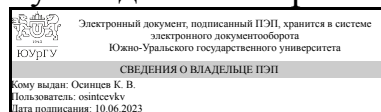


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель направления



К. В. Осинцев

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.10 Промышленные системы управления тепловыми процессами  
для направления 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

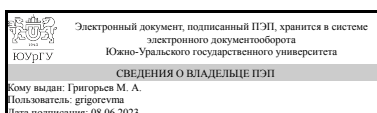
уровень Бакалавриат

форма обучения очная

кафедра-разработчик Электропривод, мехатроника и электромеханика

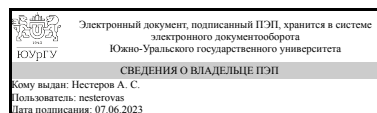
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 143

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



М. А. Григорьев

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



А. С. Нестеров

## 1. Цели и задачи дисциплины

Цель освоения дисциплины "Промышленные системы управления тепловыми процессами" состоит в развитии у студентов практических навыков проектирования и наладки промышленных систем автоматики, получение знаний об основных принципах автоматизации управления тепловыми процессами на современной элементной базе для реализации таких систем. Задачи дисциплины: - формирование готовности быстрого понимания возникающих задач по автоматизации управления тепловыми процессами; - формирование четкого представления как, и на каком оборудовании можно реализовать систему автоматизации управления тепловыми процессами; - формирование готовности к восприятию новых решений в области автоматизации управления.

## Краткое содержание дисциплины

Управление тепловыми процессами; классификация управления тепловыми процессами и систем автоматизации; автоматизированные системы управления тепловыми процессами; Алгоритмическое описание систем автоматизации; способы представления последовательности работы систем автоматизации; программируемые логические контроллеры (ПЛК) в системах автоматизации; общие принципы построения ПЛК; связь ПЛК с исполнительными электроприводами; технические характеристики, конструктивное исполнение и программирование современных программируемых контроллеров ведущих мировых фирм Automation Direct (США), Omron (Япония), Siemens (Германия); международные стандартные языки программирования ПЛК; человеко-машинный интерфейс; простые средства управления и индикаторы дискретного действия; аналоговая индикация. Дисциплина рассчитана на один семестр. В процессе освоения дисциплины практические навыки будут формироваться в форме выполнения практических и лабораторных работ. Вид промежуточной аттестации - диф. зачет.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)                                                                                           | Планируемые результаты обучения по дисциплине                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2 способен к разработке схем размещения объектов профессиональной деятельности и их эксплуатации в соответствии с технологией производства | Знает: выбора вентиляторов и кондиционеров[2]; способы разработки функциональных схем размещения объектов профессиональной деятельности и их эксплуатации в соответствии с технологией производства; оборудование малой энергетики; способы построения научных статей; виды теплообменников; способы создания схем размещения объектов профессиональной деятельности и их эксплуатации в соответствии с технологией производства; правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности; способы расчета коэффициента теплопроводности лабораторных стендов; способы расчета систем отопления; виды теплоносителей и |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>энергоносителей; принцип работы паровой турбины; схемы и методы проектирования лабораторных стендов; виды нагнетателей; основное и вспомогательное оборудование ТЭС; оборудование котельных и тепловых сетей; тепловую автоматику</p> <p>Умеет: рассчитывать количество потребляемых теплоносителей; выбирать системы управления; рассчитывать оборудование в сфере малой энергетики; выбирать аналоги оборудования; рассчитывать температурный напор; рассчитывать количество передаваемой теплоты; разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства; рассчитывать коэффициент диффузии для лабораторного стенда; рассчитывать количество необходимой теплоты; разрабатывать системы распределения энергоносителей; классифицировать паровые турбины по их назначению; разрабатывать схемы для лабораторных стендов; рассчитывать количество теплоносителя; разрабатывать схемы ТЭС; рассчитывать тепловые схемы котельных; строить функциональную схему</p> <p>Имеет практический опыт: выбора компрессоров; составлять технологические схемы управления; построения тепловых схем в области малой энергетики; выбирать аналоги оборудования; конструктивного расчета теплообменных аппаратов; расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи; в соблюдении правил технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности; рассчитывать коэффициент диффузии для лабораторного стенда; выбора отопительных приборов; расчета систем производства и распределения энергоносителей; теплового расчета регулирующей ступени паровой турбины; выбор лабораторного оборудования; построения технологических схем потребления теплоносителей; в расчетах тепловых схем энергоблоков; выбора основного и вспомогательного оборудования котельных; выбора тепловой автоматики</p> |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана | Перечень последующих дисциплин, видов работ                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Нет                                                           | <p>1.Ф.02 Тепловые электрические станции,</p> <p>1.Ф.04 Вопросы расчета экологических выбросов и выбора дымовых труб,</p> <p>1.Ф.05 Нагнетатели и теплоносители,</p> <p>1.Ф.09 Источники и системы теплоснабжения в промышленной теплоэнергетике,</p> |

|  |                                                                                                                               |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | 1.Ф.06 Парогенераторы и котельные установки промышленных предприятий и ТЭС,<br>1.Ф.08 Паровые турбины тепловых электростанций |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Нет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы                                                         | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|----------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
|                                                                            |             | Номер семестра                     |
|                                                                            |             | 4                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины                                              | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>                                                 | 32          | 32                                 |
| Лекции (Л)                                                                 | 16          | 16                                 |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 8           | 8                                  |
| Лабораторные работы (ЛР)                                                   | 8           | 8                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>                                        | 35,5        | 35,5                               |
| Подготовка к диф. зачету                                                   | 16          | 16                                 |
| Подготовка к лабораторным работам                                          | 10          | 10                                 |
| Подготовка к практическим работам                                          | 9,5         | 9,5                                |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 4,5         | 4,5                                |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | диф.зачет                          |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины                                                                                                                                                               | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|----|----|
|           |                                                                                                                                                                                                | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Основы алгоритмического описания систем циклового программного управления (ЦПУ). Примеры синтеза задач автоматизации.                                                                          | 10                                        | 6 | 4  | 0  |
| 2         | Автоматизация на базе программируемых логических контроллеров. Человекомашинный интерфейс ПЛК (сенсорные мониторы, сенсорные панели операторов).                                               | 8                                         | 4 | 0  | 4  |
| 3         | Программируемый контроллер DL05 фирмы Direct Logic (США).<br>Программируемый контроллер CPM2A фирмы OMRON (Япония).<br>Программируемые контроллеры фирмы Siemens (Германия).<br>SCADA-системы. | 14                                        | 6 | 4  | 4  |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Кол-во часов |
|----------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1        | 1         | Понятие технологического процесса. Понятие управления технологическим процессом. Назначение, характеристика и структура АСУ ТП. Классификация технологических процессов и систем автоматизации, Состав систем автоматизации. Место и роль электропривода и АСУ ТП.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2            |
| 2        | 1         | Общие сведения о логико-программном управлении (ЦПУ). Цикл работы, этапы цикла, способы изображения циклограмм. Примеры объектов, требующих ЦПУ. Представление последовательности работы элементов устройств управления (циклограммы, схемы алгоритмов управления). Математические основы систем логико-программного управления. Логические переменные, логические функции, таблицы истинности. Логические операции, законы алгебры логики. Нормальные и совершенные нормальные формы логических функций, минтермы и макстермы.                                                                                                           | 2            |
| 3        | 1         | Понятие о комбинационных схемах (комбинаторная логика). Построение функциональных автоматов по логическим уравнениям. Понятие о последовательностных схемах автоматизации (событийноуправляемая логика). Элементы памяти (самоблокировки) и их логические уравнения. Элементы временной задержки как элементы памяти о предыдущем значении сигнала и их временные диаграммы. Синтез последовательностных схем на основе содержательного описания работы системы автоматизации. Понятие о цифровых автоматах первого рода (Автомат Мили) и автоматах второго рода (Автомат Мура).                                                          | 2            |
| 4        | 2         | Назначение программируемых логических контроллеров (ПЛК), достоинства перед аппаратной реализацией систем автоматизации и принцип действия ПЛК. Конструктивное исполнение ПЛК. Принцип функционирования таймеров и счетчиков ПЛК. Организация памяти ПЛК. Режимы программирования, отладки и исполнения программ.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2            |
| 5        | 2         | Человекомашинный интерфейс ПЛК (сенсорные мониторы, сенсорные панели операторов).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2            |
| 6        | 3         | Пример универсального моноблочного микро-ПЛК DL05 семейства DirectLOGIC фирмы Automation Direct (США) с функциональными возможностями присущими мощным ПЛК. Архитектура DL05, схемы каналов ввода и вывода дискретных каналов, распределение памяти, система команд. Языки программирования, программирование булевых функций, программирование таймеров, счетчиков, математических вычислений. Пример автоматизации управления объектом на базе ПЛК DL05. Программирование ПЛК DL05 на языке SFC стандарта МЭК 61131-3. Функции высокоскоростных входов. Режим высокоскоростного счетчика. Работа контуров ПИД регулирования в ПЛК DL05. | 2            |
| 7        | 3         | Программируемый контроллер CPM2A-30CDR фирмы Omron (Япония). Техническая характеристика, конструкция, система команд, языки программирования. Программирование булевых функций, программирование таймеров, счетчиков, математических вычислений. Пример автоматизации управления объектом на базе ПЛК CPM2A-30CDR. Языки программирования ПЛК в соответствии со стандартом МЭК 61131-3.                                                                                                                                                                                                                                                   | 2            |
| 8        | 3         | Программируемые контроллеры SIMATIC S7-300 и SIMATIC S7-1500 фирмы Siemens (Германия). Техническая характеристика, конструкция, конфигурирование контроллера, система команд, языки программирования. Программирование булевых функций, программирование таймеров, счетчиков, математических вычислений. Пример автоматизации управления объектом на базе ПЛК SIMATIC S7-1500.                                                                                                                                                                                                                                                            | 2            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Кол-во часов |
|-----------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 1         | Пример составления таблицы истинности. Нормальные и совершенные нормальные формы логических функций, минтермы и макстермы, Запись логических функций в совершенной дизъюнктивной и конъюнктивной нормальных формах по таблицам истинности. Карта Карно для записи логических функций. Минимизация логических функций методом их непосредственного упрощения и с использованием карт Карно.                                 | 2            |
| 2         | 1         | Пример синтеза комбинационных схем. Примеры синтеза последовательностных схем. Формирование коротких пусковых сигналов. Особенности применения самоблокировок при синтезе схем по содержательному описанию работы системы автоматизации. Составление элементов в последовательностных схемах и меры борьбы с ним. Синтез автомата Мура. Решение задач синтеза цикловых систем автоматики методом содержательного описания. | 2            |
| 3         | 3         | Изучение программируемого контроллера СРМ2А фирмы Omron (Япония). Изучаются технические характеристики и особенности программирования контроллера для заданного объекта автоматизации синтезируется алгоритм управления, составляется программа для контроллера и проверяется правильность ее функционирования.                                                                                                            | 4            |

## 5.3. Лабораторные работы

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание лабораторной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Кол-во часов |
|-----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Изучение программируемого контроллера DL05 фирмы Direct Logic (США). Изучаются технические характеристики и особенности программирования контроллера для заданного объекта автоматизации синтезируется алгоритм управления, составляется программа для контроллера и проверяется правильность ее функционирования.                                     | 4            |
| 2         | 3         | Программирование контроллера Simatic S7-1500. Изучение специального программного обеспечения TIA PORTAL. Изучаются технические характеристики и особенности программирования контроллера для заданного объекта автоматизации синтезируется алгоритм управления, составляется программа для контроллера и проверяется правильность ее функционирования. | 4            |

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС           |                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |              |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| Подвид СРС               | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс                                                                                                                                                                                                | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к диф. зачету | Основная литература [1] с. 14-49, [2] с. 4-37, 111-145, [3] Гл. 1, с. 7-21, Гл.3, с. 85-112, Гл. 4, с. 113-155 Электронная учебно-методическая документация [1] с. 14-49, [2] с. 4-37, 111-145 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы [1], [2]. | 4       | 16           |

|                                   |                                                                                                                                                                               |   |     |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-----|
|                                   | Отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке [1], [2], [3].                                                                                       |   |     |
| Подготовка к лабораторным работам | Основная литература [1] с. 14-49, [2] с. 4-37, 111-145 Электронная учебно-методическая документация [1] с. 14-49, [2] с. 4-37, 111-145 Программное обеспечение [1], [2], [3]. | 4 | 10  |
| Подготовка к практическим работам | Основная литература [3] Гл. 1, с. 7-21, Гл.3, с. 85-112, Гл. 4, с. 113-155, Методические пособия для СРС [1] с.2-30 Программное обеспечение [1], [2], [3].                    | 4 | 9,5 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия                                              | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Учитывается в ПА         |
|------|----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1    | 4        | Текущий контроль | Контрольная работа "Синтез комбинационных схем цикловой автоматики" (раздел 1) | 0,2 | 10         | Контрольная работа "Синтез комбинационных схем цикловой автоматики" (контроль раздела 1) Контрольная работа сдается по окончании 12 недели обучения. Контрольная работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Задается логическая функция трех переменных в аналитическом виде. Критерии начисления баллов:<br>+ 1 балл - получена совершенная дизъюнктивная нормальная форма (СДНФ) функции путем непосредственных | дифференцированный зачет |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
|--|--|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>преобразований;<br/> + 1 балл - получена совершенная конъюнктивная нормальная форма (СКНФ) функции путем непосредственных преобразований;<br/> + 0,5 балла - по СДНФ или СКНФ получена таблица истинности (ТИ) заданной логической функции;<br/> + 0,5 балла - по ТИ получена карта Карно (КК);<br/> + 0,5 балла - по КК получена минимальная дизъюнктивная нормальная форма функции (МДНФ);<br/> + 0,5 балла - по КК получена минимальная конъюнктивная нормальная форма функции (МКНФ);<br/> + 1 балл - путем непосредственных преобразований из СКНФ получена МКНФ.</p> <p>На базе представленных в общем виде логических уравнений разработать схему электрическую принципиальную для печатной платы комбинационного логического автомата на интегральных микросхемах (серия микросхем – по выбору исполнителя).<br/> Критерии начисления баллов:<br/> + 1 балл - правильно выполненные преобразования в соответствии с законами алгебры</p> |  |
|--|--|--|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|   |   |                  |                                                                                                                                                                                |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |
|---|---|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                  |                                                                                                                                                                                |     | <p>логики;<br/> + 1 балл - наличие правильно разработанной функциональной схемы комбинационного логического автомата;<br/> + 1 балл - наличие правильно разработанной принципиальной схемы комбинационного логического автомата;<br/> + 1 балл - наличие правильно разработанного перечня элементов;<br/> + 1 балл - наличие поясняющих графиков, схем, таблиц и вспомогательных рисунков, выполненных в соответствии с нормативной документацией.</p>                            |                          |
| 2 | 4 | Текущий контроль | <p>Контрольная работа "Синтез последовательностных схем автоматизации (схем событийно-управляемой логики) на основе содержательного описания работы автоматики" (раздел 1)</p> | 0,2 | <p>5</p> <p>Контрольная работа "Синтез последовательностных схем автоматизации (схем событийно-управляемой логики) на основе содержательного описания работы автоматики" (контроль раздела 1)<br/> Контрольная работа сдается по окончании 12 недели обучения. Контрольная работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. Исходным заданием является словесное описание работы системы автоматики. Критерии начисления</p> | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |                                                                                                                                       |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                          |
|---|---|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                  |                                                                                                                                       |     | баллов:<br>+ 0,5 балла - выполнен поясняющий рисунок к задаче;<br>+ 1 балл - приведена циклограмма работы к задаче;<br>+ 0,5 балла - представлен блок управления (БУ) с указанием входных и выходных сигналов;<br>+ 0,5 балла - расшифрованы аббревиатуры входных и выходных сигналов;<br>+ 2,5 балла - логические уравнения записаны без ошибок. В зависимости от процентного соотношения правильных и неправильных уравнений баллы за этот пункт пересчитываются по формуле $(n/N) \cdot 2,5$ , где $n$ - количество правильно записанных уравнений; $N$ - общее количество уравнений, необходимых для решения задачи. |                          |
| 3 | 4 | Текущий контроль | Контрольная работа "Синтез цифрового автомата Мура, реализация его программным путем или на реальных логических элементах" (раздел 1) | 0,2 | 5<br>Контрольная работа "интез цифрового автомата Мура, реализация его программным путем или на реальных логических элементах" (контроль раздела 1)<br>Контрольная работа сдается по окончании 12 недели обучения. Контрольная работа должна быть выполнена и оформлена в соответствии с требованиями методических указаний кафедры. По заданию необходимо                                                                                                                                                                                                                                                               | дифференцированный зачет |

|   |   |                  |                                                                                                                       |     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |
|---|---|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                  |                                                                                                                       |     |   | <p>выполнить синтез цифрового автомата Мура по блок-схеме алгоритма.</p> <p>Критерии начисления баллов:</p> <p>+ 0,5 балл - безошибочно получен граф переходов автомата;</p> <p>+ 1 балл - безошибочно закодированы все входные, выходные сигналы и состояния автомата;</p> <p>+ 1 балл - безошибочно составлены таблицы или графы переходов и выходов;</p> <p>+ 0,5 балл - для каждого выходного сигнала триггера и выходов записаны логические уравнения;</p> <p>+ 0,5 балл - осуществлена минимизация уравнений;</p> <p>+ 0,5 балл - нарисована схема автомата;</p> <p>+ 1 балл - схема автомата синтезирована в программе Logisim, работоспособна и правильно функционирует.</p> |                          |
| 4 | 4 | Текущий контроль | Лабораторная работа "Изучение программируемых логических контроллеров DL05 и DL06 фирмы AUTOMATION DIRECT" (раздел 2) | 0,2 | 5 | <p>Лабораторная работа "Изучение программируемых логических контроллеров DL05 и DL06 фирмы AUTOMATION DIRECT" (контроль раздела 2) выполняется бригадой, состоящей из 3 человек, отчет по лабораторной работе оформляется индивидуально каждым членом</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | дифференцированный зачет |

|  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  |  |  |  | <p>бригады.</p> <p>Оформленные отчеты<br/>бригада сдает<br/>преподавателю на<br/>проверку в заранее<br/>установленный срок.<br/>При проверке<br/>преподаватель<br/>оценивает качество<br/>оформления,<br/>правильность<br/>выполнения задач и<br/>выводов. Далее<br/>проводится защита<br/>отчета каждым<br/>студентом<br/>индивидуально в<br/>формате "вопрос-<br/>ответ" (задаются 3<br/>вопроса).</p> <p>Общий балл при<br/>оценке складывается<br/>из следующих<br/>показателей:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приведен рисунок<br/>или циклограмма<br/>работы системы<br/>автоматики,<br/>расшифрованы<br/>обозначения входных<br/>и выходных сигналов<br/>– 0,5 балл;</li> <li>- приведены<br/>логические уравнения,<br/>составленные методом<br/>содержательного<br/>описания работы<br/>системы автоматки -<br/>0,5 балла;</li> <li>- приведены<br/>лестничные<br/>диаграммы - 0,5 балла;</li> <li>- выводы логичны и<br/>обоснованы – 0,5<br/>балла;</li> <li>- правильный ответ на<br/>каждый из 3-х<br/>вопросов – по 1 баллу;<br/>частично правильный<br/>ответ на каждый<br/>вопрос соответствует<br/>0,5 баллам;</li> <li>неправильный ответ<br/>на каждый вопрос<br/>соответствует 0<br/>баллов.</li> </ul> |  |
|--|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|   |   |                  |                                                                                                                                    |     |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                             |
|---|---|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| 5 | 4 | Текущий контроль | Лабораторная работа<br>"Изучение<br>программируемого<br>логического<br>контроллера SIMATIC<br>S7-1500 фирмы<br>SIEMENS" (раздел 3) | 0,2 | 5 | Лабораторная работа<br>"Изучение<br>программируемого<br>логического<br>контроллера SIMATIC<br>S7-1500 фирмы<br>SIEMENS" (контроль<br>раздела 3)<br>выполняется<br>бригадой, состоящей<br>из 3 человек, отчет по<br>лабораторной работе<br>оформляется<br>индивидуально<br>каждым членом<br>бригады.<br>Оформленные отчеты<br>бригада сдает<br>преподавателю на<br>проверку в заранее<br>установленный срок.<br>При проверке<br>преподаватель<br>оценивает качество<br>оформления,<br>правильность<br>выполнения задач и<br>выводов. Далее<br>проводится защита<br>отчета каждым<br>студентом<br>индивидуально в<br>формате "вопрос-<br>ответ" (задаются 3<br>вопроса).<br>Общий балл при<br>оценке складывается<br>из следующих<br>показателей:<br>- приведен рисунок<br>или циклограмма<br>работы системы<br>автоматики,<br>расшифрованы<br>обозначения входных<br>и выходных сигналов<br>– 0,5 балл;<br>- приведены<br>логические уравнения,<br>составленные методом<br>содержательного<br>описания работы<br>системы автоматки -<br>0,5 балла;<br>- приведены<br>лестничные | дифференцированный<br>зачет |
|---|---|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|

|   |   |                          |       |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                          |
|---|---|--------------------------|-------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|   |   |                          |       |   | <p>диаграммы - 0,5 балла;<br/> - выводы логичны и обоснованы – 0,5 балла;<br/> - правильный ответ на каждый из 3-х вопросов – по 1 баллу;<br/> частично правильный ответ на каждый вопрос соответствует 0,5 баллам;<br/> неправильный ответ на каждый вопрос соответствует 0 баллов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                          |
| 6 | 4 | Промежуточная аттестация | Зачет | - | <p>Критерии начисления баллов:<br/> - студент дал полный и обоснованный ответ на вопрос преподавателя по контрольной работе №1 + 0,5 балла.<br/> Частично правильный ответ+ 0,25 балла.<br/> Всего задается 3 вопроса.<br/> - студент дал полный и обоснованный ответ на вопрос преподавателя по контрольной работе №2 + 0,5 балла.<br/> Частично правильный ответ + 0,25 балла.<br/> Всего задается 4 вопроса.<br/> - студент дал полный и обоснованный ответ на вопрос преподавателя по контрольной работе №3 + 0,5 балла.<br/> Частично правильный ответ + 0,25 балла.<br/> Всего задается 3 вопроса.<br/> Для получения зачета студенту необходимо получить минимум 3 балла.</p> | дифференцированный зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

|                              |                      |                     |
|------------------------------|----------------------|---------------------|
| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения | Критерии оценивания |
|------------------------------|----------------------|---------------------|

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                         |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| дифференцированный зачет | <p>Дифференцированный зачет проводится в письменной форме. В аудитории находится преподаватель и не более 15 человек из числа студентов. Во время проведения зачета их участникам запрещается иметь при себе и использовать средства связи (сотовые телефоны, микрофоны и пр.). В состав билета на зачет входит по одному вопросу из каждого раздела. Количество дополнительных вопросов – не более двух. Количество дополнительных вопросов зависит от полноты ответа, представленного для оценивания. Длительность зачета 20 минут. Дифференцированный зачет выставляется по итоговому рейтингу обучающегося по дисциплине Рд. Итоговый рейтинг студента рассчитывается на основе баллов, набранных обучающимся по результатам текущего контроля и определяется по формуле: <math>R_d = R_{тек}</math>, где <math>R_{тек} = 0,2KM_1 + 0,2KM_2 + 0,2KM_3 + 0,2KM_4 + 0,2KM_5</math>. В случае, если студент хочет повысить свою оценку он вправе пройти процедуру экзамена, тогда итоговый рейтинг определяется по формуле: <math>R_d = 0,6 R_{тек} + 0,4 R_{па}</math>. Критерии оценивания: – Отлично: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 85...100%; – Хорошо: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 75...84%. – Удовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 60...74 %; – Неудовлетворительно: Величина рейтинга обучающегося по дисциплине 0...59 %</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | № КМ |   |   |   |   |    |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---|---|---|---|----|
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  |
| ПК-2        | Знает: выбора вентиляторов и кондиционеров[2]; способы разработки функциональных схем размещения объектов профессиональной деятельности и их эксплуатации в соответствии с технологией производства; оборудование малой энергетики; способы построения научных статей; виды теплообменников; способы создания схем размещения объектов профессиональной деятельности и их эксплуатации в соответствии с технологией производства; правила технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности; способы расчета коэффициента теплопроводности лабораторных стендов; способы расчета систем отопления; виды теплоносителей и энергоносителей; принцип работы паровой турбины; схемы и методы проектирования лабораторных стендов; виды нагнетателей; основное и вспомогательное оборудование ТЭС; оборудование котельных и тепловых сетей; тепловую автоматику |      |   | + |   | + | +  |
| ПК-2        | Умеет: рассчитывать количество потребляемых теплоносителей; выбирать системы управления; рассчитывать оборудование в сфере малой энергетики; выбирать аналоги оборудования; рассчитывать температурный напор; рассчитывать количество передаваемой теплоты; разрабатывать схемы размещения объектов профессиональной деятельности в соответствии с технологией производства; рассчитывать коэффициент диффузии для лабораторного стенда; рассчитывать количество необходимой теплоты; разрабатывать системы распределения энергоносителей; классифицировать паровые турбины по их назначению; разрабатывать схемы для лабораторных стендов; рассчитывать количество теплоносителя; разрабатывать схемы ТЭС; рассчитывать тепловые схемы котельных; строить функциональную схему                                                                                                             |      |   |   |   |   | ++ |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |   |   |   |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|
| ПК-2 | Имеет практический опыт: выбора компрессоров; составлять технологические схемы управления; построения тепловых схем в области малой энергетики; выбирать аналоги оборудования; конструктивного расчета теплообменных аппаратов; расчета коэффициентов теплопроводности, теплоотдачи, теплопередачи; в соблюдении правил технологической дисциплины при эксплуатации объектов профессиональной деятельности; рассчитывать коэффициент диффузии для лабораторного стенда; выбора отопительных приборов; расчета систем производства и распределения энергоносителей; теплового расчета регулирующей ступени паровой турбины; выбор лабораторного оборудования; построения технологических схем потребления теплоносителей; в расчетах тепловых схем энергоблоков; выбора основного и вспомогательного оборудования котельных; выбора тепловой автоматики | + | + | + |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|---|

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### Печатная учебно-методическая документация

#### а) основная литература:

1. Борисов, А. М. Программируемые устройства автоматизации [Текст] учеб. пособие по специальности 140604 "Электропривод и автоматика пром. установок и технол. комплексов" А. М. Борисов, А. С. Нестеров, Н. А. Логинова ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2010. - 185, [1] с. ил. электрон. версия
2. Борисов, А. М. Средства автоматизации и управления [Текст] учеб. пособие А. М. Борисов, А. С. Нестеров ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 206, [1] с. ил.
3. Борисов, А. М. Автоматизация технологических процессов : Технические средства, проектирование, лабораторный практикум [Текст] Ч. 1 учеб. пособие для электротехн. специальностей вузов А. М. Борисов, Н. Е. Лях ; Юж.-Урал. гос. ун-т (ЮУрГУ). - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 403, [1] с.

#### б) дополнительная литература:

1. Стандарт предприятия: Курсовое и дипломное проектирование: Общие требования к оформлению: СТП ЮУрГУ 04-2001 Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Технология, бизнес и компьютеризир. упр. машиностроит. пр-вом; Н. В. Сырейщикова, В. И. Гузеев, И. В. Сурков, Л. В. Винокурова; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. - 48, [1] с.

#### в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Современные технологии автоматизации (СТА) Издательство «СТА-ПРЕСС»
2. Control Engineering Россия
3. Автоматизация и Производство (АиП)

#### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Борисов, А. М. Автоматизация типовых технологических процессов [Текст] учеб. пособие для студентов-заоч. А. М. Борисов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 31,[1] с. ил.

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Борисов, А. М. Автоматизация типовых технологических процессов [Текст] учеб. пособие для студентов-заоч. А. М. Борисов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электропривод и автоматизация пром. установок ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2003. - 31,[1] с. ил.

### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме | Библиографическое описание                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|---------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Основная литература | Учебно-методические материалы кафедры    | Борисов, А.М. Программируемые устройства автоматизации: учебное пособие / А.М. Борисов, А.С. Нестеров, Н.А. Логинова. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010. – 186 с. <a href="https://aep.susu.ru/assets/51_pua.pdf">https://aep.susu.ru/assets/51_pua.pdf</a> |
| 2 | Основная литература | Учебно-методические материалы кафедры    | Борисов, А.М. Средства автоматизации и управления: учебное пособие / А.М. Борисов, А.С. Нестеров. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 207 с. <a href="https://aep.susu.ru/assets/51_sravt.pdf">https://aep.susu.ru/assets/51_sravt.pdf</a>                             |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Siemens AG-Siemens Totally Integrated Automation Portal(бессрочно)
2. OMRON-CX-One(бессрочно)
3. Siemens AG-SIMATIC STEP 7(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.    | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Самостоятельная работа студента | 526-2 (1) | Компьютерный класс кафедры ЭПА имеет 14 персональных компьютеров с выходом в Интернет (ресурсы и фонды библиотек). Открытые коммерческие ресурсы для академического доступа. Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах электротехнических комплексов. Реестры и бюллетени ФИПС (Научно-техническая информация, содержащая сведения о новых типах преобразовательной техники, средствах автоматизации и систем управления). |
| Лабораторные занятия            | 264 (1)   | Специализированные аудитория, оборудованием и стендами, позволяющими вести учебным процесс с использованием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|        |            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |            | <p>мультимедийных технологий. Для проведения занятий по изучаемой дисциплине используются специальные стенды: стенд «Средства автоматизации и управления», на котором изучаются и исследуются программируемые контроллеры и сенсорные мониторы фирмы OMRON (Япония) (2 экземпляра); стенд «Программируемый контроллер DL05» (2 экземпляра); стенд «Программируемый контроллер Simatic S7-300» (2 экземпляра); стенд «Изучение сенсорной панели оператора TP177A и ее использования в системах автоматизации» (2 экземпляра)</p> |
| Лекции | 453<br>(1) | <p>Мультимедийный комплекс: компьютер с выходом в глобальную сеть Internet, проектор, интерактивная доска, веб-камера.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |