

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»**

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой  
 \_\_\_\_\_ /Глухарев В.А./  
 « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан Агроинженерного факультета  
 \_\_\_\_\_ /Трушкин В.А./  
 « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Дисциплина** **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭНЕРГОНОСИТЕЛИ И СИСТЕМЫ**

**Направление подготовки** **140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Профиль подготовки** **Энергообеспечение предприятий**

**Квалификация Выпускника** **Бакалавр**

**Нормативный срок Обучения** **4 года**

**Форма обучения** **Очная**

	Всего	Количество часов							
		в т.ч. по семестрам							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕТ	4							4	
Общее количество часов	144							144	
Аудиторная работа – всего, в т.ч.:	80							80	
лекции	40							40	
лабораторные	20							20	
практические	20							20	
Самостоятельная работа	64							64	
Количество рубежных контролей	3							3	
Форма итогового контроля	Экз							Экз	
Курсовой проект (работа)	КР							КР	

**Разработчик: доцент Абрамов С.С.**

\_\_\_\_\_  
(подпись)

**Саратов 2013**

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Технологические энергоносители и системы» является формирование навыка по изучению и выбору схем, оборудования и методов расчета установок для получения и распределения сжатого воздуха, искусственного холода, охлаждающей воды и технологических газов, в том числе продуктов разделения воздуха.

## **2. Место дисциплины в системе ООП ВПО**

В соответствии с учебным планом по направлению подготовки 140100.62 Теплоэнергетика и теплотехника дисциплина «Технологические энергоносители и системы» включена в вариативную часть профессионального цикла ООП ВПО подготовки бакалавров.

Дисциплина базируется на знаниях и умениях, полученных при изучении таких предметов, как теплообмен, основы трансформации теплоты и двигатели и тепловые двигатели.

Для успешного освоения дисциплины студент должен:

знать: принципы работы и конструкцию компрессорного, насосного и вентиляторного оборудования.

уметь: определять параметры хладагентов и влажного воздуха по различным диаграммам.

## **3. Компетенции обучающегося, формируемые в процессе изучения дисциплины «Технологические энергоносители и системы»**

Дисциплина «Технологические энергоносители и системы» направлена на формирование у студентов профессиональными компетенциями:

- способность и готовность использовать нормативные правовые документы в своей профессиональной деятельности (ПК-4);

- готовностью участвовать в разработке проектной и рабочей технической документации, оформлении законченных проектно-конструкторских работ в соответствии со стандартами, техническими условиями и другими нормативными документами (ПК-10).

В результате освоения дисциплины студент должен:

- знать: основные требования ГОСТ, нормативных и руководящих документов по производству и распределению энергоресурсов, обеспечению надежного и экономичного их потребления, назначение, принцип работы, конструкции и методы расчета систем производства и распределения энергоресурсов.

- уметь: квалифицированно составлять задание на разработку систем энергообеспечения, обеспечить управление, техническое и метрологическое оснащение производства; проводить технико-экономический анализ, а также разрабатывать предложения по реализации проектов и программ по модернизации, разработке и внедрению прогрессивных технологических процессов.

- владеть методами расчета и проектирования систем холодоснабжения, водоснабжения, кондиционирования и вентиляции.

#### **4. Структура и содержание дисциплины «Технологические энергоносители и системы»**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часов, из них аудиторная работа - 80 ч., самостоятельная работа - 64 ч.

**Таблица 1**

#### **Структура и содержание дисциплины «Технологические энергоносители и системы»**

№ п/п	Тема занятия. Содержание	Неделя семестра	Аудиторная работа			Сам осто я- тель ная рабо та	Контроль знаний		
			Вид занятия	Форма проведения	Количество		Количество часов	Вид	Форма
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
7 семестра									
1	Структура дисциплины. Система и основные подсистемы энергоснабжения предприятий АПК. Общие черты и особенности подсистем.	1	Л	В	2		ТК		
2	Теплофизические показатели газообразных теплоносителей. Воздух и продукты горения топлив.	1	ПЗ	Т	2	2	ВК ТК	ПО УО	2,5
3	Виды энергоносителей, основные характеристики, основные методы получения.	2	Л	В	2		ТК		
4	Расчет теплофизических показателей газообразных теплоносителей.	2	ПЗ	Т	2	2	ТК	УО	
5	Основы анализа эффективности технологических энергоносителей и подсистем. Виды балансов расчет основных статей, показатели эффективности.	3	Л	В	2				
6	Составление материального и теплового баланса.	3	ПЗ	Т	2	2	ТК	УО	2,5
7	Применение и получение	4	Л	В	2				

	высокотемпературных теплоносителей на основе сжигания топлива.								
8	Расчет процесса горения топлива. Исходные данные. Порядок расчета.	4	ПЗ	Т	2	2	ТК	УО	2,5
9	Виды и состав топлива продуктов полного горения.	5	Л	В	2				
10	Расчет процесса горения топлива. Расчет температуры горения топлива.	5	ПЗ	Т	2	2	ТК	УО	
11	Виды горения. Основные виды топливосжигающих устройств.	6	Л	В	2	2			
12	Изучение конструкций топливосжигающих устройств.	6	ЛЗ	Т	2	2		УО	
13	Применение газообразных продуктов горения топлива в технологических процессах переработки сельскохозяйственной продукции (процессы нагрева и сушки материалов).	7	Л	Т	2	2	ТК		
14	Основы устройства и работы сушильных установок.	7	ЛЗ	Т	2	2	ТК	УО	
15	Основы расчета процесса горения для получения сушильного агента.	8	Л	Т	2	2			
16	Практические расчеты процесса горения природного газа различного состава для получения высокотемпературного сушильного теплоносителя.	8	ПЗ	Т	2	2	ТК	УО ПО	2,5
17	Применение продуктов горения для нагрева материала.	9	Л	Т	2				
18	Продукты полного горения различных топлив при разных составах.	9	ПЗ	Т	2	2	РК ТР	ПО	10 2

19	Подсистема воздухообеспечения. Компрессорные станции. Теоретические основы компрессирования.	10	Л	В	2				
20	Изучение работы компрессора. Основные понятия. Методика эксперимента.	10	ЛЗ	Т	2	2	ТК	УО	2
21	Подсистема воздухообеспечения. Определение расчетной нагрузки для проектирования станции. Выбор основного и вспомогательного оборудования.	11	Л	Т	2	2			
22	Изучение работы компрессора. Порядок выполнения работы и обработка результатов опыта.	11	ЛЗ	Т	2	2	РК ТР	ПО	10 2
23	Подсистемы холодообеспечения. Методика определения потребности в холоде предприятий АПК. Теоретические основы получения холода.	12	Л	В	2				
24	Основы расчета холодильных установок. Расчет паровых компрессионных установок.	12	ПЗ	Т	2	2	ТК	УО ПО	2,5
25	Подсистема холодообеспечения. Виды и классификация холодильных установок. Характеристики рабочих тел холодильных установок.	13	Л	В	2	2			
26	Основы расчета холодильных установок. Расчет абсорбционных установок.	13	ПЗ	Т	2	2	ТК	УО ПО	2,5
27	Подсистемы холодообеспечения. Расчет паровых компрессионных холодильных установок.	14	Л	Т	2	2			
28	Изучение работы холодильной	14	ЛЗ	МК	2	2	ТК	УО	0,5

	установки. Основные понятия. Методики эксперимента.								
29	Расчет водоаммиачных абсорбционных холодильных установок (АХМ) Основы получения сжиженных газов.	15	Л	Т	2	2			
30	Изучение работы холодильной установки. Порядок выполнения работы. Обработка результатов опыта.	15	ЛЗ	Т	2	2		УО ПО	0,5
31	Подсистемы подготовки воздуха с заданными свойствами (системы кондиционирования воздуха) Назначение систем. Основные процессы обработки воздуха.	16	Л	В	2				
32	Определение аэродинамического сопротивления воздушного тракта .Основные понятия.	16	ЛЗ	Т	2	2	ТК КЛ	УО	0,5
33	Подсистемы подготовки воздуха с заданными свойствами (системы кондиционирования воздуха) Выбор исходных данных при проектировании УКВ Составление баланса тепла и влаги.	17	Л	Т	2		КЛ	УО	0,5
34	Определение аэродинамического сопротивления воздушного тракта. Методика эксперимента. Обработка результатов опыта.	17	ЛЗ	Т	2	2	КЛ	УО	0,5
35	Порядок расчета прямоточной УКВ для теплого и холодного периода.	18	Л	Т	2		КЛ		
36	Практические расчеты прямоточных УКВ.	18	ПЗ	Т	2	2	ТК КЛ	УО ПО	2,5
37	Подсистемы водоснабжения предприятий АПК. Схемы водоснабжения. Водоприемные устройства. Очистка и	19	Л	В	2		КЛ		

	обработка воды.								
38	Изучение работы насоса. Основные понятия. Методика эксперимента. Схема экспериментальной установки.	19	ЛЗ	Т	2	2	КЛ	УО	2
39	Подсистемы водоснабжения предприятий АПК. Основы гидравлического режима сетей. Характеристики участков сети и насосов. Суммирование характеристик.	20	Л	Т	2		КЛ		
40	Изучение работы насоса. Порядок выполнения работы. Обработка результатов опыта.	20	ЛЗ	Т	2	2	РК ТР	ПО	10 2
41	Выходной контроль					10	Вых К	Экз КР	20
<b>Итого:</b>					80	64			80

Примечание:

Условные обозначения:

**виды аудиторной работы:** Л – лекция, ЛЗ – лабораторное занятие, ПЗ -практическое занятие.

**формы проведения занятий:** В – лекция-визуализация, П – проблемная лекция/занятие, Б – бинарная лекция, Т – лекция/занятие, проводимое в традиционной форме, М – моделирование, ДИ – деловая игра, КС – круглый стол, МШ – мозговой штурм, МК – метод кейсов.

**виды контроля** – ВК – входной контроль, ТК – текущий контроль, РК –рубежный контроль, ТР – творческий рейтинг, ВыхК – выходной контроль,

**форма контроля** – УО – устный опрос, ПО – письменный опрос, Т – тестирование, КЛ – конспект лекции, Р – реферат, Экз. – экзамен.

## 5. Образовательные технологии

Для успешной реализации образовательного процесса по дисциплине «Технологические энергоносители и системы» и повышения его эффективности, используются как традиционные педагогические технологии, так и методы активного обучения: лекция-визуализация, лабораторные работы профессиональной направленности, метод кейсов. Удельный вес занятий, проводимых с использованием активных и интерактивных методов обучения, в целом по дисциплине составляет 22 % аудиторных занятий (в ФГОС не менее 20



%).

## **6. Оценочные средства для проведения входного, рубежного и выходного контролей.**

### **Вопросы входного контроля**

1. Уравнение газового состояния идеального газа
2. Прямой и обратный циклы Карно
3. Первый закон термодинамики
4. Определение теплоемкости, единицы измерения
5. Процессы и теплота фазового перехода
6. Изобарный, изотермический, адиабатный процессы (графическое изображение)
7. Виды теплообмена, определение коэффициента теплопередачи, размерность
8. Коэффициент теплопроводности, размерность
9. Уравнение теплопередачи
10. Уравнение Бернулли

### **Рубежный контроль №1**

1. Назначение технологической энергосистемы предприятий АПК
2. Основные виды энергоносителей
3. Основы составления материального баланса, структура приходной и расходной статей
4. Влияние коэффициента избытка воздуха на состав продуктов горения, продукты полного и неполного горения
5. Основы расчета воздухоохладителей компрессорной станции, расчет расхода охлаждающей воды
6. Основные виды подсистем и их назначение
7. Порядок расчета расхода топлива для сушильной установки
8. Расчет плотности и теплоемкости для отдельных газов и смесей газов
9. Структура приходной части энергетического баланса, расчет основных статей
10. Расчет температуры горения топлива, влияние коэффициента избытка воздуха на температуру горения топлива
11. Источники централизованного и локального производства тепловой энергии
12. Порядок расчета процесса горения
13. Основные виды энергоносителей, области применения
14. Цели составления энергетического баланса, показатели эффективности энергетического баланса
15. Основные эксплуатационные показатели компрессорной станции
16. Особенности составления материального баланса для процесса сушки материалов, расчет количества удаляемой влаги из технологического материала

17. Основные теплофизические характеристики газообразных и жидких теплоносителей
18. Расчет статей баланса для наиболее распространенных теплоносителей (вода, водяной пар, воздух, продукты горения)
19. Продукты горения, как теплоноситель, области использования, преимущества и недостатки
20. Основы выбора количества и производительности компрессоров в компрессорной станции
21. Структура расходной части теплового баланса, расчет основных потерь
22. Расчет приходной и расходной частей теплового баланса для установки нагрева технологических материалов
23. Воздух, как теплоноситель, его характеристики, области применения
24. Особенности и порядок расчета процесса горения для получения сушильного агента
25. Теоретические основы компремирования воздуха, работа сжатия (изотермическое, адиабатное и политропное сжатие)
26. Общие элементы отдельных подсистем
27. Основные теплофизические характеристики воды, как теплоносителя, области применения
28. Виды топлива, состав топлива (элементный и компонентный состав), горючая и балластная части топлива
29. Основы расчета получения сушильного агента смешением продуктов горения и холодного воздуха (графическое изображение на I-d диаграмме)
30. Состав компрессорной станции, назначение основных элементов

## **Рубежный контроль № 2**

1. Основные источники поступления тепла в холодильную камеру. Тепловой баланс холодильной камеры
2. Схема обработки воздуха в теплый период
3. Определение расхода воды на бытовые, производственные и противопожарные нужды
4. Рабочие тела холодильных установок (хладоагенты, абсорбенты и хладоносители)
5. Основные показатели качества исходной воды
6. Схема обработки воздуха в холодный период
7. Основные отличия реальной холодильной паровой компрессионной установки от идеальной
8. Расчет величины тепловлажностного отношения  $\epsilon$
9. Идеальные (теоретически возможные) процессы ожижения воздуха
10. Использование уравнения Бернулли для гидравлического расчета систем водоснабжения
11. Определение давления хладоагента в испарителе и конденсаторе
12. Процесс ожижения воздуха по циклу Линде

13. Основные процессы обработки воздуха (иллюстрация на I-d диаграмме)
14. Прямоточная схема водоснабжения предприятия АПК
15. Виды гидравлических сопротивлений водопроводной сети, основы расчета (параллельные и последовательные участки)
16. Порядок определения параметров хладагента в ключевых точках процесса
17. Основы процесса низкотемпературного разделения воздуха на отдельные компоненты
18. Основные элементы кондиционера, предназначенного для обработки воздуха в холодный период
19. Виды водозаборных устройств, схема и основные элементы берегового водозабора
20. Основы выбора насосного оборудования (параллельная и последовательная работа насосов)
21. Основы получения холода в абсорбционных холодильных машинах (АХМ), основные элементы АХМ
22. Тепловой баланс паровой компрессионной холодильной установки, определение расхода хладагента
23. Определение параметров приточного воздуха в теплый и холодный периоды
24. Основные элементы кондиционера, предназначенного для обработки воздуха в теплый период
25. Основные показатели качества исходной воды, требования потребителей АПК к качеству обработанной воды
26. Холодильный цикл реальной паровой компрессионной холодильной установки, определение параметров хладагента в ключевых точках
27. Факторы, влияющие на выбор нормируемых параметров в кондиционируемом помещении, вид нормируемых параметров (привести примеры)
28. Гидравлическая характеристика насосов и водопроводной сети
29. Принципиальная схема обработки исходной воды, основные элементы
30. Основные процессы обработки воздуха и оборудование, применяемое в кондиционерах

### **Рубежный контроль №3**

1. Классификация газопроводов по давлению
2. Основные измеряемые параметры энергоносителей
3. Уравнение сплошности для потока жидкости
4. Основы определения расхода природного газа для отдельных групп потребителей
5. Графическое изображение приборов, датчиков и исполнительных механизмов
6. Определение температурного напора для конденсатора
7. Основные процессы и установки, предназначенные для обработки природного газа перед транспортом
8. Привести условное обозначение прибора для измерения температуры показывающего, сигнализирующего
9. Определение температурного напора для испарителя

10. Назначение ГРП (ГРУ)
11. Привести условное обозначение прибора для измерения температуры показывающего, регистрирующего, регулирующего
12. Основы расчета диаметров трубопроводов
13. Основные элементы безопасности ГРУ
14. Привести условное обозначение прибора для измерения температуры с помощью термопары и милливольтметра
15. Тепловой баланс конденсатора с водяным охлаждением
16. Регулирование соотношения «газ-воздух» в горелке с вентилятором
17. Привести условное обозначение прибора для измерения уровня, регистрирующего, сигнализирующего
18. Определение площади поверхности теплообменника

## **7. Учебно-методическая и информационное обеспечение дисциплины.**

### **а) Основная литература (библиотека СГАУ)**

1. Основы современной энергетики [Текст]/ Под ред. чл. корр. РАН Е.В. Аметистова: В 2ч.- М.: Изд-во МЭИ, 2008.

### **б) Дополнительная литература**

1. **Абрамов, Н.Н.** Водоснабжение. [Текст]/ Н.Н. Абрамов -М.: Стройиздат, 1982.-440с.
2. **Тверской, А.К.** Системы производства и распределения сжатого воздуха промышленных предприятий. Учебное пособие. [Текст]/ А.К. Тверской - Саратов. СПИ. 1989.-58с.: ил.
3. **Лебедев, П.Д.** Теплообменные и сушильные и холодильные установки. [Текст]/ П.Д. Лебедев. -М.: Энергия, 1972.-320ст.
4. Расчет водоохлаждающих устройств: Учеб. пособие/ Симонов В.Ф. ;Тверской А.К.; Долотовская Н.В. СГТУ, 1994.-70с.
5. Технологические энергосистемы предприятий: Метод. указания к курсовой работе [Текст]/Сост.: Удалов В.П., Абрамов С.С.. ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ.-Саратов, 2005.
6. **Быстрицкий, Г.Ф.** Основы энергетики: учебник [Текст]/Г.Ф. Быстрицкий.- М.:ИНФРА-М., 2005.-278с.
7. **Федяев, А.А.** Технологические энергосистемы предприятий. Расчет систем производства и распределения газообразных энергоносителей: Учебное пособие. [Текст]/ Калинин Н.В., Данилов О.Л. - Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2005. 104с.
8. **Кумиров, Б.А.** Системы снабжения предприятий сжатым воздухом. Учебное пособие по курсу «Технологические энергоносители предприятий». Часть 1,3,5. [Текст]/ Кумиров Б.А. - Казань: Казан.гос.энерг.ун-т,2005.
9. Системы производства и распределения энергоносителя промышленного предприятий: учебник [Текст]/ А.П. Несенчук.- Минск 6: УП «Технопринт», 2005.-Ч.1.-544 с. Ч.2.-410с.

в) Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы, Агропоиск, Rambler, Yandex, Google:

- Электронная библиотека - <http://bookfi.org/>
- Электронная библиотека СГАУ - <http://library.sgau.ru>
- <http://elibrary.ru>
- <http://snipinfos.ru>
- <http://www.rosteplo.ru>

г) Нормативные документы

1. Проектирование тепловых пунктов. СП-41-101-95. – М.: Минстрой России, 1997. – 78 с.

3. Правила технической эксплуатации тепловых энергоустановок (утв. приказом Минэнерго РФ от 24 марта 2003 г. № 115).

3. СНиП П-3-79. Строительная теплотехника / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2000. – 29 с.

4. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика / Минстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1997. – 140 с.

5. СНиП 3.05.01-85. Внутренние санитарно-технические системы / Минстрой России. – М.: ГПЦПП, 1996. – 40 с.

6. СНиП 2.08.01-89. Жилые здания / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2001. – 16 с.

7. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999. – 72 с.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для проведения занятия используется следующее лабораторное оборудование и стенды: комплект мультимедийного оборудования, радиатор, теплообменники, водонагреватели, калорифер, конвектор, элеватор, задвижки, насос.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО с учетом рекомендаций и ПрООП ВПО по направлению 140100 Теплоэнергетика и теплотехника.