

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

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

Факультет
Кафедра

горно-металлургической промышленности и строительства
горных энергомеханических систем



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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Математическое моделирование и численные методы в отрасли
(наименование дисциплины)

13.03.03 Энергетическое машиностроение
(код, наименование направления)

Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты
(профиль подготовки)

Квалификация

бакалавр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – формирование у студентов базовых знаний в области математического моделирования процессов в гидравлических системах машин, в частности, в автоматизированном гидроприводе.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить способы применения компьютерных и информационных технологий в инженерной деятельности; математические модели и характеристики гидравлических систем;
- научиться разрабатывать расчетные динамические и гидравлические схемы машин и оборудования, составлять их математические модели;
- овладеть математическими методами решения задач динамики гидравлических систем; методами анализа устойчивости и синтеза управляемых динамических систем со средствами гидро- пневмоавтоматики;
- получить навыки решения практических задач в своей предметной области с применением компьютерных технологий.

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций (ПК-1 и ПК-2) выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в БЛОК 1 («Дисциплины (модули)», «Часть БЛОКА 1, элективные дисциплины») подготовки студентов по направлению 13.03.03 Энергетическое машиностроение (профиль подготовки «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты»).

Дисциплина реализуется кафедрой горной энергомеханики и оборудования. Основывается на базе дисциплин: Математика; Информатика для расчетов ЭМС; Основные методы научных исследований.

Является основой для изучения следующих дисциплин: НИР студентов; Надежность и эксплуатация гидро- и пневмоприводов; Преддипломная практика; Государственная итоговая аттестация. Приобретенные знания могут быть использованы при подготовке и защите выпускной квалификационной работы, при прохождении преддипломной практики, а также в профессиональной деятельности.

В процессе изучения дисциплины у студента формируются компетенции, необходимые для решения профессиональных задач деятельности, связанных с проведением прикладных научных исследований.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (36 ак. ч.), лабораторные (18 ак. ч) и практические (18 ак. ч.) занятия, а также самостоятельная работа студента (72 ак. ч.).

Дисциплина изучается на 4 курсе в 7 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование и численные методы в отрасли» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Профессиональные компетенции		
Способен к конструкторской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ПК-1	ПК-1.1. Разрабатывает техническую документацию в соответствии с требованиями ЕСКД, в том числе с использованием современных систем автоматизированного проектирования ПК-1.2. Демонстрирует знание закономерностей процессов, происходящих в объектах профессиональной деятельности ПК-1.3. Способен выполнять расчет и подбор элементов объектов профессиональной деятельности
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

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 4 зачётных единицы, 144 ак. ч.

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

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:	72	72
Лекции (Л)	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	20	20
Подготовка к лабораторным работам	12	12
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	12	12
Выполнение курсовой работы / проекта	-	-
Расчетно-графическая работа (РГР)	-	-
Реферат (индивидуальное задание)	-	-
Домашнее задание	-	-
Подготовка к контрольной работе	-	-
Подготовка к коллоквиуму	6	6
Аналитический информационный поиск	6	6
Работа в библиотеке	6	6
Подготовка к зачету	10	10
Промежуточная аттестация – зачет (З)	3 (2)	3 (2)
Общая трудоемкость дисциплины		
ак. ч.	144	144
з. е.	4	4

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 4 темы:

- тема 1 (Введение. Методология математического моделирования);
- тема 2 (Численные методы при моделировании процессов в гидравлических и пневматических системах);
- тема 3 (Математические методы моделирования процессов в автоматизированных гидро- и пневмосистемах);
- тема 4 (Математическое моделирование процессов в гидравлических и пневматических системах).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной формы обучения 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.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Введение. Методология математического моделирования	Принципы и понятия теории систем. Функции, процессы и режимы работы автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов. Автоматизированный гидропривод как система. Гидравлические компоненты (насосы, гидромоторы и пр.). Стандартные элементы гидропневмоавтоматики и их характеристики. Математическое моделирование. Методы и этапы построения математических моделей (ММ). Характеристики ММ и предъявляемые к ним требования. Статические и динамические ММ. Структурные и функциональные ММ. Иерархия ММ. Принцип декомпозиции. Численные методы. Оценивание ММ. Достоинства и недостатки математического моделирования	6	Составление расчетных схем гидравлических динамических систем	2	-	-
2	Численные методы при моделировании процессов в гидравлических и пневматических системах	Линейная аппроксимация функций. Аппроксимация полиномами и рядом Тейлора. Метод наименьших квадратов. Интерполирование функций. Параболическая интерполяция. Методы решения алгебраических уравнений. Метод итераций. Численное дифференцирование. Решение систем линейных алгебраических уравнений методами Гаусса и простых итераций. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Методы Эйлера, Рунге – Кутты. Решение дифференциальных уравнений с частными производными	8	Аппроксимация функций методом наименьших квадратов Решение численными методами систем дифференциальных уравнений применительно к задачам отрасли	4	-	-

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
3	Математические методы моделирования процессов в автоматизированных гидро- и пневмосистемах	Элементы теории поля. Понятие тензоров напряжений и деформаций. Уравнения движения несжимаемого флюида, уравнения движения сжимаемого вязкого флюида, методы их решения. Численные методы решения уравнений гидродинамики с применением специализированных программных комплексов. Элементы теории автоматического регулирования гидравлических и пневматических систем. Принципы моделирования автоматизированных гидродинамических систем в среде MatLAB.	6	Составление математической модели течения идеальной жидкости в трубопроводе Составление математической модели течения вязкого флюида в трубопроводе	4	Моделирование типового трубопровода с использованием Matlab/Simulink r2015b и его расширения - SimScape/ Sim Hydraulics Моделирование элементов объемных гидроприводов (гидроцилиндра, золотника и пр.) с применением пакета VisSim	8
4	Математическое моделирование процессов в гидравлических и пневматических системах	Математическое моделирование потокораспределения в гидравлических системах. Математическое моделирование простой гидравлической системы в среде Matlab. Принципы тестирования гидро-и пневматических систем на этапе проектирования. Системный подход и принципы декомпозиции при моделировании сложных пневмо-и гидравлических систем. Математическое моделирование компонентов гидро- и пневмоприводов (гидроцилиндров, насосов, гидромоторов, золотников, переливных клапанов и пр.).	16	Математическое моделирование простой гидравлической системы Математическое моделирование управляемого объемного гидропривода	8	Моделирование гидросистемы (гидронасос, трубопровод, гидромотор). с помощью среды MatLAB	8

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Наимено- вание темы (раз- дела) дис- циплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- емкость в ак. ч.	Темы практи- ческих заня- тий	Трудоем- кость в ак. ч.	Темы лабо- раторных за- нятий	Трудоем- кость в ак. ч.
		Математические модели автоматизированных гидроприводов (задача синтеза). Математическое моделирование гидропривода горных машин (моделирование динамических процессов в гидросистеме механизированных крепей). Математическое моделирование рабочего процесса в гидроприводе с регулируемыми аксиально-поршневыми гидромашинами. Моделирование гидравлического натяжного устройства забойного скребкового конвейера		механизиро- ванных кре- пей Математиче- ское модели- рование гид- равлического натяжного устройства скребкового конвейера Математиче- ское модели- рование рабо- чих процессов в гидропри- воде с акси- ально-порш- невыми гид- ромашинами		Моделирова- ние динами- ческих про- цессов в за- бойных скребковых конвейерах, оборудован- ных гидрав- лическими натяжными устрой- ствами, с примене- нием про- граммного обеспечения TURBO- PASCAL	
Всего аудиторных часов			36		18		18

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://www.dstu.education/sveden/eduQuality>) 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-1, ПК-2	Коллоквиумы	Комплект контролирующих материалов для коллоквиумов
	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

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

- устный опрос на коллоквиумах (дважды по п.п. 6.3) – всего 40 баллов;
- практические работы – всего 30 баллов;
- лабораторные работы – всего 30 баллов.

Зачет проставляется автоматически, если студент набрал в течение семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60 % от максимального.

Зачет по дисциплине проводится по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время зачетной недели студент имеет право повысить итоговую оценку, отвечая на вопросы, приведенные в п.п. 6.4.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 5.

Таблица 5 – 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 по составлению конспекта изученного материала;
- проработку практических занятий;
- подготовку к лабораторным работам.

6.3 Оценочные средства для самостоятельной работы, для текущего контроля успеваемости на коллоквиумах

Тема 1. Введение. Методология математического моделирования

1. Дайте определение объекта.
2. Назовите атрибуты системы.
3. Дайте определение системы.
4. Что такое гидравлическая система?
5. Какие элементы входят в системы гидропривода
6. Какие гидравлические системы относят к автоматизированным?
7. Как работают золотниковые гидрораспределители?
8. Какой принцип работы переливных клапанов насосов?
9. Что такое состояние системы?
10. Приведите кибернетическую модель динамической системы.
11. Дайте математическую трактовку состояния динамической системы.
12. Что представляют собой параметры системы?
13. Назовите входные параметры гидропривода?
14. Что такое функция системы в широком смысле?
15. Что понимают под функцией гидравлических технических систем?
16. В чем заключается функционирование системы?
17. Какие элементы автоматизированной гидравлической системы называются функционально-структурными?
18. Что такое процесс пневмо- гидросистемы?
19. Что понимают под следящим режимом работы автоматизированной гидравлической системы?
20. Дайте определение модели.
21. Какие модели относятся к гомоморфным?
22. Что такое моделирование?
23. В чем заключается задача моделирования?
24. Что такое математическая модель?

25. В чем заключается математическое моделирование?
26. Назовите этапы математического моделирования.
27. Какие существуют методы построения математических моделей?
28. В чем суть аналитических методов моделирования?
29. На чем основываются численные методы моделирования?
30. Как оценивается точность математического моделирования?
31. В чем заключается адекватность математической модели?
32. Укажите основной признак динамической математической модели.
33. В чем заключается принцип Р. Декарта, относящийся к математическим моделям?
34. Укажите достоинства и недостатки математических моделей гидравлических систем?

Тема 2. Численные методы при моделировании процессов в гидравлических и пневматических системах

1. Что такое аппроксимация функций?
2. Приведите формулу аппроксимации функции $f(x)$ алгебраическими полиномами n -й степени
3. Приведите формулу аппроксимации функции $f(x)$ рядом Тейлора.
4. В чем суть взвешенного метода наименьших квадратов?
5. Что такое интерполяция функции?
6. Как дифференциал выражается через приращение?
7. При каком условии заканчивается процесс итераций при решении алгебраических уравнений?
8. В чем заключается метод Гаусса решения системы алгебраических уравнений?
9. Какие известны методы решения обыкновенных дифференциальных уравнений?
10. В чем состоит идея метода Рунге-Кутты IV порядка?
11. Какие типы дифференциальных уравнений в частных производных применяются при математическом моделировании процессов в гидравлических системах?
12. Какие уравнения математической физики относятся к гиперболическим?
13. Для чего при решении уравнений математической физики вводятся краевые условия
14. Какие существуют методы аналитического решения уравнений математической физики?
15. Для решения каких задач применяются методы численного анализа?

Тема 3. Математические методы моделирования процессов в автоматизированных гидро- и пневмосистемах

1. Что такое векторное поле?
2. Что определяет производная по направлению?
3. Что такое градиент скалярного поля?
4. Какой физический смысл дивергенции?

5. Дайте определение тензора.
6. Представьте тензор напряжений в виде матрицы.
7. Приведите формулу критерия Рейнольдса.
8. Какое движение флюида называется турбулентным?
9. Приведите условие, при котором режим движения жидкости ламинарный.
10. Приведите уравнение неразрывности струи флюида.
11. Какой профиль имеет скорость ньютоновская жидкости при ее течении в трубопроводе?
12. Приведите уравнения Навье-Стокса для вязкой несжимаемой ньютоновской жидкости (флюида в развернутом виде)
13. Приведите уравнения Навье-Стокса для вязкой несжимаемой ньютоновской жидкости (флюида в компактной векторной форме)
14. Сколько неизвестных входит в уравнение движения флюида (уравнение Навье-Стокса)?
15. Какие уравнения необходимы для замыкания системы уравнений движения флюида?
16. Какие методы применяются для решения уравнений движения флюидов?
17. Какие численные методы применяются для решения уравнений движения флюидов?
18. Приведите расчетную схему силовой части гидропривода с дроссельным регулированием.
19. Изобразите принципиальную схему силовой части гидропривода с объёмным регулированием.
20. На каком принципе основано регулирование гидравлических систем в следящем режиме?
21. При каких условиях динамическая гидравлическая система является устойчивой?

Тема 4. Математическое моделирование процессов в гидравлических и пневматических системах

1. Приведите расчетную схему простой гидравлической системы.
2. Приведите блок-диаграмму работы простой гидравлической системы в среде Matlab.
3. В чем заключается смысл тестирования гидро-и пневматических систем на этапе проектирования?
4. Какие преимущества имеет системный подход к моделированию сложных гидро- пневмосистем?
5. В чем состоит принцип декомпозиции сложных гидро- пневмосистем?
6. Приведите расчетную схему и соответствующую математическую модель гидроцилиндра.
7. Приведите блок-диаграмму работы гидроцилиндра в среде Matlab.
8. Приведите расчетную схему и соответствующую математическую модель золотникового распределителя.

9. Приведите блок-диаграмму работы золотникового распределителя в среде Matlab.
10. В чем состоит задача синтеза при моделировании сложной гидропневмосистемы?
11. Изобразите блок-диаграмму системы «гидроцилиндр-золотниковый распределитель» в среде Matlab.
12. Как изменятся давления в полостях гидроцилиндра системы «гидроцилиндр-золотниковый распределитель», если к штоку приложить нагрузку?
13. Приведите расчетную схему и соответствующую математическую модель шахтной механизированной крепи.
14. Какие допущения применяются при моделировании механизированной гидравлической крепи очистного комплекса?
15. Как осуществляется объемное регулирование системы с аксиально-поршневыми гидромашинами?
16. Приведите математическую модель гидравлического вариатора горной машины с объемным регулированием.
17. Изобразите расчетную гидромеханическую схему забойного скребкового конвейера с гидравлическим натяжным устройством.
18. Приведите систему уравнений движения скребкового конвейера с гидравлически натяжным устройством.
19. Какие процессы происходят в забойном скребковом конвейере с гидравлическим натяжным устройством при экстренном срабатывании предохранительного клапана?
20. По какому принципу осуществляется регулирование натяжения тягового органа скребкового конвейера гидравлическим натяжным устройством?

6.4 Вопросы для зачета

Тема 1. Введение. Методология математического моделирования

1. Принципы и понятия теории систем. Функции, процессы и режимы работы автоматизированных гидравлических и пневматических систем и агрегатов.
2. Автоматизированный гидропривод как система. Гидравлические компоненты (насосы, гидромоторы и пр.).
3. Стандартные элементы гидро- пневмоавтоматики и их характеристики
4. Математическое моделирование. Методы и этапы построения математических моделей.
5. Характеристики математических моделей и предъявляемые к ним требования.
6. Статические и динамические математические модели.
7. Структурные и функциональные математические модели. Иерархия математических моделей.

8. Принцип декомпозиции.
9. Численные методы.
10. Оценивание математических моделей.
11. Достоинства и недостатки математического моделирования

Тема 2. Численные методы при моделировании процессов в гидравлических и пневматических системах

1. Аппроксимация функций. Линейная аппроксимация. Аппроксимация полиномами.
2. Аппроксимация рядом Тейлора.
3. Метод наименьших квадратов.
4. Интерполирование функций. Параболическая интерполяция.
5. Методы решения алгебраических уравнений. Метод итераций (последовательных приближений).
6. Численное дифференцирование.
7. Решение систем линейных алгебраических уравнений. Метод Гаусса. Метод простых итераций.
8. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем. Метод Эйлера. Методы Рунге – Кутты.
9. Решение дифференциальных уравнений с частными производными

Тема 3. Математические методы моделирования процессов в автоматизированных гидро- и пневмосистемах

1. Элементы теории поля
2. Понятие тензоров напряжений и деформаций.
3. Понятие об уравнениях математической физики.
4. Уравнения движения несжимаемого флюида.
5. Уравнения движения сжимаемого вязкого флюида.
- 6 Численные методы решения уравнений гидродинамики с применением специализированных программных комплексов.
7. Элементы теории автоматического регулирования гидравлических и пневматических систем.
8. Принципы моделирования автоматизированных гидродинамических систем в среде MatLAB

Тема 4. Математическое моделирование процессов в гидравлических и пневматических системах

1. Математическое моделирование потокораспределения в гидравлических системах.
2. Математическое моделирование простой гидравлической системы в среде Matlab.
3. Принципы тестирования гидро-и пневматических систем на этапе проектирования.
4. Системный подход и принципы декомпозиции при моделировании сложных пневмо-и гидравлических систем.

5. Математическое моделирование компонентов гидро- и пневмоприводов (гидроцилиндров, насосов, гидромоторов, золотников, переливных клапанов и пр.).

6. Математические модели автоматизированных гидроприводов (задача синтеза).

7. Математические модели гидро- и пневмоприводов.

8. Математические модели управляющих устройств гидроприводов.

9. Математические модели переливных клапанов гидравлических насосов.

10. Основы расчета динамики объемного гидропривода.

11. Математическое моделирование гидропривода горных машин (моделирование динамических процессов в гидросистеме механизированных крепей).

12. Математическое моделирование рабочего процесса в гидроприводе на основе регулируемых аксиально-поршневых гидромашин.

13. Моделирование гидравлического натяжного устройства забойного скребкового конвейера

6.5 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Губарь, Ю. В. Введение в математическое моделирование [Электронный ресурс] / Ю. В. Губарь – М. : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 227 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

2. Бахвалов, Ю. А. Математическое моделирование: учеб. пособие [Электронный ресурс] / Ю. А. Бахвалов; ЮРГТУ(НПИ). - Новочеркасск: Изд-во ЮРГТУ(НПИ), 2010. - 142 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

Дополнительная литература

3. Бантикова, О. Математическое моделирование [Электронный ресурс] / О. Бантикова, В. Васинина, Ю. Жемчужникова, А. Реннер, Е. Седова – ООО ИПК «Университете», 2014. – 367 с. Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>

4. Бахвалов, Л. А. Моделирование систем [Электронный ресурс] / Л. А. Бахвалов – Московский государственный горный университет 2006. - 290 с. Режим доступа: <http://ntb.bstu.ru>

5. Аверченков, В.И. Основы математического моделирования технических систем [Электронный ресурс] / В.И. Аверченков, В.П. Федоров, М.Л. Хейфец – Флинта, 2011. - 271 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

6. Гартман, Т.Н., Калинин В.Н., Артемьева Л.И. Компьютерное моделирование простых гидравлических систем [Электронный ресурс] / Т.Н. Гартман, В.Н. Калинин, Л.И. Артемьева. Под общей редакцией д-ра техн. наук Т.Н. Гартмана. - М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2002. - 40 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com>

Нормативные ссылки

1. Российская Федерация. Законы. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ : принят Государственной Думой 21 декабря 2001 года : одобрен Советом Федерации 26 декабря 2001 года. — Текст : электронный // Гарант : информационно-правовое обеспечение / Компания «Гарант». — URL: <https://base.garant.ru/12125268/> (дата обращения: 21.06.2023).

2. Российская Федерация. Законы. О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ: принят Государственной Думой 20 июня 1997 года. — Текст: электронный // Гарант : информационно-правовое обеспечение / Компания «Гарант». — URL: <https://base.garant.ru/11900785/> (дата обращения: 21.06.2023).

3. Российская Федерация. Законы. О лицензировании отдельных видов деятельности: Федеральный закон от 04.05.2011 № 99-ФЗ: принят Государственной Думой 22 апреля 2011 года: одобрен Советом Федерации 27 апреля 2011 года. — Текст: электронный // Гарант: информационно-правовое

обеспечение / Компания «Гарант». — URL: <https://base.garant.ru/12185475/> (дата обращения: 21.06.2023).

4. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий : издание официальное : утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 28.01.2021: введены : 01.03.2021. — М.: Стандартинформ, 2021. — 75 с. — Текст: электронный // Гарант: информационно-правовое обеспечение / Компания «Гарант». — URL: <https://base.garant.ru/400289764/>.

5. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: утвержден Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 30.12.2022: введены: 01.03.2021. — М.: Стандартинформ, 2021. — 469 с. — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/406408041/>. (дата обращения: 21.06.2023).

7. О федеральном государственном надзоре в области промышленной безопасности : Постановление Правительства РФ от 30.10.2021 № 1082. — Текст : электронный // ГАРАНТ.РУ: информационно-правовой портал. — URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/401323288/> (дата обращения: 21.06.2023).

Учебно-методическое обеспечение

1. Корнеев, С.В. Математическое моделирование и численные методы в отрасли. Электронный конспект лекций/ С.В. Корнеев. Алчевск: ДонГТУ, 2024. — 160 с. — URL: <https://moodle.dstu.edu-education/course/view.php?id=1369#section-5>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст : электронный.

2. Корнеев, С.В. Научно-исследовательская работа. Методические указания к практическим занятиям/ С.В. Корнеев. Алчевск: ДонГТИ, 2020. — 171 с.— URL: <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=1369#section-5>. — Режим доступа: для авториз. пользователей. — Текст: электронный.

3. Мочалин, Е.В. Математическое моделирование и приближенное решение инженерных задач механики [Текст]: учеб. пособие / Е.В. Мочалин. — Алчевск: ДГМИ, 1998. — 141с.: ил.

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

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — 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.

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: Оборудование мультимедийной лекционной аудитории кафедры ГЭС: - посадочные места по количеству обучающихся; - рабочее место преподавателя; - технические средства обучения: проектор Multimedia Projector EPSON-S4. <i>Компьютерный класс (25 посадочных мест), оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС:</i> Оборудование компьютерного класса каф. ГЭС: - ПТК Intel (Core) Qard, 2,5, DVD-RW, 500 ГБ, ОЗУ 3,25 ГБ, видеокарта NVIDIA GeForce 9500GT, LG Flatron W2443ISE, USD2, принтер HP laserit MP1005 MFP; - ПТК CELERON 2,5, DVD-RW, ЖД 400 ГБ, ОЗУ 2 ГБ, видеокарта NVIDIA GeForce 9500GT, LG Flatron W1943SE, принтер Canon Pixma MP150; - ПТК CELERON 1,1, 2,5, CD-R, ЖД 40 ГБ, ОЗУ 128 МБ, USB, видеокарта Radeon 64 МБ, LG Flatron F150; - ПТК CELERON 2,7, DVD-RW, ЖД 40 ГБ, ОЗУ 256 МБ, USB, видеокарта Radeon 64 МБ, LG Flatron F720B; - лабораторная мебель: столы, стулья для студентов (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя.	ауд. 205 лабораторного корпуса ауд. 216 в лабораторном корпусе

Лист согласования РПД

Разработал
проф. кафедры горных
энергомеханических систем _____
(должность) (подпись)

С.В. Корнеев
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой


(подпись) В.Ю. Доброногова
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
горных энергомеханических систем

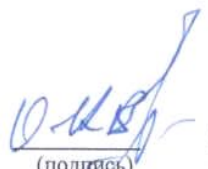
от 31. 08. 2024г.

Декан факультета


(подпись) О.В. Князьков
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
21.05.04 Горное дело
(горные машины и оборудование)


(подпись) О.В. Князьков
(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	
БЫЛО:	СТАЛО:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	