

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 17.09.2019 14:49:00  
Уникальный программный ключ:  
528682d78e671e560b07f01246a21724135a12

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
 /Абдразаков Ф.К./  
« 26 » августа 20 19 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

Дисциплина	<b>ЭНЕРГООБОРУДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ТЕПЛОТЫ</b>
Направление подготовки	<b>13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника</b>
Направленность (профиль)	<b>Энергообеспечение предприятий</b>
Квалификация выпускника	<b>Бакалавр</b>
Нормативный срок обучения	<b>4 года</b>
Кафедра-разработчик	<b>Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение</b>
Ведущий преподаватель	<b>Глухарев В.А.</b>

**Разработчик(и): профессор Глухарев В.А.**

  
(ПОДПИСЬ)

## Содержание

1	Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП .....	3
2	Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания ...	4
3	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	9
4	Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования .....	18

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Энергооборудование потребителей теплоты» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28.02.2018 г. № 143, формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

### Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Энергооборудование потребителей теплоты»

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (курс)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-1	способностью участвовать в сборе и анализе исходных данных для проектирования энергообъектов и их элементов в соответствии с нормативной документацией	ПК-1.9 Участвует в сборе и анализе данных для проектирования энергообъектов с теплопотребляющим оборудованием	3	лекции практические занятия лабораторные занятия	типовой расчет лабораторная работа самостоятельная работа рубежный контроль Промежуточная аттестация
ПК-5	способностью проводить расчеты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием	ПК-5.9 Рассчитывает основные показатели работы теплопотребляющего оборудования энергообъектов по типовым методикам	3	лекции практические занятия лабораторные занятия	типовой расчет лабораторная работа самостоятельная работа рубежный контроль Промежуточная аттестация

Примечание:

Компетенция ПК-1 также формируется в ходе освоения дисциплин: Нагнетатели и тепловые двигатели, Электрическая часть станций и подстанций, Электроснабжение предприятий, Технологические энергоносители и системы, Топливоснабжение и топливное хозяйство, Котельные установки и парогенераторы, Источники и системы теплоснабжения предприятий, Тепломассообменное оборудование предприятий, Физико-химические методы водоподготовки в системах энергообеспечения; Водоподготовка в системах энергообеспечения, Введение в малую энергетику, История развития энергетики, Тенденции развития современной энергетики, а так же в ходе прохождения ознакомительной практики, преддипломной практики и защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

Компетенция ПК-5: также формируется в ходе освоения дисциплин: Начертательная геометрия. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии, Нагнетатели и тепловые двигатели, Электрическая часть станций и подстанций, Электроснабжение предприятий, Технологические энергоносители и системы, Топливоснабжение и топливное хозяйство, Котельные установки и парогенераторы, Тепломассообменное оборудование предприятий, Физико-химические методы водоподготовки в системах энергообеспечения, Водоподготовка в системах энергообеспечения, Программные продукты в системах энергообеспечения, Программные комплексы в системах энергообеспечения, а так же защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты.

## **2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **Перечень оценочных средств**

Таблица 2

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	лабораторная работа	средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы с применением методов, освоенных на лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание	лабораторные работы

		применимости полученных результатов на практике	
2	Типовой расчет	средство, направленное на овладение необходимыми навыками расчета инженерных систем и оборудования, сопоставление полученных результатов с реальными объектами	комплект заданий по вариантам
4	Промежуточная аттестация	позволяет оценить степень восприятия учебного материала дисциплины	вопросы по темам дисциплины: - перечень вопросов для устного опроса - комплект расчетных заданий

### Программа оценивания контролируемой дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1.	<b>Системы отопления.</b> Виды систем отопления. Классификация систем отопления. Определение тепловых нагрузок. Тепловые нагрузки отопления. Тепловые нагрузки вентиляции. Тепловые нагрузки ГВС. Технологические тепловые нагрузки. Плотность теплового потока отопительного прибора. Подбор отопительных приборов.	ПК-1	Промежуточная аттестация Самостоятельная работа
2.	<b>Воздушное и лучистое отопление.</b> Классификация систем воздушного отопления. Виды систем воздушного отопления. Воздушно-тепловые завесы. Классификация воздушно-тепловых завес. Нейтральная зона. ИК-излучатели.	ПК-1	Промежуточная аттестация Самостоятельная работа

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	Классификация ИК-излучателей. Подбор мощности ИКизлучателей для системы отопления		
3.	<p><b>Сооружения защищенного грунта и хранилища.</b>  Классификация систем защищенного грунта.  Расчет систем отопления сооружений защищенного грунта  Хранилища с/х продукции.  Классификация зданий и сооружений для хранения с/х продукции. Расчет систем инженерно-технического обеспечения.</p>	ПК-1	Промежуточная аттестация Самостоятельная работа
4.	<p><b>Системы вентиляции.</b>  Общие сведения о системах вентиляции.  Виды метеорологических параметров.  Определение расходов воздуха для обеспечения метеорологических параметров. Виды климатических параметров.  Определение расходов воздуха для обеспечения климатических параметров. Газовый состав воздуха рабочей зоны. Определение расходов воздуха для обеспечения требуемого газового состава воздуха рабочей зоны.  Оборудование для подогрева воздуха. Газовые нагреватели. Калориферы.</p>	ПК-1	Промежуточная аттестация Самостоятельная работа

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
	Аэродинамический расчет систем воздухопроводов. Потери по длине. Потери на местные сопротивления. Эквивалентный диаметр. Расчет естественной вентиляции.		
5.	<b>Гидравлический расчет внутренних систем инженерно-технического обеспечения.</b> <b>Тепловые пункты.</b> Виды тепловых пунктов. Классификация тепловых пунктов.	ПК-1	Промежуточная аттестация Самостоятельная работа
6.	Определение нагрузки отопления	ПК-5	Типовой расчет
7.	Исследование работы тепловой завесы	ПК-5	лабораторная работа
8.	Определение расхода воздуха на вентиляцию животноводческого помещения по летним условиям.	ПК-5	Типовой расчет
9.	Изучение конструкции подогревателей воздуха.	ПК-5	Лабораторная работа
10.	Подбор вентилятора	ПК-5	Типовой расчет

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Энергооборудование потребителей теплоты» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Код компетенции и, этапы освоения компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6

ПК-1, 3 курс	ПК-1.9 Участует в сборе и анализе данных для проектирования энергообъектов в теплопотребляющим оборудованием	обучающийся не знает номенклатуру теплотехнического энергооборудования потребителей теплоты, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено не умеет анализировать исходные данные, необходимые для выбора и проектирования энергооборудования потребителей теплоты,	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей в целом успешно, но не уверенно умеет анализировать исходные данные, необходимые для выбора и проектирования энергооборудования потребителей теплоты	обучающийся демонстрирует знание номенклатуры теплотехнического энергооборудования потребителей теплоты, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий уверенно умеет анализировать исходные данные, необходимые для выбора и проектирования энергооборудования потребителей теплоты
-----------------	---	--	---	--	---

ПК-5 3 курс	ПК-5.9 Рассчитывает основные показатели работы теплопотребляющего оборудования энергообъекта в по типовым методикам	обучающийся не знает сущность процессов протекающих в энергетическом оборудовании потребителей теплоты, не умеет выполнять расчеты по типовым методикам для выбора существующего и проектирования нового оборудования потребителей теплоты, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, в целом успешное, но не системно умеет выполнять расчеты по типовым методикам для выбора существующего и проектирования нового оборудования потребителей теплоты	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей в целом успешно, но не уверенно умеет выполнять расчеты по типовым методикам для выбора существующего и проектирования нового оборудования потребителей теплоты	обучающийся демонстрирует знание сущности процессов протекающих в энергетическом оборудовании и потребителей теплоты, уверенно умеет выполнять расчеты по типовым методикам для выбора существующего и проектирования нового оборудования потребителей теплоты
----------------	--	--	--	---	--

**3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**3.1 Типовой расчет**

Тематика типовых расчетов устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Энергооборудование потребителей теплоты», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 –

Теплоэнергетика и теплотехника.

Задание на выполнение типового расчета выдается преподавателем индивидуально для каждого обучающегося, количество заданий соответствует количеству обучающихся.

### Пример типового расчета:

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ВОЗДУХА НА ВЕНТИЛЯЦИЮ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО ПОМЕЩЕНИЯ ПО ЛЕТНИМ УСЛОВИЯМ

**Условие:** Определить расход воздуха для животноводческого помещения по летним условиям с известными размерами здания, количеством животных, обслуживающего персонала и мощностью установленного электрооборудования.

### Методика решения:

#### 1. Определение воздухообмен по удалению вредных веществ из помещения.

Вредными веществами выделяемыми животными и подстилкой являются углекислота ( $CO_2$ ), аммиак ( $NH_3$ ), сероводород ( $H_2S$ ). Выделение таких вредных веществ как аммиак и сероводород не зависит от температуры воздуха внутри помещения и рассчитываются один раз, а выделение углекислого газа существенным образом зависит от температуры, поэтому его выделение рассчитывается как для отопительного периода, так и для неотопительного.

1.1. Количество углекислоты, выделяющееся в помещении, л/ч:

$$C_{CO_2} = N_{Ж} \cdot Y_{CO_2} \cdot W_{CO_2} + M_{CO_2} \cdot N_{ЧЕЛ},$$

где  $Y_{CO_2}$  - коэффициент, учитывающий изменение выделения углекислоты животными в зависимости от температуры воздуха в помещении;

$W_{CO_2}$  – количество углекислоты, выделяемое одним животным;

$M_{CO_2}$  – количество углекислоты, выделяемое одним человеком с учетом тяжести выполняемых работ и температуры воздуха внутри помещения.

1.2. Количество аммиака, выделяющегося в помещении, мг/ч:

$$C_{NH_3} = N_{Ж} \cdot W_{NH_3},$$

где  $W_{NH_3}$  – количество аммиака, выделяемое одним животным.

1.3. Количество сероводорода, выделяющееся в помещении, мг/ч:

$$C_{H_2S} = N_{Ж} \cdot W_{H_2S},$$

где  $W_{H_2S}$  – количество сероводорода, выделяемое одним животным.

1.4. Воздухообмен, необходимый для удаления из помещения вредного вещества определяется по формуле, м<sup>3</sup>/ч:

$$G_{BB} = C_{BBi} / (c_1 - c_2),$$

где  $C_{BBi}$  – выделение *i*-го вредного вещества, мг/ч или л/ч;

$c_1$  – предельно допустимая концентрация вредного вещества в помещении, мг/м<sup>3</sup> или л/м<sup>3</sup>;

$c_2$  – концентрация вредного вещества в наружном воздухе, мг/м<sup>3</sup> или л/м<sup>3</sup>.

Воздухообмен рассчитывается отдельно для вредных веществ  $CO_2$ ,  $NH_3$  и  $H_2S$ .

## 2. Определение воздухообмена по влаговыделению.

2.1. Общая влага, выделяемая животными определяется по формуле, г/ч:

$$W_{жс} = n_{жс} \cdot W \cdot K_t ;$$

где  $W$  – количество водяных паров, выделяемых одним животным,

$n_{жс}$  – количество животных в помещении,

$K_t$  – коэффициент, учитывающий изменение влаговыделения в зависимости от температуры воздуха в помещении.

2.2. Влага, испаряющаяся с мокрых поверхностей помещения (полы, поилка, кормушки и др.):

$$W_{исп} = \zeta \cdot W_{жс} ,$$

где  $\zeta$  – коэффициент, учитывающий испарение влаги с мокрых поверхностей помещения.

2.3. Влага, испаряющаяся из помета, г/ч:

$$W_{ПОМ} = P_{ПОМ} \cdot n_{ж} \cdot z / 24,$$

где  $P_{ПОМ}$  – среднесуточный выход навоза от одного животного;

$z$  – коэффициент, учитывающий усушку навоза.

2.4. Влага, выделяемая человеком в отопительный или неотопительный период, г/ч:

$$W_{ЧЕЛ} = w \cdot n_{ЧЕЛ},$$

где  $w$  – количество влаги, выделяемой одним человеком с учетом тяжести выполняемых работ и температуры воздуха внутри помещения;

$n_{ЧЕЛ}$  – количество человек, одновременно находящихся в помещении.

2.5. Суммарные влаговыделения

$$W = W_{\text{Ж}} + W_{\text{ИСП}} + W_{\text{ПОМ}} + W_{\text{ЧЕЛ}}.$$

2.6. Воздухообмен, необходимый для удаления из помещения влаги определяется по формуле, м<sup>3</sup>/ч:

$$G_w = W / [(d_v - d_n) \cdot \rho]$$

где  $d_v$  - влагосодержание внутреннего воздуха,

$d_n$  – влагосодержание наружного воздуха,

$\rho$  – плотность воздуха при температуре внутреннего воздуха.

Влагосодержание внутреннего воздуха определяется по H-d диаграмме влажного воздуха при  $t_v$  и  $\varphi_v$  сухого воздуха, а наружного воздуха  $t_n$  и  $\varphi_n$  сухого воздуха. Плотность воздуха при  $t_v$  справочной литературе.

### 3. Определение воздухообмена по удалению излишков тепла в летнее время.

3.1. Теплопоступления от инфильтрующегося воздуха определяется по формуле, Вт:

$$Q_{\text{инф}} = 0,278 \cdot G_{\text{дв}} \cdot c \cdot (t_n - t_v),$$

где  $G_{\text{дв}}$  – расход воздуха, проникающего через двери, кг/(ч·м<sup>2</sup>);

$c = 1,005$  кДж/(кг·°С) – удельная теплоемкость воздуха;

$t_n$  – температура наружного воздуха, °С;

$t_v$  – температура внутреннего воздуха, °С.

Расход воздуха определяется следующим выражением, кг/(ч·м<sup>2</sup>):

$$G_{\text{дв}} = A_{\text{дв}} / R_u,$$

где  $A_{\text{дв}}$  – площадь дверей и ворот, м<sup>2</sup>;

$R_u$  – сопротивление двери воздухопроницанию, м<sup>2</sup>·ч/кг.

3.2. Теплопоступлениями от установленного электрооборудования, Вт:

$$Q_{\text{ОБ}} = k_0 \cdot k_3 \cdot \Sigma N_{\text{ОБ}},$$

где  $k_0$  - коэффициент одновременности работы электрооборудования в расчетном помещении;

$N_{\text{ОБ}}$  - установленная мощность оборудования, Вт;

$k_3$  - коэффициент загрузки электрооборудования.

3.3. Теплопоступления от источников искусственного освещения, Вт:

$$Q_{\text{ОСВ}} = q_{\text{ОСВ}} \cdot A \cdot B \cdot \eta_{\text{ОСВ}},$$

где  $A$  - длина вентилируемой части помещения по внутреннему замеру, м;  
 $B$  - ширина вентилируемой части помещения по внутреннему замеру, м;  
 $q_{OCB}$  - норма освещенности в помещении, Вт/м<sup>2</sup>,  
 $\eta_{OCB}$  - доля тепла, поступающая от светильника в различные зоны помещения.

3.4. Тепло, выделяемое животными, Вт:

$$Q_{ж} = n_{ж} \cdot q \cdot Kt,$$

где  $Kt$  - коэффициент, учитывающий изменение тепловыделения в зависимости от температуры воздуха в помещении,  
 $q$  - тепло, выделяемое одним животным.

3.5. Тепло, выделяемое работающими в помещении людьми, Вт:

$$Q_{л} = n_{чел} \cdot q_{л},$$

где  $q_{л}$  - полное тепло, выделяемое человеком, Вт.

3.6. Суммарные теплоступления определяются по формуле, Вт:

$$Q = Q_{инф} + Q_{об} + Q_{осв} + Q_{ж} + Q_{л}.$$

3.7. Воздухообмен по удалению излишков тепла находится по формуле, м<sup>3</sup>/ч:

$$G_{тепла} = Q \cdot 3600 / (c \cdot \rho \cdot \Delta t \cdot 1,2).$$

где  $\Delta t = (t_{в}^{л} - t_{сж})$  - разность температур  $t_{в}^{л}$  - максимально допустимой температура внутреннего воздуха в помещении и  $t_{сж}$  - средней температуры наружного воздуха наиболее жаркого месяца в полдень.

Варианты задания

№	Размеры здания, м	Количество животных, голов	Количество обслуживающего персонала, чел	Установленная мощность оборудования, кВт
1	12×60	400	10	23
2	18×72	500	15	32
3	12×90	600	15	45
4	8×50	200	8	18
5	12×60	300	10	23
6	18×72	400	15	32
7	12×90	500	15	45
8	8×50	150	8	18
9	12×60	400	10	23

10	18×72	500	15	32
11	12×90	600	15	45
12	8×50	200	8	18
13	12×60	300	10	23
14	18×72	400	15	32
15	12×90	500	15	45
16	8×50	150	8	18
17	12×60	400	10	23
18	18×72	500	15	32
19	12×90	600	15	45
20	8×50	200	8	18
21	12×60	300	10	23
22	18×72	400	15	32
23	12×90	500	15	45
24	8×50	150	8	18
25	12×60	350	8	25
26	12×60	600	10	45
27	18×72	200	15	18
28	12×90	300	15	23
29	8×50	400	8	32
30	12×60	500	10	45
31	18×72	150	15	18
32	12×90	400	15	23
33	8×50	500	8	32
34	12×60	600	10	45
35	18×72	200	15	18

### 3.2 Лабораторная работа

Тематика лабораторных занятий устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Энергооборудование потребителей теплоты», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

Перечень тем лабораторных работ:

1. Исследование работы тепловой завесы.
2. Изучение конструкции подогревателей воздуха.

Лабораторные работы выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Энергооборудование потребителей теплоты»

### 3.3 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Энергооборудование потребителей теплоты» проводится в виде экзамена.

## Вопросы, выносимые на экзамен

1. Классификация систем отопления
2. Определение тепловых потерь через стены
3. Определение тепловых потерь через окна и двери
4. Определение тепловых потерь через пол и крышу
5. Коэффициент теплопередачи отопительного прибора.
6. Плотность теплового потока отопительного прибора
7. Тепловой расчет отопительного прибора
8. Подбор площади отопительного прибора
9. Основные сведения о воздушном отоплении.
10. Рециркуляционная система воздушного отопления.
11. Частично-рециркуляционная система воздушного отопления.
12. Прямоточная система воздушного отопления.
13. Определение расхода воздуха на воздушное отопление.
14. Назначение и классификация воздушно-тепловых завес.
15. Определение положения нейтральной зоны
16. Классификация инфракрасных излучателей.
17. Определение необходимой мощности ИК излучателей
18. Основные сведения о сооружениях защищенного грунта
19. Классификация систем отопления сооружений защищенного грунта
20. Требования к инженерным системам сооружений защищенного грунта
21. Расчет системы отопления сооружений защищенного грунта с применением ИК обогрева
22. Расчет системы отопления сооружений защищенного грунта с применением ребренных отопительных приборов
23. Классификация зданий и сооружений для хранения с/х продукции
24. Требования к инженерным системам зданий и сооружений для хранения с/х продукции
25. Особенности теплообмена ограждающей конструкции при наличии вентилируемой воздушной прослойки
26. Расчет активной вентиляции зданий и сооружений для хранения с/х продукции
27. Общие сведения и назначение систем вентиляции помещений
28. Правила расположения ИК излучателей внутри помещения для обеспечения равномерности отопления
29. Требования к газовому составу воздуха рабочей зоны
30. Требования к чистоте воздуха рабочей зоны
31. Требования к метеорологическим параметрам воздуха рабочей зоны
32. Расчет естественной вентиляции
33. Подбор вентилятора для систем вентиляции и воздушного отопления
34. Аэродинамический расчет системы воздуховодов: определение потерь на трение о стенки воздуховодов
35. Аэродинамический расчет системы воздуховодов: определение потерь на местные сопротивления, виды местных сопротивлений

36. Понятие эквивалентного диаметра при расчете прямоугольных воздуховодов
37. Маркировка водяных калориферов
38. Маркировка паровых калориферов
39. Подбор калорифера
40. Тепловые пункты: классификация, назначение, общие сведения
41. Присоединении систем отопления и вентиляции к тепловым сетям по зависимой схеме
42. Присоединении систем отопления и вентиляции к тепловым сетям по независимой схеме
43. Критерии выбора количества ступеней схемы присоединения водоподогревателей горячего водоснабжения
44. Основные положения гидравлического расчета внутренних систем теплоснабжения
45. Гидравлический расчет внутренних систем теплоснабжения по удельной линейной потере давления
46. Гидравлический расчет внутренних систем теплоснабжения по характеристике сопротивления и проводимостям

### **Комплект расчетных заданий, выносимый на экзамен**

**ЗАДАЧА 1.** Определить тепловую нагрузку на отопление здания. Стены железобетонные. Наружная стена толщиной 400 мм с внутренней штукатуркой цементно-песчаного раствора толщиной 25 мм. Внутренняя стена толщиной 250 мм., отштукатуренная с обеих сторон. Окна двойные, разделенные деревянными переплетами, размер окон 1,7x1,9 м. Наружные двери и ворота деревянные одинарные. Внутренние двери одинарные. Конструкция кровли: 1-слой рубероида с крупнозернистой посыпкой,  $\delta=1$  мм. Два слоя подкладочного рубероида на битумной мастике,  $\delta=6$  мм. Железобетонная плита,  $\delta=50$  мм. Конструкция пола: бетон-М300; уплотненный щебнем грунт. Расчетная температура наружного и внутреннего воздуха  $t_n=-18^\circ\text{C}$ ,  $t_b=18^\circ\text{C}$ . Наружная стена выходит на северо-запад. Количество людей пребывающих в здании: 10 человек, работа средней тяжести, суммарная мощность электроустановок 25 кВт.

**ЗАДАЧА 2.** Определить тепловую нагрузку на отопление здания. Стены кирпичной кладки из силикатного кирпича. Наружная стена толщиной 450 мм с внутренней штукатуркой цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм. Внутренняя стена толщиной 250 мм., отштукатуренная с обеих сторон. Окна двойные, со спаренными деревянными переплетами, размер окон 0,7x1,3 м. Наружные двери и ворота деревянные двойные. Внутренние двери одинарные. Конструкция кровли: 1-слой рубероида с крупнозернистой посыпкой,  $\delta=1$  мм. Два слоя подкладочного рубероида на битумной мастике,  $\delta=8$  мм. Железобетонная плита,  $\delta=50$  мм. Конструкция пола: бетон-М300; уплотненный щебнем грунт. Расчетная температура наружного и внутреннего воздуха  $t_n=-18^\circ\text{C}$ ,  $t_b=18^\circ\text{C}$ . Наружная стена выходит на северо-запад. Количество людей пребывающих в здании: 15 человек, работа средней тяжести, суммарная мощность электроустановок 35 кВт.

**ЗАДАЧА 3.** Определить тепловую нагрузку на отопление здания. Стены из силикатного кирпича. Наружная стена толщиной 510 мм с внутренней штукатуркой цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм. Внутренняя стена толщиной 260 мм., отштукатуренная с обеих сторон. Окна двойные, со спаренными деревянными переплетами, размер окон 1,7x1,9 м. Конструкция кровли: 1-слой рубероида с крупнозернистой посыпкой,  $\delta=2$  мм. Два слоя подкладочного рубероида на битумной мастике,  $\delta=6$  мм. Слой керамзитобетона;  $\delta=140$  мм. Пергамин,  $\delta=1,5$  мм. Железобетонная плита,  $\delta=50$  мм. Конструкция пола: бетон-М300; уплотненный щебнем грунт. Расчетная температура наружного и внутреннего воздуха  $t_n=-18^\circ\text{C}$ ,  $t_b=18^\circ\text{C}$ . Наружная стена выходит

на северо-запад. Количество людей пребывающих в здании: 20 человек, работа средней тяжести, суммарная мощность электроустановок 45 кВт.

**ЗАДАЧА 4.** Определить расход воздуха для животноводческого помещения по летним условиям с известными размерами здания  $12 \times 60$  м, количеством животных 400 голов, обслуживающего персонала 10 чел. и мощностью установленного электрооборудования 23 кВт.

**ЗАДАЧА 5.** Определить расход воздуха для животноводческого помещения по летним условиям с известными размерами здания  $18 \times 72$  м, количеством животных 500 голов, обслуживающего персонала 15 чел. и мощностью установленного электрооборудования 32 кВт.

**ЗАДАЧА 6.** Определить расход воздуха для животноводческого помещения по летним условиям с известными размерами здания  $12 \times 90$  м, количеством животных 600 голов, обслуживающего персонала 15 чел. и мощностью установленного электрооборудования 45 кВт.

**ЗАДАЧА 7.** Определить расход воздуха для животноводческого помещения по зимним условиям с известными размерами здания  $12 \times 60$  м, количеством животных 400 голов, обслуживающего персонала 10 чел. и мощностью установленного электрооборудования 23 кВт.

**ЗАДАЧА 8.** Определить расход воздуха для животноводческого помещения по зимним условиям с известными размерами здания  $18 \times 72$  м, количеством животных 500 голов, обслуживающего персонала 15 чел. и мощностью установленного электрооборудования 32 кВт.

**ЗАДАЧА 9.** Определить расход воздуха для животноводческого помещения по зимним условиям с известными размерами здания  $12 \times 90$  м, количеством животных 600 голов, обслуживающего персонала 15 чел. и мощностью установленного электрооборудования 45 кВт.

**ЗАДАЧА 7.** Выполнить проектировочный расчет тепловой завесы в одноэтажном здании, имеющем зенитные фонари, установлены раздвижные ворота. Высота здания, 7,2 м. Размеры ворот,  $3,6 \times 3$  м. Температура наружного воздуха,  $-18^{\circ}\text{C}$ . Температура воздуха в помещении,  $18^{\circ}\text{C}$ . Температура воздуха в районе завесы,  $14^{\circ}\text{C}$ . Скорость ветра, 4 м/с. Аэродинамический коэффициент 0,8.

**ЗАДАЧА 8.** Выполнить проектировочный расчет тепловой завесы в одноэтажном здании, имеющем зенитные фонари, установлены раздвижные ворота. Высота здания, 8,4 м. Размеры ворот,  $3,6 \times 3,6$  м. Температура наружного воздуха,  $-20^{\circ}\text{C}$ . Температура воздуха в помещении,  $16^{\circ}\text{C}$ . Температура воздуха в районе завесы,  $14^{\circ}\text{C}$ . Скорость ветра, 4,5 м/с. Аэродинамический коэффициент 0,8.

**ЗАДАЧА 9.** Подобрать калориферную установку из многоходовых калориферов для нагревания воздуха от температуры  $t_2' = 8^{\circ}\text{C}$  до температуры  $t_2'' = 24^{\circ}\text{C}$  при расходе воздуха  $G_2 = 20000$  кг/ч. Теплоноситель - вода с температурой  $t_1' = 125^{\circ}\text{C}$  на входе и  $t_1'' = 50^{\circ}\text{C}$  на выходе из установки.

**ЗАДАЧА 10.** Подобрать калориферную установку из многоходовых калориферов для нагревания воздуха от температуры  $t_2' = 6^{\circ}\text{C}$  до температуры  $t_2'' = 22^{\circ}\text{C}$  при расходе воздуха  $G_2 = 19000$  кг/ч. Теплоноситель - вода с температурой  $t_1' = 130^{\circ}\text{C}$  на входе и  $t_1'' = 55^{\circ}\text{C}$  на выходе из установки.

### Образец экзаменационного билета

**«Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»**

Кафедра «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение»

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

по дисциплине «Энергооборудование потребителей теплоты»

1. Гидравлический расчет внутренних систем теплоснабжения по характеристике сопротивления и проводимостям.
2. Определение расхода воздуха на воздушное отопление.
3. Подобрать калориферную установку из многоходовых калориферов для нагревания воздуха от температуры  $t_2' = 8^{\circ}\text{C}$  до температуры  $t_2'' = 24^{\circ}\text{C}$  при расходе воздуха  $G_2 = 20000 \text{ кг/ч}$ . Теплоноситель - вода с температурой  $t_1' = 125^{\circ}\text{C}$  на входе и  $t_1'' = 50^{\circ}\text{C}$  на выходе из установки.

26.08.2019 г.

Зав. кафедрой

Ф.К. Абдразаков

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

**4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Контроль результатов обучения студентов, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Энергооборудование потребителей теплоты» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных, выходного контролей, контроля самостоятельной работы и промежуточной аттестации.

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля и контрольные задания для текущего контроля разрабатываются кафедрой исходя из специфики дисциплины, и утверждаются на заседании кафедры.

**4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 5.

Таблица 5

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*	Описание
<i>высокий</i>	«отлично»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
<i>базовый</i>	«хорошо»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
<i>пороговый</i>	«удовлетворительно»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
—	«неудовлетворительно»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой

Уровень освоения компетенции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)*	Описание
		практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

#### 4.2.1. Критерии оценки устного (письменного) ответа при промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

**знания:** номенклатуру теплотехнического энергооборудования потребителей теплоты, сущность процессов протекающих в энергетическом оборудовании потребителей теплоты;

**умения:** анализировать исходные данные, необходимые для выбора и проектирования энергооборудования потребителей теплоты, выполнять расчеты по типовым методикам для выбора существующего и проектирования нового оборудования потребителей теплоты;

**владение навыками:** расчета тепловых нагрузок, гидравлического расчета трубопроводов систем отопления, теплотехнического расчета ограждающих конструкций здания, определения коэффициента теплопередачи и плотности теплового потока отопительного прибора.

#### Критерии оценки

<b>отлично</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся демонстрирует знание номенклатуры теплотехнического энергооборудования потребителей теплоты, сущности процессов протекающих в энергетическом оборудовании потребителей теплоты исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий</li> <li>- уверенно умеет анализировать исходные данные, необходимые для выбора и проектирования энергооборудования потребителей теплоты, выполнять расчеты по типовым методикам для выбора существующего и проектирования нового оборудования потребителей теплоты</li> <li>- успешное и системное владение навыками расчета тепловых нагрузок, гидравлического расчета трубопроводов систем отопления, теплотехнического расчета ограждающих конструкций здания, определения коэффициента теплопередачи и плотности теплового потока отопительного прибора</li> </ul>
<b>хорошо</b>	- знание материала, не допускает существенных неточностей;

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- в целом успешно, но не уверенно умеет анализировать исходные данные, необходимые для выбора и проектирования энергооборудования потребителей теплоты, выполнять расчеты по типовым методикам для выбора существующего и проектирования нового оборудования потребителей теплоты;</li> <li>- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение методами расчета тепловых нагрузок, гидравлического расчета трубопроводов систем отопления, теплотехнического расчета ограждающих конструкций здания, определения коэффициента теплопередачи и плотности теплового потока отопительного прибора</li> </ul>
<b>удовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала</li> <li>- в целом успешное, но не системное умеет анализировать исходные данные, необходимые для выбора и проектирования энергооборудования потребителей теплоты, выполнять расчеты по типовым методикам для выбора существующего и проектирования нового оборудования потребителей теплоты;</li> <li>в целом успешное, но не системное владение методами расчета тепловых нагрузок, гидравлического расчета трубопроводов систем отопления, теплотехнического расчета ограждающих конструкций здания, определения коэффициента теплопередачи и плотности теплового потока отопительного прибора</li> </ul>
<b>неудовлетворительно</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не знает номенклатуру теплотехнического энергооборудования потребителей теплоты, сущность процессов протекающих в энергетическом оборудовании потребителей теплоты, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>- не умеет анализировать исходные данные, необходимые для выбора и проектирования энергооборудования потребителей теплоты, выполнять расчеты по типовым методикам для выбора существующего и проектирования нового оборудования потребителей теплоты, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>обучающийся не владеет методами расчета тепловых нагрузок, гидравлического расчета трубопроводов систем отопления, теплотехнического расчета ограждающих конструкций здания, определения коэффициента теплопередачи и плотности теплового потока отопительного прибора</li> </ul>

#### 4.2.2. Критерии оценки выполнения типовых расчетов

При выполнении типовых расчетов обучающийся демонстрирует:

**знания:** последовательность проведения расчетов с целью получения результатов, наиболее близких к требуемым

**умения:** грамотно обосновывать принятые в ходе расчета решения

**владение навыками:** применения теоретических положений при выполнении расчета

#### Критерии оценки выполнения типовых расчетов

<b>отлично</b>	в процессе выполнения типового расчета обучающийся не допустил существенных неточностей в расчетах, грамотно обосновал принятые решения, правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
<b>хорошо</b>	в процессе выполнения типового расчета обучающийся не допустил существенных неточностей в расчетах, не смог грамотно обосновать принятые решения, правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
<b>удовлетворительно</b>	в процессе выполнения типового расчета обучающийся допустил неточности в расчетах, не оказывающие значительного влияния на конечный результат, не смог грамотно обосновать принятые решения, не правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
<b>неудовлетворительно</b>	в процессе выполнения типового расчета обучающийся допустил существенные неточности в расчетах, не смог грамотно обосновать принятые решения, не смог правильно применить теоретические положения при выполнении расчета

#### 4.2.3. Критерии оценки лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

**знания:** последовательность проведения опытов и измерений;

**умения:** представлять полученные результаты в виде отчета;

**владение навыками:** анализа погрешностей,

#### Критерии оценки выполнения лабораторных работ

<b>отлично</b>	обучающийся выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью; в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы; правильно выполнил анализ погрешностей; соблюдал требования безопасности труда.
<b>хорошо</b>	опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений,

	было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
<b>удовлетворительно</b>	<p>работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены не существенные ошибки,</p> <p>опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью,</p> <p>в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т. д.), не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения,</p> <p>не выполнен совсем или выполнен неверно анализ погрешностей;</p> <p>работа выполнена не полностью, однако объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы по основным, принципиально важным задачам работы.</p>
<b>неудовлетворительно</b>	<p>работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов,</p> <p>опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно</p>

*Разработчик: профессор Глухарев В.А.*

  
 \_\_\_\_\_  
 (подпись)