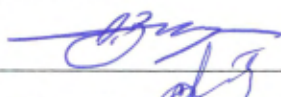


**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная**

**Автоматизация тепловых процессов**

|                                                      |                                                 |         |   |
|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------|---|
| Направление подготовки                               | <b>13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника</b>  |         |   |
| Образовательная программа (направленность (профиль)) | <b>Инженерия теплоэнергетики и теплотехники</b> |         |   |
| Специализация                                        | <b>Промышленная теплоэнергетика</b>             |         |   |
| Уровень образования                                  | высшее образование – бакалавриат                |         |   |
| Курс                                                 | 4                                               | семестр | 7 |
| Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)          | 5                                               |         |   |

|                                        |                                                                                     |                |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Заведующий кафедрой – руководитель НОЦ |   | A.C. Заворин   |
| И.Н. Бутакова на правах кафедры        |                                                                                     |                |
| Руководитель ООП                       |                                                                                     | A.M. Антонова  |
| Преподаватель                          |  | Ю.К. Атрошенко |

2020 г.

## 1. Роль дисциплины «Автоматизация тепловых процессов» в формировании компетенций выпускника:

| Код компетенции | Наименование компетенции                                                                                                                                                                  | Индикаторы достижения компетенций |                                                                                                       | Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции) |                                                                                                                                           |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |                                                                                                                                                                                           | Код индикатора                    | Наименование индикатора достижения                                                                    | Код                                                         | Наименование                                                                                                                              |
| ПК(У)-5         | Способен управлять технологическим оборудованием, контролировать параметры процессов и показатели получаемой продукции, показатели энерго- и ресурсоэффективности производственного цикла | И.ПК(У)-5.1                       | Демонстрирует понимание основ автоматического управления и регулирования.                             | ПК(У)-5.1В1                                                 | Владеет опытом анализа схем систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами системы теплоснабжения          |
|                 |                                                                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                       | ПК(У)-5.1У1                                                 | Умеет моделировать структуры и схемы систем автоматического регулирования и управления технологическими процессами системы теплоснабжения |
|                 |                                                                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                       | ПК(У)-5.1З1                                                 | Знает основные принципы построения систем автоматического регулирования и управления системы теплоснабжения                               |
|                 |                                                                                                                                                                                           | И.ПК(У)-5.2                       | Выбирает технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения | ПК(У)-5.2В1                                                 | Владеет опытом выбора технических средств измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения                         |
|                 |                                                                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                       | ПК(У)-5.2У1                                                 | Умеет выбирать технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения                               |
|                 |                                                                                                                                                                                           |                                   |                                                                                                       | ПК(У)-5.2З1                                                 | Знает методы и технические средства измерения и контроля теплотехнических параметров системы теплоснабжения                               |

## 2. Показатели и методы оценивания

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                                                                                  | Индикатор достижения компетенции | Наименование раздела дисциплины                                                 | Методы оценивания (оценочные мероприятия)                                                                                           |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                                                                                     |                                  |                                                                                 |                                                                                                                                     |
| РД 1                                          | Знание фундаментальных принципов регулирования, характеристики элементарных звеньев, назначение технических средств автоматизации, применяемых в теплоэнергетике | И.ПК(У)-5.1<br>И.ПК(У)-5.2       | Основы теории автоматического управления;<br>Технические средства автоматизации | Защита отчета по лабораторной работе, on-line тестирование по материалам лекций, выполнение практической работы, контрольная работа |
| РД 2                                          | Умеет анализировать теплоэнергетические объекты в качестве объектов управления и подбирать законы и схемы                                                        | И.ПК(У)-5.1                      | АСР теплоэнергетических параметров                                              | Защита отчета по лабораторной работе, on-line тестирование по                                                                       |

| Планируемые результаты обучения по дисциплине |                                                                                                     | Индикатор достижения компетенции | Наименование раздела дисциплины          | Методы оценивания (оценочные мероприятия)                                                                                           |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Код                                           | Наименование                                                                                        |                                  |                                          |                                                                                                                                     |
|                                               | регулирования в зависимости от их свойств                                                           | И.ПК(У)-5.2                      |                                          | материалам лекций, выполнение практической работы, контрольная работа                                                               |
| РД 3                                          | Владеет опытом выполнения преобразований и расчета переходных процессов в АСР с заданной структурой | И.ПК(У)-5.1<br>И.ПК(У)-5.2       | Основы теории автоматического управления | Защита отчета по лабораторной работе, on-line тестирование по материалам лекций, выполнение практической работы, контрольная работа |

### 3. Шкала оценивания

Порядок организации оценивания результатов обучения в университете регламентируется отдельным локальным нормативным актом – «Система оценивания результатов обучения в Томском политехническом университете (Система оценивания)» (в действующей редакции). Используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов обучения. Итоговая оценка (традиционная и литерная) по видам учебной деятельности (изучение дисциплин, УИРС, НИРС, курсовое проектирование, практики) определяется суммой баллов по результатам текущего контроля и промежуточной аттестации (итоговая рейтинговая оценка - максимум 100 баллов).

Распределение основных и дополнительных баллов за оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации устанавливается календарным рейтинг-планом дисциплины.

#### Рекомендуемая шкала для отдельных оценочных мероприятий входного и текущего контроля

| % выполнения задания | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%             | «Отлично»                        | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89%            | «Хорошо»                         | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов             |
| 55% - 69%            | «Удовл.»                         | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов            |
| 0% - 54%             | «Неудовл.»                       | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

#### Шкала для оценочных мероприятий экзамена

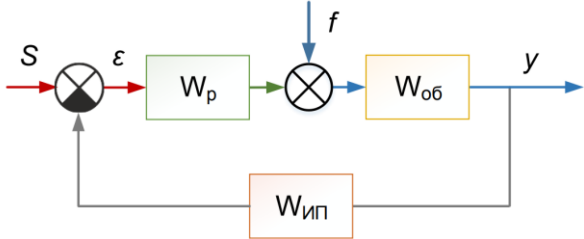
| % выполнения заданий экзамена | Экзамен, балл | Соответствие традиционной оценке | Определение оценки |
|-------------------------------|---------------|----------------------------------|--------------------|
|-------------------------------|---------------|----------------------------------|--------------------|

|           |         |            |                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------|---------|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90%÷100%  | 18 ÷ 20 | «Отлично»  | Отличное понимание предмета, всесторонние знания, отличные умения и владение опытом практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, их качество оценено количеством баллов, близким к максимальному |
| 70% - 89% | 14 ÷ 17 | «Хорошо»   | Достаточно полное понимание предмета, хорошие знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество ни одного из них не оценено минимальным количеством баллов             |
| 55% - 69% | 11 ÷ 13 | «Удовл.»   | Приемлемое понимание предмета, удовлетворительные знания, умения и опыт практической деятельности, необходимые результаты обучения сформированы, качество некоторых из них оценено минимальным количеством баллов            |
| 0% - 54%  | 0 ÷ 10  | «Неудовл.» | Результаты обучения не соответствуют минимально достаточным требованиям                                                                                                                                                      |

#### 4. Перечень типовых заданий

|    | Оценочные мероприятия        | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Опрос                        | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Какие типы непрерывных регуляторов бывают? Каким образом формируются законы регулирования?</li> <li>2. Какими свойствами укрупненно характеризуют объекты управления? Как выполняется их оценка?</li> <li>3. По каким критериям подбирается тип регулятора?</li> </ol>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 2. | Контрольная работа и экзамен | <p>Вопросы по теоретическому курсу «Автоматизация тепловых процессов»<br/> <i>Раздел «Общие понятия и определения»</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение автоматизации; основные операции, выполняемые АСУ;</li> <li>2. Определение объекта управления, его статической характеристики, динамического и статического объекта;</li> <li>3. Определение понятий управляющее воздействие, цель управления, алгоритм управления, система управления, управляющее устройство;</li> <li>4. Автоматическая система регулирования, автоматизированная система управления;</li> <li>5. Классификация АСР; 6. Фундаментальные принципы управления; Раздел «Основы теории автоматического управления»</li> <li>7. Математическое описание АСР, определение передаточной функции;</li> <li>8. Частотные характеристики (АЧХ, ФЧХ, ВЧХ, МЧХ, АФЧХ), как определяются;</li> <li>9. Временные характеристики (переходная характеристика, импульсная переходная (весовая) характеристика);</li> <li>10. Определение аналитического выражения переходной функции;</li> <li>11. Элементарные звенья (пропорциональное, интегрирующее, дифференцирующее, апериодическое, колебательное, звено запаздывания), их характеристики (переходная характеристика, передаточная функция).</li> <li>12. Соединение звеньев;</li> <li>13. Классификация регуляторов;</li> <li>14. Регуляторы прерывного действия (импульсные, позиционные), описание, статические характеристики;</li> </ol> |

|  | Оценочные мероприятия | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                       | <p>15.Регуляторы непрерывного действия;</p> <p>16.Типовые законы регулирования (П-, И-, ПИ-, ПИД-, ПД-законы), переходные характеристики, структурные схемы регуляторов, передаточные функции, преимущества и недостатки;</p> <p>17.Выбор регуляторов в зависимости от характеристик объекта регулирования;</p> <p>18.Оптимальные параметры настройки (ОПН), синтез АСР, методы определения ОПН;</p> <p>19.Идентификация объектов;</p> <p>20.Прямые оценки качества (8 шт.);</p> <p>21.Понятие устойчивости систем, определение устойчивой, неустойчивой систем, границы устойчивости, необходимое и достаточное условие устойчивости (корни характеристического уравнения);</p> <p>22. Алгебраические критерии устойчивости (критерии Гурвица, Рауса);</p> <p>23. Частотный критерий устойчивости (критерий Михайлова);</p> <p style="text-align: center;"><i>Раздел «Структура АСУ ТП, технические средства автоматизации»</i></p> <p>24.Иерархическая структура АСУ ТП;</p> <p>25.Режимы работы АСУ ТП (режим ручного дистанционного управления, супервизорный режим);</p> <p>26.Функции АСУ ТП;</p> <p>27.Состав технических средств и функции полевого уровня АСУ ТП;</p> <p>28.Состав технических средств и функции уровня технических средств АСУ ТП;</p> <p>29.Состав технических средств и функции уровня оперативного персонала АСУ ТП;</p> <p>30.Технические средства измерения температуры (принципы и методы измерения температуры в теплоэнергетике);</p> <p>31.Технические средства измерения давления (принципы и методы измерения давления в теплоэнергетике);</p> <p>32.Технические средства измерения расхода (принципы и методы измерения расхода в теплоэнергетике);</p> <p>33.Технические средства измерения уровня (принципы и методы измерения уровня в теплоэнергетике);</p> <p>34.Технические средства автоматизации (микропроцессорные контроллеры, блоки ручного управления, пускатели);</p> <p>35.Исполнительные устройства (исполнительные механизмы (классификация, определения), регулирующие органы (классификация, определения));</p> <p style="text-align: center;"><i>Раздел «АСР параметров паровых котлов»</i></p> <p>36.Свойства парового котла как объекта регулирования;</p> <p>37.АСР питания парового котла, последствия упуска уровня и перепитки, основные возмущения (4 источника), обоснование «набухания» уровня, принципиальная схема АСР, описание);</p> <p>38.Схема и описание АСР тепловой нагрузки котлов жидком и газообразном топливе (схемы для котла в составе энергоблока и для ТЭС с поперечными связями);</p> <p>39.Схема и описание АСР тепловой нагрузки котлов твердом топливе (схемы для котла в составе энергоблока и для ТЭС с поперечными связями);</p> <p>40.Формирование импульса по теплу, формула, физический смысл;</p> |

|    | Оценочные мероприятия           | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                 | <p>41.АСР оптимизации процесса горения, обоснование необходимости (через max КПД), определение коэффициента избытка воздуха, методы его оценки на практике;</p> <p>42.Схемы и описание АСР расхода воздуха «топливо–воздух», «тепло–воздух» (с параллельным и последовательным воздействием на воздух), «пар–воздух» с корректирующим сигналом.</p> <p>43.Схемы и описание АСР разрежения паровых котлов;</p> <p>44.Способы воздействия на температуру перегретого пара;</p> <p>45.Схемы и описание АСР температуры свежего и вторичного перегретого пара.</p> <p><i>Задания по практическому курсу «Автоматизация тепловых процессов»</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение и построение графика переходной функции системы;</li> <li>2. Определение и построение графиков частотных характеристик системы (АЧХ, ФЧХ, МЧХ, ВЧХ, АФЧХ);</li> <li>3. Соединение звеньев (определение эквивалентных передаточных функций систем);</li> <li>4. Идентификация систем с последовательным соединением звеньев;</li> <li>5. Определение прямых оценок качества переходных процессов;</li> <li>6. Определение устойчивости систем с помощью алгебраических и частотных критериев, по корням характеристического уравнения;</li> <li>7. Конфигурация измерительных и управляющих каналов АСР по заданному регулируемому параметру и методу измерения.</li> </ol> |
| 3. | Индивидуальное домашнее задание | <p>Дана структурная схема системы автоматического регулирования расхода на участке трубопровода</p>  <p>Определить:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ошибку идентификации объекта (среднеквадратическое отклонение полученной кривой от исходной кривой разгона);</li> <li>– эквивалентную передаточную функцию по каналу задания (<math>W_{s-y}</math>) и возмущения (<math>W_{f-y}</math>);</li> <li>– устойчивость по критерию Михайлова (вывод выражения для годографа Михайлова, годограф Михайлова в комплексной плоскости);</li> <li>– определить частотные характеристики системы (ВЧХ, МЧХ, АФЧХ), привести пошаговый вывод ЧХ, графики ЧХ.</li> </ul> <p>Передаточные функции заданы <i>индивидуального</i> для каждого студента.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|    | Оценочные мероприятия          | Примеры типовых контрольных заданий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4. | Защита лабораторной работы     | Вопросы ( <i>зависят от лабораторной работы</i> ):<br>1. Продемонстрировать вывод частотных характеристик системы с заданной структурой и параметрами;<br>2. Выполнить преобразование структурной схемы АСР по заданному каналу;<br>3. Изобразить частотных характеристики элементарных звеньев.                                                                                        |
| 5. | Выполнение практической работы | Пример практического задания «Разработка структурной схемы»:<br>Для заданной в соответствии с вариантом АСР разработать структурную схему АСР, включающую подробную структуру измерительных и управляющих каналов. Самостоятельно выбрать методы измерения и структуру измерительных каналов. Чертеж схемы представляется на формате А4 в соответствии с требованиями ГОСТ 21.408-2013. |

## 5. Методические указания по процедуре оценивания

|    | Оценочные мероприятия           | Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Опрос                           | После каждой лекции проводится устный опрос по материалам занятия                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 2. | Контрольная работа              | По итогам изучения разделов дисциплины проводится Контрольная работа (всего 2 работы). Работа может быть выполнена как в режиме on-line, так и очно в рамках аудиторных занятий. Баллы за выполнение контрольных работ выставляются пропорционально степени правильного выполнения работы в соответствии с рейтинг-планом дисциплины.     |
| 3. | Индивидуальное домашнее задание | В рамках курса студентами в течение семестра выполняется одно индивидуальное домашнее задание, охватывающее несколько изучаемых тем. Каждый студент получает индивидуальный вариант работы. Методические указания к выполнению и индивидуальные варианты работы размещаются в электронном курсе и на персональной странице преподавателя. |
| 4. | Защита лабораторной работы      | В рамках курса предлагается выполнение 8 аудиторных лабораторных работ. Защита и обсуждение всех работ осуществляется очно, баллы выставляются в соответствии с рейтинг-планом дисциплины. Методические указания к выполнению и индивидуальные задания размещаются в электронном курсе и на персональной странице преподавателя.          |
| 5. | Выполнение практической работы  | В соответствии с учебным планом в рамках курса планируется выполнение 15 практических работ, методические указания к выполнению и индивидуальные задания размещаются в электронном курсе и на персональной странице преподавателя.                                                                                                        |
| 6. | Экзамен                         | Экзамен сдается в конце учебного семестра (вторая конференц-неделя/сессия). Допуском к экзамену считается 55 и более набранных баллов в семестре. Экзамен предполагает письменный                                                                                                                                                         |

|  |                              |                                                                                                                          |
|--|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <b>Оценочные мероприятия</b> | <b>Процедура проведения оценочного мероприятия и необходимые методические указания</b>                                   |
|  |                              | ответ на вопросы (по билетам) и устное собеседование. Итоговая оценка выставляется с учетом набранных баллов в семестре. |