



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИГДиТ
И.А. Пыталев

07.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ГИДРАВЛИКА

Направление подготовки (специальность)
21.05.04 Горное дело

Направленность (профиль/специализация) программы
Горные машины и оборудование

Уровень высшего образования - специалитет

Форма обучения
очная

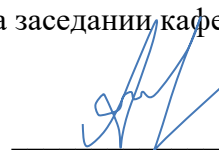
Институт/ факультет	Институт горного дела и транспорта
Кафедра	Горных машин и транспортно-технологических комплексов
Курс	3
Семестр	5

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 915)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических комплексов
28.01.2025, протокол № 6

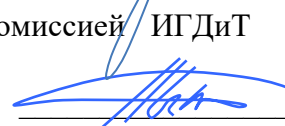
Зав. кафедрой



А.И. Курочкин

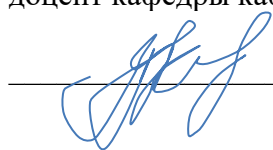
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИГДиТ
07.02.2025 г. протокол № 4

Председатель



И.А. Пыталев

Рабочая программа составлена:
доцент кафедры ГМиТТК, канд. техн. наук



А.А. Кудряшов

Рецензент:

Зам. начальника КРЦ-2 ООО "ОСК" ,



С.В. Немков

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2030 - 2031 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2031 - 2032 учебном году на заседании кафедры Горных машин и транспортно-технологических

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.И. Курочкин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Гидравлика» являются:

- формирование и развитие способности к саморазвитию, самореализации, использованию творческого в области исследования физических свойств жидкости, законов ее равновесия и движения;
- формирование и развитие способности применять современные методы исследования физических свойств жидкости, оценивать и представлять результаты исследований;
- формирование и развитие способности использовать законы и методы математики при исследовании законов равновесия и движения жидкости;
- овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 21.05.04 Горное дело

Специализация Горные машины и оборудование

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Гидравлика входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Высшая математика

Теоретическая механика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Основы функционирования гидропривода

Гидропневмопривод и гидропнеумоавтоматика горных машин

Горные машины и оборудование

Аэрология горных предприятий

Горные машины и оборудование подземных горных работ

Транспортные системы горных предприятий

Стационарные машины (шахт, карьеров и обогащательных фабрик)

Грузоподъемные машины и механизмы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Гидравлика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Способен разрабатывать техническую и нормативную документацию для машиностроительного производства, испытания, модернизации, эксплуатации, технического и сервисного обслуживания и ремонта горных машин и оборудования различного функционального назначения с учетом требований экологической и промышленной безопасности
ПК-2.1	Предлагает решения по повышению эффективности использования технологического оборудования горных предприятий
ПК-2.2	Оценивает надежность работы в процессе жизненного цикла горных машин и оборудования различного функционального назначения

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 73,9 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 34,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Жидкость и ее физические свойства: общие сведения о жидкости; основные физические свойства жидкости: плотность, сжимаемость, тепловое расширение, вязкость, удельная теплостойкость, теплопроводность; особые состояния жидкости: растворение в жидкости газа, кавитация, облитерация.	5	4	6		2	1. Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы 2. Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). 3. Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе	Индивидуальное собеседование. Защита лабораторных работ №1 Определение плотностей несмешивающихся жидкостей в сообщающихся сосудах, №2 Изучение физических свойств жидкости	ПК-2.1, ПК-2.2
1.2 Гидростатика: гидростатическое давление и его свойства; уравнения Эйлера и полный дифференциал давления для равновесия сплошной среды;		8	10		3	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно	Индивидуальное собеседование. Защита лабораторных работ №3 Измерение гидростатическог	ПК-2.1, ПК-2.2

относительный покой жидких сред в сосудах; основное уравнение гидростатики; абсолютное, избыточное и вакуумметрическое давления; пьезометрическая высота; закон Паскаля; силы давления жидкости на плоские и криволинейные стенки; центр и тело давления; приборы для измерения давления; закон Архимеда, плавание тел.						литературы Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе	о давления, №4 Гидравлический пресс. Закон Паскаля	
1.3 Основы кинематики жидкости: виды движения жидкости; гидравлические элементы потока; уравнения неразрывности для элементарной струйки и потоков жидкости; средняя скорость и расход потока; вихревое течение: ротор, вихревая линия, трубка, нить; общее представление о режимах движения.	5	6			8	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет)	Индивидуальное собеседование.	ПК-2.1, ПК-2.2
1.4 Основы гидродинамики: уравнение Бернулли для элементарной струйки и для потока жидкости и газа; напор (удельная энергия) жидкости; коэффициент Кориолиса; напорная и пьезометрическая линии для идеальной и реальной жидкости; измерение напоров, давлений, расходов и скоростей движения жидкости; истечение жидкости,		6	6		8	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно литературы Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР,	Индивидуальное собеседование. Защита лабораторных работ №5 Иллюстрация уравнения Бернулли, №6 Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода сопротивления	ПК-2.1, ПК-2.2

насадки.						информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе Подготовка к практическому занятию и выполнение практических индивидуальных заданий		
1.5 Гидравлические сопротивления. Режим движения жидкости: критерии подобия. Режимы течения (ламинарный и турбулентный); формулы потерь напора; полуэмпирические теории турбулентности; влияние вязкости жидкости и шероховатости стенок на сопротивление; потери напора по длине потока; местные сопротивления трубопроводов; сопротивление тел при обтекании потоком, подъемная сила.	5	8	14		10	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научно-литературы Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и ЭОР, информационно-коммуникационные сети Интернет). Подготовка и оформление отчета к лабораторной работе	Индивидуальное собеседование. Защита лабораторных работ №7 Режимы движения потока жидкости; №8 Определение потерь напора по длине; №9 Определение местных потерь напора.	ПК-2.1, ПК-2.2
1.6 Нестационарные течения: сила давления струи на неподвижную и движущуюся преграды; истечение при переменном напоре; неустановившееся напорное движение несжимаемой жидкости в неупругом трубопроводе; гидроудар в простом трубопроводе.		4			3,1	Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение учебной и научной литературы Поиск дополнительной информации по теме (работа с библиографическим материалами, с электронными библиотеками и	Индивидуальное собеседование.	ПК-2.1, ПК-2.2

						ЭОР, информационно-коммуникационн ые сети Интернет). Подготовка к зачету.		
Итого по разделу		36	36		34,1			
Итого за семестр		36	36		34,1		зачёт	
Итого по дисциплине		36	36		34,1		зачет	

5 Образовательные технологии

1. Традиционные образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к студенту (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность студента носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Лабораторная работа – организация учебной работы с реальными материальными и информационными объектами, экспериментальная работа с аналоговыми моделями реальных объектов.

2. Технологии проблемного обучения – организация образовательного процесса, которая предполагает постановку проблемных вопросов, создание учебных проблемных ситуаций для стимулирования активной познавательной деятельности студентов.

Формы учебных занятий с использованием технологий проблемного обучения:

Проблемная лекция – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, авторские комментарии, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала.

3. Интерактивные технологии – организация образовательного процесса, которая предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Наряду со специализированными технологиями такого рода принцип интерактивности прослеживается в большинстве современных образовательных технологий. Интерактивность подразумевает субъект-субъектные отношения в ходе образовательного процесса и, как следствие, формирование саморазвивающейся информационно-ресурсной среды.

Формы учебных занятий с использованием специализированных интерактивных технологий:

Лекция «обратной связи» – лекция-провокация (изложение материала с заранее запланированными ошибками), лекция-беседа, лекция-дискуссия, лекция-прессконференция.

4. Информационно-коммуникационные образовательные технологии – организация образовательного процесса, основанная на применении специализированных программных сред и технических средств работы с информацией.

Формы учебных занятий с использованием информационно-коммуникационных технологий:

Лекция-визуализация – изложение содержания сопровождается презентацией (демонстрацией учебных материалов, представленных в различных знаковых системах, в т.ч. иллюстративных, графических, аудио- и видеоматериалов).

Лабораторное занятие в форме виртуальной визуализации процессов и явлений, происходящих в жидкости и деятельности с использованием специализированных программных сред.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Сазанов, И. И. Гидравлика : учебник / И.И. Сазанов, А.Г. Схиртладзе, В.И. Иванов. — Москва : КУРС : ИНФРА-М, 2022. — 320 с. — (Бакалавриат). - . - URL: <https://znanium.ru/read?id=387105>. — ISBN 978-5-906818-77-5. - Текст : электронный.

2. Шейпак, А. А. Гидравлика и гидропневмопривод. Основы механики жидкости и газа : учебник / А. А. Шейпак. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 272 с. — (Высшее образование). - URL: <https://znanium.ru/read?id=436143>. — ISBN 978-5-16-019380-9. - Текст : электронный.

3. Штеренлихт, Д. В. Гидравлика : учебник / Д. В. Штеренлихт. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 656 с. — URL: <https://reader.lanbook.com/book/212051>. — ISBN 978-5-8114-1892-3. — Текст : электронный.

б) Дополнительная литература:

1. Гидравлика и гидропривод [Текст] : учебное пособие. [Т.] 3 / Н. С. Гудилин, Е. М. Кривенко, Б. С. Маховиков, И. Л. Пастоев ; под общ. ред. И. Л. Пастоева; ред. совет : Л. А. Пучков (пред.) и др. - 4-е изд., стер. - М. : Горная книга : МГГУ, 2007. - 519 с. : ил., граф., схемы, табл.

2. Крестин, Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов : учебное пособие для вузов / Е. А. Крестин, И. Е. Крестин. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-7345-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/158956> (дата обращения: 08.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Молчанова, Т. Г. Гидравлика : учебное пособие / Т. Г. Молчанова. — Благовещенск : ДальГАУ, 2014. — 156 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/137713> (дата обращения: 08.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

1. Мацко Е.Ю., Усов И.Г. Механика жидкости и газа: Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Механика жидкости и газа», «Гидравлика» с использованием экспериментальной установки для студентов направлений 190100 и специальностей 190205. Магнитогорск: ГОУ ВПО « МГТУ», 2013. - 24с.

2. Мацко Е.Ю., Усов И.Г. Механика жидкости и газа: Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Механика жидкости и газа», «Гидравлика» с использованием имитационных моделей для студентов направлений 190100 и специальностей 190205. Магнитогорск: ГОУ ВПО « МГТУ», 2013. – 40 с.

3. Кутлубаев, И. М. Гидравлика и гидропневмопривод : методические указания к контрольным работам по дисциплинам "Механика жидкости и газа", "Гидравлика", "Гидравлика и гидропневмопривод" / И. М. Кутлубаев, Е. Ю. Мацко, И. Г. Усов ; МГТУ, Кафедра горных машин и транспортно-технологических комплексов. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload.name=1541.pdf&show=dcatalogues/1/1124315/1541.pdf&view=true> (дата обращения: 08.04.2024).Макрообъект. - Текст : электронный.

4. Мацко, Е. Ю. Гидравлика и гидропневмопривод : лабораторный практикум / Е. Ю. Мацко, И. Г. Усов ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2014. - 1

электрон. опт. диск (CD-ROM). - URL:
<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1549.pdf&show=dcatalogues/1/1124731/1549.pdf&view=true> (дата обращения: 08.04.2024). - Макрообъект. - Текст : электронный.

5. Макаров А.Н., Кутлубаев И.М., Мацко Е.Ю., Кудряшов А.А., Усов И.Г. Опытное подтверждение механика жидкости жидкостными приборами: Методические указания к лабораторным работам по дисциплинам «Механика жидкости и газа» для студентов специальностей 130400, 190109, 150201, 151001 всех форм обучения. Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2013. - 22с.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Электронные плакаты по дисциплине "Гидравлика и гидропривод"	К-278-11 от 15.07.2011	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

В соответствии с учебным планом по дисциплине предусмотрены следующие виды занятий: лекции, практические занятия, лабораторные занятия, самостоятельная работа, консультации, зачет.

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Учебные аудитории для проведения занятий для проведения практических занятий:

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;
- доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации

- мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации;
- доска, мультимедийный проектор, экран.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся:

- персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в интернет и с доступом в электронную образовательную среду университета.

Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования:

- стеллажи для хранения учебно-наглядных пособий и учебно-методической документации.

Учебные аудитории для проведения лабораторных работ:

Комплекс учебный «Гидравлические приводы и средства автоматизации»;

Комплекс учебный «Гидроавтоматика»;

Комплекс для отработки навыков проектирования;

Лаборатория учебная гидравлическая «Капелька»

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Гидравлика» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает индивидуальные собеседования и сообщения на лекционных занятиях, защиту лабораторных работ и выполнение индивидуальных заданий на практических занятиях.

1.1 Основы гидродинамики.

1. Гидродинамика, основные определения.
2. Закон сохранения энергии для потока жидкости. Уравнение Бернулли для потока идеальной жидкости.
3. Уравнение Бернулли для струйки идеальной жидкости.
4. Уравнение Бернулли для потока реальной жидкости.
5. Уравнение Бернулли для струйки реальной жидкости.

1.2 Гидравлические сопротивления. Режимы движения жидкости

1. Способы предотвращения гидравлического удара..
2. Потери напора (давления), определяемые длиной трубопровода, формула Дарси.
3. Определение местных потерь напора (давления) в трубопроводе, формула Вейсбаха.
4. Определение потерь напора (давления) в трубопроводе, формула Дарси-Вейсбаха.
5. Расчет общего сопротивления в простом трубопроводе.
6. Последовательное соединение простых трубопроводов.
7. Параллельное соединение простых трубопроводов.
8. Определение потерь давления в реальной гидросистеме.
9. Формула Торичелли.
10. Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке.

1.3 Нестационарные течения.

1. Какова формула силы давления струи на движущуюся, на неподвижную преграду?
2. Какие трудности возникают при расчёте времени опорожнения резервуара переменного горизонтального сечения?
3. Что происходит с коэффициентом расхода к концу процесса опорожнения сосуда?

4. Ускорится или замедлится опорожнение сосуда через отверстие в его дне, если это отверстие снабдить внешним цилиндрическим насадком?
5. Чем пренебрегают при выводе уравнения неустановившегося движения жидкости в трубопроводе?
6. В связи с большой величиной инерционного напора какое техническое средство следует применить, чтобы движение жидкости на основном участке трубопровода было установившимся?
7. Что такое гидроудар?
8. Чем можно уменьшить ударное повышение давления?
9. Чем гасятся ударные волны с течением времени?
10. Как рассчитываются затопленные отверстия и насадки?
11. Как изменяются расход и скорость при истечении жидкости через цилиндрический наружный насадок по сравнению с истечением её из круглого отверстия того же диаметра в тонкой стенке под тем же напором?
12. Чем отличается наружный цилиндрический насадок от трубы?
13. В чём особенности истечения жидкости из большого отверстия по сравнению с истечением её из малого отверстия?
14. Гидростатический удар. Формула Жуковского Н.Е. для гидроудара.
15. Способы предотвращения гидравлического удара

Примерные вопросы для защиты лабораторных работ:

1.1 Основы гидродинамики.

1. Назовите энергетический смысл каждого слагаемого уравнения Бернулли.
2. Может ли быть коэффициент Кориолиса больше двух? Приведите примеры.
3. Что влияет на численное значение коэффициента Кориолиса?
4. Дайте геометрическое истолкование каждой составляющей уравнения Бернулли.
5. Что представляет собой разность ординат напорной линии идеальной жидкости и реальной?
6. Что представляет собой разность ординат напорной линии и пьезометрической?
7. Как удачнее всего проводить плоскость сравнения при решении задач, связанных с использованием уравнения Бернулли?
8. Назовите назначение пьезометра, трубки Пито.
10. Когда напорная и пьезометрическая линии параллельны? Когда в направлении движения жидкости эти линии сближаются и когда удаляются одна от другой?

11. К каким выражениям приводится уравнение Бернулли в случаях: а) неподвижной жидкости; б) равномерного движения без местных сопротивлений; в) истечения жидкости через малое отверстие с острой кромкой при постоянном напоре?

1.2 Гидравлические сопротивления. Режимы движения жидкости

1. Объясните физический смысл критериев: Рейнольдса, Фруда и Эйлера. В каких случаях должны применяться эти критерии?

2. Укажите закон распределения касательных напряжений в цилиндрическом трубопроводе при ламинарном течении.

3. Изобразите эпюру скоростей для условий предыдущего вопроса.

4. Каково соотношение между средней и максимальной скоростями при ламинарном течении, при равномерном турбулентном напорном течении и в сжатом сечении свободной струи при истечении?

5. От каких параметров потока зависят потери энергии по длине при ламинарном течении?

6. При каком режиме имеет место более высокая неравномерность скоростей и почему?

7. Объясните понятия «гидравлически гладкие» и «гидравлически шероховатые» поверхности. Может ли одна и та же труба быть «гидравлически гладкой» и «гидравлически шероховатой»?

8. Объясните основные линии и зоны сопротивления на графике Никурадзе.

9. Почему первая зона этого графика называется «линейная», а последняя - «квадратичная»?

10. От каких факторов зависит коэффициент гидравлического трения при турбулентном течении, и по каким формулам можно его определить?

11. Какие сопротивления называют «местными»?

12. По какой формуле определяют потери энергии, вызванные местными сопротивлениями?

13. Как определить потерю энергии при внезапном расширении потока и внезапном сужении его?

14. Чему равен коэффициент местного сопротивления при входе жидкости в трубу из большого резервуара и при выходе потока из трубы в большой резервуар?

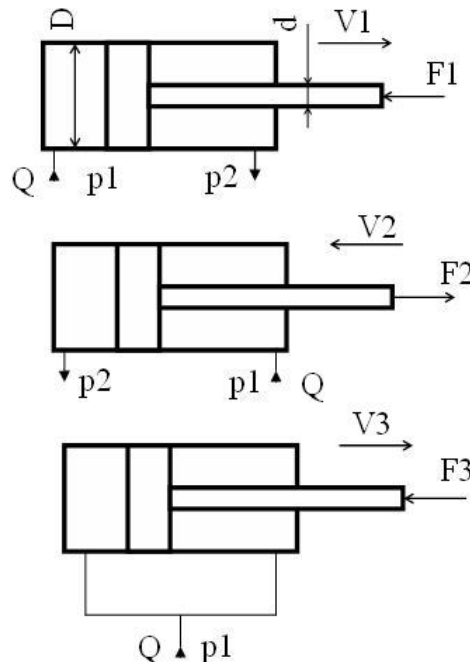
15. В чём принцип наложения потерь?

16. Зачем требуется расстояние между двумя смежными местными сопротивлениями не менее 20-50 диаметров трубы, чтобы привести данные о величине коэффициента местного сопротивления в справочной литературе?

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	Оценочные средства
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности		
ОПК-1.1	Использует естественнонаучные законы и принципы при решении практических задач	Практические задания представлены в электронном издании Кутлубаев И. М., Мацко Е. Ю., Усов И. Г. Гидравлика и гидропневмопривод [Электронный ресурс] : методические указания к контрольным работам по дисциплинам "Механика жидкости и газа", "Гидравлика", "Гидравлика и гидропневмопривод"; МГТУ, Кафедра горных машин и транспортно-технологических комплексов. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. Примерные варианты заданий Задача 1. Определить усилия F на штоке, скорости перемещения v, работу, совершаемую при движении штока, для трех схем подключения гидроцилиндра с односторонним штоком при заданных диаметрах поршня D и штока d, давлениях p_1 и p_2, расходе Q, длине хода штока L.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства										
												
		№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		Диаметр поршня, мм	16	32	40	50	63	80	100	125	160	320
		Диаметр штока, мм	10	20	25	30	50	50	63	90	80	20
		Давление p_1 , МПа	4	6,3	2,5	16	32	10	20	28	20	4
		Давление p_2 , МПа	0,7	0,8	0,6	1,2	2	1	1,3	1,6	1,3	0,7
		Расход Q , л/мин	2	10	12,	20	80	12	85	140	40	2

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																																																								
		<table><tr><th>№ Варианта</th><th>0</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>4</th><th>5</th><th>6</th><th>7</th><th>8</th><th>9</th></tr><tr><td>ν, $\text{м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$</td><td>1 2</td><td>3 0</td><td>2, 5</td><td>1,5 2</td><td>1, 0</td><td>5 0</td><td>5 0</td><td>3 0</td><td>20</td><td>2 5</td></tr><tr><td>$\zeta_{кр1}$</td><td>3 2</td><td>2 5</td><td>2 0</td><td>18</td><td>3 0</td><td>5 0</td><td>5 2</td><td>4 8</td><td>22, 8</td><td>2 0</td></tr><tr><td>L, м</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>d, мм</td><td>3 2</td><td>2 0</td><td>2 5</td><td>20</td><td>1 6</td><td>2 0</td><td>2 5</td><td>3 2</td><td>20</td><td>2 5</td></tr><tr><td>V, м^3</td><td>1 8</td><td>2 1</td><td>1 0</td><td>15</td><td>2 0</td><td>1 5</td><td>1 0</td><td>9</td><td>22, 6</td><td>2 0</td></tr><tr><td>T, час</td><td>7</td><td>9</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>1 0</td><td>8</td><td>5</td><td>10</td><td>8</td></tr><tr><td>n</td><td>2, 5</td><td>1, 5</td><td>1, 3</td><td>1,6</td><td>1, 8</td><td>2</td><td>1, 5</td><td>1, 8</td><td>2</td><td>1, 5</td></tr></table>	№ Варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ν , $\text{м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$	1 2	3 0	2, 5	1,5 2	1, 0	5 0	5 0	3 0	20	2 5	$\zeta_{кр1}$	3 2	2 5	2 0	18	3 0	5 0	5 2	4 8	22, 8	2 0	L , м	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5	d , мм	3 2	2 0	2 5	20	1 6	2 0	2 5	3 2	20	2 5	V , м^3	1 8	2 1	1 0	15	2 0	1 5	1 0	9	22, 6	2 0	T , час	7	9	5	6	7	1 0	8	5	10	8	n	2, 5	1, 5	1, 3	1,6	1, 8	2	1, 5	1, 8	2	1, 5
№ Варианта	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9																																																																																
ν , $\text{м}^2/\text{с} \cdot 10^{-6}$	1 2	3 0	2, 5	1,5 2	1, 0	5 0	5 0	3 0	20	2 5																																																																																
$\zeta_{кр1}$	3 2	2 5	2 0	18	3 0	5 0	5 2	4 8	22, 8	2 0																																																																																
L , м	4	5	6	7	4	5	6	7	4	5																																																																																
d , мм	3 2	2 0	2 5	20	1 6	2 0	2 5	3 2	20	2 5																																																																																
V , м^3	1 8	2 1	1 0	15	2 0	1 5	1 0	9	22, 6	2 0																																																																																
T , час	7	9	5	6	7	1 0	8	5	10	8																																																																																
n	2, 5	1, 5	1, 3	1,6	1, 8	2	1, 5	1, 8	2	1, 5																																																																																
ОПК-1.3	Применяет методы математического анализа для решения задач теоретического и прикладного характера	Не реализуется в данной дисциплине																																																																																								
ОПК-3: Способен в сфере своей профессиональной деятельности проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные и результаты испытаний																																																																																										
ОПК-3.1	Выбирает и применяет методы и средства измерения для	Список лабораторных работ 1. Иллюстрация уравнения Бернулли 2. Построение напорной и пьезометрической линий для трубопровода сопротивления																																																																																								

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
	обработки экспериментальных данных и результатов испытаний	3. Режимы движения потока жидкости 4. Определение потерь напора по длине 5. Определение местных потерь напора Примерные вопросы для промежуточной аттестации
ОПК-3.2	Проводит экспериментальные исследования и использует основные приемы обработки и представления полученных данных в сфере своей профессиональной деятельности	Тема 1.1 Основы гидродинамики. 1. Назовите энергетический смысл каждого слагаемого уравнения Бернулли. 2. Может ли быть коэффициент Кориолиса больше двух? Приведите примеры. 3. Что влияет на численное значение коэффициента Кориолиса? 4. Дайте геометрическое истолкование каждой составляющей уравнения Бернулли. 5. Что представляет собой разность ординат напорной линии идеальной жидкости и реальной? 6. Что представляет собой разность ординат напорной линии и пьезометрической? 7. Как удачнее всего проводить плоскость сравнения при решении задач, связанных с использованием уравнения Бернулли?
ОПК-3.3	Составляет отчеты по экспериментальным и теоретическим исследованиям, включая анализ экспериментальных результатов в сфере своей профессиональной деятельности	8. Назовите назначение пьезометра, трубки Пито. 9. Когда напорная и пьезометрическая линии параллельны? Когда в направлении движения жидкости эти линии сближаются и когда удаляются одна от другой? 10. К каким выражениям приводится уравнение Бернулли в случаях: а) неподвижной жидкости; б) равномерного движения без местных сопротивлений; в) истечения жидкости через малое отверстие с острой кромкой при постоянном напоре? Тема 1.2 Гидравлические сопротивления. Режимы движения жидкости 1. Объясните физический смысл критериев: Рейнольдса, Фруда и Эйлера. В каких случаях должны применяться эти критерии? 2. Укажите закон распределения касательных напряжений в цилиндрическом трубопроводе при ламинарном течении. 3. Изобразите эпюру скоростей для условий предыдущего вопроса. 4. Каково соотношение между средней и максимальной скоростями при ламинарном течении, при равномерном турбулентном напорном течении и в сжатом сечении свободной струи при истечении? 5. От каких параметров потока зависят потери энергии по длине при ламинарном течении? 6. При каком режиме имеет место более высокая неравномерность скоростей и почему? 7. Объясните понятия «гидравлически гладкие» и «гидравлически шероховатые» поверхности. Может

<i>Код индикатора</i>	<i>Индикатор достижения компетенции</i>	Оценочные средства
		ли одна и та же труба быть «гидравлически гладкой» и «гидравлически шероховатой»? 8. Объясните основные линии и зоны сопротивления на графике Никурадзе. 9. Почему первая зона этого графика называется «линейная», а последняя - «квадратичная»? 10. От каких факторов зависит коэффициент гидравлического трения при турбулентном течении, и по каким формулам можно его определить? 11. Какие сопротивления называют «местными»? 12. По какой формуле определяют потери энергии, вызванные местными сопротивлениями? 13. Как определить потерю энергии при внезапном расширении потока и внезапном сужении его? 14. Чему равен коэффициент местного сопротивления при входе жидкости в трубу из большого резервуара и при выходе потока из трубы в большой резервуар? 15. В чём принцип наложения потерь? 16. Зачем требуется расстояние между двумя смежными местными сопротивлениями не менее 20-50 диаметров трубы, чтобы привести данные о величине коэффициента местного сопротивления в справочной литературе?

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Гидравлика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Приложение 3

Примерные задания и задачи для практических занятий представлены в электронном издании Кутлубаев И. М., Мацко Е. Ю., Усов И. Г. Гидравлика и гидропневмопривод [Электронный ресурс] : методические указания к контрольным работам по дисциплинам "Механика жидкости и газа", "Гидравлика", "Гидравлика и гидропневмопривод"; МГТУ, Кафедра горных машин и транспортно-технологических комплексов. - Магнитогорск : МГТУ, 2012.