

**Методические материалы для обучающихся
по освоению дисциплины (модуля)**

Гидравлика в технологических машинах и оборудовании
наименование дисциплины (модуля)

Направление подготовки /специальность 15.03.02 Технологические машины
и оборудование
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность (профиль)/специализация Инжиниринг технологического
оборудования
наименование направленности (профиля) /специализации

Мурманск
2025

Составитель – Шутов А.В., ст. преподаватель кафедры ТХО ФГАОУ ВО «МАУ»

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модулю) Гидравлика в технологических машинах и оборудовании рассмотрены и одобрены на заседании кафедры Технологического и холодильного оборудования «21» марта___2025_г., протокол № 6.

Общие положения

Цель методических материалов по освоению дисциплины (модуля) - обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины (модуля), а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Освоение дисциплины (модуля) осуществляется на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Основными видами аудиторной работы по дисциплине (модулю) являются занятия лекционного и семинарского типа. Конкретные формы аудиторной работы обучающихся представлены в учебном плане образовательной программы и в рабочих программах дисциплин (модулей).

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины (модуля), ее структурой и содержанием, фондом оценочных средств.

Работая с рабочей программой, необходимо обратить внимание на следующее:

- некоторые разделы или темы дисциплины не разбираются на лекциях, а выносятся на самостоятельное изучение по рекомендуемому перечню основной и дополнительной литературы и учебно-методическим разработкам;

- усвоение теоретических положений, методик, расчетных формул, входящих в самостоятельно изучаемые темы дисциплины, необходимо самостоятельно контролировать с помощью вопросов для самоконтроля;

- содержание тем, вынесенных на самостоятельное изучение, в обязательном порядке входит составной частью в темы текущего контроля и промежуточной аттестации.

Каждая рабочая программа по дисциплине (модулю) сопровождается методическими материалами по ее освоению.

Отдельные учебно-методические разработки по дисциплине (модулю): учебные пособия или конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и решению задач и т.п. размещены в ЭИОС МАУ.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке МАУ учебную литературу, необходимую для работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины (модуля).

Виды учебной работы, сроки их выполнения, запланированные по дисциплине (модулю), а также система оценивания результатов, зафиксированы в технологической карте дисциплины (модуля):

Таблица 1 - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) Гидравлика (промежуточная аттестация – «зачет»)

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
Текущий контроль				
1.	Выполнение практических работ	40	60	
2.	Посещение занятий	10	20	
3.	Своевременная сдача контрольных точек	10	20	
4.	ИТОГО за работу в семестре	min - 60	max - 100	
Промежуточная аттестация «зачет»				
	ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	min – 60	max - 100	

Важным условием успешного освоения дисциплины (модуля) является создание самим обучающимся системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с календарным учебным графиком.

1. Методические рекомендации при работе на занятиях лекционного типа

К занятиям лекционного типа относятся лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем.

Лекция представляет собой последовательное изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель лекционного занятия – организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом учебной дисциплины (модуля).

В ряде случаев лекция выполняет функцию основного источника информации, например, при отсутствии учебников и учебных пособий; в случае, когда новые научные данные по той или иной теме не нашли отражения в учебниках; отдельные разделы и темы очень сложные для самостоятельного изучения обучающимися.

В ходе проведения занятий лекционного типа необходимо вести конспектирование излагаемого преподавателем материала.

Наиболее точно и подробно в ходе лекции записываются следующие аспекты: название лекции; план; источники информации по теме; понятия, определения; основные формулы; схемы; принципы; методы; законы; гипотезы; оценки; выводы и практические рекомендации.

Конспект - это не точная запись текста лекции, а запись смысла, сути учебной информации. Конспект пишется для последующего чтения и это значит, что формы записи следует делать такими, чтобы их можно было легко и быстро прочитать спустя некоторое время. Конспект должен облегчать понимание и запоминание учебной информации.

Рекомендуется задавать лектору уточняющие вопросы с целью углубления теоретических положений, разрешения противоречивых ситуаций. При подготовке к занятиям семинарского типа, можно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из изученной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины (модуля).

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины (модуля).

2. Методические рекомендации по подготовке и работе на занятиях семинарского типа

Важной составной частью учебного процесса в университете являются занятия семинарского типа. К ним относятся: семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия.

Эффективность этих занятий во многом зависит от качества предшествующих занятий лекционного типа и самоподготовки обучающихся. Занятия семинарского типа проводятся по дисциплинам (модулям), требующим научно-теоретического обобщения литературных источников, и помогают обучающимся глубже усвоить учебный материал, приобрести навыки творческой работы с различными источниками информации.

Планы занятий семинарского типа, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателям на вводных занятиях, в методических указаниях, которые размещаются в ЭИОС МАУ.

Подготовка к занятию семинарского типа включает 2 этапа.

1 этап – организационный. Обучающийся планирует свою работу, которая включает: уяснение задания; подбор рекомендованной литературы; составление плана

работы, в котором определяются основные пункты предстоящей подготовки. Составление плана дисциплинирует и повышает организованность в работе.

2 этап - закрепление и углубление теоретических знаний. Включает непосредственную подготовку обучающегося к занятию. Начинать надо с изучения рекомендованной литературы. Необходимо помнить, что на лекционном занятии обычно рассматривается не весь материал, а только его часть. В связи с этим работа с рекомендованной литературой обязательна. Особое внимание при этом необходимо обратить на суть основных положений и выводов, объяснение явлений и фактов, уяснение практического приложения рассматриваемых теоретических вопросов. В процессе этой работы обучающийся должен стремиться понять и запомнить основные положения рассматриваемого материала, примеры, поясняющие его, а также разобраться в иллюстративном материале. Заканчивать подготовку следует составлением плана (конспекта) по изучаемому материалу (вопросу). Это позволяет составить концентрированное, сжатое представление по изучаемым вопросам.

Различаются четыре типа конспектов:

План-конспект - это развернутый детализированный план, в котором достаточно подробные записи приводятся по тем пунктам плана, которые нуждаются в пояснении.

Текстуальный конспект - это воспроизведение наиболее важных положений и фактов источника.

Свободный конспект - это четко и кратко сформулированные (изложенные) основные положения в результате глубокого осмысливания материала. В нем могут присутствовать выписки, цитаты, тезисы; часть материала может быть представлена планом.

Тематический конспект - составляется на основе изучения ряда источников и дает более или менее исчерпывающий ответ по какой-то схеме (вопросу).

Практическое занятие - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. И если на лекции основное внимание студентов сосредоточивается на разъяснении теории конкретной учебной дисциплины, то практические занятия служат для обучения методам ее применения. Главной их целью является усвоение метода использования теории, приобретение практических умений, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Подготовку к практическому занятию лучше начинать сразу же после лекции по данной теме или консультации преподавателя. Необходимо подобрать литературу, которая рекомендована для подготовки к занятию и просмотреть ее. Любая теоретическая проблема должна быть осмыслена студентом с точки зрения ее связи с реальной жизнью и возможностью реализации на практике.

Семинар. Семинарские занятия предполагают активную работу студентов – выступления с рефератами или докладами, устные ответы на вопросы преподавателя, коллективное обсуждение проблем курса. Тема семинара является общей для всей группы студентов, и каждый должен подготовить ответы на все вопросы, если преподаватель не распределил вопросы для подготовки персонально. Сообщения или доклады, сделанные на семинаре, обсуждаются, студенты выступают с дополнениями и замечаниями. Таким образом, семинары учат студентов умению четко излагать свои мысли, аргументировать свои суждения, вести научную полемику, считаться с точкой зрения оппонентов. Кроме этого, в ходе семинара выявляются недостаточно понятые и усвоенные вопросы, положения.

Лабораторная работа - это занятие, в ходе которого студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа действительности, умению работать с современным оборудованием. При подготовке к лабораторной работе необходимо: изучить или повторить лекционный

материал по соответствующей теме; изучить материалы учебно-методических разработок по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам; при выполнении домашних расчетных заданий - изучить, повторить типовые задания, выполнявшиеся на аудиторных занятиях.

При необходимости следует обращаться за консультацией к преподавателю.

3. Групповые и индивидуальные консультации

Слово «консультация» латинского происхождения, означает «совещание», «обсуждение».

Консультации проводятся в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания консультативной помощи в самостоятельной работе (при написании рефератов, эссе, контрольных работ, расчетно-графических работ, выполнении курсовых работ (проектов), подготовке к промежуточной аттестации, участию в конференции и др.);
- если обучающемуся требуется помощь в решении спорных или проблемных вопросов возникающих при освоении дисциплины (модуля).

Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. В частности, если затруднение возникло при изучении теоретического материала, то конкретно укажите, что вам непонятно, на какой из пунктов обобщенных планов вы не смогли самостоятельно ответить.

Если же затруднение связано с решением задачи или оформлением отчета о лабораторной работе, то назовите этап решения, через который не могли перешагнуть, или требование, которое не можете выполнить.

4. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы

Успешное освоение компетенций, формируемых учебной дисциплиной (модуля), предполагает оптимальное использование времени для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающегося - деятельность, которую он выполняет без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию, под его руководством и наблюдением. Обучающийся, обладающий навыками самостоятельной работы, активнее и глубже усваивает учебный материал, оказывается лучше подготовленным к творческому труду, к самообразованию и продолжению обучения.

Самостоятельная работа может быть аудиторной и внеаудиторной. Границы между этими видами работ относительны, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется во время проведения учебных занятий по дисциплине (модулю) по заданию преподавателя. Включает в себя:

- выполнение самостоятельных работ, участие в тестировании;
- выполнение контрольных, практических и лабораторных работ;
- решение задач и упражнений, составление графических изображений (схем, диаграмм, таблиц и т.п.);
- работу со справочной, методической, специальной литературой;
- оформление отчета о выполненных работах;
- подготовка к дискуссии, выполнения заданий в деловой игре и т.д.

Внеаудиторная самостоятельная работа (в библиотеке, в лаборатории МАУ, в домашних условиях, в специальных помещениях для самостоятельной работы в МАУ и т.д.) является текущей обязательной работой над учебным материалом (в соответствии с

рабочей программой), которая не предполагает непосредственного и непрерывного руководства со стороны преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа может включать в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам и др.) и выполнение необходимых домашних заданий;
- работу над отдельными темами дисциплины (модуля), вынесенными на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой;
- проработку материала из перечня основной и дополнительной литературы по дисциплине, по конспектам лекций;
- написание рефератов, докладов, эссе, отчетов, подготовка мультимедийных презентаций, составление глоссария и др.;
- подготовку ко всем видам практики и выполнение заданий, предусмотренных их рабочими программами;
- выполнение курсовых работ (проектов) и расчетно-графических работ;
- подготовку ко всем видам текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации, в том числе выполнение и подготовку к процедуре защиты выпускной квалификационной работы;
- участие в исследовательской, проектной и творческой деятельности в рамках изучаемой дисциплины (модуля);
- подготовка к участию в конкурсах, олимпиадах, конференциях, работа в студенческих научных обществах и кружках;
- другие виды самостоятельной работы.

Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины (модуля), практики, программой ГИА. Задания для самостоятельной работы имеют четкие календарные сроки выполнения.

Выполнение любого вида самостоятельной работы предполагает прохождение обучающимся следующих этапов:

1. Определение цели самостоятельной работы.
2. Конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи.
3. Самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи.
4. Выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи (выбор путей и средств для ее решения).
5. Планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи.
6. Реализация программы выполнения самостоятельной работы.
7. Самоконтроль выполнения самостоятельной работы, оценивание полученных результатов.
8. Рефлексия собственной учебной деятельности.

Работа с научной и учебной литературой

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету.

В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы, которые).

Выбрав нужный источник, следует найти интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, а также одноименный раздел конспекта лекций или учебного пособия. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего выпускника.

Целью настоящих методических указаний являются рекомендации, которыми обучающийся может воспользоваться при подготовке к сдаче форм контроля по дисциплине «**Гидравлика**», при подготовке и сдаче экзамена(зачет с оценкой),а также для самостоятельного углубления знаний по данной дисциплине.

Введение

Дисциплина «**Гидравлика**» состоит из двух модулей и десяти тем. Обучающийся должен изучить теоретические сведения по темам, выполнить практические работы и завершить изучение модуля сдачей зачета.

Для изучения дисциплины, в составе методической литературы, обучающимся предлагается изучить литературные источники из списка. Начать изучение дисциплины следует с методических указаний для самостоятельного изучения дисциплины.

Содержание разделов дисциплины (модуля), виды работы

Модуль 1. Гидростатика

Тема 1. Введение. История и перспективы развития гидравлики. **Предмет, задачи и значение дисциплины** в подготовке инженера. Методы гидравлики: основы технической гидромеханики жидкости; уравнение неразрывности жидкости и газов; методы описания и виды движения жидкости

Тема 2. Основные свойства жидкостей, плотность, объемный вес, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, парообразование, явление кавитации, идеальная и реальная жидкости. Контрольно-измерительные приборы и устройства.

Тема 3. Гидростатика: гидростатическое давление и его сила. Силы, действующие в жидкости. Основное уравнение гидростатики. *Уравнение Эйлера*. Геометрическое энергетическое понимание уравнения. Гидростатический напор. Абсолютное и вакуумметрическое давление. Приборы для измерения давления. *Закон Паскаля* и его практическое использование в технике. Относительный покой жидкости. Определение давления на стенки вращающегося сосуда. Поверхность равного давления, практическое применение.

Тема 4. Взаимодействие покоящейся жидкости с твердой поверхностью. Сила давления жидкости на плоские стенки. Гидростатический парадокс. Эпюры давления. Силы давления жидкости на цилиндрические стенки. Тело давления

Тема 5. Плавание тел в жидкости: закон Архимеда. Условие плавания тел. Плавучесть.

Модуль 2. Гидродинамика

Тема 1. Динамика невязкой (идеальной) жидкости. Виды движения жидкости. Неустановившееся движение несжимаемой жидкости. Основные понятия кинематики и динамики жидкости: элементарная струйка, поток жидкости, средняя скорость и расход. Уравнение расхода. Модели сплошной среды. Уравнение Бернулли для моделей невязкой, вязкой, несжимаемой и сжимаемой жидкости при установившемся движении. Динамика вязкой (реальной) жидкости. Общие сведения о режимах движения. Понятие пограничного слоя.

Тема 2. Общие сведения о гидравлических потерях. Графическое изображение уравнения Бернулли. Примеры практического использования уравнения Бернулли в технике.

Тема 3. Ламинарное течение жидкости в круглых трубах. Распределение скоростей по сечению. Начальный участок потока. Потери напора в трубопроводах. Турбулентное течение. Коэффициент Дарси. Влияние шероховатости стенок труб. Графики Никурадзе и Мурина. Местные гидравлические сопротивления. Потери напора. Коэффициент местных потерь. Взаимное влияние местных сопротивлений. Суммарные потери напора в системах трубопроводов. Гидравлический расчет трубопровода. Статистический и потребный напор. Характеристика трубопровода, кривые напора. Расчет трубопроводов: истечение в атмосферу и под уровень, сифон

Тема 4. Истечение жидкости через отверстие при постоянном напоре. Коэффициент сжатия струи, скорости и расхода. Их зависимость от числа Рейнольдса. Истечение жидкости через насадки. Сравнительные характеристики насадок. Расчет времени опорожнения и заполнения цистерн и баков. Истечение при переменном напоре.

Тема 5. Явление гидравлического удара в трубах. Формула Жуковского, понятие о волновых процессах в гидромагистралях гидроприводах. Ударное повышение давления. Скорость распространения ударной волны. Противоударные мероприятия. Общие вопросы гидродинамики. Основы теории гидродинамического подобия. Особенности моделирования гидравлических явлений. Взаимодействие потоков жидкостей с твердыми поверхностями. Сила взаимодействия струи на преграды. Силовое воздействие установившегося потока на неподвижную и движущуюся преграду.

Перечень практических занятий по формам обучения

№ п/п	Темы практических занятий
1	2
	Очная форма
1.	Определение гидростатического давления
2.	Определение плотности жидкости в сообщающихся сосудах
3.	Гидравлический пресс
4.	Сила давления жидкости на плоскую поверхность
5.	Относительное равновесие жидкости во вращающемся сосуде
6.	Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода сопротивления
7.	Исследование процесса истечения через малое круглое отверстие и внешний цилиндрический насадок
8.	Определение коэффициента дроссельного прибора (диафрагмы) и коэффициента расхода водомера Вентури
9.	Давление жидкости на плоские стенки
10.	Сила гидростатического давления на криволинейную поверхность
11.	Уравнение Бернулли без учета потерь
12.	Уравнение Бернулли для вязкой жидкости
13.	Гидравлический расчет трубопроводов
14.	Истечение жидкости через отверстия и насадки
15.	Расчет режимов движения жидкостей

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

№ п/п	Библиографическое описание* (название литературного источника)	Наличие		
		Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Библиотека МГТУ (печатное издание)	Количество экземпляров печатного издания
1	2	3	4	5
Основная литература				
1	Гидравлика, гидромашины и гидроприводы : учеб.для втузов / Т. М. Башта [и др.]. - 2-е изд., перераб., репр. воспр. 1982 г. - Москва : Альянс, 2013. - 422, [1] с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 418	-	+	50
2	Плаксин Ю.М., Малахов Н.Н., Ларин В.А. Процессы и аппараты пищевых производств. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2008. – 760 с.: ил. – (Учебники и учеб.пособия для студентов высш. учеб. заведений).	-	+	25
3	Сборник задач по гидравлике : учеб.пособие для вузов. Ч. 1 / Н. А. Панчурин; под общ.ред. В. М. Маккавеева. - Изд. 2-е, испр. - Ленинград :Реч. трансп., 1956. - 200 с.	-	+	6
4	Сборник задач по гидравлике : учеб.пособие для вузов. Ч. 2 / А. В. Караушев, Н. А. Панчурин; под общ.ред. В. М. Маккавеева. - Ленинград :Реч. трансп., 1957. - 197	-	+	5
5	Остриков, А.Н. Процессы и аппараты пищевых производств : учебное пособие / А.Н. Остриков ; под редакцией А. Н. Острикова. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2012. — 616 с. — ISBN 978-5-98879-124-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/4887 . — Режим доступа: для авториз.пользователей	+	-	-
Дополнительная литература				
6	Штеренлихт, Д. В. Гидравлика : учебник для вузов / Д. В. Штеренлихт. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : КолосС, 2008. - 655 с. : ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений).	-	+	19
7	Угинчус, А. А. Гидравлика и гидравлические машины : учеб.для вузов / А. А. Угинчус. - 4-е изд., перераб. - Харьков : Изд-во Харьк. ун-та, 1970. - 395 с. : ил.	-	+	101
8	Крохалёв, А.А. Гидравлика : учебное пособие / А.А. Крохалёв, А.Б. Шушпанников. — 2-е изд., перераб. и доп. — Кемерово : КемГУ, 2018. — 147 с. — ISBN 978-5-8353-2313-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: https://e.lanbook.com/book/121236 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	+	-	-

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Модуль 1. Гидростатика

Тема 1. Введение. История и перспективы развития гидравлики. Предмет, задачи и значение дисциплины в подготовке инженера. Методы гидравлики: *основы технической*

гидромеханики жидкости; уравнение неразрывности жидкости и газов; методы описания и виды движения жидкости.

Тема 2. Основные свойства жидкостей, плотность, объемный вес, сжимаемость, температурное расширение, вязкость, парообразование, явление кавитации, идеальная и реальная жидкости. Контрольно-измерительные приборы и устройства

Тема 3. Гидростатика: гидростатическое давление и его сила. Силы, действующие в жидкости. Основное уравнение гидростатики. *Уравнение Эйлера.* Геометрическое энергетическое понимание уравнения. Гидростатический напор. Абсолютное и вакуумметрическое давление. Приборы для измерения давления. *Закон Паскаля* и его практическое использование в технике. Относительный покой жидкости. Определение давления на стенки вращающегося сосуда. Поверхность равного давления, практическое применение.

Тема 4. Взаимодействие покоящейся жидкости с твердой поверхностью. Сила давления жидкости на плоские стенки. Гидростатический парадокс. Эпюры давления. Силы давления жидкости на цилиндрические стенки. Тело давления.

Тема 5. Плавание тел в жидкости: закон Архимеда. Условие плавания тел. Плавучесть.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие методы гидравлики вы знаете?
2. Какие силы, действуют в жидкости?
3. Что такое абсолютное и вакуумметрическое давление?
4. Как влияют силы давления жидкости на цилиндрические стенки?
5. Что такое гидростатический парадокс?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы.

Модуль 2. Гидродинамика

Тема 1. Динамика невязкой (идеальной) жидкости. Виды движения жидкости. *Неустановившееся движение несжимаемой жидкости.* Основные понятия кинематики и динамики жидкости: элементарная струйка, поток жидкости, средняя скорость и расход. Уравнение расхода. *Модели сплошной среды. Уравнение Бернулли для моделей невязкой, вязкой, несжимаемой и сжимаемой жидкости при установившемся движении.* Динамика вязкой (реальной) жидкости. Общие сведения о режимах движения. Понятие пограничного слоя.

Тема 2. Общие сведения о гидравлических потерях. Графическое изображение уравнения Бернулли. Примеры практического использования уравнения Бернулли в технике.

Тема 3. Ламинарное течение жидкости в круглых трубах. Распределение скоростей по сечению. Начальный участок потока. Потери напора в трубопроводах. Турбулентное течение. Коэффициент Дарси. Влияние шероховатости стенок труб. Графики Никурадзе и Мурина. Местные гидравлические сопротивления. Потери напора. Коэффициент местных потерь. Взаимное влияние местных сопротивлений. Суммарные потери напора в системах трубопроводов. Гидравлический расчет трубопровода. Статистический и потребный напор. Характеристика трубопровода, кривые напора.

Расчет трубопроводов: истечение в атмосферу и под уровень, сифон

Тема 4. Истечение жидкости через отверстие при постоянном напоре. Коэффициент сжатия струи, скорости и расхода. Их зависимость от числа Рейнольдса. Истечение жидкости через насадки. Сравнительные характеристики насадок. Расчет времени опорожнения и заполнения цистерн и баков. Истечение при переменном напоре.

Тема 5. *Явление гидравлического удара в трубах. Формула Жуковского, понятие о волновых процессах в гидромагистралях гидроприводах. Ударное повышение давления. Скорость распространения ударной волны. Противоударные мероприятия. Общие вопросы гидродинамики. Основы теории гидродинамического подобия. Особенности моделирования гидравлических явлений. Взаимодействие потоков жидкостей с твердыми поверхностями. Сила взаимодействия струи на преграды. Силовое воздействие установившегося потока на неподвижную и движущуюся преграду.*

Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды движения жидкости вы знаете?
2. Что вы знаете о неустановившемся движении несжимаемой жидкости?
3. Как распределяется скорость по сечению?
4. Каковы суммарные потери напора в системах трубопроводов?
5. Что такое явление гидравлического удара в трубах?

После изучения теоретического материала необходимо выполнить практические работы. Далее зачет.