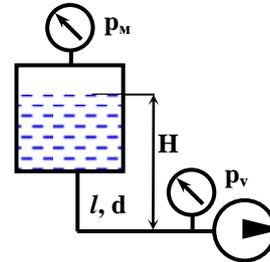
Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

1 Насос за 10 минут перекачивает 6 м^3 воды. Рассчитать показание вакуумметра, если длина трубы 10 метров, диаметр 100 мм, высота подъёма жидкости $H_r = 4$ метра. Потери напора $h_{1-2} = 3 V^2/2g$.

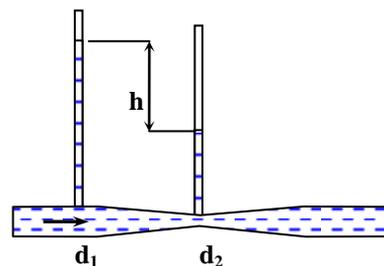


2 Вода из бака перекачивается насосом с расходом 2 л/с по трубопроводу длиной 250 м, диаметром 30 мм. Высота уровня воды в баке $H = 10$ м. Давление вакуума на входе в насос $p_v = 0,03$ МПа. Рассчитать давление в баке p_m .

Потери напора $h_{1-2} = 7 V^2/2g$.

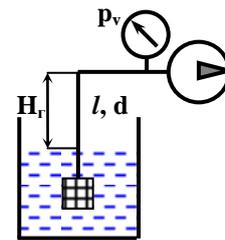


3 В водомере Вентури разность уровней равна $h = 0,5$ м. Определить расход, если диаметры равны $d_1 = 0,3$ м. $d_2 = 0,2$ м. Потери напора считать равными $h_{1-2} = 0,06 V_2^2/2g$.



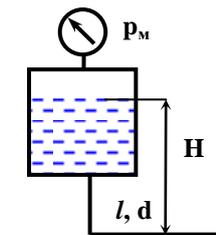
4 Рассчитать скорость движения жидкости в трубе, если показание вакуумметра $p_v = 0,06$ МПа, длина трубы 10 метров, диаметр 100 мм, эквивалентная шероховатость поверхности трубы $k = 0,1$ мм, высота подъёма жидкости $H_r = 3$ м.

Потери напора $h_{1-2} = 5 V^2/2g$.



5 Вода по самотечному трубопроводу длиной 500 м, диаметром 20 мм, вытекает из бака в атмосферу с расходом 0,6 л/с. Давление в баке $p_m = 0,2$ МПа. Потери напора $h_{1-2} = 5 V^2/2g$.

Рассчитать H .



Литература к разделу 4:

- 1 Лапшев Н.Н. Гидравлика:учеб. Для вузов. – М.: Академия, 2007.–268 с.
- 2 Чугаев Р. Р. Гидравлика : (техническая механика жидкости) : учеб. для гидротехн. спец. вузов / Р. Р. Чугаев. - М. : БАСТЕТ, 2013. - 671
- 3 Гидравлика, гидромашини и гидроприводы в примерах решения задач : учеб. пособие для вузов / авт.: Т. В. Артемьева [и др.] ; под ред. С. П. Стесина. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2013. - 200
- 4 Гидравлика : учебник : для вузов : в 2 т. Т. 1 : Основы механики жидкостей и газов / В. И. Иванов [и др.]. - М. : Академия, 2012. - 188
- 5 Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа: учеб. Для вузов – М.: Дрофа, 2003.-840 с.
- 6 Раинкина Л.Н. Гидромеханика [электронный ресурс]: учебное пособие по решению задач (2-ое издание). - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 119 с.

7 Сансиев В.Г. Гидравлика: учеб. пособие для студентов технических специальностей / В. Г. Сансиев, И. В. Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.- Великий Новгород, 2011.- 73 с.

Раздел 5 Гидравлические сопротивления

Раздел содержит: общие сведения о гидравлических потерях, потери напора в трубах, режимы движения жидкости, число Рейнольдса, формула Дарси, шероховатость стенок, местные гидравлические сопротивления, основные виды местных сопротивлений, коэффициент местных потерь.

Вопросы к разделу 5:

- 1 Какие типы гидравлических сопротивлений вы знаете?
- 2 По какой причине появляются сопротивления по длине потока?
- 3 На что затрачивается энергия при прохождении жидкости через местные гидравлические сопротивления?
- 4 Как определить режим движения ньютоновской жидкости?
- 5 Какой физический смысл числа Re ?

В рамках раздела 5 выполняется лабораторная работа "Изучение гидравлических сопротивлений напорного трубопровода с определением коэффициентов гидравлического трения и местных сопротивлений" (Виртуальный лабораторный практикум по гидравлике /Сост. Е.Н. Коноплев, М. А. Скоробогатов, А.А. Шейпак: .-Тверь,2007.-74 с.).

Литература к разделу 5:

- 1 Лапшев Н.Н. Гидравлика:учеб. Для вузов. – М.: Академия, 2007.–268 с.
- 2 Чугаев Р. Р. Гидравлика : (техническая механика жидкости) : учеб. для гидротехн. спец. вузов / Р. Р. Чугаев. - М. : БАСТЕТ, 2013. - 671
- 3 Гидравлика, гидромашин и гидроприводы в примерах решения задач : учеб. пособие для вузов / авт.: Т. В. Артемьева [и др.] ; под ред. С. П. Стесина. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2013. - 200
- 4 Гидравлика : учебник : для вузов : в 2 т. Т. 1 : Основы механики жидкостей и газов / В. И. Иванов [и др.]. - М. : Академия, 2012. - 188
- 5 Раинкина Л.Н. Гидромеханика [электронный ресурс]: учебное пособие по решению задач (2-ое издание). - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 119 с.
- 6 Сансиев В.Г. Гидравлика: учеб. пособие для студентов технических специальностей / В. Г. Сансиев, И. В. Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.- Великий Новгород, 2011.- 73 с.

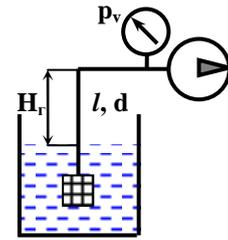
Раздел 6 Гидравлический расчет трубопроводов

Содержание раздела: основные расчетные уравнения простого трубопровода, короткие и длинные трубопроводы, расчет коротких трубопроводов, последовательное и параллельное соединение трубопроводов, трубопровод с насосной подачей, гидравлический расчет теплообменного оборудования.

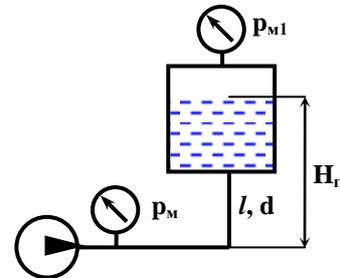
Вопросы к разделу 6:

- 1 По какой формуле можно рассчитать коэффициент гидравлического трения для всего диапазона турбулентного режима?
 - 2 Почему при увеличении температуры жидкости число Re тоже увеличивается?
 - 3 Почему при движении жидкости в любом сечении потока объёмный расход остается постоянным, а при движении газа он изменяется?
 - 4 Три основные задачи расчета трубопроводов и пути их решения.
 - 5 Методы решения трансцендентных уравнений (графический и численные).
- Практические занятия состоят из решения разноуровневых задач, например:

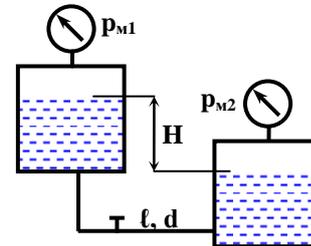
1 Насос за 10 минут перекачивает 6 м^3 воды вязкостью $0,8 \text{ мПа}\cdot\text{с}$. Рассчитать показание вакуумметра, если длина трубы 10 метров, диаметр 100 мм, эквивалентная шероховатость поверхности трубы $k = 0,1 \text{ мм}$, высота подъема жидкости $H_r = 4 \text{ метра}$. Коэффициент местных сопротивлений принять равным $\xi_m = 3$.



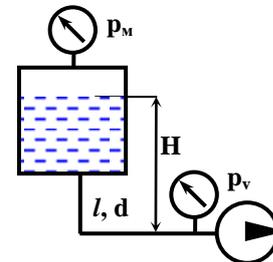
2 Насос перекачивает за час 36 т мазута плотностью ρ_m вязкостью μ_m . $H_r = 25 \text{ метров}$ высота подъема жидкости, коэффициент местных сопротивлений $\xi_m = 10$, длина трубы 500 м, эквивалентная шероховатость поверхности трубы $k = 1,4 \text{ мм}$, диаметр трубы 100 мм, показание манометра $p_{m1} = 0,2 \text{ МПа}$, Определить давление на выходе из насоса p_m .



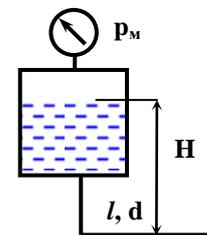
3 Мазут плотностью ρ_m вязкостью μ_m по самотечному трубопроводу длиной 50 м, диаметром 20 мм и эквивалентной шероховатостью поверхности трубы 0,08 мм, перетекает из правого бака в левый. Давления в баках $p_{m1} = 0, \text{ МПа}$, $p_{m2} = 0,5 \text{ МПа}$, разность уровней в баках $H = 15 \text{ м}$. Коэффициент местных сопротивлений $\xi_m = 15$. Рассчитать расход.



4 Мазут плотностью ρ_m вязкостью μ_m из бака перекачивается насосом с расходом 20 л/с по трубопроводу длиной 500 м и эквивалентной шероховатостью поверхности трубы 0,35 мм. Высота уровня в баке $H = 15 \text{ м}$. Давление вакуума на входе в насос и в баке $p_v = 0,04 \text{ МПа}$, $p_m = 0,2 \text{ МПа}$. Коэффициент местных сопротивлений $\xi_m = 30$. Рассчитать диаметр трубопровода.



5 Вода, вязкость которой $0,9 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ по самотечному трубопроводу длиной 50 м, диаметром 20 мм и эквивалентной шероховатостью поверхности трубы 0,04 мм, вытекает из бака в атмосферу с расходом $0,6 \text{ л/с}$. Давление в баке $p_m = 0,2 \text{ МПа}$, коэффициент местных сопротивлений $\xi_m = 15$. Рассчитать H .



Литература к разделу 6:

1 Лапшев Н.Н. Гидравлика: учеб. для вузов. – М.: Академия, 2007.–268 с.

2 Чугаев Р. Р. Гидравлика : (техническая механика жидкости) : учеб. для гидротехн. спец. вузов / Р. Р. Чугаев. - М. : БАСТЕТ, 2013. - 671

3 Гидравлика, гидромашини и гидроприводы в примерах решения задач : учеб. пособие для вузов / авт.: Т. В. Артемьева [и др.] ; под ред. С. П. Стесина. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2013. - 200

4 Гидравлика : учебник : для вузов : в 2 т. Т. 1 : Основы механики жидкостей и газов / В. И. Иванов [и др.]. - М. : Академия, 2012. - 188

5 Раинкина Л.Н. Гидромеханика [электронный ресурс]: учебное пособие по решению задач (2-ое издание). - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 119 с.

6 Сансиев В.Г. Гидравлика: учеб. пособие для студентов технических специальностей / В. Г. Сансиев, И. В. Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.- Великий Новгород, 2011.- 73 с.

Раздел 7 Истечение жидкостей из отверстий и насадков

Содержание раздела: истечение в атмосферу при постоянном напоре через малое отверстие в тонкой стенке, истечение через затопленное отверстие, истечение через насадки.

Вопросы к разделу 7:

- 1 Какое отверстие в тонкой стенке называют малым?
- 2 Какой физический смысл коэффициента скорости при истечении?
- 3 Какой физический смысл коэффициента расхода при истечении?
- 4 Сравнение истечения через отверстия и насадки различных типов.
- 5 Кавитация в насадке.

Литература к разделу 7:

1 Лапшев Н.Н. Гидравлика: учеб. Для вузов. – М.: Академия, 2007.–268 с.

2 Чугаев Р. Р. Гидравлика : (техническая механика жидкости) : учеб. для гидротехн. спец. вузов / Р. Р. Чугаев. - М. : БАСТЕТ, 2013. - 671

3 Гидравлика : учебник : для вузов : в 2 т. Т. 1 : Основы механики жидкостей и газов / В. И. Иванов [и др.]. - М. : Академия, 2012. - 188

4 Раинкина Л.Н. Гидромеханика [электронный ресурс]: учебное пособие по решению задач (2-ое издание). - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 119 с.

5 Сансиев В.Г. Гидравлика: учеб. пособие для студентов технических специальностей / В. Г. Сансиев, И. В. Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.- Великий Новгород, 2011.- 73 с.

Рубежный контроль по УМ осуществляется с помощью тестового задания (закрытого), содержащего 39 вопросов, например,

Жидкости и газы проявляют упругие свойства при деформации...	<ol style="list-style-type: none"> 1 сдвига 2 растяжения 3 одноосного сжатия 4 всестороннего сжатия
Для адиабатного процесса в идеальном газе справедливо соотношение:	<ol style="list-style-type: none"> 1 $\frac{p}{V} = RT$ 2 $\frac{p}{\rho} = const$ 3 $\frac{p}{\rho^k} = const$ 4 $\frac{p}{\rho} = RT$
Если манометр показал давление p_m , то абсолютное давление p равно...	<ol style="list-style-type: none"> 1 $p = p_{атм} + p_m$ 2 $p = p_m$ 3 $p = p_m - p_{атм}$ 4 $p = p_{атм} - p_m$
Кривая, в каждой точке которой вектор скорости направлен по касательной к ней, называется...	<ol style="list-style-type: none"> 1 траекторией 2 элементарной стружкой 3 линией отмеченных точек 4 линией тока
Рейнольдс установил, что существует _____ режим(а) движения жидкости	<ol style="list-style-type: none"> 1 2 3 4

**Приложение Б
(обязательное)**

**Технологическая карта
учебного модуля «Гидравлика»**

семестр 3, ЗЕТ 3, вид аттестации – диф. зачет, акад. часов - 108, баллов рейтинга 150

№ и наименование раздела учебного модуля, КП/КР	№ неде- ли сем.	Трудоемкость, ак. час					СРС	Форма текущего контроля успев. (в соотв. с паспортом ФОС)	Максим. кол-во баллов рейтинга
		Аудиторные занятия							
		ЛЕК	ПЗ	ЛР	АСРС				
УМ Гидравлика	1-18							150	
1 Основные физические свойства жидкостей и газов	1-2	2	2	-	1	6	Контрольная работа 1 Опрос	10 5	
2 Гидростатика	3-5	2	4	4	2	6	Контрольная работа 2 Лабораторная работа 1 Опрос	10 10 5	
3 Основы кинематики жидкости	6-7	2	2	-	1	6	Контрольная работа 3 Опрос	10 5	
4 Гидродинамика	8-9	2	2	5	2	10	Контрольная работа 4 Лабораторная работа 2 Опрос	10 10	
5 Гидравлические сопротивления	10-12	4	2	4	1	10	Лабораторная работа 3 Опрос	10 5	
6 Гидравлический расчет трубопроводов	13-16	4	4	5	2	10	Контрольная работа 5 Лабораторная работа 4 Опрос	10 10	
7 Истечение жидкостей из отверстий и насадков	17-18	2	2	-	-	6	Опрос	5	
Рубежный контроль по УМ	9	18	18	18	9	54	Тестовое задание	35	
Рубежная аттестация – не менее 37 баллов из 75									
Итого:	18	18	18	18	9	54		150	

Критерии оценки качества освоения студентами дисциплины

(в соответствии с Положением «Об организации учебного процесса по образовательным программам высшего образования»):

- оценка «удовлетворительно» – от 75 до 104 баллов;

- оценка «хорошо» – от 105 до 134 баллов;

- оценка «отлично» – от 135 до 150 баллов.

Приложение Г
(обязательное)
Карта учебно-методического обеспечения
учебного модуля "Гидравлика"

Направление (специальность) 35.03.06 - «Агроинженерия»

Формы обучения очная

Курс 2 Семестр 3

Часов: всего 108, лекций 18, практ. зан. 18, лаб. раб. 18, СРС и виды индивидуальной работы (курсовая работа, КП) 54

Обеспечивающая кафедра ПРЭН

Таблица 1- Обеспечение учебного модуля учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
Учебники и учебные пособия		
1 Лапшев Н.Н. Гидравлика:учеб. Для вузов. – М.: Академия, 2007.–268 с.	25	
2 Чугаев Р. Р. Гидравлика : (техническая механика жидкости) : учеб. для гидротехн. спец. вузов / Р. Р. Чугаев. - М. : БАСТЕТ, 2013. - 671	25	
3 Гидравлика, гидромашины и гидроприводы в примерах решения задач : учеб. пособие для вузов / авт.: Т. В. Артемьева [и др.] ; под ред. С. П. Стесина. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2013. - 200	12	
4 Гидравлика : учебник : для вузов : в 2 т. Т. 1 : Основы механики жидкостей и газов / В. И. Иванов [и др.]. - М. : Академия, 2012. - 188	5	
5 Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа: учеб. Для вузов – М.: Дрофа, 2003.-840 с.	12	
6 Раинкина Л.Н. Гидромеханика [электронный ресурс]: учебное пособие по решению задач (2-ое издание). - М.: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005. - 119 с.		Единое окно доступа к образовательным ресурсам http://window.edu.ru/resource/786/63786
Учебно-методические издания		
1 Сансиев В.Г. Гидравлика: учеб. пособие для студентов технических специальностей / В. Г. Сансиев, И. В. Швецов; НовГУ им. Ярослава Мудрого.- Великий Новгород, 2011.- 73 с.	10	
2 Сансиев В.Г. Основные физические свойства жидкостей: методические указания / Новгород.гос.ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2011. – 24 с.	10	
3 Виртуальный лабораторный практикум по гидравлике /Сост. Е.Н. Коноплев, М.А. Скоробогатов, А.А. Шейпак: .-Тверь,2007.-74 с.		http://www.novsu.ru/study/umk/university/r.6991.ksort.spec/i.6991/?spec=140104.65&showfolder=7614

Таблица 2 – Информационное обеспечение учебного модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
Рабочая программа «Гидравлика» 35.03.06 - «Агроинженерия» В.Г.Сансиев НовГУ им.Ярослава Мудрого 2017. 19с.		
Сайт "EqWorld – Мир математических уравнений" (библиотека - книги по механике – механика жидкости и газа / механика сплошных сред, динамика многофазных сред)	http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm	
Сайт инжиниринговой компании ТЕСИС (инженерные программы–FlowVision)	http://www.tesis.com.ru/	

Таблица 3 – Дополнительная литература

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Кол. экз. в библ. НовГУ	Наличие в ЭБС
1		
2		
3		
4		
5		

Действительно для учебного года 2017 / 2018

Зав. кафедрой ПРЭН _____ И.В. Швецов

подпись

И.О.Фамилия

“01” марта 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

НБ НовГУ:

должность

подпись

расшифровка

Приложение Е

Перечень вопросов по темам

Вопросы по разделу 1

- 1 Дайте определение жидкости.
- 2 Что называют плотностью жидкости?
- 3 Что называют удельным объемом?
- 4 Что называют удельным весом?
- 5 Чем характеризуется сопротивление жидкости изменению ее объема?
- 6 Что представляет объемный модуль упругости жидкости?
- 7 Что называют относительным изменением объема жидкости?
- 8 Что называют вязкостью жидкости?
- 9 Какое отличие между динамической и кинематической вязкостью?
- 10 Чем определяется относительное изменение объема жидкости при изменении температуры?
- 11 Вязкость капельной жидкости с ростом температуры увеличивается или уменьшается?
- 12 Вязкость газа с ростом температуры увеличивается или уменьшается?
- 13 Какими приборами измеряют вязкость жидкости?
- 14 В каких единицах измерения выражается динамическая вязкость?
- 15 В каких единицах измерения выражается кинематическая вязкость?
- 16 Что называют поверхностным натяжением жидкости?
- 17 Каким уравнением описывается состояние идеального газа?
- 18 Какой процесс в газе называют изотермическим?
- 19 Каким соотношением характеризуется адиабатный процесс в газах?
- 20 Какой процесс в газе называют политропным?

Вопросы по разделу 2

- 1 Объясните физический смысл абсолютного гидростатического давления в жидкости.
- 1 Объясните физический смысл весового давления в жидкости.
- 2 Объясните физический смысл манометрического давления.
- 3 Объясните физический смысл вакуумметрического давления.
- 4 Объясните физический смысл давления насыщенного пара жидкости.
- 5 Сформулируйте закон Паскаля.
- 6 Сформулируйте закон Архимеда.
- 7 Что выражает основное уравнение гидростатики?
- 8 На чем основан принцип действия жидкостных приборов для измерения давления?
- 9 На чем основан принцип действия механических приборов для измерения давления?
- 10 Как связаны показания приборов с абсолютным давлением?
- 11 Как определить силу давления жидкости на плоскую поверхность твердого тела?
- 12 Как определить точку приложения силы давления жидкости на плоскую поверхность твердого тела?
- 13 С помощью каких приборов измеряют давление, превышающее атмосферное?
- 14 С помощью каких приборов измеряют вакуумметрическое давление?
- 15 Какую поверхность называют поверхностью уровня?
- 16 Что такое дифференциальный манометр?
- 17 Перечислите единицы измерения давления.
- 18 Как определить силу давления газа на плоскую поверхность твердого тела?
- 19 Какие типы механических манометров Вы знаете?

4.4 Вопросы по разделам 3 и 4

- 6 Какой физический смысл имеет понятие "местная скорость"?
- 7 Что называют средней скоростью потока?

- 8 Что называют объемным расходом жидкости?
- 9 Что называют массовым расходом жидкости?
- 10 Что называют смоченным периметром?
- 11 Что называют живым сечением потока?
- 12 Что называют гидравлическим радиусом?
- 13 Что называют эквивалентным диаметром?
- 14 Объясните физический смысл понятия "удельная кинетическая энергия"?
- 15 Объясните физический смысл понятия "удельная потенциальная энергия положения"?
- 16 Объясните физический смысл понятия "удельная потенциальная энергия давления"?
- 17 Дайте определение мощности потока.
- 18 Сформулируйте закон сохранения массы для потока жидкости или газа.
- 19 В каком случае закон сохранения массы эквивалентен закону сохранения объемного расхода?
- 20 Что выражает уравнение неразрывности для потока?
- 21 Что выражает уравнение Бернулли для потока жидкости?
- 22 Какой физический смысл имеет коэффициент Кориолиса в уравнении Бернулли?
- 23 В чем заключается энергетическая интерпретация уравнения Бернулли?
- 24 В чем заключается геометрическая интерпретация уравнения Бернулли?
- 25 Что называют полным напором в сечении?

Вопросы по разделам 5–7

- 1 Какие типы гидравлических сопротивлений вы знаете?
- 2 По какой причине появляются сопротивления по длине потока?
- 3 На что затрачивается энергия при прохождении жидкости через местные гидравлические сопротивления?
- 4 Как определить режим движения ньютоновской жидкости?
- 5 Какой физический смысл числа Re ?
- 6 От каких факторов зависит коэффициент гидравлического трения при ламинарном режиме?
- 7 От каких факторов зависит коэффициент гидравлического трения при турбулентном режиме?
- 8 Что такое гидравлически гладкая труба?
- 9 Что такое гидравлически шероховатая труба?
- 10 Каким образом можно превратить гидравлически гладкую трубу в гидравлически шероховатую?
- 11 Методика применения уравнения Бернулли для решения практических задач.
- 12 Принцип выбора сечений и плоскости сравнения.
- 13 В каких случаях можно пренебрегать скоростью движения жидкости в сечениях потока?
- 14 По какой формуле рассчитываются линейные потери напора?
- 15 По какой формуле рассчитываются потери напора в местных сопротивлениях?
- 16 Что называют абсолютной эквивалентной шероховатостью?
- 17 Сколько областей для коэффициента гидравлического трения Вы знаете?
- 18 По какой формуле можно рассчитать коэффициент гидравлического трения для всего диапазона турбулентного режима?
- 19 Почему при увеличении температуры жидкости число Re тоже увеличивается?
- 20 Почему при движении жидкости в любом сечении потока объёмный расход остается постоянным, а при движении газа он изменяется?
- 26 Три основные задачи расчета трубопроводов и пути их решения.
- 27 Методы решения трансцендентных уравнений (графический и численные).
- 28 Кавитационный расчет всасывающего трубопровода насоса.
- 29 Определение расхода и скорости при истечении жидкости.

- 30 Какое отверстие в тонкой стенке называют малым?
- 31 Какой физический смысл коэффициента скорости при истечении?
- 32 Какой физический смысл коэффициента расхода при истечении?
- 33 Сравнение истечения через отверстия и насадки различных типов.
- 34 Всасывающий эффект насадка.
- 35 Кавитация в насадке.