

от «28» июня 2021г.  
 протокол № 9-21

## Рабочая программа дисциплины (модуля) **Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки сплавов**

|                         |                 |   |
|-------------------------|-----------------|---|
| Закреплена за кафедрой  |                 | Электromеталлургии                                |
| Направление подготовки  |                 | 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов |
| Профиль                 |                 | Материаловедение и технологии новых материалов    |
| Квалификация            | <b>Бакалавр</b> |   |
| Форма обучения          | <b>очная</b>    |   |
| Общая трудоемкость      | <b>4 ЗЕТ</b>    |   |
| Часов по учебному плану |                 | 144 Формы контроля в семестрах:                   |
| в том числе:            | экзамен 7       |   |
| аудиторные занятия      |                 | 72  |
| самостоятельная работа  |                 | 43  |
| часов на контроль       |                 | 27  |

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 7 (4.1)    |            | Итого      |            |
|---|------------|------------|------------|------------|
|   | 18         |            |            |            |
| Неделя                                    | 18         |            |            |            |
| Вид занятий                               | УП         | РП         | УП         | РП         |
| Лекции                                    | 36         | 36         | 36         | 36         |
| Практические                              | 36         | 36         | 36         | 36         |
| КСР                                       | 2          | 2          | 2          | 2          |
| Итого ауд.                                | 72         | 72         | 72         | 72         |
| Контактная работа                         | 74         | 74         | 74         | 74         |
| Сам. работа                               | 43         | 43         | 43         | 43         |
| Часы на контроль                          | 27         | 27         | 27         | 27         |
| <b>Итого</b>                              | <b>144</b> | <b>144</b> | <b>144</b> | <b>144</b> |

Программу составил(и):

*к.т.н., Доцент, Шатохин Константин Станиславович*

---

---

Рабочая программа

**Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки сплавов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.01 Материаловедение и технологии материалов, МиТМ-21.plx Материаловедение и технологии новых материалов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.06.2021, протокол № 9-21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электрометаллургии**

Протокол от 26.06.2021 г., №10

Зав. кафедрой Еланский Д.Г. \_\_\_\_\_

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

|     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Цель дисциплины – научить методам анализа и синтеза систем автоматического контроля и управления технологическими процессами на основе изучения теории автоматического регулирования и управления. Обучить студентов методам математического описания элементов систем автоматического управления, изучить их конструкции и принцип действия. |
| 1.2 | Задачи освоения дисциплины – научить:   |
| 1.3 | составлять математическое описание и определять статические и динамические характеристики объектов и элементов систем автоматического контроля и управления;  |
| 1.4 | выполнять анализ устойчивости переходных процессов и анализ качества регулирования объектов;  |
| 1.5 | производить расчет и выбор датчиков, регуляторов, регулирующих органов и исполнительных механизмов;   |
| 1.6 | разрабатывать контуры регулирования систем автоматики.  |

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

|                   |   |
|-------------------|---|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В.ДВ.05  |
| <b>2.1</b>        | <b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>  |
| 2.1.1             | Математика  |
| 2.1.2             | Физика  |
| 2.1.3             | Химия   |
| <b>2.2</b>        | <b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>   |
| 2.2.1             | Учебный курс "Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки материалов" относится к базовому циклу дисциплин. Важность данной дисциплины обусловлена необходимостью автоматизации высокопроизводительных агрегатов большой единичной мощности, когда существенно возросли требования к качеству продукции и экономичности производства. |
| 2.2.2             | Термическая обработка металлоизделий и труб   |
| 2.2.3             | Химико-термическая обработка материалов   |
| 2.2.4             | Оборудование машин и агрегатов пластической деформации формовки   |

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

|  |  |
|--|--|
| <b>ПК-3: Способен сопровождать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов</b>                                       |  |
| <b>ПК-3.2: Проводит анализ эффективности реализованной системы автоматизированного управления типовым режимом термической и химико-термической обработки</b> |  |
| <b>Знать:</b>  |  |
| ПК-3.2-32 методы эффективного автоматизированного управления типовыми режимами в области материаловедения  |  |
| ПК-3.2-31 основные закономерности процессов тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам;  |  |
| <b>Уметь:</b>  |  |
| ПК-3.2-У3 методы эффективного автоматизированного управления типовыми режимами в области материаловедения  |  |
| ПК-3.2-У2 основные закономерности процессов тепло- и массопереноса применительно к технологическим процессам;  |  |
| ПК-3.2-У1 производить расчет и выбор датчиков, регуляторов, регулирующих органов и исполнительных механизмов;  |  |
| <b>Владеть:</b>  |  |
| ПК-3.2-В2 навыками анализа эффективной ПК системы автоматизированного управления типовыми режимами термической и химико-термической обработки                |  |
| ПК-3.2-В1 навыками разрабатывать контуры регулирования систем автоматики;  |  |

### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/          | Семестр / Курс | Часов | Компетенции | Литература и эл. ресурсы | Примечание |
|-------------|--|----------------|-------|-------------|--------------------------|------------|
|             | Раздел 1. Основы теории автоматического управления |                |       |             |                          |            |

|      |  |   |    |        |                                |  |
|------|--|---|----|--------|--------------------------------|--|
| 1.1  | Сложная техническая система как объект автоматического контроля и регулирования. Основные этапы развития САУ. Технические, экономические и социальные аспекты автоматизации. /Лек/                                 | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 1.2  | Статические и динамические характеристики элементов и систем управления. Переходные процессы. Дифференциальные уравнения элементов и систем. Передаточные функции. /Лек/   | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 1.3  | Расчет статических характеристик линейных и нелинейных объектов. /Пр/  | 7 | 4  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4         |  |
| 1.4  | Типовые возмущающие воздействия. Переходная функция, функция веса. Реакция системы на гармонические колебания. Частотные характеристики. /Лек/   | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 1.5  | Типовые динамические звенья: пропорциональное, аperiodическое 1-го и 2-го порядков, колебательное, интегрирующее, дифференцирующее, чистого запаздывания. /Лек/  | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 1.6  | Анализ устойчивости переходных процессов в САУ с применением алгебраических и частотных критериев. /Пр/  | 7 | 4  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 1.7  | Расчет реакции элементов САУ на типовые входные воздействия и входные воздействия произвольного вида. /Пр/   | 7 | 4  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 1.8  | Соединение звеньев САУ: последовательное, параллельное, встречно-параллельное. Возмущение по нагрузке и заданию. /Лек/   | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 1.9  | Устойчивость систем регулирования. Показатели качества переходных процессов. Прямые и косвенные методы анализа качества регулирования. /Лек/   | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 1.10 | Расчет показателей качества переходных процессов в САУ. /Пр/   | 7 | 4  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4         |  |
| 1.11 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/   | 7 | 16 | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л2.1    |  |
|      | <b>Раздел 2. Теплотехнические измерения и приборы</b>  |   |    |        |                                |  |
| 2.1  | Методы и средства преобразования информации в системах автоматического регулирования и управления. Методы измерения температуры. /Лек/   | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 2.2  | Расчет погрешностей контактных методов измерения температуры /Пр/  | 7 | 4  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4         |  |
| 2.3  | Электрические термометры сопротивления и термоэлектрические термометры, пирометры излучения. /Лек/   | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 2.4  | Вторичные приборы средств измерения температуры. Общие сведения об измерении давления. Жидкостные и деформационные приборы для измерения давления. Правила установки приборов и отбора давления. /Лек/             | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 2.5  | Измерение расхода и количества жидкостей и газов. Метод постоянного перепада давлений. Метод динамического напора. Метод переменного перепада давления. Ультразвуковые, электрические, тепловые расходомеры. /Лек/ | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 2.6  | Выбор и расчет сужающих устройств для измерения расхода. /Пр/  | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4         |  |
| 2.7  | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/   | 7 | 14 | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4         |  |

|     |   |   |    |        |                                |  |
|-----|---|---|----|--------|--------------------------------|--|
|     | <b>Раздел 3. Элементы систем автоматики</b>   |   |    |        |                                |  |
| 3.1 | Классификация элементов систем автоматики. Нормирующие преобразователи, их назначение, принцип действия, конструкции. Квантование и дискретизация аналоговых сигналов. Аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи. /Лек/ | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2 Л1.3<br>Л1.4 Л2.1    |  |
| 3.2 | Законы регулирования, методы их формирования и структурные схемы реализации. Регулирующие микропроцессорные контроллеры: основные функции, модули, организация связей с объектом управления. /Лек/                                | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 3.3 | Выбор регулятора и построение переходных процессов /Пр/   | 7 | 4  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4         |  |
| 3.4 | Законы регулирования, методы их формирования и структурные схемы реализации. Регулирующие микропроцессорные контроллеры: основные функции, модули, организация связей с объектом управления. /Лек/                                | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 3.5 | Выбор исполнительных механизмов и регулирующих органов. /Пр/  | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 3.6 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/  | 7 | 8  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
|     | <b>Раздел 4. Автоматизация процессов тепловой обработки сплавов</b>   |   |    |        |                                |  |
| 4.1 | Изображение приборов и средств автоматизации на схемах автоматизации. Графическое оформление схем. Разработка проектной документации. Монтаж и наладка систем автоматизации. /Лек/  | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 4.2 | Автоматическое регулирование температуры, горения топлива, давления в рабочем пространстве печи. Регулирование расхода и давления жидких и газообразных потоков. /Лек/  | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 4.3 | Автоматизация доменных печей. Автоматизация кислородных конвертеров. Автоматизация электрических плавильных печей. Автоматизация машин непрерывного литья заготовок. /Лек/  | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 4.4 | Расчет настроек регулятора с обоснованием выбора исходных данных для заданного контура регулирования. /Пр/  | 7 | 4  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 4.5 | Автоматизация проходных нагревательных печей: методических, секционных, кольцевых, роликовых. /Лек/   | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 4.6 | Автоматизация термических колпаковых и камерных печей. Автоматизация протяжных печей для термической и термохимической обработки полосового металла. /Лек/  | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 4.7 | Составление структурных и функциональных схем автоматизации /Пр/  | 7 | 4  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
| 4.8 | Расчетно-графические работы, смешанное обучение /Ср/  | 7 | 5  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
|     | Контроль  | 7 | 27 | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |
|     | КСР   | 7 | 2  | ПК-3.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3 Л1.4<br>Л2.1 |  |

**5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)****6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

|      | Авторы, составители                               | Заглавие   | Библиотека  | Издательство, год  |
|------|---|--|---|--------------------|
| Л1.1 | Схиртладзе А.Г.<br>Федотов А.В.,<br>Хомченко В.Г. | Автоматизация технологических процессов и производств: учебник                   | Электронный каталог   | Москва Абрис, 2012 |
| Л1.2 | Шатохин К.С.                                      | Основы теории автоматического управления промышленными печами: Учебник           | <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12468">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12468</a> | МИСиС, 2020        |
| Л1.3 | Бердышев В.Ф.,<br>Шатохин К.С.                    | Основы автоматизации технологических процессов очистки газов и воды: Курс лекций | <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=9163">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=9163</a>   | МИСиС, 2013        |
| Л1.4 | Чибизова С.И.,<br>Шатохин К.С.                    | Методы экспериментального исследования теплофизических процессов: Курс лекций    | <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12283">http://elibrary.misis.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&amp;fDocumentId=12283</a> | МИСиС, 2019        |

**6.1.2. Дополнительная литература**

|      |                                     |  |                     |                    |
|------|-------------------------------------|--|---------------------|--------------------|
| Л2.1 | Колосов О.С. под ред. О.С. Колосова | Технические средства автоматизации и управления: учебник | Электронный каталог | Москва Юрайт, 2017 |
|------|-------------------------------------|--|---------------------|--------------------|

**6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

|    |                                    |   |
|----|------------------------------------|---|
| Э1 | ООО НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА | <a href="http://elibrary.misis.ru/action.php">http://elibrary.misis.ru/action.php</a> |
|----|------------------------------------|---|

**6.3 Перечень программного обеспечения**

|     |                        |
|-----|------------------------|
| П.1 | Windows 7 Professional |
| П.2 | Microsoft Office 2007  |
| П.3 | антивирусное ПО Dr.Web |
| П.4 | MS Teams               |
| П.5 | LMS Canvas             |

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

|     |   |
|-----|---|
| И.1 | Научная электронная библиотека <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>          |
| И.2 | Электронная библиотека МИСиС <a href="http://lib.misis.ru">http://lib.misis.ru</a>            |
| И.3 | ЭБС Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a> |
| И.4 | Российская платформа открытого образования <a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>  |

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

| Ауд. | Назначение   | Оснащение   |
|------|--|---|
| 4    | Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки материалов | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций:<br>доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.)<br>ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 46 | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся | доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.)<br>ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio |
|----|--|---|

### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучение организуется в соответствии с настоящей программой. Лекции и практические занятия проводятся с использованием компьютерной презентационной программы PowerPoint.

Практические занятия проводятся, в том числе, с разбором практических вопросов и проблем реального производства, с применением кейсовых ситуаций, использующих описание реальных ситуаций. Студенты должны исследовать ситуацию, разобраться в сути проблемы, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы основываются на реальном фактическом производственном материале или же приближены к реальной ситуации.

Текущий контроль, защита домашних заданий и экзамен проводятся с целью выявить полученные в результате изучения дисциплины знания, навыки и умения студентов. Для подготовки к контрольным мероприятиям необходимо использовать базовую информацию, полученную во время лекций и практических занятий, а также информацию, полученную при изучении соответствующих разделов основной и дополнительной литературы.

Для самостоятельной работы и текущего контроля в системе «смешанного обучения» студенты также используют специальные базы данных (электронные учебники) в электронной библиотеке НИТУ МИСиС. Самостоятельная работа студентов организуется и контролируется с помощью электронных версий конспекта лекций и пособий с вопросами для самопроверки, а также индивидуального опроса студентов во время защит домашних работ.

Консультации по курсу проводятся с использованием email и лично в назначенные часы консультаций.

Для полноценного изучения дисциплины «Оборудование и автоматизация процессов тепловой обработки» студентам необходимо понимать и анализировать связь данной дисциплины с требованиями к подготовке бакалавров профиля **Металловедение и термическая обработка металлов**. Студенты должны знать, какое место занимает данная дисциплина в структуре их образования, а также, какое значение имеют знания, полученные в результате изучения этой дисциплины, для успешной работы в выбранном направлении.