

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор



Каракозов А. А.

(подпись)

« 31 » 03 20 23 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.06 Нестационарные гидродинамические эффекты

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная	Заочная
Семестр(ы)	2	3
Общая трудоёмкость в з.е./часах	6/216	6/216
Контактная работа (час.), в том числе:	89	16
лекции (час.)	34	4
лабораторные работы (час.)	51	6
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	91	182
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36	экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы, связанные с нестационарными (переходными) гидродинамическими эффектами в гидравлических системах, в том числе, расчетом и управлением.

Целью преподавания дисциплины является формирование у будущих магистров базовых знаний о переходных процессах в гидравлических системах, о причинах их вызывающих, о современных способах управления этими эффектами.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать физические основы теории нестационарных процессов, способы управления гидродинамическими процессами с целью недопущения опасных ситуаций, основные элементы и конструктивные особенности средств защиты от гидравлических ударов;

уметь применять приемы графических и компьютерных исследований для анализа опасности гидродинамических эффектов, применять приемы графических исследований для анализа эффективности защиты от гидравлического удара, самостоятельно выполнять рациональный выбор средства защиты от гидравлического удара.

владеть правилами эксплуатации средств защиты от гидравлических ударов; методикой анализа опасности гидродинамических эффектов, методикой графических исследований для анализа эффективности защиты от гидравлического удара, методикой выбора рациональных средств защиты от гидравлического удара.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий;

УК-2. Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла;

ПК-7. Способен проводить технические расчеты по проектам, технико-экономического и функционально-стоимостного анализа эффективности проектируемых гидравлических машин и аппаратов, гидро- и пневмоприводных систем, систем гидро- и пневмоавтоматики, компрессоров, вакуумных установок, исполнительных устройств систем управления машин, установок, двигателей и аппаратов, вспомогательного оборудования гидравлической, пневматической, компрессорной и вакуумной техники;

ПК-8. Способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ;

ПК-9. Готовностью применять новые современные методы разработки технологических процессов изготовления, обслуживания и ремонта изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях, умениях и навыках, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: Промышленные пневматические, холодильные и сушильные установки, Специальные средства и схемы транспортирования жидкостей и гидросмесей, Математическое моделирование технических систем.

Знания, умения и навыки, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при прохождении учебной практики: научно-исследовательская работа, прохождении государственной итоговой аттестации.

3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование темы (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная форма)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Лабор	Практ. (Семин.).	СР
Тема 1. Вступление. Общие сведения о гидродинамических эффектах в гидравлических системах	21/23	4/1	6/0	0	11/22
Тема 2. Нестационарные гидродинамические эффекты при движении жидкости в трубах	21/25	4/1	6/2	0	11/22
Тема 3. Основы графического метода исследования гидравлических ударов	24/25	6/1	7/2	0	11/22
Тема 4. Дифференциальные уравнения гидравлического удара в характеристической форме и их интегрирование	23/25	4/1	7/0	0	12/24
Тема 5. Влияние момента инерции ротора насосного агрегата на характер протекания переходного процесса	22/22	4/0	6/0	0	12/22
Тема 6. Способы защиты трубопроводов от повышения давления при гидравлическом ударе. Методы воздействия на объект, который вызывает изменение скорости потока	23/25	4/0	7/1	0	12/24
Тема 7. Способы защиты трубопроводов от повышения давления при гидравлическом ударе. Методы	22/25	4/0	6/1	0	12/24

воздействия на поток.					
Тема 8. Другие методы исследования переходных процессов. Заключение	20/22	4/0	6/0	0	10/22
Контактная работа (дополнительная)	4/6	0	0	0	0
Курсовая работа (проект)	0	0	0	0	0
Итого по видам занятий	180/198	34/4	51/6	0	91/182
Контроль	36/18				
ИТОГО:	216/216				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
УК-1	Тема 1, 2
УК-2	Тема 7, 8
ПК-7	Тема 3, 4, 5, 6, 7, 8
ПК-8	Тема 6, 7, 8
ПК-9	Тема 6, 7, 8

3.2 Лекции

Тема 1. Вступление. Общие сведения о гидродинамических эффектах в гидравлических системах.

Содержание темы 1: Предмет и задачи курса. Гидродинамические эффекты, их проявление и следствия. История исследований гидравлического удара. Роль ученых ДонНТУ в исследованиях нестационарных эффектов и создании приборов управления нестационарными процессами.

Литература к теме 1: [1, 2, 3].

Тема 2 Нестационарные гидродинамические эффекты при движении жидкости в трубах.

Содержание темы 2: Переходные процессы при движении несжимаемой жидкости в жесткой трубе. Дифференциальное уравнение движения (уравнение Бернулли) для нестационарных течений вязкой однофазной несжимаемой жидкости. Переходные процессы при движении несжимаемой жидкости в упругой трубе. Возникновение и развитие гидравлического удара. Основные уравнения гидравлического удара - уравнение движения (уравнение Навье-Стокса), уравнение неразрывности и уравнение состояния. Одномерные модели течений. Уточненное уравнение неразрывности.

Литература к теме 2: [1, 2, 3]

Тема 3. Основы графического метода исследования гидравлических ударов.

Содержание темы 3: Предпосылка графического метода исследования гидравлического удара. Построение волновых характеристик. Граничные условия.

Основы квазистационарности гидравлического сопротивления. Учет гидравлического трения. Построение графика колебаний давки в координатах время-напор.

Литература к теме 3: [[1](#), [2](#), [3](#)]

Тема 4. Дифференциальные уравнения гидравлического удара в характеристической форме и их интегрирование.

Содержание темы 4: Основные понятия теории характеристик. Уравнение характеристик. Интегрирование методом характеристик. Сетка характеристик. Моделирование гидравлического удара с использованием метода характеристик.

Литература к теме 4: [[1](#), [2](#), [3](#)]

Тема 5. Влияние момента инерции ротора насосного агрегата на характер протекания переходного процесса.

Содержание темы 5: Совместное графическое и аналитическое решение расходного уравнения насоса, уравнения гидравлического удара и дифференциального уравнения движения ротора насосного агрегата. Оценка степени влияния момента инерции на амплитуду колебаний давления.

Литература к теме 5: [[1](#), [2](#), [3](#)]

Тема 6. Способы защиты трубопроводов от повышения давления при гидравлическом ударе. Методы воздействия на объект, которые вызывают изменение скорости потока.

Содержание темы 6: Управляемая задвижка. Определение рациональной программы перемещения затвора при произвольном его профиле. Применение дополнительного маховика. Определение основных параметров маховика.

Литература к теме 6: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 7. Способы защиты трубопроводов от повышения давления при гидравлическом ударе. Методы воздействия на поток.

Содержание темы 7: Уравнительные резервуары. Изменение упругих свойств среды, которая транспортируется. Изменение упругих свойств трубы. Обратные клапаны по длине трубопровода. Обратные клапаны с замедленным закрытием. Гасители. Воздушные колпаки и впуски воды. Гидравлические и струйные диоды.

Литература к теме 7: [[1](#), [2](#), [3](#), [7](#)]

Тема 8. Другие методы исследования переходных процессов. Заключение.

Содержание темы 8: Другие методы исследования переходных процессов. Гидравлические и струйные диоды. Заключение.

Литература к теме 8: [[1](#), [2](#), [3](#), [5](#), [6](#)]

3.3. Практические (семинарские) занятия

В учебном плане не запланировано.

3.4 Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/заочн	Лите- ратура
1	Расчет переходного процесса с использованием модели ДонНТУ.	3/1	[7] [8]
2	Графический анализ переходного процесса без учета гидравлического сопротивления трубопроводов	3/1	[7] [8]
3	Графический анализ переходного процесса с учетом гидравлического сопротивления трубопроводов	3/1	[7] [8]
4	Методы защиты трубопроводов от гидравлических ударов. Воздействие на генератор гидравлической энергии	3/1	[7] [8]
5	Методы защиты трубопроводов от гидравлических ударов. Воздействие на поток	3/1	[7] [8]
6	Расчет переходного процесса в гидравлической системе с использованием гидравлического диода как средства защиты от гидравлических ударов на компьютерной модели.	3/0	[7] [8]
7	Конструкции гасителей. Изучение конструкций унифицированных гасителей прямого действия.	3/1	[7] [8]
8	Конструкции гасителей. Изучение конструкций унифицированных гасителей непрямого действия	3/0	[7] [8]
9	Конструкции гасителей. Изучение конструкций гасителей типа КГИ.	3/0	[7] [8]
10	Конструкции гасителей. Изучение конструкций гасителей типа КГ.	3/0	[7] [8]
11	Конструкции гасителей. Изучение конструкций гасителей типа ГШВХ.	3/0	[7] [8]
12	Конструкции гасителей. Изучение конструкций гидравлических диодов	3/0	[7] [8]
13	Конструкции гасителей. Изучение конструкций струйных диодов	3/0	[7] [8]
14	Конструкции гасителей. Изучение конструкций вихревых диодов	3/0	[7] [8]
15	Конструкции гасителей. Изучение конструкций гибридных диодов	3/0	[7] [8]
16	Расчет момента инерции маховика для защиты от гидравлических ударов	3/0	[7] [8]
17	Расчеты и анализ влияния горизонтального участка на величину гидравлического удара	3/0	[7] [8]
ИТОГО:		51/6	

3.5 Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час. очн/заочн
1	Изучение лекционного материала	45/84
2	Подготовка к практическим занятиям	0
3	Подготовка к лабораторным работам	46/88
4	Выполнение курсового проекта	0
5	Выполнение курсовой работы	0
6	Выполнение индивидуального задания	0/10
ИТОГО:		91/182

3.6 Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

Индивидуальные задания по дисциплине учебным планом для очной формы обучения не предусмотрены, а предусмотрены только для заочной формы обучения. Индивидуальные задания по дисциплине выполняются на тему: «Выбор средств защиты от гидравлического удара шахтной водоотливной сети», объем работы составляет 8-12 страниц.

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу. Не ориентируется в специальной научной литературе;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;
- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;

- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Влияние момента инерции ротора насосного агрегата на характер протекания переходного процесса.
2. Возникновение и развитие гидравлического удара.
3. Гасители гидравлических ударов работающие со сбросом жидкости.
4. Гидравлические и струйные диоды.
5. Гидравлический удар как гидродинамический эффект, его проявление и его следствия.
6. Граничные условия дифференциальных уравнений гидравлического удара.
7. Графическое построение волновых характеристик трубопровода.
8. Дифференциальное уравнение движения (уравнение Бернулли) для нестационарных течений вязкой однофазной несжимаемой жидкости.
9. Дифференциальные уравнения гидравлического удара в характеристической форме.
10. Изменение упругих свойств трубы как средство защиты от гидравлических ударов.
11. Маховики как средство защиты от гидравлических ударов.
12. Моделирование гидравлического удара с использованием метода характеристик.
13. Обратные клапаны как средство защиты от гидравлических ударов.
14. Обратные клапаны с замедленным закрытием.
15. Основные уравнения гидравлического удара - уравнение движения, уравнение неразрывности и уравнение состояния.
16. Переходные процессы при движении несжимаемой жидкости в жесткой трубе.
17. Предпосылка графического метода исследования гидравлического удара.
18. Роль ученых ДонНТУ в исследованиях гидравлического удара.
19. Способы защиты трубопроводов от повышения давления.
20. Управляемая задвижка как средство защиты от гидравлических ударов.
21. Физическое моделирование гидравлического удара.

Пример экзаменационного билета.

ГОУВПО «Донецкий национальный технический университет»	
Уровень высшего профессионального образования:	магистратура
Направление подготовки (специальность):	(бакалавриат, специалитет, магистратура)
	15.04.02 «Технологические машины и оборудование»
Профиль (магистерская программа, специализация):	(код, название)
	«Гидравлические машины, гидропривод и гидропнеумоавтоматика»
Семестр:	2 (весенний)
Учебная дисциплина:	Нестационарные гидродинамические эффекты

БИЛЕТ № 5

1. Моделирование гидравлического удара с использованием метода характеристик.
2. Способы защиты трубопроводов от повышения давления
3. Гидравлические и струйные диоды.

Утверждено на заседании кафедры	Энергомеханические системы	
	(наименование кафедры полностью)	
Протокол	№ 9	от 25.05.2022.
Зав. кафедрой	(подпись)	Кононенко А.П.
		(Ф.И.О.)
Экзаменатор	(подпись)	Геммерлинг О.А.
		(Ф.И.О.)

4.3 Критерии оценивания

Экзамен

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Нестационарные гидродинамические эффекты» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий, лабораторных работ, выполнения индивидуального задания, студента заочной формы обучения – по результатам выполнения контрольной работы. Выполнение заданий на практических занятиях, выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение индивидуального задания (контрольной работы), предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену.

Диагностика знаний студента предусматривает расчет итоговой за семестр оценки успеваемости студента по учебной дисциплине по 100 балльной шкале с последующим ее переводом в оценку по национальной шкалы и шкалы ECTS.

Итоговая оценка успеваемости студента по учебной дисциплине включает оценки успеваемости студента по каждому из следующих видов работ студента: текущая аудиторная работа, текущая самостоятельная работа и ответы на задания экзаменационного билета (табл. 1)

Таблица 1 – Оценивание знаний студентов при промежуточной аттестации

Вид работ студента	Максимальная оценка, баллов	
	очная	заочная
Текущая аудиторная работа	60	10
Текущая самостоятельная работа	0	50
Ответы на задания экзаменационного билета	40	40
Промежуточная аттестация	100	100

Текущая аудиторная работа включает результативность работы на практических занятиях (максимум – 40 баллов); результативность текущих аудиторных опросов (максимум – 10 баллов); активность на лекционных занятиях (максимум – 5 баллов); посещаемость аудиторных занятий (максимум – 5 баллов). Общее количество баллов за текущую аудиторную работу определяется совместно лектором и ассистентом на последнем аудиторном занятии по результатам, зафиксированным ими в журнале успеваемости группы в течение семестра.

Текущая самостоятельная работа предусматривает углубленное изучение отдельных вопросов дисциплины в соответствии с методическими рекомендациями по выполнению самостоятельной работы студентов по соответствующей дисциплине. Самостоятельная работа студентов заочной формы обучения оценивается лектором на основании сданной индивидуальной работы без защиты.

Ответы на задания экзаменационного билета студент дает в письменном виде на экзамене, проводимом по расписанию в зачетно-экзаменационную сессию. Критерии оценивания ответов на экзаменационные билеты приведены в самих экзаменационных билетах.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично / зачтено
80-89	B	Хорошо / зачтено
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно / зачтено
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно / не зачтено
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам выполнения лабораторных работ, индивидуального задания, во время контрольных опросов в ходе проведения занятий.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	
60-69	E	Удовлетворительно
35-59	FX	
0-34	F*	Неудовлетворительно

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4 Пример текущего опроса на практических (семинарских) занятиях и лабораторных работах

1. Назовите, какие вы знаете обратные клапаны для защиты от гидравлических ударов.
2. Назовите, какие вы знаете обратные клапаны с замедленным закрытием.
3. Назовите гасители гидравлических ударов работающие со сбросом жидкости.
4. Принцип работы управляемой задвижки для защиты от гидроударов.
5. Принцип действия струйного диода для защиты от гидроударов.

4.5 Курсовое проектирование

Курсовой проект (работа) по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I. Основная литература

1 Белов, А. Н. Пневматические и гидравлические системы транспортных средств и оборудования. Ч.2. Гидравлические системы и приводы : учебное пособие / А. Н. Белов. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2020. — 168 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111706.html> (дата обращения: 04.12.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2 Муравьев, О. А. Переходные процессы на гидроэлектростанциях : учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений / О. А. Муравьев. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2020. — 78 с. — ISBN 978-5-7264-2227-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/101873.html> (дата обращения: 08.12.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

3 Орехова, Т. Н. Гидравлика и гидропневмопривод : учебное пособие / Т. Н. Орехова, В. А. Уваров. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 149 с. — Текст : элек-

тронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80458.html> (дата обращения: 04.12.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

II. Дополнительная литература

4 Попова, О. И. Расчет объемного гидропривода : учебное пособие / О. И. Попова, М. И. Попова, С. Л. Новокшенов. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2019. — 87 с. — ISBN 978-5-7731-0746-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93287.html> (дата обращения: 04.12.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5 Овсянников, Ю. Г. Гидропривод и основы гидропневмоавтоматики : учебное пособие / Ю. Г. Овсянников. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2017. — 132 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80459.html> (дата обращения: 04.12.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 Суслов, Н. М. Элементная база объемного гидропривода : учебное пособие / Н. М. Суслов, С. А. Чернухин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 157 с. — ISBN 978-5-4497-1731-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122178.html> (дата обращения: 16.06.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей. - DOI: <https://doi.org/10.23682/122178>

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

7 Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам: «Нестационарные гидродинамические эффекты», «Основы теории нестационарных гидродинамических процессов» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», магистерская программа: «Гидравлические машины, гидропривод и гидропневмоавтоматика» дневной и заочной форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. энергомехан. систем; сост.: В.М. Оверко, О. А. Геммерлинг. - Электрон. дан. (1 файл). — Донецк : ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. - Режим доступа: . - Загл. с экрана.

8 Методические указания к самостоятельной работе и выполнению индивидуального задания по дисциплинам: «Нестационарные гидродинамические эффекты», «Основы теории нестационарных гидродинамических процессов» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 15.04.02 «Технологические машины и оборудование», магистерская программа: «Гидравлические машины, гидропривод и гидропневмоавтоматика» дневной и заочной форм обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. энергомехан. систем; сост.: В.М. Оверко,

О. А. Геммерлинг. - Электрон. дан. (1 файл). – Донецк: ДОННТУ, 2020. – Систем. требования: Acrobat Reader. - Режим доступа: . - Загл. с экрана.

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART – <http://www.iprbookshop.ru>.

Internet-ресурсы

9 Насосы. Турбины. Системы. (2011 – 2022) – <http://jurnal-nts.ru/journal.html>
– Дата обращения 02.07.2022.

10 Горная промышленность (2011 – 2022) – <http://mining-media.ru/ru/archiv> –
Дата обращения 02.07.2022.

11 Гидротехника (2009 – 2022) – <http://hydroteh.ru/magazine> – Дата обращения 02.07.2022.

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная аудитория №1.116 учебный корпус 1 для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютер Pentium – II, операционная система Linux Ubuntu 18.04 (2018), LibreOffice 6.3.0 (2019), монитор TFT HANNS-GHW 173A 19", 4 телевизора 22" Samsung; специализированная мебель: доска классная стеклянная, столы аудиторные двухместные, стол письменный, стулья; учебно-наглядные пособия: плакаты с иллюстративным материалом).

2. Специализированная лаборатория гидравлических машин и гидропривода №1.117 учебный корпус 1 для проведения лабораторных занятий (компьютер Intel C-E1400, операционная система Linux Ubuntu 16.04 (2016), LibreOffice 5.3.4 (2017), монитор Samsung 755DF; принтер HP LJ 1200; специализированная мебель: доска аудиторная, парты; учебно-наглядные пособия: демонстрационные плакаты; вентиляторная установка для снятия аэродинамической характеристики вентилятора; вентиляторная установка для измерения скоростей и расходов воздуха и получение напорной характеристики вентилятора; модель шахтной вентиляторной установки с центробежным вентилятором ВЦД – 32 и регулируемым электроприводом; насосная установка 1,5К-6 для снятия напорной характеристики насоса и проверки экспериментальный путем законов пропорциональности турбомашин; эрлифтная установка для снятия характеристики эрлифта; водоотливная установка с гидроэлеватором для снятия напорной характеристики насоса и гидроэлеватора; вентиляторная установка с вентилятором местного проветривания ВМ-5 для получения аэродинамической характеристики вентилятора; насосная установка 4Д-6 для получения индивидуальной характеристики насоса, измерения объемного расхода с помощью треугольного водослива; установка автома-

тизации главной водоотливной установки с тремя насосными агрегатами и с тремя насосными агрегатами и с заливкой насосов погружным насосом, боковым аккумулятором и водовоздушным эжектором; вентиляторная установка с вентилятором местного проветривания; компрессорная установка с винтовым компрессором ЗИФ ШВ-5 для определения подачи компрессора; компрессорная установка с поршневым компрессором для определения подачи компрессора и снятия индикаторной диаграммы; водоотливная установка с центробежным насосом К-20 для снятия давлений и измерения объемного расхода с помощью диафрагмы; водоотливная установка с параллельно работающими насосами К-8 для снятия напорной характеристики параллельно работающих турбомашин, работающих рядом; водоотливная установка с насосом КС-10 для получения кавитационной характеристики центробежного насоса; водоотливная установка с вертикальным погружным насосом ВП-50 для снятия напорных характеристик насоса; насосная установка 2К-6 для кавитационных испытаний и проверки опытным путем законов пропорциональности турбомашин; водоотливная установка для определения гидравлической крупности твердых фракций из разного материала; установка для испытания гидромфты с целью получения ее механической характеристики; установка для испытания шестеренного насоса с целью получения его механической характеристики; установка для испытания поршневого гидромотора с целью получения его механической характеристики; лабораторный стенд для тарировки пружинных манометров; установка для испытания винтового насоса с целью получения его механической характеристики; установка для демонстрации режимов движения жидкости; насосная установка для определения подачи капельных жидкостей; установка для измерений коэффициентов местных сопротивлений; установка для исследования параллельной и последовательной работы центробежных насосов; установка для определения количества импульсов и пульсирующего давления).

3. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).