

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА АВТОМАТИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.05.02 Атомные станции: проектирование,  
эксплуатация и инжиниринг

| Семестр | Трудоемкость,<br>кред. | Общий объем<br>курса, час. | Лекции, час. | Практич.<br>занятия, час. | Лаборат. работы,<br>час. | В форме<br>практической<br>подготовки/ В | СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы)<br>контроля,<br>экс./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 7       | 4                      | 144                        | 32           | 32                        | 16                       |                                          | 28        | 0         | Э                                        |
| Итого   | 4                      | 144                        | 32           | 32                        | 16                       | 0                                        | 28        | 0         |                                          |

## АННОТАЦИЯ

В результате изучения дисциплины студенты осваивают основные методы анализа и проектирования автоматических систем, получают навыки составления математических моделей объектов регулирования и систем, решают типовые задачи по исследованию устойчивости, качества и точности систем автоматического управления, а также учатся синтезировать системы с заданными характеристиками.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является обучение студентов методам моделирования, анализа и проектирования систем автоматического управления.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина является основой для изучения других дисциплин, связанных с автоматическим управлением, а также для выполнения научно-исследовательских работ студентов, курсовых проектов, производственной практики и дипломного проектирования.

Для изучения данной дисциплины студент должен обладать знаниями:

- по следующим разделам математики: математический анализ, аналитическая геометрия, линейная алгебра, обыкновенные дифференциальные уравнения, теория функций комплексного переменного;
- по основным разделам физики;
- теоретических основ электротехники;
- по курсу “Технология и языки программирования”.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции | Код и наименование индикатора достижения компетенции |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|
|--------------------------------|------------------------------------------------------|

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

| Задача профессиональной деятельности (ЗПД)                | Объект или область знания                                | Код и наименование профессиональной компетенции;<br>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта) | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| научно-исследовательский                                  |                                                          |                                                                                                            |                                                                       |
| проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и | ядерно-физические процессы, протекающие в оборудовании и | ПК-2 [1] - Способен проводить математическое моделирование для                                             | 3-ПК-2[1] - знать методы математического анализа для                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности                                                           | устройствах для выработки, преобразования и использования ядерной и тепловой энергии; безопасность эксплуатации и радиационный контроль атомных объектов и установок;                                                                                                                                                             | анализа всей совокупности процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008, 40.011                                                                              | моделирования процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС ; У-ПК-2[1] - уметь проводить математическое моделирование процессов в ядерно-энергетическом и тепломеханическом оборудовании АЭС;; В-ПК-2[1] - владеть стандартными пакетами автоматизированного проектирования и исследований                |
| производственно-технологический                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности | процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок | ПК-9 [1] - Способен анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ с целью обеспечения их эффективной и безопасной работы<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033 | З-ПК-9[1] - Знать правила и нормы в атомной энергетике, критерии эффективной и безопасной работы ЯЭУ; ; У-ПК-9[1] - уметь анализировать нейтронно-физические, технологические процессы и алгоритмы контроля, управления и защиты ЯЭУ;; В-ПК-9[1] - владеть методами анализа нейтронно-физических и технологических процессов в ЯЭУ. |
| проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих                                                                                                                                                 | процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления,                                                                                                                                                                        | ПК-10 [1] - Способен провести оценку ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации и выводе из эксплуатации ядерных энергетических установок, а также при                                                                                            | З-ПК-10[1] - знать критерии ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ; ; У-ПК-10[1] - уметь проводить оценки ядерной и радиационной безопасности ЯЭУ;; В-ПК-10[1] - владеть                                                                                                                                                           |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности                                                                                                                                                 | системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок                                                                                                                                                            | обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.028, 24.033                                                                                                                                 | методами оценки ядерной и радиационной безопасности при эксплуатации ЯЭУ, а также при обращении с ядерным топливом и радиоактивными отходами                                                                                                                                                                                                                                     |
| проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной безопасности | процессы контроля параметров, защиты и диагностики состояния ядерных энергетических установок; информационно-измерительная аппаратура и органы управления, системы контроля, управления, защиты и обеспечения безопасности, программно-технические комплексы информационных и управляющих систем ядерных энергетических установок | ПК-11 [1] - Способен анализировать технологии монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.032, 24.033 | З-ПК-11[1] - знать правила техники безопасности при проведении монтажа, ремонта и демонтажа оборудования ЯЭУ; ; У-ПК-11[1] - уметь проводить монтаж, ремонт и демонтаж оборудования ЯЭУ применительно к условиям сооружения, эксплуатации и снятия с эксплуатации энергоблоков АЭС;; В-ПК-11[1] - владеть навыками монтажных и демонтажных работ на технологическом оборудовании |
| <b>организационно-управленческий</b>                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| проектирование, создание и эксплуатация атомных станций и других ядерных энергетических установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих тепловую и ядерную энергию, включая входящие в их состав системы контроля, защиты, управления и обеспечения ядерной и радиационной              | теплофизические энергетические установки как объекты человеческой деятельности, связанной с их созданием и эксплуатацией                                                                                                                                                                                                          | ПК-12 [1] - Способен к организации рабочих мест, их техническому оснащению, размещению технологического оборудования<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.032, 24.033                                                                   | З-ПК-12[1] - знать нормативные документы и требования по организации рабочих мест; ; У-ПК-12[1] - уметь проводить оптимизацию размещения технологического оборудования на рабочих местах;; В-ПК-12[1] - владеть принципами бережливого производства и                                                                                                                            |

|              |  |  |                                                          |
|--------------|--|--|----------------------------------------------------------|
| безопасности |  |  | непрерывного совершенствования технологических процессов |
|--------------|--|--|----------------------------------------------------------|

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания | Задачи воспитания (код)                                                                                                                                                    | Воспитательный потенциал дисциплин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.<br>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты. |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений,                              | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика»,                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|                             |                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             | критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)                                                                                                   | <p>«Научный семинар» для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul> |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22) | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p> |
|--|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины                    | Недели | Лекции/ Практи. (семинары) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции                                                                                            |
|-------|------------------------------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | <i>7 Семестр</i>                                           |        |                                                        |                                           |                               |                                     |                                                                                                                            |
| 1     | Математические модели систем. Типовые динамические звенья. | 1-8    | 16/16/8                                                |                                           | 20                            | КИ-8                                | З-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>З-ПК-9,<br>У-ПК-9,<br>В-ПК-9,<br>З-ПК-10,<br>У-ПК-10,<br>В-ПК-10,<br>З-ПК-11,<br>У-ПК-11, |

|   |                                                   |      |          |  |    |       |                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------------------------------|------|----------|--|----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                                   |      |          |  |    |       | В-ПК-11,<br>3-ПК-12,<br>У-ПК-12,<br>В-ПК-12                                                                                                                               |
| 2 | Анализ и синтез систем автоматического управления | 9-16 | 16/16/8  |  | 30 | КИ-16 | 3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>3-ПК-9,<br>У-ПК-9,<br>В-ПК-9,<br>3-ПК-10,<br>У-ПК-10,<br>В-ПК-10,<br>3-ПК-11,<br>У-ПК-11,<br>В-ПК-11,<br>3-ПК-12,<br>У-ПК-12,<br>В-ПК-12 |
|   | <i>Итого за 7 Семестр</i>                         |      | 32/32/16 |  | 50 |       |                                                                                                                                                                           |
|   | <b>Контрольные мероприятия за 7 Семестр</b>       |      |          |  | 50 | Э     | 3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>3-ПК-9,<br>У-ПК-9,<br>В-ПК-9,<br>3-ПК-10,<br>У-ПК-10,<br>В-ПК-10,<br>3-ПК-11,<br>У-ПК-11,<br>В-ПК-11,<br>3-ПК-12,<br>У-ПК-12,<br>В-ПК-12 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| КИ          | Контроль по итогам  |
| Э           | Экзамен             |

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели | Темы занятий / Содержание | Лек., час. | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|--------|---------------------------|------------|----------------|------------|
|        | <i>7 Семестр</i>          | 32         | 32             | 16         |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                        |    |   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|---|
| 1-8     | <b>Математические модели систем. Типовые динамические звенья.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16                     | 16 | 8 |
| 1 - 2   | <b>Введение в дисциплину</b><br>Принцип действия систем автоматического регулирования и управления. Примеры и классификация систем автоматического управления.                                                                                                                                                                                                    | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                      | 4  | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
| 3 - 4   | <b>Составление математической модели системы</b><br>Описание систем с помощью дифференциальных уравнений в пространстве переменных состояния, понятие вектора входа, вектора выхода и вектора состояния. Определение и алгоритм вычисления передаточной функции. Представление систем в виде структурных математических моделей. Преобразование структурных схем. | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                      | 4  | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
| 5 - 6   | <b>Типовые динамические звенья</b><br>Представление описания системы в виде набора типовых динамических звеньев. Переходные и импульсные переходные характеристики динамических звеньев. Частотные характеристики ТДЗ.                                                                                                                                            | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                      | 4  | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
| 7 - 8   | <b>Устойчивость линейных систем</b><br>Понятие устойчивости по Ляпунову. Прямой метод исследования устойчивости. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица. Частотные методы исследования устойчивости Михайлова и Найквиста. Метод корневого годографа.                                                                                                       | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                      | 4  | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
| 9-16    | <b>Анализ и синтез систем автоматического управления</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 16                     | 16 | 8 |
| 9 - 10  | <b>Качество регулирования</b><br>Определение переходных процессов в системе с помощью обратного преобразования Лапласа. Методы оценки основных показателей качества.                                                                                                                                                                                              | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                      | 4  | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
| 11 - 12 | <b>Точность регулирования</b><br>Представление ошибки в виде разложения в степенной ряд. Статическая и астатическая система, коэффициенты ошибки. Методы повышения точности регулирования.                                                                                                                                                                        | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                      | 4  | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
| 13 - 14 | <b>Проектирование системы</b><br>Частотный метод синтеза последовательного корректирующего устройства. Расчет корректирующего устройства в обратной связи внутреннего контура. Синтез корректирующего устройства методом корневого годографа.                                                                                                                     | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                      | 4  | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |
| 15 - 16 | <b>Современный инструмент исследования САУ</b><br>Современный инструмент исследования САУ, предоставленный последними версиями MATLAB в виде системы моделирования Simulink и пакета программ Control System Toolbox.                                                                                                                                             | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 4                      | 4  | 2 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Онлайн                 |    |   |

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование     |
|-------------|-------------------------|
| ЭК          | Электронный курс        |
| ПМ          | Полнотекстовый материал |

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| ПЛ  | Полнотекстовые лекции            |
| ВМ  | Видео-материалы                  |
| АМ  | Аудио-материалы                  |
| Прз | Презентации                      |
| Т   | Тесты                            |
| ЭСМ | Электронные справочные материалы |
| ИС  | Интерактивный сайт               |

## ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

| Недели  | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                       |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <i>7 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                |
| 1 - 2   | <b>Вводное занятие</b><br>Ознакомление с компьютерной системой моделирования динамических процессов Simulink.                                                                                                                   |
| 3 - 5   | <b>Лабораторная работа №1. Исследование статических характеристик соединений линейных и нелинейных элементов.</b><br>Лабораторная работа №1. Исследование статических характеристик соединений линейных и нелинейных элементов. |
| 6 - 8   | <b>Лабораторная работа №2. Динамические системы первого порядка.</b><br>Лабораторная работа №2. Динамические системы первого порядка.                                                                                           |
| 9 - 12  | <b>Лабораторная работа №3. Динамические системы второго порядка.</b><br>Лабораторная работа №3. Динамические системы второго порядка.                                                                                           |
| 13 - 15 | <b>Лабораторная работа №4.</b><br>Анализ устойчивости, качества и точности линейных систем.                                                                                                                                     |

## ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

| Недели | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <i>7 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 1      | <b>Структурные математические модели</b><br>Построение структурных математических моделей для элементов и объектов систем управления. Примеры из области механики. Структурные математические модели электрических цепей.                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2 - 3  | <b>Изучение соединений нелинейных безынерционных статических характеристик элементов</b><br>Изучение соединений нелинейных безынерционных статических характеристик элементов Построение результирующих статических характеристик для параллельного и последовательного соединений элементов. Определение статических характеристик соединений с обратной связью.                                                                                                                                                                     |
| 4      | <b>Статическая модель системы регулирования напряжения генератора</b><br>Статическая модель системы регулирования напряжения генератора. Эквивалентные преобразования линейных структурных математических моделей и определение требуемых передаточных функций                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 5 - 6  | <b>Динамическая модель системы регулирования напряжения генератора</b><br>Динамическая модель системы регулирования напряжения генератора. Определение временных и частотных характеристик динамических систем первого порядка. Системы второго порядка. Различные способы представления их структурных моделей. Построение переходных характеристик, логарифмических амплитудных и фазовых частотных характеристик (ЛАФЧХ) и годографов соответствующих передаточных функций. Изучение свободного движения систем второго порядка на |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | фазовой плоскости. Построение фазовых портретов.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 7 - 8   | <b>Анализ устойчивости с помощью критериев Гурвица и Михайлова</b><br>Анализ устойчивости с помощью критериев Гурвица и Михайлова. Применение критерия Найквиста для исследования устойчивости замкнутых систем. Выбор закона управления для обеспечения требуемых запасов устойчивости в многоконтурных системах. |
| 9 - 10  | <b>Определение показателей качества с помощью аналитического решения для переходной характеристики</b><br>Определение показателей качества с помощью аналитического решения для переходной характеристики. Приближенная оценка показателей качества по доминирующим полюсам системы.                               |
| 11 - 12 | <b>Построение корневых годографов</b><br>Построение корневых годографов. Выбор оптимального значения коэффициента усиления исходя из анализа устойчивости и качества регулирования по корневому годографу.                                                                                                         |
| 13 - 14 | <b>Анализ динамической точности регулирования по отношению к управляющему и возмущающему воздействиям</b><br>Анализ динамической точности регулирования по отношению к управляющему и возмущающему воздействиям. Сравнение точности отработки типовых входных воздействий статической и астатическими системами.   |
| 15 - 16 | <b>Частотные методы синтеза корректирующих устройств</b><br>Частотные методы синтеза корректирующих устройств. Проектирование закона управления в системе методом корневого годографа.                                                                                                                             |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- проведение аудиторных занятий с помощью современных информационных технологий;
- проведение практических занятий с интерактивным участием студентов;
- проведение лабораторных занятий с использованием средств моделирования Simulink и пакета прикладных программ “Control system toolbox” системы MATLAB;
- проведение консультаций по выполнению домашних заданий.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|
| ПК-10       | З-ПК-10             | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-10             | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-10             | Э, КИ-8, КИ-16                    |
| ПК-11       | З-ПК-11             | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | У-ПК-11             | Э, КИ-8, КИ-16                    |
|             | В-ПК-11             | Э, КИ-8, КИ-16                    |

|       |         |                |
|-------|---------|----------------|
| ПК-12 | З-ПК-12 | Э, КИ-8, КИ-16 |
|       | У-ПК-12 | Э, КИ-8, КИ-16 |
|       | В-ПК-12 | Э, КИ-8, КИ-16 |
| ПК-2  | З-ПК-2  | Э, КИ-8, КИ-16 |
|       | У-ПК-2  | Э, КИ-8, КИ-16 |
|       | В-ПК-2  | Э, КИ-8, КИ-16 |
| ПК-9  | З-ПК-9  | Э, КИ-8, КИ-16 |
|       | У-ПК-9  | Э, КИ-8, КИ-16 |
|       | В-ПК-9  | Э, КИ-8, КИ-16 |

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.                                     |
| 85-89        | 4 – «хорошо»                  | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.                                                                                                                                         |
| 75-84        |                               | C           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 70-74        |                               | D           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 65-69        | 3 – «удовлетворительно»       | E           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.                                        |
| 60-64        |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Ниже 60      | 2 – «неудовлетворительно»     | F           | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## **8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. ЭИ S79 Springer Handbook of Automation : , , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2009
2. 681.5 Ш23 Лабораторный практикум "Теория автоматического управления. Методы исследования нелинейных систем" : учебное пособие для вузов, Шапкарин А.В., Кулло И.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012
3. ЭИ Ш23 Лабораторный практикум "Теория автоматического управления. Методы исследования нелинейных систем" : учебное пособие для вузов, Шапкарин А.В., Кулло И.Г., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

### **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:**

1. 681.5 Ш23 Лабораторный практикум по курсу "Теория автоматического управления". Линейные непрерывные динамические системы : учебное пособие для вузов, Шапкарин А.В., Кулло И.Г., Москва: МИФИ, 2007
2. 681.5 М54 Методы классической и современной теории автоматического управления Т.4 Теория оптимизации систем автоматического управления, , М.: МГТУ, 2004
3. 681.5 Ж92 Нелинейные системы автоматического управления. Метод гармонического баланса. Инженерно-физические основы : учебное пособие для вузов, Журомский В.М., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

### **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:**

Специальное программное обеспечение не требуется

### **LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:**

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

## **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

## 2. Указания для участия в семинарских занятиях

Перед посещением семинара уяснить тему семинара и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой семинара.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце семинара при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

## 3. Указания для выполнения лабораторных работ

Соблюдать требования техники безопасности, для чего прослушать необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы провести самостоятельно подготовку к работе изучив основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, не допуская по возможности неправильных действий.

Основные результаты экспериментов необходимо зафиксировать в письменном виде.

При сдаче зачета по работе подготовить отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

## 4. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

# 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

## 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемые в курсе. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников.

Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

Внимательно относиться к вопросам студентов и при необходимости давать дополнительные более подробные пояснения.

При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми математическими выкладками, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

В процессе лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным семинарам и лабораторным занятиям.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

## 2. Указания для проведения семинарских занятий

Четко обозначить тему семинара.

Обсудить основные понятия, связанные с темой семинара.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце семинара задать аудитории несколько контрольных вопросов.

## 3. Указания для проведения лабораторных занятий.

Соблюдать требования техники безопасности и проводить необходимые разъяснения о правильности поведения в лаборатории.

Перед выполнением лабораторной работы проверить степень готовности студентов, напомнить и обсудить основные теоретические положения, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работ.

В процессе выполнения работы следует постоянно общаться со студентами, не допуская по возможности их неправильных действий.

Требовать, чтобы основные результаты экспериментов были зафиксированы студентами в письменном виде.

При приеме зачета по работе требовать отчет о проделанной работе, где должны быть отражены основные результаты и выводы.

## 4. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Автор(ы):

Кулло Иван Геннадьевич