

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет Факультет горно-металлургической промышленности и
строительства
Кафедра Горных энергомеханических систем



УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по
учебной работе
Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем
(наименование дисциплины)

13.03.03 Энергетическое машиностроение
(код, наименование направления)

Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты
(направленность, профиль)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная
(очная, очно-заочная, заочная)

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цели дисциплины. Целью изучения дисциплины «Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем» является формирование знаний и компетенций в области проектирования, расчетов и методов исследования динамических характеристик гидро- и пневмосистем.

Дисциплина направлена прежде всего на систематизацию ранее полученных знаний по профессиональным дисциплинам бакалаврской подготовки применительно к принципам построения математических моделей гидромашин, систем гидро- и пневмоприводов и гидропневмоавтоматики различных машин и аппаратов и современных методов анализа и динамического расчета на ЭВМ внутренних и внешних переходных и установившихся процессов в указанных машинах и системах. Она закладывает теоретическую основу умения моделировать гидравлические и пневматические системы, анализировать частотные характеристики, позволяет бакалаврам освоить практические навыки расчета корректирующих устройств для получения заданных характеристик гидравлических и пневматических систем, познакомиться с особенностями работы следящих гидравлических и пневматических систем.

Задачи дисциплины состоят в изучении:

- элементов и устройств гидропневмосистем с автоматическим управлением;
- методов и способов описания гидропневматических систем дифференциальными уравнениями и представления их в виде структурных схем;
- основных методов анализа гидропневмосистем и отдельных их элементов во временных и частотных областях;
- методов и способов линеаризации дифференциальных уравнений, описывающих технические системы;
- типовых нелинейных характеристик элементов гидропневмосистем;
- статических расходно-перепадных характеристик дроссельных гидро- и пневмоусилителей;
- методов и способов линеаризации нелинейных уравнений или способов компенсации нелинейностей;
- методов синтеза корректирующих устройств для улучшения динамики;
- методов проведения исследований динамики гидро-пневмосистем автоматического и автоматизированного управления.

Дисциплина направлена на формирование профессиональных (ПК-2, ПК-4, ПК-5) компетенций выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины — курс входит в Элективные дисциплины (модули) Блока 1 учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.04.03 «Энергетическое машиностроение», образовательная программа «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты».

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента в результате освоения дисциплин ООП подготовки бакалавра: физика, теоретическая механика, гидравлический привод и средства автоматики, электротехника и электроника, механика жидкости и газа, введение в теорию управления гидропневмосистемами.

Математические и естественнонаучные дисциплины, а также дисциплины профессионального цикла формируют «входные» знания, умения необходимые для изучения дисциплины «Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем»:

- знание требований, предъявляемых к гидравлическим и пневматическим приводам машин различного технологического назначения;
- знание конструктивных особенностей элементов и устройства гидропневмосистем и принципов их работы;
- знание методов описания и представления автоматических систем с помощью дифференциальных уравнений;
- знание методов расчета динамики гидропневмосистем различных машин;
- умение проводить расчеты и моделирование динамики гидросистемы и отдельных ее элементов;
- умение оценивать устойчивость и автоколебательный режим работы гидропневмосистем;
- владение навыками математического описания гидравлических и пневматических систем автоматического регулирования и управления;
- владение навыками проведения декомпозиции сложных гидропневмосистем на элементарные участки;
- владение навыками оценивания по динамике показатели качества функционирования гидропневмосистем.

В свою очередь, дисциплина «Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем» является основой для изучения следующих дисциплин: надежность и эксплуатация гидро- и пневмоприводов, монтаж, наладка и испытания гидро- и пневмоприводов, а также, приобретенные знания, могут быть использованы при подготовке и защите выпускной квалификационной работы, а также в профессиональной деятельности.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 7 зачетных единицы, 252 ак.ч. Программой дисциплины для очной формы обучения предусмотрены лекционные (36 ак.ч.), лабораторные (36 ак.ч.) практические (36 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (144 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре. Форма промежуточной аттестации по дисциплине — экзамен.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем» направлен на формирование компетенции, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен принимать и обосновывать конкретные технические решения при создании объектов профессиональной деятельности	ПК-2	ПК-2.1. Демонстрирует понимание влияния условий работы объекта профессиональной деятельности на принимаемые конструктивные решения. ПК-2.2. Проводит комплекс расчетов элементов объекта профессиональной деятельности. ПК-2.3. Принимает обоснованные технические решения при создании объекта профессиональной деятельности. ПК-2.4. Способен выполнить патентный поиск и обеспечить правовую охрану принятых решений.
Способен осуществлять монтажно-наладочные работы на объектах профессиональной деятельности	ПК-4	ПК-4.1. Разрабатывает техническую документацию для выполнения монтажных и наладочных работ. ПК-4.2. Демонстрирует знание конструкций и принципов работы объектов профессиональной деятельности. ПК-4.3. Демонстрирует умение к планированию и проведению испытательных работ на объектах профессиональной деятельности.
Способен использовать технические средства для измерения основных параметров объектов профессиональной деятельности	ПК-5	ПК-5.1. Использует технические средства для измерения основных параметров объектов профессиональной деятельности. ПК-5.2. Демонстрирует умение анализировать работу объекта профессиональной деятельности по основным режимным параметрам.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 7 зачётных единиц, 252 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к практическим занятиям, текущему контролю, выполнения домашнего задания, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзамену.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		7
Аудиторная работа, в том числе:	108	108
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	144	144
Подготовка к лекциям	8	8
Подготовка к лабораторным работам	18	18
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	18	18
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	28	28
Домашнее задание	18	18
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	30	30
Аналитический информационный поиск	-	-
Работа в библиотеке	16	16
Подготовка к экзамену	8	8
Промежуточная аттестация – экзамен (Э)	Э (2)	Э (2)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	252	252
з.е.	7	7

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3, дисциплина разбита на 6 тем:

- тема 1 (Методы анализа нелинейных систем автоматического регулирования);
- тема 2 (Методы решения нелинейных уравнений динамики гидропневмосистем);
- тема 3 (Динамика рабочих сред в регулирующих устройствах);
- тема 4 (Математические модели и структурные схемы гидро- и пневмоприводов);
- тема 5 (Динамика и регулирование гидравлических приводов объемного регулирования);
- тема 6 (Электрогидравлические и электропневматические следящие приводы).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной формы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Методы анализа нелинейных систем автоматического регулирования	Типовые нелинейные характеристики элементов гидропневмосистем. Статические характеристики дроссельных гидро- и пневмоусилителей. Нелинейные зависимости типа «люфт», «насыщение», «трение».	6	Расчет статических расходно-перепадных характеристик дроссельных гидро- и пневмоусилителей	6	Исследование влияния типовых нелинейных характеристик элементов гидропневмосистем на устойчивость системы регулирования	6
2	Методы решения нелинейных уравнений динамики гидропневмосистем	Методы точного аналитического решения нелинейных уравнений, описывающих динамику гидропневмосистем. Применение прямого метода Ляпунова для оценки устойчивости САР гидропневмосистем. Применение метода фазовых траекторий для оценки устойчивости САР гидропневмосистем второго порядка. Применение метода гармонической линеаризации для оценки устойчивости САР и определение границ устойчивости гидропневмосистем	6	Составление системы дифференциальных уравнений, описывающих гидропривод возвратно-поступательного и вращательного действия с дроссельным регулированием	6	Оценка устойчивости САР и определение границ устойчивости гидропневмосистем методами фазовых траекторий и гармонической линеаризации	6
3	Динамика рабочих сред в регулирующих устройствах	Основные виды дроссельных регулирующих устройств и их характеристики. Динамика рабочей среды в струйном непрерывном элементе.	6	Составление системы дифференциальных уравнений, описывающих электрогидравлический привод с обратной связью по положению	6	Исследование математической модели гидравлического следящего привода дроссельного регулирования с механическим управлением	6

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудо-емкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоем-кость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоем-кость в ак.ч.
4	Математические модели и структурные схемы гидро- и пневмоприводов	Построение математических моделей и структурных схем гидро- и пневмоприводов. Динамика и регулирование гидравлического (пневматического) следящего привода дроссельного регулирования с механическим управлением	6	Составление уравнения динамики силовой части гидропривода с объемным регулированием	6	Исследование математической модели силовой части гидропривода с длинными трубопроводами	6
5	Динамика и регулирование гидравлических приводов объемного регулирования	Принципиальная и расчетная схемы силовой части гидропривода с объемным регулированием.	6	Составление системы дифференциальных уравнений, описывающих электрогидравлический привод с обратной связью по усилию.	12	Синтез системы управления электрогидравлическим следящим приводом с объемным регулированием	6
6	Электрогидравлические и электропневматические следящие приводы	Автоколебания в электрогидравлическом следящем приводе с дроссельным регулированием. Математические модели переливного клапанов прямого и непрямого действия.	6			Исследование автоколебаний в электрогидравлическом следящем приводе с дроссельным регулированием	6
Всего аудиторных часов			36	36		36	

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://dontu.ru/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-2, ПК-4, ПК-5	экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах – всего 20 баллов;
- практические работы – всего 40 баллов;
- лабораторные работы – всего 40 баллов.

К сдаче экзамена студент допускается в случае, если он сдал все практические и лабораторные работы и набрал по каждому из видов работ не менее 60% от максимально возможного балла.

Экзамен по дисциплине «Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем» проводится по билетам. Экзаменационная оценка учитывает полноту ответов на поставленные вопросы, а также результаты сдачи студентом практических, лабораторных работ и коллоквиумов. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, он имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п.п. 6.5), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

В качестве домашнего задания студенты выполняют:

- работу над составлением конспекта изученного материала;
- составление списка терминов в области динамики и регулированию гидро- и пневмосистем, которые встретились при изучении тем по дисциплине, а также приводятся определения этих терминов.

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

- 1) Основные уравнения движения исполнительных органов гидропневмосистем.
- 2) Методы расчета расходов в гидропневмосистемах.
- 3) Применение уравнения неразрывности потока для анализа гидропневмосистем.
- 4) Динамическое моделирование нагрузок на исполнительные органы гидропневмосистем.
- 5) Влияние температуры и давления на параметры рабочей среды гидро- и пневмосистем.
- 6) Использование передаточных функций для анализа динамики гидропневмосистем.
- 7) Частотные характеристики гидропневмосистем и их анализ.
- 8) Принципы построения гидроприводов с дроссельным регулированием.
- 9) Методы проектирования гидросистем с объемным регулированием.
- 10) Анализ структурных схем гидроприводов с объемным регулированием.
- 11) Допущения при анализе динамики пневмосистем и их влияние на точность расчетов.
- 12) Расход газа в докритическом и надкритическом режимах: уравнения и методы расчета.

13) Физические параметры воздуха и их зависимость от температуры и давления.

14) Динамические характеристики пневмопривода поступательного и вращательного действия.

15) Структурные схемы пневмоприводов и их применение в промышленности.

16) Применение корректирующих пневматических и электропневматических устройств.

17) Методы повышения устойчивости регулятора мощности в гидропневмосистемах.

18) Обратные связи в электрогидравлических приводах: виды и принципы реализации.

19) Моделирование динамики пневматического тормозного устройства.

20) Методы численного решения дифференциальных уравнений в гидропневмосистемах.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Методы анализа нелинейных систем автоматического регулирования

1) Какие преимущества имеет метод фазовых траекторий при анализе нелинейных систем автоматического регулирования второго порядка?

2) В чем заключается суть метода гармонической линеаризации и как он сохраняет специфические свойства нелинейных звеньев?

3) Как метод статистической линеаризации позволяет определить статистическую ошибку регулирования при случайных воздействиях?

4) Какие условия устойчивости нелинейных систем можно определить с помощью прямого метода Ляпунова?

5) Как метод точечных отображений помогает в изучении динамики нелинейных систем автоматического регулирования?

Тема 2 Методы решения нелинейных уравнений динамики гидропневмосистем

1) В чем заключается суть метода последовательных импульсов для моделирования динамики гидропривода?

2) Как подход, основанный на методах аналитической механики, учитывает дополнительные силы, обусловленные потоком массы через границы в гидравлических системах?

3) Какие условия необходимы для применения метода линеаризации характеристик дросселирующих элементов при расчете частотных характеристик гидropневмосистем?

4) В каких случаях применяется метод малых отклонений для анализа колебаний расхода жидкости в гидropневмосистемах?

5) Как метод последовательных импульсов корректирует скорость движения поршня с учетом нагрузки в гидроприводе?

Тема 3 Динамика рабочих сред в регулирующих устройствах

1) Какие типы процессов (медленноменяющиеся и быстропеременные) характеризуют динамику рабочих сред в гидравлических регулирующих устройствах?

2) Какие примеры медленноменяющихся процессов можно привести в пневмогидравлических системах?

3) Какие быстропеременные процессы характерны для гидравлических и пневматических систем?

4) Как вязкость жидкости влияет на динамические характеристики гидравлических систем?

5) Почему при проектировании и эксплуатации пневмогидравлических систем важно учитывать динамические процессы?

Тема 4 Математические модели и структурные схемы гидро- и пневмоприводов

1) Какие этапы включает процесс формирования математических моделей гидро- и пневмоприводов?

2) Какие подсистемы выделяются при анализе конструкции и принципа действия гидро- и пневмоприводов?

3) Как описываются процессы в гидродинамической подсистеме при формировании математической модели?

4) Какие элементы выделяются в термодинамической подсистеме и как они описываются в математической модели?

5) Какие уравнения используются в математической модели типового пневмопривода для описания движения исполнительного органа и изменения давлений?

Тема 5 Динамика и регулирование гидравлических приводов объемного регулирования

1) Какие основные энергетические параметры определяют мощность гидравлического привода и как они связаны с его динамикой?

2) Какие способы регулирования скорости движения выходного звена гидропривода существуют?

3) В чем заключается суть объемного регулирования гидропривода и какие способы его реализации существуют?

4) Какие преимущества имеют гидроприводы с объемным регулированием по сравнению с другими типами регулирования?

5) Какие недостатки характерны для гидроприводов с объемным регулированием и как они влияют на конструкцию и стоимость системы?

Тема 6 Электрогидравлические и электропневматические следящие приводы

1) Какие основные компоненты входят в состав электрогидравлических следящих приводов и какова их функция?

2) В чем заключается принцип действия следящих приводов и как они обеспечивают управление объектом регулирования?

3) В каких областях техники наиболее широко применяются электрогидравлические следящие приводы?

4) Какие преимущества имеют электропневматические следящие приводы?

5) Как электрогидравлические и электропневматические системы управления сочетают достоинства электрического управления с мощностью гидро- и пневмоприводов?

6.5 Вопросы при подготовке к экзамену

1) Что такое передаточные функции в динамике гидропневмосистем?

2) Как определяются частотные характеристики динамических систем?

3) Как выглядит структурная схема гидропривода с дроссельным регулированием?

4) Какие существуют варианты построения гидросистем с объемным регулированием?

5) Приведите основные уравнения, описывающие движение исполнительных органов гидропневмосистем.

6) Приведите основные уравнения, используемые для расчета расходов в гидропневмосистемах.

7) Приведите уравнение неразрывности потока для участков гидропневмосистем.

8) Приведите основные уравнения, описывающие нагрузки на исполнительных органах гидропневмосистем.

9) Как температура и давление влияют на параметры рабочей среды гидро- и пневмосистем?

10) Какова структура гидропривода с объемным регулированием?

- 11) Какие основные допущения принимаются при анализе динамики пневмосистем?
- 12) Какие уравнения используются для расчета расхода газа в докритическом и надкритическом режимах?
- 13) Какие зависимости используются для анализа динамики пневмопривода поступательного действия?
- 14) Каковы особенности расчета динамики пневмопривода двустороннего действия?
- 15) Какие зависимости описывают динамику пневмопривода вращательного действия?
- 16) Каковы основные структурные схемы пневмоприводов?
- 17) Какие пневматические и электропневматические корректирующие устройства применяются в системах управления?
- 18) Как оценивается устойчивость работы регулятора мощности и какие методы используются для ее повышения?
- 19) Какие параметры влияют на точность моделирования потока среды в трубопроводе?
- 20) Как осуществляется математическое описание регулятора мощности насоса и какие переходные процессы при этом учитываются?
- 21) Какие типы гидроусилителей применяются в электрогидравлических приводах?
- 22) Какие основные зависимости описывают работу двухкаскадного гидроусилителя?
- 23) Какие виды обратных связей реализуются в электрогидравлическом приводе?
- 24) Какие математические модели используются для анализа электрогидравлического привода?
- 25) Какова структурная схема электрогидравлического привода?
- 26) Как анализируются переходные и частотные характеристики электрогидравлического привода?
- 27) Какое влияние на динамику гидроприводов оказывают силы трения и люфты в соединениях?
- 28) Какое влияние на характеристики гидросистем оказывает растворенный газ в рабочей жидкости?
- 29) Какие методы решения систем дифференциальных уравнений на ЭВМ применяются в расчетах гидропневмосистем?
- 30) Какие существуют варианты построения гидросистем с дроссельным регулированием?
- 31) Как содержание масла в воздухе влияет на динамику пневмопривода?

- 32) Как описывается процесс заполнения емкости постоянного объема?
- 33) Какие особенности имеет процесс заполнения емкости переменного объема?
- 34) Как моделируется динамика работы пневматического тормозного устройства?
- 35) Какие методы применяются для повышения устойчивости пневмопривода?
- 36) Каким образом поток рабочей среды в трубопроводе описывается системой дифференциальных уравнений?

6.7 Примерная тематика курсовых работ

Курсовая работа по курсу «Динамика и регулирование гидро- и пневмосистем» не предусмотрена.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1) Старчик, Ю. Ю. Гидропневмопривод. Теория и практика : учебное пособие / Ю. Ю. Старчик, А. В. Картыгин. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. — 196 с. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1902760> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: по подписке.

2) Мандраков, Е. А. Динамика гидросистем : монография / Е. А. Мандраков, А. А. Никитин. — Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. — 128 с. — (Научная мысль). — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1247041> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: по подписке.

3) Суслов, Н. М. Гидравлические и пневматические системы. Объемный гидропривод : учебное пособие для СПО / Н. М. Суслов, С. А. Чернухин. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2022. — 155 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/122177.html> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4) Схемы гидравлические и пневматические : учебное пособие / М. Н. Подоприхин, В. Н. Семькин, А. В. Бесько [и др.]. — Воронеж : Воронежский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2021. — 66 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/111489.html> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

5) Маничев, В. Б. Численные методы. Достоверное и точное численное решение дифференциальных и алгебраических уравнений в САЕ-системах САПР : учебное пособие / В.Б. Маничев, В.В. Глазкова, И.А. Кузьмина. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 152 с. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1850634> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: по подписке.

6) Жидков, А.В. Вычислительная гидродинамика. математические модели жидкостей и газов: учебно-методическое пособие / А.В. Жидков, А.К. Любимов. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2021. — 42 с. — Текст : электронный. — URL: <http://old.lib.unn.ru/students/src/2740.pdf> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: по подписке.

Дополнительная литература

1) Зуйков, А. Л. Гидродинамика напорных течений ньютоновской несжимаемой жидкости : учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 2.1.6 Гидротехническое строительство, гидравлика и инженерная гидрология / А. Л. Зуйков, Ю. В. Брянская. — Москва : МИСИ-МГСУ, ЭБС АСВ, 2024. — 61 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/147195.html> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

2) Козлов, В. С. Механика жидкости и газа. В 2-х частях. Ч.1. Гидромеханика : учебное пособие / В. С. Козлов, С. В. Котельникова. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2022. — 246 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/124306.html> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Нормативные ссылки

1. Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15.12.2020 № 536 "Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности " Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением" (Зарегистрирован в Минюст 31.12.2020 № 61998) — Текст : электронный / Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов — URL: <https://docs.cntd.ru/document/573275722?ysclid=m2oyfrpfbe88920046> (дата обращения: 28.08.2024).

Учебно-методическое обеспечение

1) Гидравлические и пневматические системы и приводы. Часть 1 : лабораторный практикум / А. И. Павлов, В. Д. Щепин, С. Л. Вдовин [и др.]. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2021. — 130 с. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1869356> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: по подписке.

2) Баранов, А. В. Лабораторный практикум по курсу «Гидро- и пневмопривод в автоматизированном производстве» : учебное пособие / А. В. Баранов. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. — 136 с. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2170398> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: по подписке.

3) Лукьяненко, О. В. Гидропривод и гидропневмоавтоматика. Лабораторный практикум : учебное пособие / О. В. Лукьяненко, П. В. Сеница. — Минск : РИПО, 2021. — 76 с. — Текст : электронный. — URL: <https://znanium.com/catalog/product/1916009> (дата обращения: 28.08.2024). — Режим доступа: по подписке.

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: <https://library.dontu.ru/> — Текст : электронный.

2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.

3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.

4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.

5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.

6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) : официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. — Текст : электронный.

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Компьютерный класс (12 посадочных мест)</i>, оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС, компьютеры - 6 шт., Принтер Canon Pixma MP150 – 1 шт. <i>Аудитории для проведения лекционных и практических занятий, для самостоятельной работы:</i> 35 посадочных мест; технические средства обучения - проектор EPSON EMP-X5; домашний кинотеатр HT-475; C/б AMD Sempron 140 2.71. <i>Лаборатория гидравлики (30 посадочных мест)</i>, оборудованный учебной мебелью, барометр, манометры, дифманометры, манометр грузопоршневой, диафрагма, агрегат насосный, бак для воды, секундомер, стенд лабораторный, стенд для определения числа Рейнольдса, стенд для определения коэффициента трения и проверки уравнения Бернулли, весы технические, вискозиметр, виброграф, стенд для определения гидравлической крупности. <i>Лаборатория компрессорных установок</i>, площадь – 54,2 м², компрессоры, узлы промышленной компрессорной установки <i>Лаборатория гидропривода</i>, Площадь – 35,8 м², Гидроблок, стенд гидравлических машин и аппаратов, стенд для испытания гидромуфты, гидромотор радиально-поршневой, гидронасосы радиально-поршневые, аксиально-поршневые, пластинчатые, шестеренные, гидрораспределители, гидроцилиндры, дроссель, гидроклапан, регуляторы давления.	ауд. <u>216</u> корп. <u>лабораторный</u> ауд. <u>205</u> корп. <u>лабораторный</u> ауд. 119 корп. <u>лабораторный</u> ауд. 104-а корп. <u>лабораторный</u> ауд. 110 корп. <u>лабораторный</u>

Лист согласования РПД

Разработал
доцент кафедры горных
энергомеханических систем

(должность)


(подпись)

А.Ю. Рутковский
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой


(подпись)

В.Ю. Доброногова
(Ф.И.О.)

Протокол №1 заседания кафедры
горных энергомеханических систем

от 31.08.2024 г.

Декана факультета


(подпись)

О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.03 Энергетическое машиностроение
профиль подготовки «Автоматизированные
гидравлические и пневматические
системы и агрегаты»


(подпись)

В.Ю. Доброногова
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись)

О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	