Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра электро- и теплоэнергетики

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.Б.20 Гидрогазодинамика»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
(код и наименование направления подготовки)

Энергообеспечение предприятий
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Год набора 2024

2133449

...сциплины «*Б1.Д.В.4 Нетрадиционные и возобновляемые источники*

Рабочая программа дисциплины «*Б1.Д.Б.20 Гидрогазодинамика*» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра электро- и теплоэнергетики
наименование кафедры

протокол № 4 от "22" 02 20 24 г.

Заведующий кафедрой
Кафедра электро- и теплоэнергетики — В.Ю. Соколов
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:

_____ — В.Ю. Соколов
должность *подпись* *расшифровка подписи*

_____
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Председатель методической комиссии по направлению подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника — В.Ю. Соколов
код наименование *личная подпись* *расшифровка подписи*

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов
_____ — М.И. Бинатиева
личная подпись *расшифровка подписи*

Уполномоченный по качеству ИЭЭС
_____ — С.А. Сильвашко
личная подпись *расшифровка подписи*

№ регистрации _____

© Соколов В.Ю., 2024
© ОГУ, 2024

1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель (цели) освоения дисциплины:

- реализация в рамках дисциплины требований квалификационной характеристики, связанной с профессиональной деятельностью выпускника по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего обра-зования, утвержденному приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28.02.2018 г. № 143;
- формирование соответствующих компетенций, предусмотренных образовательной программой высшего образования (ОП ВО) подготовки бакалавров по направлению 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника с профилем подготовки «Энергообеспечение предприятий».

Задачи:

-овладение студентами основными понятиями о свойствах жидкостей и газов, законами, рассмотрение основных законов гидростатики, умение определять гидростатическое давление в жидкостях и давление газов, силы гидростатического давления, действующие на плоские и криволинейные поверхности, давления и скорости в потоках жидкостей и газов, делать типовые гидравлические расчеты;

- уметь определять гидродинамическое давление в жидкостях.
- определять степень сжимаемости газов и изменение свойств их при этом.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.13 Физика, Б1.Д.Б.15 Математика*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.24 Источники и системы теплоснабжения предприятий, Б1.Д.В.6 Технологические энергосистемы предприятий, Б1.Д.В.9 Малоотходные технологии в энергетике, Б1.Д.В.11 Диагностика энергетического оборудования, Б1.Д.В.12 Физико-химические основы водоподготовки, Б1.Д.В.15 Котельные установки и парогенераторы, Б2.П.В.П.2 Проектная практика*

3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4-В-1 Демонстрирует понимание основных законов движения жидкостей и газов ОПК-4-В-2 Применяет знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и схем	**Знать:** Основные законы движения жидкости и газов **Уметь:** Применять знания особенностей получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах **Владеть:** Навыками проведения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		теплотехнических расчетов

4 Структура и содержание дисциплины

4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц (288 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов		
	4 семестр	5 семестр	всего
Общая трудоёмкость	**180**	**108**	**288**
Контактная работа:	**49,25**	**52,5**	**101,75**
Лекции (Л)	16	18	34
Практические занятия (ПЗ)	16	16	32
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	32
Консультации	1	1	2
Индивидуальная работа и инновационные формы учебных занятий		1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,25	0,5	0,75
Самостоятельная работа: *- выполнение курсовой работы (КР);* - **самоподготовка** (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий; подготовка к практическим занятиям; изучение разделов 1.1, 1.2, 1.4, 2.1, 2,3, 2,5, 2,8 курса в системе электронного обучения)	**130,75**	**55,5** +	**186,25**
Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)	**экзамен**	**экзамен**	

Разделы дисциплины, изучаемые в 4 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.1	Основные физические свойства жидкостей и газов.	10	4		4	2
1.2	Гидростатическое давление и его свойства.	10	4			6
1.3	Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Применение уравнения Эйлера.	10		4		6
1.4	Основное уравнение гидростатики.	10		4		6
1.5	Виды давлений и способы измерения давлений	10	2			8
1.6	Силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности.	10		2		8
1.7	Закон Архимеда. Воздухоплавание.	10				10

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1.8	Основы плавания тел в жидкости.	10		2		8
1.9	Закон Паскаля. Применение закона Паскаля для расчета простейших гидравлических машин.	10	2			8
1.10	Основные понятия, определения и уравнения гидрогазодинамики	10		2		8
1.11	Кинематические параметры течения. Равномерное и неравномерное движение потоков.	10			4	6
1.12	Уравнение неразрывности потока. Одномерное движение жидкости.	10	2	2		6
1.13	Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для газов. Различные формы уравнения энергии	10			2	8
1.14	Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций.	10	2		2	6
1.15	Теория пограничного слоя. Основные понятия и уравнения пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный	10			2	8
1.16	Уравнения Навье-Стокса и Рейнольдса	10				10
1.17	Потери напора при равномерном течении жидкости. Потери напора по длине. Коэффициент гидравлического трения	10			2	8
1.18	Местные потери напора. Виды местных сопротивлений. Значения коэффициентов местных сопротивлений.	10				10
	Итого:	180	16	16	16	132

Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
2.1	Гидравлический расчет напорных трубопроводов	10	4			6
2.2	Неустановившееся напорное движение жидкости в трубопроводе	10	4			6
2.3	Гидравлический удар	10			4	6
2.4	Истечение жидкости через отверстия и насадки	10	4			6
2.5	Водосливы Кригера - Офицерова	10	2			8
2.6	Инжекторы	10	2			8
2.7	Классификация трубопроводов.	10		4		6
2.8	Основные расчетные зависимости трубопроводов	8		4		4
2.9	Последовательное и параллельное соединение трубопроводов	6		2	4	

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
2.10	Расчет тупиковых и кольцевых сетей.	6		2	4	
2.11	Движение жидкости в пористой среде. Инфильтрация	4		2		2
2.12	Гидродинамическая теория смазки.	4		2		2
2.13	Обтекание тел несжимаемой жидкостью	2				2
2.14	Моделирование гидромеханических явлений	2			2	
2.15	Гидравлические машины (динамические и объемные)	2			2	
2.16	Гидравлика природоохранных проектов	2	2			
2.17	Гидравлика энергетических объектов	2				2
	Итого:	108	18	16	16	58
	Всего:	288	34	32	32	190

4.2 Содержание разделов дисциплины

1.1 Основные физические свойства жидкостей и газов. Общие сведения о предмете, его назначение в народном хозяйстве и значение в интенсификации и энергосбережении производства. Состав и задачи дисциплины. Краткая история развития дисциплины. Понятие «жидкость» и «газ». Применение уравнения Эйлера.

1.2 Основное уравнение гидростатики. Понятие гидростатического давления столба жидкости. Определение силы давления на плоские, криволинейные поверхности и на дно резервуара. Определение условий перехода рабочей среды между резервуарами при различной исходной плотности. Силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности.

1.3 Закон Архимеда. Воздухоплавание. Действие сил, на тело, погруженное в жидкость. Условие равновесия системы плавающих тел. Определение выталкивающей силы на тело, погруженное в жидкость. Определение объема и плотности тела, погруженного в жидкость. Использование дирижаблей и аэростатов как подъемных механизмов.

1.4 Основы плавания тел в жидкости. Тело плавает, тонет и находится в положении безразличного равновесия. Центр давления. Центр водоизмещения. Положение остойчивости плавающих тел. Появление крена. Размещение грузов по оси плавающего тела. Ватерлиния кораблей. Определение возможной грузоподъемности судна.

1.5 Закон Паскаля. Применение закона Паскаля для расчета простейших гидравлических машин. Основы проектирования гидравлических прессов, гидравлических аккумуляторов и гидравлических домкратов. Типы рабочих жидкостей в простейших подъемных машинах.

1.6 Основные понятия, определения и уравнения гидрогазодинамики. Понятие движения жидкости. Два метода исследования движения жидкости и газа: методы Лагранжа и Эйлера. Гидродинамическое давление и местная скорость частиц жидкости. Траектория и линия тока. Ускорение жидкой частицы в методе Лагранжа и методе Эйлера. Классификация течений (потоков) жидкости. Принцип обратимости движения. Векторная линия (линия тока, вихревая линия) и ее уравнение. Векторная трубка (трубка тока, вихревая трубка).

1.7 Кинематические параметры течения. Равномерное и неравномерное движение потоков. Одномерное установившееся движение жидкости. Роль одномерного анализа при решении технических задач. Основные уравнения. Скорость звука. Различные формы уравнения энергии. Изоэнтропийное течение. Параметры торможения и критические параметры. Газодинамические функции и газодинамические таблицы. Критический расход. Суживающее сопло и сопло Лаваля. Режимы течения и изменение параметров потока по длине сопла Лаваля.

1.8 Уравнение неразрывности потока. Одномерное движение жидкости. Классификация видов движения жидкости: установившееся и неустановившееся, напорное и безнапорное,

плавноизменяющееся и резкоизменяющееся, равномерное и неравномерное движения. Закон Стокса. Давление в движущейся вязкой жидкости. Уравнение движения жидкости в напряжениях. Уравнение Навье-Стокса. Система уравнений для определения состояния движущейся вязкой жидкости.

1.9 Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для газов. Различные формы уравнения энергии Уравнение Д. Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости. Уравнение Д. Бернулли для установившегося потока реальной жидкости и газа. Физический смысл и графическая интерпретация компонентов уравнения Д. Бернулли. Различные формы уравнения энергии. Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций. Режимы движения жидкости (ламинарный и турбулентный). Понятие о механизме турбулентного движения. Основной закон вязкого сопротивления.

1.10 Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций. Истечение газов из сопел и отверстий. Истечение газа из отверстия с острой кромкой. Суживающиеся сопла. Сопло Лаваля. Диффузоры. Конфузоры. Диафрагмы. Выхлопные патрубки турбомашин. Различные группы расходомеров. 1.11 Теория пограничного слоя. Основные понятия и уравнения пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный Гипотеза о пограничном слое. Основные особенности и допущения. Распределение скоростей в пограничном слое. Дифференциальное уравнение пограничного слоя для установившегося течения несжимаемой жидкости. Интегральное соотношение для пограничного слоя (уравнение Кармана). Условные толщины пограничного слоя.

1.12 Уравнения Навье-Стокса и Рейнольдса Уравнение движения для вязкой несжимаемой жидкости и уравнение Навье-Стокса. Ламинарное установившееся течение вязкой жидкости в трубах. Распределение скоростей в поперечном сечении. Безразмерный коэффициент сопротивления. Закон Хагена-Пуазейля. Универсальные законы распределения скорости.

1.13 Потери напора при равномерном течении жидкости. Потери напора по длине. Коэффициент гидравлического трения для различных материалов трубопроводов. Определение величины потери напора с учетом гидравлического, пьезометрического и геодезического уклонов. Определение величины потерь напора в каналах. Формула А. Шези.

1.14 Местные потери напора. Виды местных сопротивлений. Значения коэффициентов местных сопротивлений. Отрыв пограничного слоя при прохождении поворотов труб под разными углами. Схема отрыва. Особенности отрыва ламинарного и турбулентного пограничного слоя в трубопроводах с различными сроками эксплуатации. Сила сопротивления и безразмерный коэффициент сопротивления. Хорошо и плохо обтекаемые тела.

2.1 Гидравлический расчет напорных трубопроводов Гидравлический расчет напорных трубопроводов. Классификация трубопроводов. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов. Трубопроводы с равномерно распределенным расходом. Расчет тупиковых и кольцевых сетей. Преимущества и недостатки различных систем трубопроводов.

2.2 Неустановившееся напорное движение жидкости в трубопроводе Гидравлический расчет безнапорных трубопроводов. Уравнение неустановившегося движения жидкости в жестких трубах. Расчет жесткого трубопровода при неустановившемся движении потока вязкой жидкости. Гидравлические потери при неустановившемся движении.

2.3 Гидравлический удар Описание явления гидравлического удара. Теоретическое и экспериментальное исследование гидравлического удара в трубах. Опыты Н.Е. Жуковского. Скорость распространения ударной волны.

2.4 Истечение жидкости через отверстия и насадки Свободные струи. Дальность полета и распад жидких струй. Дробление струи при взаимодействии с воздушным потоком. Условие сжатия струи. Взаимодействие струи с твердыми телами. Кинематические характеристики струйного потока. Инверсия струи. Коэффициент расхода отверстия. Коэффициент скорости отверстия. Отверстие в тонкой стенке. Отверстие в толстой стенке. График Альтшуля.

2.5 Водосливы Кригера–Офицерова. Безвакуумная стенка нормального очертания с вертикальной верхней гранью. Водослив с тонкой стенкой. Очертание водослива, который строится по опытным данным Кригера – Офицерова. Использование водослива с тонкой стенкой для определения расхода жидкости.

2.6 Инжекторы Струйные насосы, предназначенные для нагнетания (инжекторы), подъема (элеваторы), откачивания метом разряжения (эксгаустеры). Пароструйные инжекторы. Газоструйные инжекторы.

2.7 Классификация трубопроводов. Технологические трубопроводы в зависимости от давления. Деление по роду транспортируемых продуктов технологические трубопроводы. Окраска трубопроводов по характеристикам рабочей среды ГОСТ 14202-69. Способы соединения трубопроводов. Применение трубопроводной арматуры. Требования к укладке трубопроводов.

2.8 Основные расчетные зависимости трубопроводов Простой трубопровод постоянного сечения. Соединения простых трубопроводов. Значения коэффициентов эквивалентной шероховатости Δ для труб из различных материалов. Сложные 8 трубопроводы. Трубопроводы с насосной подачей жидкостей. Изменение пропускной способности трубопроводов в процессе их эксплуатации.

2.9 Последовательное и параллельное соединение трубопроводов Последовательное соединение трубопроводов. Параллельное соединение трубопроводов. Построение характеристики трубопровода с учетом сопротивления перекачиваемой среды. Разветвленные трубопроводы. Определение потерь напора для различных способов укладки трубопровода.

2.10 Расчет тупиковых и кольцевых сетей. Составление схемы трубопровода. Определение потерь на участках трубопровода. Расчетный внутренний диаметр трубопровода.

2.11 Движение жидкости в пористой среде. Инфильтрация

2.12 Гидродинамическая теория смазки. Теория Н.П. Петрова. Основы гидродинамической теории. Схема вращения цапфы в подшипнике при соосном расположении (а) и с эксцентриситетом. Трение смазочного слоя между шипом и подшипником. Расчет подшипников на основании гидродинамической теории смазки.

2.13 Обтекание тел несжимаемой жидкостью Уравнение количества движения в форме Громеки –Ламба. Вихревое и безвихревое течения. Соотношения Коши- Римана. Уравнение Бернулли и интеграл Коши-Лагранжа. Начальные и граничные условия уравнений идеальной жидкости.

2.14 Моделирование гидромеханических явлений Анализ классических линейных методов моделирования гидромеханических устройств. Разработка комплекса нелинейных алгоритмических динамических моделей, алгоритмов и программ.

2.15 Гидравлические машины (динамические и объемные) Гидравлические машины и вентиляторы сведения. Назначение гидравлических машин и вентиляторов. Классификация гидравлических машин. Формулы теоретического напора центробежного насоса. Влияние угла выхода лопаток рабочего колеса на напор насоса Рабочие характеристики центробежного насоса. Работа насоса на сеть. 2.16 Гидравлика природоохранных проектов Схемы станций биологической, физико-химической, механической очистки производственных и коммунальных сточных вод. Системы водоснабжения с замкнутыми циклами. Объекты водоохранных зон с комплексом мероприятий.

2.17 Гидравлика энергетических объектов Схемы ГЭС, ГРЭС, АЭС, ТЭЦ. Основное и вспомогательное оборудование.

4.3 Лабораторные работы

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1.1	Основные физические свойства жидкостей и газов.	4
2	1.11	Кинематические параметры течения. Равномерное и неравномерное движение потоков.	4
3	1.13	Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Уравнение Бернулли для газов. Различные формы уравнения энергии	2
4	1.14	Расчет газовых течений с помощью газодинамических функций.	2
5	1.15	Теория пограничного слоя. Основные понятия и уравнения пограничного слоя. Ламинарный пограничный слой. Переход ламинарного пограничного слоя в турбулентный	2
6	1.17	Потери напора при равномерном течении жидкости. Потери напора по длине. Коэффициент гидравлического трения	2

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
7	2.4	Гидравлический удар	4
8	2.9	Последовательное и параллельное соединение трубопроводов	4
9	2.10	Расчет тупиковых и кольцевых сетей.	4
11	2.14	Моделирование гидромеханических явлений	2
12	2.15	Гидравлические машины (динамические и объемные)	2
		Итого:	32

4.4 Практические занятия (семинары)

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1.3	Дифференциальные уравнения равновесия жидкости. Применение уравнения Эйлера.	4
2	1.4	Основное уравнение гидростатики.	4
3	1.6	Силы гидростатического давления на плоские и криволинейные поверхности.	2
4	1.8	Основы плавания тел в жидкости.	2
5	1.10	Основные понятия, определения и уравнения гидрогазодинамики	2
6	1.12	Уравнение неразрывности потока. Одномерное движение жидкости.	2
7	2.7	Классификация трубопроводов.	4
8	2.8	Основные расчетные зависимости трубопроводов	4
9	2.9	Последовательное и параллельное соединение трубопроводов	2
10	2.10	Расчет тупиковых и кольцевых сетей.	2
11	2.11	Движение жидкости в пористой среде. Инфильтрация	2
12	2.12	Гидродинамическая теория смазки.	2
		Итого:	32

4.5 Курсовая работа (5 семестр)

Курсовой проект «Расчет системы водоснабжения промышленного предприятия» преследует цели углубленной проработки студентами основных типов систем водоснабжения, водоотведения и пожаротушения.

Задачей курсового проекта является углубление знаний, полученных в процессе изучения курса «Гидрогазодинамика». При выполнении проекта студенты рассматривают гидравлические основы расчета системы водоснабжения промышленного объекта. При этом в задании на имеются наборы вариантов исходных данных для расчета. Принципиальная схема унифицирована, изменены местные потребители и геодезические отметки положения объектов.

Курсовой проект содержит следующие разделы:

1. Находят расчетные расходы на отдельных участках водопроводной сети, подачу насоса;
2. Определяют диаметры труб на этих участках, уточняют их по ГОСТ и находят расчетные скорости на участках водопровода;
3. Определяют потери напора на участках водопровода;
4. Находят геометрический напор всасывания и налегания, а затем напор насоса;
5. Определяют давление на бортовые поверхности, дно емкостей и строятся эпюры распределения давлений на эти поверхности
6. По напору и подаче насоса используя поля Q - H центробежных насосов,

находят марку насоса и строят графические характеристики насоса H = f1(Q); N = f2(Q); $\eta = f_3(Q)$ по данным каталога характеристик центробежных насосов;

7. Рассчитывают данные для построения графической характеристики трубопроводной сети, наносят ее на характеристики насоса в масштабе аналогичном H = f1(Q); и определяют рабочую точку насоса;

8. Находят потребную мощность насоса в рабочей точке насоса, определяю мощность электродвигателя и, зная N и n, подбирают электродвигатель.

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Основная литература

1. Куликов, А. А. Гидрогазодинамика : учебное пособие / А. А. Куликов, И. В. Иванова, И. Н. Дюкова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 64 с. — ISBN 978-5-9239-0760-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/68444. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Ржавцев, А. А. Гидравлика : учебное пособие / А. А. Ржавцев. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2020. — 96 с. — ISBN 978-5-9239-1184-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/159312— Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.2 Дополнительная литература

1. Матюнин, В. П. Механика жидкости и газа. Введение в гидрогазодинамику : учебное пособие / В. П. Матюнин. — Пермь : ПНИПУ, 2005. — 80 с. — ISBN 5-88151-516-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/160907. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гидрогазодинамика : учебно-методическое пособие / составители И. В. Верхотурова, О. А. Агапятова. — Благовещенск : АмГУ, 2017 — Часть 1 : Гидромеханика — 2017. — 82 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/156559 — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Гидравлика систем водоснабжения и водоотведения : учеб. пособие для вузов / Л. С. Скворцов [и др.] ; Моск. гос. строит. ун-т. - М.: Архитектура-С, 2008. - 256 с.

5.3 Периодические издания

1. Известия РАН. Энергетика: журнал.- М.:Академиздатцентр «Наука» РАН
2. Информационно-измерительные и управляющие системы: журнал. – М.:Агентство «Роспечать»
3. Теплоэнергетика: журнал. – М.:Агентство «Роспечать»
4. Энергосбережение: журнал. – М.:Агентство «Роспечать»

5.4 Интернет-ресурсы

https://openedu.ru/course/ - «Открытое образование», Каталог курсов, МООК: «Системы автоматизированного проектирования аддитивных технологий»;

https://www.coursera.org/learn/python - «Coursera», МООК: «Programming for Everybody (Getting Started with Python);
https://universarium.org/catalog - «Универсариум», Курсы, МООК: «Общие вопросы философии науки»;
https://www.lektorium.tv/mooc - «Лекториум», МООК: «Дискретная математика»

5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Операционная система РЕД ОС
2. Пакет офисных приложений LibreOffice
3. Программная система для организации видео-конференц-связи Webinar.ru
4. ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2023]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\GarantClient\garant.exe
5. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: \\fileserver1\!CONSULT\cons.exe
6. http://edu.garant.ru/garant/study/ - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей

6 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория кафедры электро- и теплоэнергетики, оснащенная мультимедийным оборудованием с наглядными пособиями, динамическими иллюстрациями. Для выполнения лабораторных работ предназначены технологические стенды с образцами термометров, манометров и барометров, пирометр, оптический эндоскоп, токовые клещи, толщиномер, компрессор, насосная станция, расходомер «Днепр 7», расходомер «Portaflow 220».

Лаборатории, задействованные в учебном процессе:
- лаборатория источников и систем теплоснабжения предприятий (ауд. 8121);
- лаборатория теплоснабжения (ауд. 8206).

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.