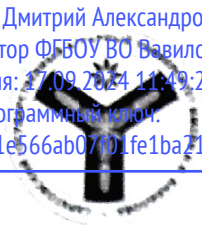


Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович  
Должность: ректор ФББОУ ВО Вавиловский университет  
Дата подписания: 27.09.2019 11:49:20  
Уникальный программный ключ:  
528682078e671e566ab0701fe1ba7172f735a12

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



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

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заведующий кафедрой  
*(подпись)* / Абдразаков Ф.К./  
« 26 » Сентября 2019 г.

## **ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

|                           |  |
|---------------------------|--|
| Дисциплина                | <b>Источники и системы теплоснабжения предприятий</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>Сивицкий Д.В.</b>   |

**Разработчик(и): доцент Сивицкий Д.В.**

*(подпись)*  
(подпись)

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

В результате изучения дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28 февраля 2018 №143 формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

### Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Наименование дисциплины»

| 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-1.8<br>Участствует в сборе и анализе данных для проектирования источников и систем теплоснабжения объектов профессиональной деятельности | 5  | лекции, практически е/лабораторные занятия | типовой расчет<br>лабораторная работа<br>самостоятельная работа<br>Промежуточная аттестация |
| ПК-12       | готовностью к проведению прочностных и гидравлических расчетов тепловых сетей  | ПК-12.1<br>Проводит прочностные расчеты трубопроводов тепловых сетей с учетом компенсации и   | 5 курс   | лекции, практически е/лабораторные занятия | типовой расчет<br>лабораторная работа<br>самостоятельная работа<br>Промежуточная аттестация |

|  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|
|  |  | самокомпенсация<br>ПК-12.2<br>Проводит гидравлический расчет тепловой сети |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|

Примечание:

Компетенция ПК-1: также формируется в ходе освоения дисциплин: Тепломассообменное оборудование предприятий; Нагнетатели и тепловые двигатели; Электрическая часть станций и подстанций; Электроснабжение предприятий; Технологические энергоносители и системы; Топливоснабжение и топливное хозяйство; Котельные установки и парогенераторы; Энергооборудование потребителей теплоты; Теплотехническое оборудование потребителей теплоты; Физико-химические методы водоподготовки в системах энергообеспечения; Водоподготовка в системах энергообеспечения; Введение в малую энергетику; История развития малой энергетики; Преддипломная практика; Ознакомительная практика; Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты; Тенденции развития современной энергетики.

Компетенция ПК-2: также формируется в ходе освоения дисциплин: Проектная практика; 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**

| № 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 | лабораторные работы                     |

|    |                          |   |                                      |
|----|--------------------------|---|--------------------------------------|
|    |                          | лекциях, сопоставление полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание 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                     |
| 3  | Курсовой проект          | самостоятельная учебная работа, выполняемая в течение семестра студентами под руководством преподавателей и содержащая технический анализ инженерного решения в сфере профессиональной деятельности, направленная на закреплении навыков применения на практике полученных теоретических знаний | комплект заданий                     |
| 4  | Промежуточная аттестация | позволяет оценить степень восприятия учебного материала дисциплины  | Вопросы выходного контроля           |
| 5. | устный опрос             | средство контроля, организованное как устные опрос педагогического работника обучающегося на темы, связанные с изучаемой дисциплиной и рассчитанной на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.   | перечень вопросов для устного опроса |

### Программа оценивания контролируемой дисциплине

| №<br>п/п | Контролируемые<br>разделы<br>(темы дисциплины)  | Код<br>контролируемой<br>компетенции (или<br>ее части) | Наименование<br>оценочного средства                      |
|----------|---|--|--|
| 1        | 2   | 3  | 4  |
| 1.       | <b>Основные сведения об источниках теплоснабжения.</b><br><b>Тепловые схемы водогрейных котельных.</b><br><b>Тепловые схемы паровых котельных.</b>  | ПК-1   | Промежуточная аттестация                                 |
| 2.       | Изучение возможного состава и перечня оборудования котельных<br>Изучение принципа работы турбин<br>Составление и расчет тепловых схем паровых котельных<br>Расчет тепловой схемы паровой котельной  | ПК-1   | Типовой расчет<br>Самостоятельная работа<br>Устный опрос |
| 3.       | <b>Тепловые электрические станции.</b><br>Классификация ТЭС.<br>Виды ТЭС.<br>Согласование графиков тепловых и электрических нагрузок ТЭС<br>Составление и расчет тепловых схем ТЭС.<br>Выбор основного и вспомогательного оборудования<br><b>Газотурбинные и парогазовые ТЭС.</b><br><b>Режимы работы паротурбинных ТЭС</b><br><b>Режимы работы газотурбинных и парогазовых ТЭС</b> | ПК-1   | Промежуточная аттестация                                 |
| 4.       | Расчет РОУ<br>Расчет Тепловой схемы пароводогрейной котельной<br>Расчет тепловой схемы ТЭС  | ПК-1   | Типовой расчет<br>Самостоятельная работа                 |

| № п/п | Контролируемые разделы (темы дисциплины)  | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства                   |
|-------|---|---|--|
| 1     | 2   | 3   | 4  |
|       | Расчет КТАНа  |   |  |
| 5.    | <b>Вторичные энергетические ресурсы.</b><br>Классификация и виды ВЭР. КТАНЫ.  | ПК-1  | Самостоятельная работа<br>Промежуточная аттестация |
| 6.    | Анализ тарифов на электрическую и тепловую энергию тепловой электростанции  | ПК-1  | Лабораторная работа                                |
| 7.    | <b>Основные сведения о теплоснабжении.</b>  | ПК-1  | Промежуточная аттестация                           |
| 8.    | Расчет тепловых схем водогрейных котельных<br>Составление тепловой схемы паровой котельной  | ПК-1  | Лабораторная работа                                |
| 9.    | <b>Определение тепловых нагрузок.</b><br>Определение нагрузок отопления, вентиляции, ГВС и технологической нагрузки. <b>Системы теплоснабжения. СТО, СТЗ, паровые системы</b>   | ПК-1  | Самостоятельная работа<br>Промежуточная аттестация |
| 10.   | Изучение конструкции контактных теплообменников<br>Изучение конструкции регуляторов расхода и давления тепловых сетей<br>Изучение конструкции опор и эстакад тепловых сетей<br>Оценка циклической прочности трубопроводов тепловых сетей<br>Исследование гидравлического режима тепловой сети | ПК-2  | Лабораторная работа                                |
| 11.   | <b>Гидравлический расчет тепловых сетей.</b><br><b>Регулирование тепловой нагрузки.</b><br>Качественное,  | ПК-5  | Самостоятельная работа<br>Промежуточная аттестация |

| №<br>п/п | Контролируемые<br>разделы<br>(темы дисциплины)   | Код<br>контролируемой<br>компетенции (или<br>ее части) | Наименование<br>оценочного средства |
|----------|--|--|-------------------------------------|
| 1        | 2  | 3  | 4                                   |
|          | <p>количественное и качественно-количественное регулирование тепловой нагрузки</p> <p><b>Выбор схемы абонентского ввода.</b> Требования к режиму давления в тепловой сети и выбор схемы абонентского ввода</p> <p><b>Гидравлический режим тепловых сетей.</b> Гидравлические режим СТО и СТЗ</p> <p><b>Установка насосных подстанций на тепловой сети.</b> Установка насосных подстанций на прямом, обратном трубопроводе и перемычке между ними</p> |  |                                     |
| 12.      | <p>Выбор схемы теплоснабжения Расчет тепловых нагрузок ГВС и отопления. Расчет тепловых нагрузок вентиляции и технологической.</p> <p>Гидравлический расчет тепловой сети. Основная магистраль. Гидравлический расчет тепловой сети. Ответвления.</p>  | ПК-5   | Типовой расчет                      |
| 13.      | <p><b>Прокладка тепловых сетей.</b> Канальная, бесканальная и прокладка на открытом воздухе. Трассировка сетей <b>Тепловой расчет трубопроводов.</b> Тепловой расчет трубопроводов при канальной, бесканальной и прокладке на открытом воздухе.</p>  | ПК-5   | Промежуточная аттестация            |
| 14.      | <p><b>Опоры.</b> Виды и классификация опор</p>   | ПК-5   | Промежуточная аттестация            |

| № п/п | Контролируемые разделы (темы дисциплины)   | Код контролируемой компетенции (или ее части) | Наименование оценочного средства |
|-------|--|---|----------------------------------|
| 1     | 2  | 3   | 4                                |
|       | теплопроводов<br><b>Определение сил трения в подвижных опорах. Определение расстояний между опорами Компенсация температурных удлинений.</b><br>Классификация и виды компенсаторов, усилия в сети, возникающие от компенсаторов. |   | Самостоятельная работа           |
| 15    | Выбор способа регулирования тепловой нагрузки. Изучение способов прокладки тепловых сетей. Тепловой расчет трубопроводов. Расчет подвижных опор  | ПК-5  | Типовой расчет                   |
| 16.   | <b>Расчет нагрузок на неподвижные опоры Устойчивость трубопроводов</b>   | ПК-5  | Промежуточная аттестация         |
| 17.   | Определение сил, возникающих в сильфонном компенсаторе.  | ПК-5  | Типовой расчет                   |
| 18.   | Расчет и выбор неподвижных опор  | ПК-5  | Типовой расчет                   |

**Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения предприятий» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

Таблица 4

| 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,<br>5 курс  | ПК-1.8<br>Участвует в сборе и анализе данных для проектирования источников и систем теплоснабжения объектов профессиональной деятельности                               | обучающийся не знает способы трассировки и прокладки тепловых сетей; состав и номенклатуру основного котельного оборудования, 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, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала | обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей | обучающийся демонстрирует знание способов трассировки и прокладки тепловых сетей; состава и номенклатуру основного котельного оборудования, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий |
| ПК-12,<br>5 курс | ПК-12.1<br>Проводит прочностные расчеты трубопровода в тепловых сетях с учетом компенсации и самокомпенсации<br>ПК-12.2<br>Проводит гидравлический расчет тепловой сети | обучающийся не знает значительной части программного материала, плохо ориентируется в материале, не способен выполнять прочностные и гидравлические расчеты тепловых сетей, не знает практику применения материала, допускает  | обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного           | обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей | обучающийся демонстрирует знание материала способен выполнять прочностные и гидравлические расчеты тепловых сетей, практики применения материала, исчерпывающе и последовательно, четко и  |

|  |  |                        |             |  |  |
|--|--|------------------------|-------------|--|--|
|  |  | существенные<br>ошибки | о материала |  | логично<br>излагает<br>материал,<br>хорошо<br>ориентируетс<br>я в<br>материале,<br>не<br>затрудняется<br>с ответом<br>при<br>видоизменен<br>ии заданий |
|--|--|------------------------|-------------|--|--|

### **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 «Источники и системы теплоснабжения предприятий», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

Задание на выполнение типового расчета выдается преподавателем индивидуально для каждого обучающегося

#### **3.2 Лабораторная работа**

Тематика лабораторных занятий устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

Темы лабораторных работ соответствуют рабочей программе дисциплины (модуля) и выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Источники и системы теплоснабжения предприятий»

#### **Пример лабораторной работы.**

**Лабораторная работа 1 Анализ тарифов на электрическую и тепловую энергию тепловой электростанции**

Цель работы: Проанализировать действующие тарифы на тепловую и электрическую энергии. Выявить влияние различных аспектов работы ТЭЦ на тарифы.

Формирование рыночных отношений в электроэнергетике неразрывно связано с развитием конкуренции производителей и поставщиков мощности и энергии на рынок. Организация федерального оптового рынка энергии и мощности как раз создает условия конкуренции. Но это возможно только при свободном доступе на ФОРЭМ всех производителей электроэнергии и при этом должны быть равноправными субъектами ФОРЭМ независимо от форм собственности.

Основой конкурентной способности на ФОРЭМ является уровень тарифов на электрическую и тепловую энергию, вырабатываемых на тепловых электростанциях по теплофикационному и конденсационному циклам.

Для расчёта и распределения полного расхода топлива ТЭЦ между электрической и тепловой энергией представим полный расход топлива ТЭЦ в виде суммы

$$V_{\text{ТЭЦ}} = V_{\text{ЭЭ}} + V_{\text{ТЭ}}$$

где  $V_{\text{ЭЭ}}$  и  $V_{\text{ТЭ}}$  - расход топлива на производство соответственно электрической и тепловой энергии. При этом

$$V_{\text{ЭЭ}} = V_{\text{ХХ}} + v'_{\text{ТЦ}} \cdot \mathcal{E}_{\text{ТЦ}} + \mathcal{E}_{\text{КЦ}}$$

где  $V_{\text{ХХ}}$  – расход топлива на холостой ход турбин;

$v'_{\text{ТЦ}}$ ,  $v'_{\text{КЦ}}$  относительные приросты расхода топлива на производство электроэнергии по теплофикационному (ТЦ) и конденсационному (КЦ) циклам,

$\mathcal{E}_{\text{ТЦ}}$ ,  $\mathcal{E}_{\text{КЦ}}$  - выработка электроэнергии по теплофикационному и конденсационному циклам;

Выработку электроэнергии по конденсационному циклу  $\mathcal{E}_{\text{КЦ}}$  разделим на две части:

$\Delta \mathcal{E}_{\text{КЦ}}$  - выработка по вынужденному конденсационному режиму теплофикационными турбинами с конденсаторами;

$(\mathcal{E}_{\text{КЦ}} - \Delta \mathcal{E}_{\text{КЦ}})$  - дополнительная выработка по «свободному» графику загрузки. С учетом этого формула (2) может быть представлена

$$V_{\text{ЭЭ}} = V_{\text{ХХ}} + v'_{\text{ТЦ}} \cdot \mathcal{E}_{\text{ТЦ}} + v'_{\text{КЦ}} \cdot \Delta \mathcal{E}_{\text{КЦ}} + v'_{\text{КЦ}} \cdot (\mathcal{E}_{\text{КЦ}} - \Delta \mathcal{E}_{\text{КЦ}})$$

При разнесении расхода топлива на холостой ход между производством электроэнергии по теплофикационному и конденсационному циклам принимаем расход топлива на холостой ход относить на производство

электроэнергии по теплофикационному циклу, поэтому

$$B_{ЭЭ} = B_{ХХ} + \epsilon'_{ТЦ} \cdot \mathcal{E}_{ТЦ} + \epsilon'_{КЦ} \cdot \Delta \mathcal{E}_{КЦ}$$

По конденсационному циклу

$$B_{К} = \epsilon'_{КЦ} (\mathcal{E}_{КЦ} - \Delta \mathcal{E}_{КЦ})$$

Расход топлива на производство теплоэнергии определяется как разность

$$B_{ТЦ} = B_{ТЭЦ} - B_{ЭЭ}$$

При цене топлива ЦТ - для расчета и обоснования тарифов, издержки на топливо или себестоимость топлива ИТТЭЦ, расходуемого на ТЭЦ необходимо

распределить между электрической и тепловой энергией (ИТЭЭ и ИТЭТ), а также электроэнергией, вырабатываемой по теплофикационному и конденсационному циклам (ИТТЦ и ИТКТ).

При расчёте тарифа для вывода ТЭЦ на ФОРЭМ необходимо добавить к условно-постоянным издержкам ТЭЦ часть общесистемных расходов АО "Энерго" в объёме пропорционально сложившихся условно- постоянных издержек ТЭЦ ИУПТЭЦ составе и условно-постоянных издержек АО "Энерго" ИУПАО

$$I_{ТЭЦ}^{OC} = I_{АО}^{OC} \cdot \frac{I_{ТЭЦ}^{УП}}{I_{АО}^{УП} - I_{АО}^{OC}}$$

где ИОСТЭЦ и ИОСАО, - общесистемные расходы, относимые на ТЭЦ и АО Энерго. Сумма ИОСТЭЦ + ИОС- АО распределяется пропорционально доле стоимости топлива, израсходованного на производство электрической и тепловой энергией согласно «Инструкции по планированию, учёту и калькулированию производства, передачи и распределения электрической и тепловой энергии».

$$I_{ЭЭ}^{УП+OC} = I_{ЭЭ}^{УП} + I_{ЭЭ}^{OC} = (I_{ТЭЦ}^{УП} + I_{ТЭЦ}^{OC}) \cdot \frac{I_{ЭЭ}^T}{I_{ТЭЦ}^T}$$

$$I_{ТЭ}^{УП+OC} = I_{ТЭ}^{УП} + I_{ТЭ}^{OC} = (I_{ТЭЦ}^{УП} + I_{ТЭЦ}^{OC}) \cdot \frac{I_{ТЭ}^T}{I_{ТЭЦ}^T}$$

где ИУП+ОСТЭЦ - издержки, учитываемые в себестоимости и тарифе при производстве электрической энергии, вырабатываемой по теплофикационному циклу, а ИУП+ОСТЭ - издержки, учитываемые в себестоимости и тарифе при производстве теплоэнергии.

Суммарные издержки ИУТЭЦ формируются в виде

$$I_{\text{тэц}}^{\Sigma} = I_{\text{тэц}}^{\text{уп}} + I_{\text{тэц}}^{\text{ос}} + I_{\text{тэц}}^{\text{м}} = I_{\text{тэц}} + I_{\text{тэц}}^{\text{ос}}$$

где  $I_{\text{тэц}}$  – полные издержки ТЭЦ;

$I_{\text{УТЭЦ}}$  - общесистемные условно-постоянные затраты, относимые на ТЭЦ;

$I_{\text{УПТЭЦ}}$  - условно-постоянные затраты ТЭЦ.

Издержки на производство электроэнергии по теплофикационному циклу сложатся в виде:

$$I_{\text{тэц}} = I_{\text{тэц}}^{\text{уп+ос}} + I_{\text{тэц}}^{\text{м}}$$

Издержки на производство электроэнергии по конденсационному циклу

$$I_{\text{кц}} = I_{\text{кц}}^{\text{м}}$$

Общие издержки на производство всей электроэнергии, вырабатываемой ТЭЦ:

$$I_{\Sigma} = I_{\text{тэц}} + I_{\text{кц}} = I_{\text{тэц}}^{\text{уп+ос}} + I_{\text{кц}}^{\text{м}}$$

Издержки на производство тепловой энергии находим из разности общих издержек на производство электроэнергии.

$$I_{\text{те}} = I_{\text{тэц}}^{\Sigma} - I_{\text{кц}} = I_{\text{тэц}}^{\text{уп+ос}} + I_{\text{тэц}}^{\text{м}}$$

Суммарная прибыль ПУТЭЦ, для ТЭЦ выводимой на ФОРЭМ, рассчитывается исходя из планируемого объема товарной продукции и прибыли начисляемой на общесистемные издержки. Расчет выполняется по формуле:

$$P_{\text{тэц}}^{\Sigma} = P_{\text{тэц}} + \frac{P_{\text{тэц}}}{I_{\text{тэц}} - I_{\text{кц}}} \cdot I_{\text{тэц}}^{\text{ос}}$$

Рентабельность рассчитывается из соотношения:

$$R_{\text{тэц}} = \frac{P_{\text{тэц}}^{\Sigma}}{I_{\text{тэц}}^{\Sigma}}$$

Далее задается числовое значение  $R_{\text{тэ}}$  и рассчитывается прибыль, относимая на тепло энергию:

$$P_{\text{те}} = R_{\text{те}} \cdot I_{\text{те}}$$

Прибыль, относимая на электроэнергию равна

$$P_{\Sigma} = P_{\text{тэц}}^{\Sigma} - P_{\text{те}}$$

На основе изложенного способа распределения затрат и прибыли формируются:

а) средне отпускной тариф на электроэнергию.

$$T_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{эз}} + P_{\text{эз}}}{\mathcal{E}_{\text{пол}}^{\text{пол}}}$$

где ЭполТЭЦ - полезный отпуск электроэнергии, выдаваемой на ФОРЭМ;

б) тариф на электроэнергию, вырабатываемую по теплофикационному циклу

$$T_{\text{тщ}} = \frac{I_{\text{тщ}}^T \cdot (1 + R_T)}{\mathcal{E}_{\text{тщ}}^{\text{пол}} + \Delta \mathcal{E}_{\text{тщ}}^{\text{пол}}}$$

где RT - рентабельность по отношению к затратам на топливо.

в) тариф на электроэнергию, вырабатываемую по конденсационному циклу.

$$T_{\text{кт}} = \frac{I_{\text{кт}}^T}{\mathcal{E}_{\text{кт}}^{\text{пол}} - \Delta \mathcal{E}_{\text{кт}}^{\text{пол}}}$$

г) тариф на 1 кВт установленной мощности ТЭЦ

$$T_{\text{м}} = \frac{I_{\text{эз}}^{\text{ул+ос}} + (P_{\text{эз}} - R_T \cdot I_{\text{тщ}}^T)}{mN_y}$$

где  $m$  - число месяцев в рассматриваемом периоде д) средне отпускной тариф на тепловую энергию, отпускаемую с коллектора ТЭЦ в тепловую сеть

$$T_{\text{теп}} = \frac{I_{\text{теп}} + P_{\text{теп}}}{Q_{\text{ТЭЦ}}^{\text{пол}}} = \frac{I_{\text{эз}}^{\text{ул+ос}} + I_{\text{тщ}}^T + P_{\text{эз}}}{Q_{\text{ТЭЦ}}^{\text{пол}}}$$

### 3.3 Курсовой проект

Тематика курсового проекта устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника.

#### Тема курсового проекта

Теплоснабжение тепличного комплекса

Теплоснабжение молочно-товарной фермы

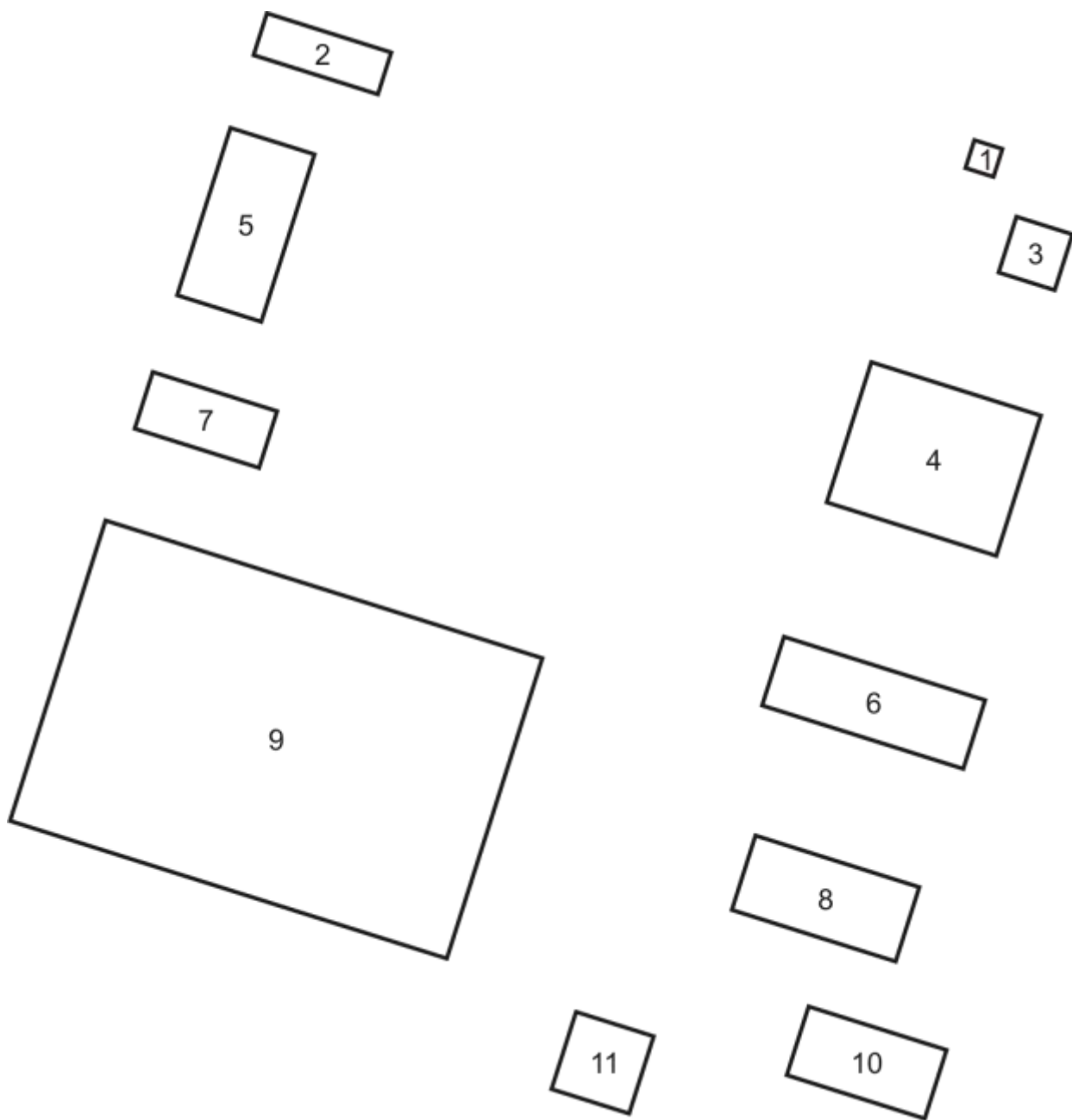
Теплоснабжение птицефермы

Теплоснабжение свинофермы

Теплоснабжение базы сельскохозяйственного

#### Пример задания на курсовой проект

Теплоснабжение производственной базы сельскохозяйственного предприятия №1



Масштаб 1:3000

Таблица 1 – Характеристики потребителей тепла

| № п/п | наименование                      | объем м <sup>3</sup><br>(площадь м <sup>2</sup> ) | персонал                   | водопотребители  |
|-------|-----------------------------------|---|----------------------------|--|
| 1     | Проходная                         | 300 м <sup>3</sup>                                | 1                          | раковина 1 шт  |
| 2     | Склад ГСМ                         | 3000 м <sup>3</sup>                               | 1                          | раковина 1 шт  |
| 3     | Административное здание           | 2500 м <sup>3</sup>                               | 12                         | раковина 4 шт  |
| 4     | Машинно-тракторная мастерская     | 8000 м <sup>3</sup>                               | 8                          | раковина 4 шт  |
| 5     | Гараж                             | 5000 м <sup>3</sup>                               | 1                          | раковина 4 шт  |
| 6     | Склад запчастей                   | 5300 м <sup>3</sup>                               | 1                          | раковина 1 шт  |
| 7     | Пункт ремонта электрооборудования | 4000 м <sup>3</sup>                               | 4                          | мойка для посуды 4 шт<br>раковина 6 шт<br>ванна с душем 2 шт |
| 8     | Столовая                          | 4500 м <sup>3</sup>                               | 10 (число посадочных мест) | раковина 2 шт  |
| 9     | Площадка для с.х. техники         | не отапливается                                   | -                          | -  |
| 10    | ЗАВ-40                            | не отапливается                                   | -                          | -  |
| 11    | Котельная                         | не отапливается                                   | -                          | -  |

| Температура отопительного периода |            | Продолжительность отопительного периода | Число часов за отопительный период со среднесуточной температурой (и ниже) °С |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------------|------------|---|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| Расчетная                         | Вентиляции |   | -40   | -35 | -30 | -25 | -20  | -15  | -10  | -5   | 0    | 5    | 8    |
| -35                               | -30        | 5372                                    | 6   | 98  | 276 | 591 | 1049 | 1634 | 2352 | 3080 | 3826 | 4674 | 5372 |

максимальная скорость ветра 12,5 м/с

Средняя температура наружного воздуха за отопительный период -6,6 °С

Тип прокладки трубопровода – на открытом воздухе

СТО

Высота самого высокого здания 12,5 метра.

### 3.4 Промежуточная аттестация



Контроль за освоением дисциплины «Источники и системы теплоснабжения предприятий» и оценка знаний обучающихся осуществляется в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника проводится в форме экзамена (5 курс)

### **Тематика вопросов, выносимых на экзамен**

1. Общие сведения о котельных установках. Классификация и маркировка котлов.
2. Паровые котлы. Принципиальная схема парового котла.
3. Водогрейные котлы. Чугунные водогрейные котлы.
4. Тепловая схема водогрейной котельной.
5. Общие положения расчета тепловых схем котельных.
6. Особенности расчета тепловых схем водогрейных котельных.
7. Тепловой расчет редуционно-охладительной установки. Тепловой расчет расширителя непрерывной продувки.
8. Тепловой расчет пароводяного теплообменника. Тепловой расчет конденсатных баков. Тепловой расчет деаэратора.
9. Классификация способов золоулавливания, устройства для золоулавливания.
10. Шлакоудаление. Классификация способов шлакоудаления, устройства для шлакоудаления.
11. Классификация вторичных энергетических ресурсов. Котлы-утилизаторы. Особенности котлов низкотемпературной и высокотемпературной групп.
12. Контактные теплообменники.
13. Тепловой расчет контактного теплообменника с активной насадкой.
14. Аэродинамический и гидравлический расчет контактного теплообменника с активной насадкой.
15. Деаэрация воды. Классификация деаэраторов, принцип работы вакуумных и атмосферных деаэраторов.
16. Химводоподготовка.
17. Принципиальная тепловая схема ТЭС.
18. Выбор основного оборудования ТЭС, выбор котельных агрегатов, турбин и конденсаторов.
19. Выбор теплообменников и баков ТЭС.
20. Выбор насосов ТЭС.
21. Расчет концентрации вредных веществ.
22. Снижение выбросов оксидов серы.
23. Очистка продуктов сгорания от оксидов азота.
24. Снижение выбросов золы.
25. Понятие системы централизованного теплоснабжения (ЦТС). Классификация ЦТС по степени централизации.
26. Виды теплоснабжения. Операции процесса ЦТС.

27. Классификация тепла по уровню температуры. Основные категории потребителей тепла.
28. Классификация водяных систем.
29. Сезонная и круглогодичная тепловая нагрузка. Влияние на тепловую нагрузку различных условий.
30. Балланс тепла. Частные случаи балланса тепла для общественных и промышленных зданий.
31. Расчет потерь тепла при известном объеме здания.
32. Определение расхода тепла по укрупненным показателям.
33. Определение расхода тепла на отопление по площади застройки.
34. Оценка нагрузки на инфильтрацию
35. Расчет отпуска тепла на вентиляцию
36. Расчет нагрузки горячего водоснабжения
37. Графики расхода теплоты, продолжительности тепловой нагрузки и интегральный график тепловой нагрузки
38. Закрытые и открытые системы теплоснабжения. Достоинства и недостатки.
39. Принципиальная схема закрытой зависимой двухтрубной водяной системы теплоснабжения со струйным и насосным смешением теплоносителя. Кратко пояснить движение теплоносителя.
40. Принципиальная схема открытой зависимой двухтрубной водяной системы теплоснабжения со струйным и насосным смешением теплоносителя. Кратко пояснить движение теплоносителя.
41. Принципиальная схема закрытой и открытой независимой двухтрубной водяной системы теплоснабжения с насосным смешением теплоносителя. Кратко пояснить движение теплоносителя.
42. Принципиальная схема закрытой независимой и открытой зависимой двухтрубной водяной системы ГВС. Кратко пояснить движение теплоносителя.
43. Элеватор. Достоинства и недостатки. Конструктивная схема.
44. Принципиальная схема однотрубной транзитной сети, работающей совместно с двухтрубной распределительной. Кратко пояснить движение теплоносителя.
45. Паровые системы теплоснабжения.
46. Виды тепловой нагрузки, способы регулирования тепловой нагрузки, уравнение тепловой нагрузки.
47. Качественное, количественное и качественно-количественное регулирование при зависимой схеме присоединения отопительных установок.
48. Задачи гидравлического расчета, схемы и конфигурации тепловых сетей.
49. Основные расчетные зависимости при гидравлическом расчете тепловых сетей.
50. Порядок гидравлического расчета: предварительный и проверочный расчет.
51. Пьезометрический график тепловой сети.

52. Гидравлическая устойчивость.
53. Требования к режиму давления в тепловой сети.
54. Построение линий максимальных и минимальных пьезометрических напоров.
55. Гидравлический режим тепловых сетей.
56. Установка насоса на подающей или обратной линиях.
57. установка насоса на перемычке между подающей и обратной линиями.
58. Работа сети с двумя источниками питания.
59. Кольцевая сеть.
60. Гидравлический режим открытых систем теплоснабжения.
61. Основные требования к трассе теплопроводов
62. Надземная прокладка теплопроводов
63. Бесканальная прокладка теплопроводов
64. Канальная прокладка теплопроводов
65. Защита от блуждающих токов
66. 42. Общие сведения об опорах
67. Определение напряжений в трубопроводах
68. Свободные опоры
69. Неподвижные опоры
70. 46. Естественная (угловая) компенсация
71. Температурное удлинение трубопроводов
72. Сальниковые компенсаторы
73. Сильфонные компенсаторы
74. Расчет П-образных компенсаторов
75. Тепловой расчет трубопроводов при надземной прокладке.
76. Тепловой расчет трубопроводов при бесканальной прокладке.
77. Тепловой расчет трубопроводов при канальной прокладке.

#### **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 «Источники и системы теплоснабжения предприятий» осуществляется через проведение выходного контроля и контроля самостоятельной работы.

Формы промежуточного контроля, фонды контрольных заданий 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 6.

Таблица 6

| 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 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:** способы трассировки и прокладки тепловых сетей; состав и

номенклатуру основного котельного оборудования, принципы подбора оборудования паровых и водогрейных котельных установок, тепловых водяных и паровых сетей

**умения:** выбирать наиболее оптимальную трассу тепловой сети с учетом особенностей генерального плана предприятия; выполнять расчеты тепловых схем паровых и водогрейных котельных, тепловых водяных и паровых сетей

**владение навыками:** методиками определения тепловых нагрузок предприятия; методиками теплового, гидравлического и прочностного расчета тепловых сетей

### Критерии оценки

|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>отлично</b>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся демонстрирует знание способов трассировки и прокладки тепловых сетей; состава и номенклатуру основного котельного оборудования, принципы подбора оборудования паровых и водогрейных котельных установок, тепловых водяных и паровых сетей, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий (ТАБЛИЦА</li> <li>- уверенно умеет выбирать наиболее оптимальную трассу тепловой сети с учетом особенностей генерального плана предприятия, выполнять расчеты тепловых схем паровых и водогрейных котельных, тепловых водяных и паровых сетей</li> <li>- успешное и системное владение навыками определения тепловых нагрузок предприятия, теплового, гидравлического и прочностного расчета тепловых сетей</li> </ul> |
| <b>хорошо</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- знание материала, не допускает существенных неточностей;</li> <li>- в целом успешно, но не уверенно умеет выбирать трассу тепловой сети с учетом особенностей генерального плана предприятия, выполнять расчеты тепловых схем паровых и водогрейных котельных, тепловых водяных и паровых сетей;</li> <li>- в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение методами определения тепловых нагрузок предприятия, теплового, гидравлического и прочностного расчета тепловых сетей</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 выбирать трассу тепловой сети без учета особенностей генерального плана предприятия, выполнять расчеты тепловых схем паровых и водогрейных котельных, тепловых водяных и паровых сетей;</li> <li>- в целом успешное, но не системное владение методиками определения тепловых нагрузок предприятия, методиками теплового, гидравлического и прочностного расчета тепловых сетей</li> </ul>  |
| <b>неудовлетворительно</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- обучающийся не знает способы трассировки и прокладки</li> </ul>  |

|  |  |
|--|--|
|  | <p>тепловых сетей; состав и номенклатуру основного котельного оборудования, принципов подбора оборудования паровых и водогрейных котельных установок, тепловых водяных и паровых сетей, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- не умеет выбирать трассу тепловой сети, выполнять расчеты тепловых схем паровых и водогрейных котельных, тепловых водяных и паровых сетей, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено;</li> <li>- обучающийся не владеет методиками определения тепловых нагрузок предприятия, методиками теплового, гидравлического и прочностного расчета тепловых сетей,</li> <li>- допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено.</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>             | <p>обучающийся выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений;</p> <p>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;</p> <p>в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы;</p> <p>правильно выполнил анализ погрешностей;</p> <p>соблюдал требования безопасности труда.</p>   |
| <b>хорошо</b>              | <p>опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерений,</p> <p>было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.</p>  |
| <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>  |

### 4.2.4 Критерии оценки курсового проекта

При выполнении курсового проекта обучающийся демонстрирует:  
**знания:** принципов анализа инженерного решения в сфере профессиональной деятельности  
**умения:** грамотно обосновывать принятые в ходе курсового проектирования решения  
**владение навыками:** применения на практике полученных теоретических

знаний

### Критерии оценки выполнения курсового проекта

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

**Разработчик(и):** *Доцент, Сивицкий Д.В.*



(подпись)