

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

СОГЛАСОВАНО

Директор
института заочного образования

к.п.н., доц.  Спесивцева С.Е.

« 25 »  2022 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института энергетики,
информационных технологий
и управляющих систем

к.т.н., доц.  Белоусов А.В.

« 26 »  2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Источники и системы энергоснабжения предприятий

Направление подготовки (специальность):

13.03.01 – ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

Направленность программы (профиль, специализация):

Энергетика теплотехнологии

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

заочная

Институт: Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

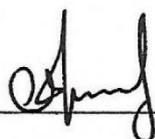
Кафедра: Энергетики теплотехнологии

Белгород 2022

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 28 февраля 2018 г. № 143;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составители: д-р техн. наук, доцент

 (П.А. Трубаев)

Рабочая программа обсуждена на заседании энергетики
теплотехнологии

« 12 » мая 2022 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой
Энергетики теплотехнологии
канд. техн. наук, доцент

 (Ю.В. Васильченко)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 26 » мая 2022 г., протокол № 9

Председатель
канд. техн. наук, доцент

 (А.Н. Семернин)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции по типам задач профессиональной деятельности (производственно-технологический)	ПК-4. Способен разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	ПК-4.2. Разрабатывает схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • структуру энергетического комплекса промышленного предприятия; • схемы водо-, газо-, воздухоснабжения промышленных предприятий, системы обеспечения продуктами разделения воздуха, основное оборудование и параметры этих сетей; • принципы, законы и методики гидравлического расчета сетей и энергоэффективной работы нагнетателей в сетях; • средства и методы проектирования и расчета систем энергоснабжения в части теплоэнергетического оборудования. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • производить гидравлический расчет водяных сетей и обеспечивать эффективную эксплуатацию насосов; • производить расчет воздухопроводных сетей; • производить, выбор оборудования в системах энергоснабжения. • обеспечить эффективную эксплуатацию водяных и воздухопроводных сетей; оборудования в системах водо-, газо-, воздухоснабжения промышленных предприятий, системы обеспечения продуктами разделения воздуха. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками расчетов энергопотребления нагнетателей, выбора наиболее эффективного способа регулирования работы нагнетателей в сети; • навыками энергоэффективной эксплуатации и регулирования при работе нагнетателей в сети; • навыками разработки схем размещения объектов систем энергоснабжения в соответствии с технологией производства.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-4. Способен разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Образовательная программа (профиль): Энергетика теплотехнологий

Стадия	Наименования дисциплины
1	История развития энергетики
2	Теплофизические основы и организация технологических процессов
3	Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки
4	Нагнетатели и тепловые двигатели
5	Котельные установки и парогенераторы
6	Термовлажностные и низкотемпературные теплотехнологические процессы и установки
7	Организация безопасной эксплуатации тепломеханического оборудования объектов энергетики
8	Источники и системы энергоснабжения предприятия
9	Проектирование и эксплуатация высокотемпературных установок
10	Основы трансформации тепла и процессов охлаждения; Теплонасосные установки в энергетике (по выбору)
11	Производственная технологическая практика
12	Производственная преддипломная практика
13	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7	Семестр № 8
Общая трудоемкость дисциплины, час	216		
Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:	16	2	14
лекции	6	2	4
лабораторные	2	–	2
практические	6	–	6
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	–	2
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	200	–	200
Курсовой проект	–	–	–
Курсовая работа	–	–	–
Расчетно-графическое задание	–	–	–
Индивидуальное домашнее задание	27	–	27
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	137	–	137
Экзамен	36	–	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
I	Понятие об энергетическом комплексе промышленного предприятия Характеристика энергоресурсов промышленного предприятия. Состав энергокомплекса промышленного предприятия. Особенности расчета и моделирования энергокомплекса промышленных предприятий.	2	–	–	–
	Итого	2	–	–	–

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	Самост. работа
II	Насосные станции систем технического водоснабжения Классификация насосных станций. Схемы насосных станциях. Устойчивость работы сети (помпаж). Кавитация и допустимая высота всасывания. Совместная работа нагнетателя и сети. Регулирование подачи. Выбор насосов и приводов. Устройства для охлаждения воды в оборотных системах. Расчет брызгательных бассейнов. Очистка промышленных сточных вод.	1	2	1	40
III	Системы технического водоснабжения промышленных предприятий Классификация потребителей технической воды. Устройства системы технического водоснабжения. Классификация и схемы систем водоснабжения по принципу повторного использования воды. Баланс воды предприятия. Потери воды в оборотных системах водоснабжения. Продувка.	0.5	2	1	40
IV	Системы воздухоснабжения промышленных предприятий Состав систем воздухоснабжения и компрессорных станций. Основные типы потребителей сжатого воздуха на производстве. Приближенный и уточненный расход воздуха у потребителей. Производительность компрессорных станций и потери воздуха в сети. Расчет воздухопроводной сети.	1	1	–	20

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практ. занятия	Лабор. занятия	Самост. работа
V	Оборудование компрессорных станций Выбор компрессоров для систем воздухообеспечения. Воздухозаборные устройства и фильтры для очистки воздуха. Промежуточные и концевые холодильники. Влагомасоотделители. Установки для осушки сжатого воздуха. Рессиверы. Системы водоснабжения компрессорных станций. пример расчета компрессорных станций.	0.5	1	–	20
VI	Системы газоснабжения промышленных предприятий Классификация газопроводов. Классификация систем промышленного газоснабжения. Устройства систем газоснабжения. Схемы заводского и внутрицехового газопроводов. Обвязочные газопроводы. Режим работы газовой сети низкого давления. Расчет газопроводных сетей. Регулирование газопроводных сетей. Внутренние источники газового топлива на промышленном предприятии.	0.5	–	–	10
VII	Системы по обеспечению производства продуктами разделения воздуха (азотно-кислородные станции) Назначение систем. Характеристики продуктов разделения воздуха. Методы разделения газовых смесей. Ректификационные колонны. Состав ВРУ.	0,5	–	–	7
Итого		4	6	2	137

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Курс 4 Семестр 8

№ п/п	№ разд.	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	II	Выбор насосов и подбор электродвигателей в системах технического водоснабжения (гидравлический расчет сети, определение рабочей точки, расчет характеристик нагнетателей, регулирование нагнетателей)	2	20
2	III	Совместная работа нагнетателей в насосных станциях	2	20
3	IV	Расчет воздухопроводной сети	1	10
4	V	Расчет характеристик воздушных компрессоров	1	10
Итого			6	60

4.3. Содержание лабораторных занятий

Курс 5 Семестр № 9

№ п/п	№ разд.	Тема лабораторного занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	II	Выбор и регулирование насоса	0,5	10
2	II	Параллельная работа насосов и их регулирование	0,5	10
3	III	Регулирование насосной станции	1	20
Итого			2	30

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Целью *индивидуальных домашних заданий (ИДЗ)* является научить производить гидравлический расчет водяных и воздухопроводных сетей; производить выбор оборудования в системах энергоснабжения; овладеть навыками расчетов энергопотребления нагнетателей, выбора наиболее эффективного способа регулирования работы нагнетателей в сети. ИДЗ выполняются студентами самостоятельно во время, отведенной для самостоятельной работы.

Примеры ИДЗ.

Тема 1. Эффективность работы насосной станции.

В насосной станции установлены параллельно два одинаковых центробежных насоса. После каждого из них имеется задвижка. Еще одна общая задвижка имеется после насосной установки (см. рис.). Насосы оснащены асинхронными двигателями и имеют характеристики (при частоте вращения 960 об/мин):

Подача, м ³ /ч	0	100	200	300	400	500
Напор, м	15,6	15	14	11,2	7,8	4
КПД, %	–	50	80	89	78	48

Насосная установка работает в сети, описываемой уравнением $H = 0,2 + 2 \cdot 10^{-5} \cdot Q^2$, где Q , м³/ч, H , м. В этой сети необходимо обеспечить подачу Q , м³/ч (см. варианты исходных данных). Определить суммарную мощность, потребляемую насосами, при: а) дроссельном регулировании общей задвижкой, располагающейся после насосной установки; б) последовательном дроссельном регулировании задвижкой, установленной после одного из насосов; в) последовательном изменении частоты вращения насосов; г) параллельном изменении частоты вращения насосов.

Варианты задания

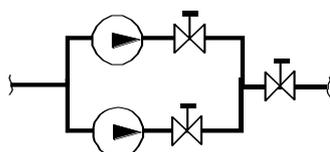


Схема насосной установки

№	Q	№	Q
1	500	6	525
2	505	7	530
3	510	8	535
4	515	9	540
5	520	10	545

Тема 2. Расчет воздухопроводной сети

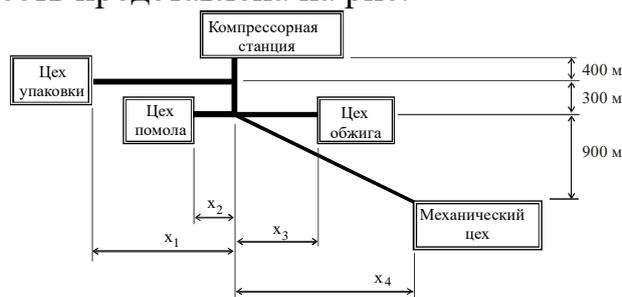
Содержание ИДЗ:

1. Определение расхода воздуха у потребителей.
2. Расчет потерь в воздухопроводной сети.
3. Составление баланса воздухопроводной сети и определение диаметра труб.
4. Определение давления и производительность компрессорной станции.

Варианты исходных данных.

Предприятие производит строительные материалы, годовой выпуск продукции $G_{\text{год}}$ (см. табл.). Система воздуховоснабжения включает компрессорную станцию,

воздухопроводные линии и обратный чистый цикл водяного охлаждения компрессоров (включает водопроводную линию, насосную станцию и брызгальный бассейн). Воздухопроводная сеть представлена на рис.



Требуемое давление сжатого воздуха у потребителей – p . Нормы расхода сжатого воздуха технологическими потребителями и список оборудования механического цеха задаются индивидуально.

Варианты задания

№	$G_{\text{год}}$, тыс. т	p , МПа	Расстояние, м				№	$G_{\text{год}}$, тыс. т	p , МПа	Расстояние, м			
			X_1	X_2	X_3	X_4				X_1	X_2	X_3	X_4
1	1460	0,61	1000	250	430	1350	6	1280	0,61	1750	350	580	1650
2	2000	0,56	1180	420	530	1380	7	1140	0,64	970	360	590	1930
3	1130	0,57	1940	330	580	1410	8	1330	0,62	1570	350	670	1370
4	1960	0,54	650	330	490	1790	9	1190	0,57	1390	370	450	1500
5	1490	0,59	1700	430	420	1120	0	1330	0,59	1390	420	310	1410

Тема 3. Выбор компрессоров и расчет обратной системы водоснабжения компрессорной станции.

Содержание ИДЗ:

1. Выбор компрессоров.
2. Расчет расхода воды на охлаждение компрессоров.
3. Расчет сопротивления линии охлаждения.
4. Выбор насосов
5. Расчет брызгательного бассейна.
6. О определение потерь и расхода продувочной воды.

Исходные данные – согласно результатам выполнения ИДЗ № 2.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-1. Способен к разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Участвует в разработке схем размещения ОПД в соответствии с технологией производства	Экзамен, защита лабораторных работ.
ПК-1.2. Соблюдает правила технологической дисциплины при эксплуатации ОПД	

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена (ПК-4.2)

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (тематика тестовых вопросов) для экзамена
I	Понятие об энергокомплексе промышленного предприятия	1. Геометрические расчеты для трубопроводов, связь диаметра, скорости и расхода. 2. Перевод единиц температур, давлений, объема, частоты вращения. 3. Статическое и динамическое давление. 4. Критерий Рейнольдса и режимы течения. 5. Уравнения идеальных газовых процессов. 6. Определение плотности. 7. Зависимость плотности и давления газа от температуры 8. Определение ЭКПП. 9. Что входит в энергоресурсы предприятия. 10. Классификация энергоресурсов предприятия. 11. Классификация установок энергокомплекса предприятий. 12. Системы, входящие в энергокомплекс предприятия.
II	Насосные станции систем технического водоснабжения	13. Характеристики насосов и вентиляторов. 14. КПД насоса и насосной установки. 15. Поле рабочих параметров. 16. Напорная характеристика сети (проектируемой и действующей). 17. Работа нагнетателя в сети. 18. Регулирование нагнетателей. 19. Параллельная работа насосов. 20. Пересчет характеристик насосов при изменении частоты вращения. 21. Классификация насосных станций.
III	Системы технического водоснабжения промышленных предприятий	22. Классификация систем водоснабжения. 23. Схемы и баланс водоснабжения предприятий. 24. Устройства оборотных циклов водоснабжения. 25. Продувка оборотных систем водоснабжения. 26. Классификация и сравнительные особенности устройств охлаждения оборотной воды. 27. Устройства водоочистки.
IV	Системы воздушноснабжения промышленных предприятий	28. Особенности использования сжатого воздуха в качестве силового привода. 29. Классификация воздухопроводных сетей. 30. Отличия технологического и силового потребления сжатого воздуха. 31. Определение расхода воздуха у потребителей, коэффициенты, используемые при этом. 32. Потери воздуха в сетях.
V	Оборудование компрессорных станций	33. Когда в компрессорных станциях используются поршневые и динамические компрессоры. 34. Схемы компрессорных станций с динамическими и поршневыми компрессорами, обязательное оборудование для каждого типа компрессоров.

№	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (тематика тестовых вопросов) для экзамена
VII	Системы газоснабжения промышленных предприятий	35. Классификация газопроводов по давлению газа. 36. Одноступенчатые и многоступенчатые системы газоснабжения. 37. Продувка систем газоснабжения. 38. Устройства систем газоснабжения. 39. Схема обвязочных газопроводов. 40. Классификация кранов обвязочных газопроводов. 41. Линия безопасности обвязочного газопровода.
VII	Системы по обеспечению производства продуктами разделения воздуха (азотно-кислородные станции).	42. Методы разделения газовых смесей, их отличительные особенности по чистоте разделения, производительности и себестоимости продукции. 43. Когда применяются методы ректификации, а когда – парциальной конденсации. 44. Устройства, входящие в воздухоразделительные установки. 45. Схема ректификационной колонны. 46. Места отбора продуктов разделения в двойной ректификационной колонне. 47. Отличия установок разделения воздуха высокого, среднего и низкого давления, их сравнение по производительности. 48. Классификация кислорода по его чистоте.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

5.3.1. Перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ

В методических указаниях к выполнению лабораторных работ по дисциплине представлен перечень лабораторных работ, для каждой работы указана цель, имеются необходимые теоретические сведения (разобраны основные понятия по теме работы и произведено описание лабораторной установки) и методические указания к порядку выполнения и обработке результатов, приведен перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после допуска к выполнению, выполнения (снятия показаний приборов), обработки результатов, оформления отчета, проверки правильности выполнения задания. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен далее.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Лабораторная работа № 1. Выбор и регулирование насоса (ПК-4.2)	1. Что представляют собой напорные характеристики насоса и сети? 2. Что такое рабочая точка, как она определяется? 3. Опишите устройство насосов типа «К», «В», «Д» и «ЦНС». 4. Что такое поле рабочих параметров (рабочая часть) насосов?

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		5. Что такое регулирование насоса? Какие существуют основные способы регулирования? При каких способах регулирования наименьшее потребление электроэнергии и наименьшие капитальные затраты?
2.	Лабораторная работа № 2. Параллельная работа насосов и их регулирование (ПК-4.2)	<p>1. В каких случаях применяется параллельная установка насосов? Как определяются суммарные подача, напор и мощность в установке из параллельных насосов?</p> <p>2. Почему в установке из двух параллельных насосов более широкий диапазон регулирования, чем у одного насоса (при одинаковой суммарной подаче установки и насоса)?</p> <p>3. При работе установки из двух параллельных насосов один из них отключается. Как изменятся напор, подача и мощность второго продолжающего работать насоса? Какие меры необходимо принимать, если один из параллельно работающих насосов отключается?</p> <p>4. Опишите способы регулирования установок из нескольких насосов.</p>
3.	Лабораторная работа № 3. Регулирование насосной станции (ПК-4.2)	<p>1. Классификация насосных станций.</p> <p>2. Какого типа насосные станции рассчитываются на равномерную подачу, а для каких необходимо учитывать регулирование?</p> <p>3. Требования к схемам водопроводных линий в насосных станциях.</p> <p>4. Требования к надежности работы насосных станций. На что влияет категория надежности?</p>

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Промежуточная аттестация в форме экзамена

Используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-4. Способен разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства ПК-4.2. Разрабатывает схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства	
Знания	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • структуру энергетического комплекса промышленного предприятия; • схемы водо-, газо-, воздухоснабжения промышленных предприятий, системы обеспечения продуктами разделения воздуха, основное оборудование и параметры этих сетей; • принципы, законы и методики гидравлического расчета сетей и энергоэффективной работы нагнетателей в сетях; • средства и методы проектирования и расчета систем энергоснабжения в

	части теплоэнергетического оборудования.
Умение	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • производить гидравлический расчет водяных сетей и обеспечивать эффективную эксплуатацию насосов; • производить расчет воздухопроводных сетей; • производить, выбор оборудования в системах энергоснабжения. • обеспечить эффективную эксплуатацию водяных и воздухопроводных сетей; оборудования в системах водо-, газо-, воздуховоснабжения промышленных предприятий, системы обеспечения продуктами разделения воздуха.
Владение	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками расчетов энергопотребления нагнетателей, выбора наиболее эффективного способа регулирования работы нагнетателей в сети; • навыками энергоэффективной эксплуатации и регулирования при работе нагнетателей в сети; • навыками разработки схем размещения объектов систем энергоснабжения в соответствии с технологией производства.

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Показатели оценивания результата обучения по дисциплине

Оценка сформированности компетенций по показателю «Знания».

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знать: структуру энергетического комплекса промышленного предприятия.	Отсутствие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины.	Наличие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной рекомендованной литературы	Наличие достаточных знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной и дополнительно рекомендованной литературы	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме материала рабочей программы, знание основной и дополнительно рекомендованной литературы.
Знать: схемы водо-, газо-, воздуховоснабжения промышленных предприятий, системы обеспечения продуктами разделения воздуха, основное оборудование и параметры этих сетей.	Отсутствие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины.	Наличие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной рекомендованной литературы	Наличие достаточных знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной и дополнительно рекомендованной литературы	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме материала рабочей программы, знание основной и дополнительно рекомендованной литературы.
Знать: принципы, законы и методики гидравлического расчета сетей и энергоэффективной работы нагнетателей в сетях	Отсутствие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дис-	Наличие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной реко-	Наличие достаточных знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной и до-	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме материала рабочей программы, знание основной и допол-

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
	циплины.	мендованной литературы	полнительно рекомендованной литературы	дованной литературы.
Знать: средства и методы проектирования и расчета систем энергоснабжения в части теплоэнергетического оборудования.	Отсутствие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины.	Наличие пороговых знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной рекомендованной литературы	Наличие достаточных знаний в объеме материала рабочей программы дисциплины, знание основной и дополнительно рекомендованной литературы	Наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме материала рабочей программы, знание основной и дополнительно рекомендованной литературы.

Оценка сформированности компетенций по показателю «Умение»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь: производить гидравлический расчет водяных сетей и обеспечивать эффективную эксплуатацию насосов	Неумение решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций.	Умение решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций при наличии постороннего контроля.	Умение самостоятельно решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций, осуществлять базовые действия по применению полученных знаний на практике	Умение самостоятельно ставить и решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций, получать результаты, готовые для использования в сфере деятельности выпускника, осуществлять правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике
Уметь: производить расчет воздухопроводных сетей	Неумение решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций.	Умение решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций при наличии постороннего контроля.	Умение самостоятельно решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций, осуществлять базовые действия по применению полученных знаний на практике	Умение самостоятельно ставить и решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций, получать результаты, готовые для использования в сфере деятельности выпускника, осуществлять правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике
Уметь: произво-	Неумение	Умение решать	Умение само-	Умение самостоя-

дить, выбор оборудования в системах энергоснабжения	решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций.	задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций при наличии постороннего контроля.	стоятельно решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций, осуществлять базовые действия по применению полученных знаний на практике	тельно ставить и решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций, получать результаты, готовые для использования в сфере деятельности выпускника, осуществлять правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике
Уметь: обеспечить эффективную эксплуатацию водяных и воздухопроводных сетей; оборудования в системах водо-, газо-, воздухо-снабжения промышленных предприятий, системы обеспечения продуктами разделения воздуха	Неумение решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций.	Умение решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций при наличии постороннего контроля.	Умение самостоятельно решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций, осуществлять базовые действия по применению полученных знаний на практике	Умение самостоятельно ставить и решать задачи в рамках содержания дисциплины и формируемых компетенций, получать результаты, готовые для использования в сфере деятельности выпускника, осуществлять правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике

Оценка сформированности компетенций по показателю «Владение».

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть: навыками расчетов энергопотребления магнететелей, выбора наиболее эффективного способа регулирования работы магнететелей в сети	Отсутствие минимума навыков, формируемых в требованиях к обучению	Владеть минимумом навыков, формируемых в требованиях к обучению	В базовой мере владеть навыками, формируемыми в требованиях к обучению	В полной мере владеть навыками, формируемыми в требованиях к обучению
Владеть: навыками энергоэффективной эксплуатации и регулирования при работе магнететелей в сети	Отсутствие минимума навыков, формируемых в требованиях к обучению	Владеть минимумом навыков, формируемых в требованиях к обучению	В базовой мере владеть навыками, формируемыми в требованиях к обучению	В полной мере владеть навыками, формируемыми в требованиях к обучению
Владеть: навыками разработки схем	Отсутствие минимума	Владеть минимумом навыков,	В базовой мере владеть навыка-	В полной мере владеть навыками,

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
размещения объектов систем энергоснабжения в соответствии с технологией производства.	навыков, формируемых в требованиях к обучению	формируемых в требованиях к обучению	ми, формируемыми в требованиях к обучению	формируемыми в требованиях к обучению

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; доска для рисования маркером; ноутбук или персональный компьютер, подключенный к ТВ-панели для демонстрации мультимедийных материалов и презентаций или к мультимедийному проектору с экраном.
2	Компьютерный зал для проведения практических и лабораторных занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду; доска для рисования маркером; ноутбук или персональный компьютер, подключенный к ТВ-панели для демонстрации мультимедийных материалов и презентаций или к мультимедийному проектору с экраном.
3	Лаборатория энергетического комплекса промышленных предприятий	Лабораторная установка «Исследование работы насосов»
4	Учебная аудитория для проведения самостоятельной работы	Специализированная мебель; доска для рисования маркером; ноутбук или персональный компьютер, подключенный к ТВ-панели для демонстрации мультимедийных материалов и презентаций или к мультимедийному проектору с экраном.
5	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
		0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
6	Программа тестирования «MyTestXPro»	Электронная лицензия/ключ на БГТУ им. В.Г. Шухова, 12 компьютеров.
7	Программа «Энергетический комплекс промышленных предприятий – система контроля решения практических задач»	Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2020662962 «Энергетический комплекс промышленных предприятий – система контроля решения практических задач» / Трубаев П.А.; Правообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова". Зарегистрировано 21.10.2020 г.
8	Программа «Pump: Насосы и насосные станции - расчет и регулирование»	Свидетельство о госрегистрации программы для ЭВМ № 2020662791 «Pump: Насосы и насосные станции - расчет и регулирование» / Трубаев П.А.; Правообладатель: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В. Г. Шухова". Зарегистрировано 19.10.2020 г.

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

6.3.1. Перечень основной литературы

1. Трубаев П. А., Губарев А.В., Гришко Б.М. Системы энергоснабжения промышленных предприятий: Учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 199 с. (Рекомендовано федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 140100 – «Теплоэнергетика» специальности 140105 – «Энергетика теплотехнологии». Регистрационный номер рецензии 1721 от «16» 01.2012 МГУП имени Ивана Федорова.).

Экземпляры всего: 66.

2. Испытания и эксплуатация насосов и вентиляторов: методические указания к выполнению лабораторных работ/ П.А. Трубаев, В.Г. Чертов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2006. – 55 с.

Экземпляры всего: 36.

3. Трубаев П. А., Гришко Б.М. Практикум по гидравлическим машинам и компрессорам [Электронное издание]: учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БГТУ, БИЭИ, 2015. – 108 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Трубаев П. А., Губарев А. В., Гришко Б. М. Энергетический комплекс промышленных предприятий [Электронный ресурс]: учеб. пособие для студентов заоч. формы обучения с применением дистанц. технологий по специальности 140105. – Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2010. – 199 с.

Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040917310143193200009477>, по регистрации.

2. Дячек П.И Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебное пособие. – М.:АСВ, 2012. – 432 с.

Экземпляры всего: 30.

3. Парамонов А.М., Стариков А.П. Системы воздухообеспечения предприятий: Учебное пособие. – М.: Лань, 2011. – 160 с.

Экземпляры всего: 20.

4. Парамонов А.М., Стариков А.П. Системы воздухообеспечения предприятий [Электронный ресурс]. – М.: Лань, 2011. - 151 с.

Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1801, по регистрации.

5. Горячев, С. В. Система воздухообеспечения промышленного предприятия [Электронный ресурс]: учебное пособие. - Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. - 99 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33656.html>, по регистрации.

6. Павлинова, И. И. Баженов В. И., Губий И. Г. Водоснабжение и водоотведение: учеб. для бакалавров. – М. : Юрайт, 2015. – 472 с.

Экземпляры всего: 50.

7. Самусь О. Р. , Овсянников В. М. , Кондратьев А. С. Водоснабжение и водоотведение с основами гидравлики: учебное пособие [Электронный ресурс]. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2014. 128 с.

Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=253622&sr=1, по регистрации.

8. Разинов Ю. И., Суханов П. П. Гидравлика и гидравлические машины: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Казань: КГТУ, 2010. – 159 с.

Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=270580&sr=1, по регистрации.

9. Трубаев П. А., Беседин П. В., Гришко Б. М. Гидравлические машины и системы технического водоснабжения: Учеб. пособие. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, БИЭИ, 2002. – 132 с.

Экземпляры всего: 52.

10. Трубаев П. А., Беседин П. В., Гришко Б. М. Проектирование систем воздухообеспечения промышленных предприятий: учеб. пособие. – Белгород: БелГТАСМ, 2002. – 122 с.

Экземпляры всего: 60.

11. Теплоэнергетика и теплотехника: в 4-х кн.: справочник / общ. ред.: А.В. Клименко, В.М. Зорина. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство МЭИ, 2004. Кн.4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. - 2004. - 630 с.

Экземпляры всего: 5.

12. Батраков П. А., Селиванов А.А. Технологические энергоносители предприятий: учебное пособие. Омск: ООМГТУ, 2019. –164 с.

Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=682090, по регистрации.

13. Максудов Р.Н., Тремасов Е.Н. Расчет системы воздухообеспечения промышленного предприятия: методическое пособие. Казань: КНИТУ, 2015. 32 с.

Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=428784, по регистрации.

14. Шульц, Т.А. Теплоэнергетическое оборудование и энергосбережение [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Шульц Т. А. – М.: МИСиС, 2007.

Режим доступа <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/6580>, по регистрации.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. Grundfos Product Center GPC [Электронный ресурс] / ООО "Грундфос". – Электрон. дан. – М., [201–]. – Режим доступа: <http://product-selection.grundfos.com>, свободный. (Дата обращения 25.08.2019).

2. Основные принципы подбора насосов. Расчет насосов [Электронный ресурс] / ENCE GmbH. – Электрон. дан. – Хергисвилль, Швейцария, [201–]. – Режим доступа: http://www.ence-pumps.ru/podbor_raschet_nasosov.php, свободный. (Дата обращения 25.08.2019)/

3. Wilo-Select 4 online – консультант по насосам Wilo [Электронный ресурс] / Wilo SE. – Электрон. дан. – Дортмунд, Германия, [201–]. – Режим доступа: <https://ru.wilo-select.com/StartMain.aspx>, свободный. (Дата обращения 25.08.2019).

4. Гидравлический расчет Online сети водоснабжения [Электронный ресурс] / Лаборатория трубопроводных и гидравлических систем ИСЭМ СО РАН. – Иркутск, 2014 – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://51.isem.irk.ru/>, свободный. (Дата обращения 25.08.2019).

5. ГИС ZULU [Электронный ресурс] / ООО Политерм – СПб., [1999-201–]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.politerm.com/>, свободный. (Дата обращения 25.08.2019).

6. АВОК - Некоммерческое Партнерство инженеров по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике [Электронный ресурс] / НП АВОК – Электрон. дан. – М., [1991-201–]. – Режим доступа: <http://www.abok.ru>, свободный. (Дата обращения 25.08.2019).

