

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ "ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ"**

Рег. № 000002115



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и воспитательной работе

С.Л. Воробьева

Кафедра энергетики и электротехнологии

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Наименование дисциплины (модуля): Физико-химические основы  
водоподготовки

Уровень образования: Магистратура

Направление подготовки: 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологии

Очная, заочная

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника (приказ № 146 от 28.02.2018 г.)

Разработчики:

Дресвянникова Е. В., кандидат технических наук, доцент

Программа рассмотрена на заседании кафедры, протокол № 01 от 30.08.2021 года

## 1. Цель и задачи изучения дисциплины

Цель изучения дисциплины - является формирование знаний в области водоподготовки для энергообъектов различных типов.

Задачи дисциплины:

- привитие навыков по выбору систем и методов обработки воды и конденсатов, ;
- изучение способов расчета и оптимизации основных установок, включенных в схемы водоподготовок.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Дисциплина «Физико-химические основы водоподготовки» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 3 семестре.

Изучению дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» предшествует освоение дисциплин (практик):

Механика жидкости и газа;  
Компьютерные технологии в теплоэнергетике;  
Моделирование и оптимизация в теплоэнергетике.

Освоение дисциплины «Физико-химические основы водоподготовки» является необходимой основой для последующего изучения дисциплин (практик):

Проектирование энергосистем;  
Научно-исследовательская работа.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и учебным планом.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование компетенций:

**- ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства**

Знания, умения, навыки, формируемые по компетенции в рамках дисциплины, и индикаторы освоения компетенций

Студент должен знать:

Технологию производства

Студент должен уметь:

Разрабатывать методики совершенствования технологии производства

Студент должен владеть навыками:

Последовательностью разработки мероприятий по совершенствованию технологии производства

## 4. Объем дисциплины и виды учебной работы (очная форма обучения)

Вид учебной работы	Всего часов	Третий семестр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
Лекционные занятия	6	6
Практические занятия	24	24
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>42</b>	<b>42</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>		
Зачет		+
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>72</b>	<b>72</b>

Общая трудоемкость зачетные единицы	2	2
-------------------------------------	---	---

**Объем дисциплины и виды учебной работы (заочная форма обучения)**

Вид учебной работы	Всего часов	Пятый триместр	Шестой триместр
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
Лекционные занятия	2	2	
Практические занятия	10	10	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>56</b>	<b>20</b>	<b>36</b>
<b>Виды промежуточной аттестации</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
Зачет	4	4	
<b>Общая трудоемкость часы</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
<b>Общая трудоемкость зачетные единицы</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

**5. Содержание дисциплины**

**Тематическое планирование (очное обучение)**

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Третий семестр, Всего</b>	<b>72</b>	<b>6</b>	<b>24</b>		<b>42</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Водоподготовка</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>8</b>		<b>14</b>
Тема 1	Основные характеристики природной воды	12	1	4		7
Тема 2	Предварительная очистка воды и физико-химические процессы	12	1	4		7
<b>Раздел 2</b>	<b>Водно-химический режим теплоэнергетических объектов</b>	<b>36</b>	<b>3</b>	<b>12</b>		<b>21</b>
Тема 3	Химический контроль - основа водно-химического режима	12	1	4		7
Тема 4	Водно-химический режим теплосилового оборудования, тепловых сетей	12	1	4		7
Тема 5	Коррозия металла паросилового оборудования и методы борьбы с ней	12	1	4		7
<b>Раздел 3</b>	<b>Случаи аварийных ситуаций в теплоэнергетике</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>4</b>		<b>7</b>
Тема 6	Случаи аварийных ситуаций в теплоэнергетике по вине водно-химического режима	12	1	4		7

**Содержание дисциплины (очное обучение)**

Номер темы	Содержание темы
------------	-----------------

Тема 1	Основные характеристики природной воды
Тема 2	Предварительная очистка воды и физико-химические процессы
Тема 3	Химический контроль - основаводно-химического режима
Тема 4	Водно-химический режим теплосилового оборудования, тепловых сетей
Тема 5	Коррозия металла паросилового оборудования и методы борьбы с ней
Тема 6	Случаи аварийных ситуаций в теплоэнергетике по вине водно-химического режима

### Тематическое планирование (заочное обучение)

Номер темы/раздела	Наименование темы/раздела	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
	<b>Всего</b>	<b>68</b>	<b>2</b>	<b>10</b>		<b>56</b>
<b>Раздел 1</b>	<b>Водоподготовка</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>4</b>		<b>18</b>
Тема 1	Основные характеристики природной воды	11,5	0,5	2		9
Тема 2	Предварительная очистка воды и физико-химические процессы	11,5	0,5	2		9
<b>Раздел 2</b>	<b>Водно-химический режим теплоэнергетических объектов</b>	<b>33,8</b>	<b>0,8</b>	<b>4</b>		<b>29</b>
Тема 3	Химический контроль - основаводно-химического режима	11,4	0,4	2		9
Тема 4	Водно-химический режим теплосилового оборудования, тепловых сетей	10,2	0,2			10
Тема 5	Коррозия металла паросилового оборудования и методы борьбы с ней	12,2	0,2	2		10
<b>Раздел 3</b>	<b>Случаи аварийных ситуаций в теплоэнергетике</b>	<b>11,2</b>	<b>0,2</b>	<b>2</b>		<b>9</b>
Тема 6	Случаи аварийных ситуаций в теплоэнергетике по вине водно-химического режима	11,2	0,2	2		9

На промежуточную аттестацию отводится 4 часов.

### Содержание дисциплины (заочное обучение)

Номер темы	Содержание темы
Тема 1	Основные характеристики природной воды
Тема 2	Предварительная очистка воды и физико-химические процессы
Тема 3	Химический контроль - основаводно-химического режима
Тема 4	Водно-химический режим теплосилового оборудования, тепловых сетей
Тема 5	Коррозия металла паросилового оборудования и методы борьбы с ней
Тема 6	Случаи аварийных ситуаций в теплоэнергетике по вине водно-химического режима

## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

### Литература для самостоятельной работы студентов

1. Физико-химические основы водоподготовки. Водоподготовка: деаэрация воды : методические указания для студентов магистратуры по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника", магистерская программа "Энергетика теплотехнологий" / сост.: Ю. В. Новокрещенов, Е. В. Дресвянникова. - Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2015. - 39 с.

2. Водоподготовка : методические указания к расчетно-графической работе для студентов магистратуры по направлению "Теплоэнергетика и теплотехника", магистерская программа "Энергетика теплотехнологий" / сост.: Ю. В. Новокрещенов, Е. В. Дресвянникова. - Ижевск : РИО Ижевская ГСХА, 2015. - 48 с.

### Вопросы и задания для самостоятельной работы (очная форма обучения)

#### Третий семестр (42 ч.)

Вид СРС: Выполнение индивидуального задания (20 ч.)

Выполнение индивидуального задания предусматривает описание и расчет необходимого комплекса мероприятий по заданию преподавателя.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (22 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

### Вопросы и задания для самостоятельной работы (заочная форма обучения)

#### Всего часов самостоятельной работы (56 ч.)

Вид СРС: Выполнение индивидуального задания (28 ч.)

Выполнение индивидуального задания предусматривает описание и расчет необходимого комплекса мероприятий по заданию преподавателя.

Вид СРС: Работа с рекомендуемой литературы (28 ч.)

Самостоятельное изучение вопроса, согласно рекомендуемой преподавателем основной и дополнительной литературы.

## 7. Тематика курсовых работ(проектов)

Курсовые работы (проекты) по дисциплине не предусмотрены.

## 8. Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

### 8.1. Компетенции и этапы формирования

Коды компетенций	Этапы формирования		
	Курс, семестр	Форма контроля	Разделы дисциплины
ПК-2	2 курс, Третий семестр	Зачет	Раздел 1: Водоподготовка.
ПК-2	2 курс, Третий семестр	Зачет	Раздел 2: Водно-химический режим теплоэнергетических объектов.

ПК-2	2 курс,  Третий семестр	Зачет	Раздел 3: Случаи аварийных ситуаций в теплоэнергетике.
------	-------------------------------	-------	---

## 8.2. Показатели и критерии оценивания компетенций, шкалы оценивания

В рамках изучаемой дисциплины студент демонстрирует уровни овладения компетенциями:

**Повышенный уровень:**

Достигнутый уровень оценки результатов обучения является основой для формирования компетенций, соответствующих требованиям ФГОС. Обучающиеся способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях.

**Базовый уровень:**

Обучающиеся продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения знаниями, умениями, навыками. Обучающиеся способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях.

**Пороговый уровень:**

Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что обучающиеся обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Обучающиеся способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач.

**Уровень ниже порогового:**

Результаты обучения свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.

Уровень сформированности компетенции	Шкала оценивания для промежуточной аттестации	
	Экзамен (дифференцированный зачет)	Зачет
Повышенный	5 (отлично)	зачтено
Базовый	4 (хорошо)	зачтено
Пороговый	3 (удовлетворительно)	зачтено
Ниже порогового	2 (неудовлетворительно)	не зачтено

**Критерии оценки знаний студентов по дисциплине**

**Оценка Не зачтено:**

Полнота знаний: уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки.

Наличие умений: при решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки.

Наличие навыков (владение опытом): при решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки.

Характеристика сформированности компетенций:

- компетенция в полной мере не сформирована;

- имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций: низкий.

**Оценка Зачтено:**

Полнота знаний: не ниже минимально допустимого уровня знаний, возможен допуск множества негрубых ошибок.

Наличие умений: умения сформированы не ниже демонстрации основных умений, решения типовых задач с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме.

Наличие навыков (владение опытом): как минимум имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами.

Характеристика сформированности компетенций:

- сформированность компетенции не ниже минимальных требований;

- имеющихся знаний, умений, навыков как минимум достаточно для решения практических (профессиональных) задач, возможно требуется дополнительная практика по большинству практических задач.

Уровень сформированности компетенций: минимальный уровень ниже среднего.

### 8.3. Типовые вопросы, задания текущего контроля

Раздел 1: Водоподготовка

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

1. Из каких этапов состоят круговороты природных и производственно-бытовых вод?
2. Какие основные катионы и анионы поступают в природные воды и за счет чего?
3. В чем качественное отличие поверхностных и подземных вод?
4. Какие признаки лежат в основе различных классификаций природных вод?
5. Каковы причины строгого нормирования содержания ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в водах теплоэнергетических установок?
6. Какие показатели воды относятся к качественным и технологическим?
7. Какие виды жесткости и щелочности воды вам известны?
8. Почему окисляемость является условным показателем?
9. Поясните понятие коли-индекса?
10. Назовите технологические процессы, осуществляемые в теплоэнергетических установках, в которых используется природная вода?
11. Охарактеризуйте назначение различных потоков воды в различных циклах ТЭС?
12. Какие примеси и за счет чего поступают в тракт ТЭС и котельной?
13. Укажите влияние примесей воды на надежность и безаварийность работы теплоэнергетического оборудования?
14. В чем заключается выбор водоисточника?

Раздел 2: Водно-химический режим теплоэнергетических объектов

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

1. Какие факторы вы должны учесть при расчете производительности ВПУ?
2. В чем заключается классификация основ обработки воды?
3. Назовите известные классификации, их достоинства и недостатки?
4. На какие стадии подразделяется обработка воды?
5. Задачи предочистки.
6. Какие коагулянты применяются в процессах осаждения?
7. В чем сущность коагуляции?
8. Почему известкованная вода должна характеризоваться малой нестабильностью?
9. По каким параметрам должен оптимизироваться процесс известкования?
10. Каковы реальные значения остаточных концентраций примесей, удаляемых при известковании и содоизвестковании?
11. Напишите основные химические реакции процесса коагуляции.
12. Дайте геометрическую характеристику фильтрующих материалов?
13. В чем заключается механизм задержания части в зернистых слоях?

14. Объясните в чем отличие адгезионного и пленочного фильтрования?
15. Основные требования к фильтрующим материалам?
16. Какие методы применяются для обессоливания воды?
17. Сущность ионного обмена.
18. Представьте схему структуры зерна ионита.
19. Что такое обменная емкость ионитов?
20. Технология ионного обмена.
21. Что такое регенерация фильтров?
22. Перечислите малосточные схемы ионитных водоподготовок.
23. Задачи автоматизации ВПУ.
24. Представьте схемы подготовки воды котлоагрегатов (низкого, среднего, высокого, сверхкритического давления).
25. Как вы понимаете ФСД?
26. Устройство основного технологического оборудования.
27. Автоматизация ВПУ.
28. Назовите типы испарительных установок.
29. Укажите методы предотвращения накипеобразования в испарительных установках.
30. Какими методами можно получить чистый пар?
31. Какие стабилизирующие вещества применяют для испарителей?
32. Для каких котлов можно использовать дистиллят испарителей?
33. Какие показатели определяют свойства обратноосмотических мембран?
34. Чем отличаются основные типы установок обратного осмоса?
35. Какие требования предъявляют к воде, поступающей на электродиализаторы?
36. В чем состоят преимущества дистилляционных и мембранных методов перед ионообменной технологией очистки высокоминерализованных вод?
37. Перечислите основные способы подготовки воды для теплосети.
38. Сущность подготовки добавочной воды методами:
39. Какими методами удаляются основные растворенные газы ( $O_2$  и  $CO_2$ )?
40. Принцип работы и устройства декарбонизатора.
41. Дайте краткое описание и принцип работы деаэратора.
42. Дайте определение веществам, относящимся к окислителям и восстановителям.
43. Какие восстановители применяют для обработки воды?
44. Перечислите составляющие, входящие в материальный баланс охлаждающей системы с градирней.
45. Какие факторы влияют на предельно допустимую карбонатную жесткость охлаждающей воды?
46. Какие эффекты стабилизации охлаждающей воды наблюдаются при ее подкислении?
47. Охарактеризуйте стабилизирующее действие различных фосфорсодержащих веществ на охлаждающую воду.
48. Что определяет биологическое обрастание поверхностей оборудования и трубопроводов?
49. Какие реагенты применяют для борьбы с биологическими отложениями?
50. Поясните технологию хлорирования охлаждающей воды.
51. Как соотносится обработка охлаждающей воды с защитой водных бассейнов от загрязнения вредными примесями?
52. Основной принцип работы ЭМФ?
53. Какие примеси в турбинном и производственном конденсате и их особенности?
54. Назовите методы очистки конденсата?
55. Перечислите сточные воды ТЭЦ и котельной, чем они отличаются?



56. Представьте схему очистки стоков.
57. Чем опасны теплые воды ТЭЦ, котельной для водоемов?
58. Сущность технологии очистки нефтезагрязненных вод.
59. Можно ли на современном уровне спроектировать бессточную ТЭС или котельную?
60. Перечислите способы организации ВХР.
61. Для чего необходима коррекционная обработка воды?
62. Задачи ВХР на энергетических объектах.
63. Что является основой ВХР?
64. Что обеспечивает химический контроль на ТЭЦ или котельной?

### Раздел 3: Случаи аварийных ситуаций в теплоэнергетике

ПК-2 Способен разрабатывать мероприятия по совершенствованию технологии производства

1. Виды коррозионных процессов.
2. Охарактеризуйте химическую и электрохимическую коррозию.
3. Влияние внешних и внутренних факторов на коррозию металла.
4. Коррозия конденсатно-питательного тракта котлоагрегатов и тепловых сетей.
5. Коррозия паровых турбин.
6. Коррозия оборудования подпиточного и сетевого трактов теплосети.
7. Основные способы обработки воды для снижения интенсивности коррозии теплосети.
8. Цель консервации теплоэнергетического оборудования.
9. Перечислите способы консервации: паровых котлов, водогрейных котлов, турбоустановок, тепловых сетей
10. Дайте краткую характеристику применяемых химических реагентов.
11. Условия выделения карбоната кальция.
12. Перечислите процессы образования накипи в водогрейных котлах.
13. В чем заключается оценка интенсивности накипеобразования в водогрейном оборудовании?
14. Основные физико-химические процессы, протекающие в воде котлоагрегатов.
15. Выделения твердой фазы в форме накипи и шлама.
16. Состав, структура и физические свойства отложений в парогенераторах.
17. Условия образования твердой фазы из солевых растворов.
18. Условия образования железистых и железофосфатных накипей.
19. Образование отложений на поверхностях конденсаторов.
20. Отложения на проточной части паровых турбин.
21. Образование отложений в водогрейном оборудовании.
22. В чем заключается сущность химических очисток теплоэнергетического оборудования?
23. Цель и задачи предпусковой очистки.
24. Когда производится эксплуатационная очистка?
25. Эксплуатационная очистка паровых турбин.
26. Эксплуатационная химическая очистка водогрейных котлов.
27. Перечислите важнейшие реагенты для удаления отложений в теплоэнергетическом оборудовании.
28. Сущность физико-химических внутрикотловых процессов.
29. Перечислите условия процессов образования отложений в котлах и влияние на них ВХР.
30. Для чего производится аминирование и гидразинная обработка питательной воды?
31. Причины загрязнения пара и способы их удаления.
32. Сущность капельного и избирательного уноса.

33. Для чего применяется продувка котлов?
34. Как вы понимаете ступенчатое испарение и промывку пара?
35. Кратко объясните ВХР паровых турбин.
36. За счет каких мероприятий выдерживается рациональный водный режим конденсаторов турбин?
37. Укажите основные задачи ВХР тепловых сетей.
38. Особенности ВХР эксплуатации водогрейных котлов, сжигающих мазутное топливо.
39. Как определяется эффективность проводимых на ТЭС, котельных ВХР?

#### **8.4. Вопросы промежуточной аттестации**

##### **Третий семестр (Зачет, ПК-2)**

1. В чем качественное отличие поверхностных и подземных вод?
2. Каковы причины строгого нормирования содержания ионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  в водах теплоэнергетических установок?
3. Какие показатели воды относятся к качественным и технологическим?
4. Какие виды жесткости и щелочности воды вам известны?
5. Охарактеризуйте назначение различных потоков воды в различных циклах ТЭС?
6. Какие примеси и за счет чего поступают в тракт ТЭС и котельной?
7. Укажите влияние примесей воды на надежность и безаварийность работы теплоэнергетического оборудования?
8. Задачи предочистки.
9. Какие коагулянты применяются в процессах осаждения?
10. В чем сущность коагуляции?
11. В чем заключается механизм задержания части в зернистых слоях?
12. Основные требования к фильтрующим материалам?
13. Какие методы применяются для обессоливания воды?
14. Что такое регенерация фильтров?
15. Укажите методы предотвращения накипеобразования в испарительных установках.
16. Какими методами можно получить чистый пар?
17. В чем состоят преимущества дистилляционных и мембранных методов перед ионообменной технологией очистки высокоминерализованных вод?
18. Перечислите основные способы подготовки воды для теплосети.
19. Дайте краткое описание и принцип работы деаэратора.
20. Дайте определение веществам, относящимся к окислителям и восстановителям.
21. Какие эффекты стабилизации охлаждающей воды наблюдаются при ее подкислении?
22. Какие реагенты применяют для борьбы с биологическими отложениями?
23. Поясните технологию хлорирования охлаждающей воды.
24. Основной принцип работы ЭМФ?
25. Какие примеси в турбинном и производственном конденсате и их особенности?
26. Назовите методы очистки конденсата?
27. Перечислите сточные воды ТЭЦ и котельной, чем они отличаются?
28. Представьте схему очистки стоков.
29. Чем опасны теплые воды ТЭЦ, котельной для водоемов?
30. Сущность технологии очистки нефтезагрязненных вод.
31. Что является основой ВХР?
32. Что обеспечивает химический контроль на ТЭЦ или котельной?
33. Виды коррозионных процессов.
34. Охарактеризуйте химическую и электрохимическую коррозию.
35. Коррозия паровых турбин.

36. Основные физико-химические процессы, протекающие в воде котлоагрегатов.
37. Выделения твердой фазы в форме накипи и шлама.
38. Состав, структура и физические свойства отложений в парогенераторах.
39. Образование отложений в водогрейном оборудовании.
40. В чем заключается сущность химических очисток теплоэнергетического оборудования?
41. Цель и задачи предпусковой очистки.
42. Эксплуатационная химическая очистка водогрейных котлов.
43. Для чего применяется продувка котлов?
44. Как вы понимаете ступенчатое испарение и промывку пара?

#### **8.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Контроль знаний студентов по дисциплине проводится в устной и письменной форме, предусматривает текущий и промежуточный контроль. Методы контроля: - тестовая форма контроля; - устная форма контроля – опрос и общение с аудиторией по поставленной задаче в устной форме; - решение определенных заданий (задач) по теме практического материала в конце практического занятия, в целях эффективности усвояемости материала на практике. - поощрение индивидуальных заданий, в которых студент проработал самостоятельно большое количество дополнительных источников литературы. Текущий контроль предусматривает устную форму опроса студентов и письменный экспресс-опрос по окончании изучения каждой темы.

#### **9. Перечень учебной литературы**

1. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети : учеб. для вузов / Е. Я. Соколов ; [науч. ред. В. А. Малафеев]. - 8-е изд., стер. - Москва : МЭИ, 2006. - 469 с.

#### **10. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет**

1. <http://elib.izhgsha.ru/> - ЭБС ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА
2. <http://portal.izhgsha.ru> - Интернет-портал ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА»
3. <http://ebs.rgazu.ru> - ЭБС AgriLib
4. <http://lib.rucont.ru> - Электронная библиотечная система
5. <https://e.lanbook.com> - ЭБС «Лань»
6. <http://lib.rucont.ru> - ЭБС «Руконт»
7. <http://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU

#### **11. Методические указания обучающимся по освоению дисциплины (модуля)**

Перед изучением дисциплины студенту необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, изучить перечень рекомендуемой литературы, приведенной в рабочей программе дисциплины. Для эффективного освоения дисциплины рекомендуется посещать все виды занятий в соответствии с расписанием и выполнять все домашние задания в установленные преподавателем сроки. В случае пропуска занятий по уважительным причинам, необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание по пропущенной теме. Полученные знания и умения в процессе освоения дисциплины студенту рекомендуется применять для решения задач, не обязательно связанных с программой дисциплины. Владение компетенциями дисциплины в полной мере будет подтверждаться Вашим умением ставить конкретные задачи, выявлять существующие проблемы, решать их и принимать на основе полученных результатов оптимальные решения. Основными видами учебных занятий для студентов по учебной дисциплине являются: занятия лекционного типа, занятия семинарского типа и самостоятельная работа студентов.

Формы работы	Методические указания для обучающихся
Лекционные занятия	<p>Работа на лекции является очень важным видом деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов.</p> <p>Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал. Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.).</p> <p>Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе нормативно-правовые акты соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывают трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии семинарского типа.</p> <p>Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.</p>
Лабораторные занятия	<p>При подготовке к занятиям и выполнении заданий студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p> <p>Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.</p> <p>Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проработать конспект лекций;</li> <li>- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);</li> <li>- изучить решения типовых задач (при наличии);</li> <li>- решить заданные домашние задания;</li> <li>- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.</li> </ul> <p>В конце каждого занятия типа студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии семинарского типа или на индивидуальные консультации.</p>
Самостоятельная работа	<p>Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.</p>

	<p>Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, рекомендуемой литературы; подготовку к занятиям семинарского типа в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.</p> <p>Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на занятиях лекционного типа, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на занятиях семинарского типа, контроль знаний студентов.</p> <p>Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь на текущей консультации или на ближайшей лекции за помощью к преподавателю.</p> <p>Помимо самостоятельного изучения материалов по темам к самостоятельной работе обучающихся относится подготовка к практическим занятиям, по результатам которой представляется отчет преподавателю и проходит собеседование.</p> <p>При самостоятельной подготовке к практическому занятию обучающийся:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организует свою деятельность в соответствии с методическим руководством по выполнению практических работ;</li> <li>- изучает информационные материалы;</li> <li>- подготавливает и оформляет материалы практических работ в соответствии с требованиями.</li> </ul> <p>В результате выполнения видов самостоятельной работы происходит формирование компетенций, указанных в рабочей программы дисциплины (модуля).</p>
<p>Практические занятия</p>	<p>Формы организации практических занятий определяются в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины и целями обучения. Ими могут быть: выполнение упражнений, решение типовых задач, решение ситуационных задач, занятия по моделированию реальных условий, деловые игры, игровое проектирование, имитационные занятия, выездные занятия в организации (предприятия), занятия-конкурсы и т.д. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия студент должен излагать (не читать) материал выступления свободно.</p> <p>Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление должно быть обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект формируемых компетенций.</p> <p>По окончании семинарского занятия обучающемуся следует повторить выводы, полученные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого обучающемуся в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала обучающемуся следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации.</p> <p>При подготовке к занятиям студентам следует использовать литературу из рекомендованного списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.</p>

Перед каждым занятием студент изучает план занятия с перечнем тем и вопросов, списком литературы и домашним заданием по вынесенному на занятие материалу.

Студенту рекомендуется следующая схема подготовки к занятию и выполнению домашних заданий:

- проработать конспект лекций;
- проанализировать литературу, рекомендованную по изучаемому разделу (модулю);
- изучить решения типовых задач (при наличии);
- решить заданные домашние задания;
- при затруднениях сформулировать вопросы к преподавателю.

В конце каждого занятия студенты получают «домашнее задание» для закрепления пройденного материала. Домашние задания необходимо выполнять к каждому занятию. Сложные вопросы можно вынести на обсуждение на занятии или на индивидуальные консультации.

### **Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами**

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, услуги ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано совместно с другими обучающимися, а так же в отдельных группах.

Освоение дисциплины (модуля) обучающимся с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья.

В целях доступности получения высшего образования по образовательной программе лицами с ограниченными возможностями здоровья при освоении дисциплины (модуля) обеспечивается:

1) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- письменные задания, а также инструкции о порядке их выполнения оформляются увеличенным шрифтом,
- специальные учебники, учебные пособия и дидактические материалы (имеющие крупный шрифт или аудиофайлы),
- индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс,
- при необходимости студенту для выполнения задания предоставляется увеличивающее устройство;

2) для лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху:

- присутствие ассистента, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе, записывая под диктовку),
- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающемуся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- обеспечивается надлежащими звуковыми средствами воспроизведения информации;

3) для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата (в том числе с тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по желанию обучающегося задания могут выполняться в устной форме.

## **12. Перечень информационных технологий**

Информационные технологии реализации дисциплины включают

### **12.1 Программное обеспечение**

1. Операционная система: Microsoft Windows 10 Professional. Подписка на 3 года. Договор № 9-БД/19 от 07.02.2019. Последняя доступная версия программы. Astra Linux Common Edition. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.
2. Базовый пакет программ Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint). Microsoft Office Standard 2016. Бессрочная лицензия. Договор №79-ГК/16 от 11.05.2016. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №0313100010014000038-0010456-01 от 11.08.2014. Microsoft Office Standard 2013. Бессрочная лицензия. Договор №26 от 19.12.2013. Microsoft Office Professional Plus 2010. Бессрочная лицензия. Договор №106-ГК от 21.11.2011. P7-Офис. Договор №173-ГК/19 от 12.11.2019 г.

### **12.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Информационно-справочная система (справочно-правовая система) «Консультант плюс». Соглашение № ИКП2016/ЛСВ 003 от 11.01.2016 для использования в учебных целях бессрочное. Обновляется регулярно. Лицензия на все компьютеры, используемые в учебном процессе.
2. Профессиональные базы данных на платформе 1С: Предприятие с доступными конфигурациями (1С: ERP Агропромышленный комплекс 2, 1С: ERP Энергетика, 1С: Бухгалтерия молокозавода, 1С: Бухгалтерия птицефабрики, 1С: Бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, 1С: Общепит, 1С: Ресторан. Фронт-офис). Лицензионный договор № Н8775 от 17.11.2020 г.

## **13. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Оснащение аудиторий

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории
2. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (практических занятий). Аудитория, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории, компьютерами с необходимым программным обеспечением, выходом в «Интернет» и корпоративную сеть университета
4. Помещение для самостоятельной работы. Помещение оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
5. Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.