

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование физических процессов и объектов
проектирования

(наименование дисциплины)

13.04.03 Энергетическое машиностроение

(код, наименование направления)

Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты

(профиль подготовки)

Квалификация

магистр

(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения

очная

(очная, очно-заочная, заочная)

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины – является формирование у магистрантов базовых знаний в области физического и математического моделирования, необходимых при проектировании и исследовании технических объектов и технологических процессов систем автоматизации и управления.

Задачи изучения дисциплины:

- изучить методы математического моделирования технических объектов и технологических процессов;
- научиться проводить на основе методов математического моделирования вычислительные эксперименты;
- овладеть программными вычислительными пакетами, направленными на проектирование и исследование технических объектов и технологических процессов.

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

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины – курс входит в Часть Блока 1 «Дисциплины (модули)», формируемой участниками образовательных отношений) подготовки магистров по направлению 13.04.03 Энергетическое машиностроение (магистерская программа «Автоматизированные гидравлические и пневматические системы и агрегаты»).

Дисциплина реализуется кафедрой горной энергомеханики и оборудования. Основывается на базе дисциплин: Компьютерные технологии в науке и производстве; Математическое моделирование и численные методы в отрасли.

Является основой для изучения следующих дисциплин: Динамические расчеты гидропневмосистем; Системы управления гидропневмоприводами; Планирование, обработка и анализ вычислительного эксперимента.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 ак. ч.) и лабораторные (36 ак. ч.) занятия, а также самостоятельная работа студента (54 ак. ч.).

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачет.

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

Процесс изучения дисциплины «Моделирование физических процессов и объектов проектирования» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Вид (тип задач) профессиональной деятельности: научно-исследовательский		
Способен к организации научно-исследовательской деятельности в сфере энергетического машиностроения	ПК-1	ПК-1.1. Определяет цели и задачи, разрабатывает методику проведения научно-исследовательских работ ПК-1.2. Обосновывает перечень технических средств измерения для выполнения научно-исследовательских работ ПК-1.3. Выполняет обработку и анализ результатов научно-исследовательских работ

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётных единицы, 108 ак. ч.

Самостоятельная работа магистранта (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:	54	54
Лекции (Л)	18	18
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Курсовая работа/курсовой проект	-	-
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	54	54
Подготовка к лекциям	14	14
Подготовка к лабораторным работам	12	12
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	-	-
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.	108	108
з. е.	3	3

5 Содержание дисциплины

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

- тема 1 (Введение. Методология моделирования физических процессов и объектов проектирования);
- тема 2 (Численные методы при моделировании физических процессов и объектов проектирования);
- 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 моделирования физических процессов и объектов проектирования	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. Физическое моделирование. 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	4
2	Численные методы при моделировании физических процессов и объектов проектирования	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	4	-	-	Аппроксимация функций методом наименьших квадратов Решение численными методами систем дифференциальных уравнений применительно к задачам отрасли	6

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.	4	-	-	Составление математической модели течения идеальной жидкости (идеальной и вязкой) в трубопроводе 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	14
4	Математическое моделирование процессов в гидравлических и пневматических системах	Математическое моделирование потокораспределения в гидравлических системах. Математическое моделирование простой гидравлической системы. 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 и пр.)	4	-	-	Моделирование простой гидравлической системы с помощью среды MatLAB Моделирование управляемой гидросистемы (гидронасос, трубопровод, гидромотор). с помощью среды MatLAB	12

Продолжение таблицы 3

№ п/п	Наимено- вание темы (раз- дела) дис- циплины	Содержание лекционных занятий	Трудо- ем- кость в ак. ч.	Темы практиче- ских заня- тий	Тру- доем- кость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудо- ем- 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		-	-	Моделирование динамических процессов в забойных скребковых конвейерах, оборудованных гидравлическими натяжными устройствами, с применением программного 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/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-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 – всего 40 баллов;
- лабораторные работы – всего 60 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.

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 магистранты 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. Методология моделирования физических процессов и объектов проектирования

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 физических процессов и объектов проектирования

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. Методология моделирования физических процессов и объектов проектирования

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 физических процессов и объектов проектирования

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 – Фланта, 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>

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

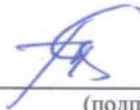
1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст: электронный.

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)</i>, оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС: 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)

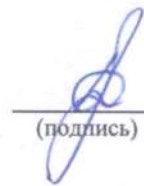
(Ф.И.О.)

(должность)

(подпись)

(Ф.И.О.)

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
13.04.03 Энергетическое машиностроение
магистерская программа «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	