

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**  
**АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ АЭС**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.04.02 Ядерные физика и технологии

| 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>экз./зач./КР/КП |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 3       | 4                      | 144                        | 16           | 32                        | 16                       |                                          | 44        | 0         | Э                                        |
| Итого   | 4                      | 144                        | 16           | 32                        | 16                       | 0                                        | 44        | 0         |                                          |

## АННОТАЦИЯ

Учебный курс содержит сведения о современных отечественных цифровых АСУ ТП как реализованных, так и проектируемых. Курс содержит общую информацию по структуре и функциональности АСУ ТП, описываются технические решения по всем основным подсистемам СУЗ, СВБУ, УСБ, БПУ, УСНЭ, СКУД, СКУ ПЗ и др., рассматривается основная отечественная и зарубежная НТД в части АСУ ТП, а также технология создания АСУ ТП.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения учебной дисциплины является получение студентами знаний о составе, основном оборудовании и структуре АСУ ТП современных АЭС, включая основные составляющие человеко-машинного интерфейса.

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

Дисциплина является основой для изучения других дисциплин, связанных с различными аспектами и изучения АЭС, входящих в этот цикл, а также для выполнения научно-исследовательских работ студентов, курсовых проектов, производственной практики и дипломного проектирования по данной тематике.

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;
- теория автоматического регулирования;
- теоретических основ электротехники;
- по курсу “Теоретическая физика (ядерная физика и техника)”.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции                                             | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-2 [1] – Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла | З-УК-2 [1] – Знать: этапы жизненного цикла проекта; этапы разработки и реализации проекта; методы разработки и управления проектами<br>У-УК-2 [1] – Уметь: разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; объяснить цели и сформулировать задачи, связанные с подготовкой и реализацией проекта; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла<br>В-УК-2 [1] – Владеть: методиками разработки и управления проектом; методами оценки потребности в ресурсах и |

|  |                       |
|--|-----------------------|
|  | эффективности проекта |
|--|-----------------------|

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

| <b>Задача профессиональной деятельности (ЗПД)</b>                                                                                                                                              | <b>Объект или область знания</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Код и наименование профессиональной компетенции;<br/>Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)</b>                                                                                                                      | <b>Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции</b>                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>научно-исследовательский</b>                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                  |
| совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию | ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии. | ПК-3 [1] - Способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.028 | З-ПК-3[1] - Знать достижения научно-технического прогресса ;<br>У-ПК-3[1] - Уметь применять полученные знания к решению практических задач.;<br>В-ПК-3[1] - владеть методами моделирования физических процессов. |
| <b>проектный</b>                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                  |
| совокупность средств, способов и методов человеческой                                                                                                                                          | ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ПК-6 [1] - Способен оценивать риск и определять меры безопасности для                                                                                                                                                                   | З-ПК-6[1] - Знать основные нормативные документы по                                                                                                                                                              |

|                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию</p> | <p>и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.</p> | <p>новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 24.028, 24.078</p> | <p>регулированию рисков возникающих в процессе эксплуатации новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения ;<br/>У-ПК-6[1] - Уметь оценивать риск и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения;<br/>В-ПК-6[1] - Владеть методами оценки рисков и определять меры безопасности для новых установок и технологий, составлять и анализировать сценарии потенциально возможных аварий, разрабатывать методы уменьшения риска их возникновения</p> |
| производственно-технологический                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p>совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с</p>                                                          | <p>ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p>ПК-9 [1] - Способен эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок, выполнять технико-</p>                                                                                                         | <p>З-ПК-9[1] - Знать регламент эксплуатации и ремонта современных физических</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию                                                                                 | в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии. | экономические расчеты<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.028                                                                                         | установок ;<br>У-ПК-9[1] - Уметь эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок;<br>В-ПК-9[1] - Владеть навыками эксплуатации, проведения испытаний и ремонта современных физических установок                                                                                                                                            |
| совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию | ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические                                                                       | ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.028 | З-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ;<br>У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач;<br>В-ПК-10[1] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-физических и экономических задач |

|                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                       | <p>модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| экспертный                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию</p> | <p>ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии.</p> | <p>ПК-11 [1] - Способен к анализу технических и расчетно-теоретических разработок, к учету их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам</p> <p><i>Основание:</i><br/>Профессиональный стандарт: 24.028</p> | <p>З-ПК-11[1] - Знать законодательные и нормативные акты регулирующие деятельность в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности ;<br/>У-ПК-11[1] - Уметь проводить анализ технических и расчетно-теоретических разработок с учетом их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической, радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам;<br/>В-ПК-11[1] - владеть методами анализа технических и расчетно-теоретических разработок, и учета их соответствия требованиям законов в области промышленности, экологии, технической,</p> |

|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      | радиационной и ядерной безопасности и другим нормативным актам                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и использующих ядерную энергию | ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии. | ПК-12 [1] - Способен объективно оценить предлагаемое решение или проект по отношению к современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.028 | З-ПК-12[1] - Знать основные критерии оценки предлагаемого решения или проекта по отношению к современному мировому уровню ;<br>У-ПК-12[1] - Уметь оценивать предлагаемые решения на соответствие современному мировому уровню, подготовить экспертное заключение;<br>В-ПК-12[1] - Владеть навыками подготовки экспертных заключений по предлагаемым проектам |
| инновационный                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, связанных с разработкой, созданием и эксплуатацией установок, вырабатывающих, преобразующих и                              | ядерные реакторы и энергетические установки, теплогидравлические и нейтронно-физические процессы в активных зонах ядерных реакторов, тепловые измерения и контроль, теплоносители, материалы ядерных                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ПК-13 [1] - Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.028      | З-ПК-13[1] - Знать математические методы и компьютерные технологии, необходимые для проектирования и разработки программного обеспечения для инженерного анализа инновационных                                                                                                                                                                               |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| использующих ядерную энергию | реакторов, ядерный топливный цикл, системы обеспечения безопасности ядерных энергетических установок, системы управления ядерно-физическими установками, программные комплексы и математические модели для теоретического и экспериментального исследования явлений и закономерностей в области теплофизики и энергетики, перспективные методы преобразования энергии. |  | продуктов. ;<br>У-ПК-13[1] - Уметь разрабатывать и тестировать программное обеспечение для инженерного анализа инновационных продуктов.;<br>В-ПК-13[1] - владеть навыками разработки и тестирования программного обеспечения для инженерного анализа инновационных продуктов. |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. 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>3 Семестр</i>                        |        |                                                        |                                           |                               |                                     |                                                                           |
| 1     | Раздел 1                                | 1-8    | 8/8/0                                                  |                                           | 20                            | КИ-8                                | 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11                                                 |
| 2     | Раздел 2                                | 9-16   | 8/8/0                                                  |                                           | 20                            | КИ-16                               | 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-УК-2, У-УК-2, В-УК-2 |
| 3     | Практическая часть                      | 1-16   | 0/16/16                                                |                                           | 20                            | КИ-16                               | 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-6, У-ПК-6,                                   |



|  |                                             |  |          |  |    |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--|---------------------------------------------|--|----------|--|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                             |  |          |  |    |   | В-ПК-6                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|  | <i>Итого за 3 Семестр</i>                   |  | 16/32/16 |  | 60 |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|  | <b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b> |  |          |  | 40 | Э | 3-ПК-3,<br>У-ПК-3,<br>В-ПК-3,<br>3-ПК-6,<br>У-ПК-6,<br>В-ПК-6,<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,<br>3-ПК-13,<br>У-ПК-13,<br>В-ПК-13,<br>3-УК-2,<br>У-УК-2,<br>В-УК-2 |

\* – 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>3 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                           | 16                     | 32             | 16         |
| <b>1-8</b> | <b>Раздел 1</b>                                                                                                                                                                                                                                            | 8                      | 8              | 0          |
| 1 - 2      | <b>Тема 1. АЭС как объект управления.</b><br>Функциональные и структурные схемы АСУ ТП для АЭС. Общее, особенности, различия. Основные подсистемы АСУ ТП, общестанционная часть. Иерархическая структура: понятия нижнего, среднего и верхнего уровней АСУ | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                      | 2              | 0          |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                            | Онлайн                 |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 0              | 0          |
| 3 - 4      | <b>Тема 2. Технологические основы АСУ ТП (постановка задач).</b>                                                                                                                                                                                           | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                            | 2                      | 2              | 0          |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                        |   |   |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|---|
|         | Функциональный анализ АЭС и технологическое задание на автоматизацию. Структура и состав задач для создания АСУ ТП, задачи автоматизации энергоблока. Задачи дистанционного управления и автоматического регулирования. Технологические защиты и блокировки, сигнализация. Задачи пунктов управления и системы верхнего уровня. Задачи отдельных подсистем и информационная поддержка персонала, управление техническими и программными средствами АСУ ТП                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                      | 0 | 0 |
| 5 - 6   | <b>Тема 3. Нормативная база АСУ ТП.</b><br>Нормативы РФ: основные ГОСТы, правила Ростехнадзора. Европейские правила EUR, МЭК. Немецкие и французские правила. Нормативы NUREG (США). Правила МАГАТЭ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                      | 2 | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                      | 0 | 0 |
| 7 - 8   | <b>Тема 4. Оперативный персонал и роль оператора в управлении АЭС.</b><br>Состав и функции оперативного персонала. Структура деятельности оператора. Разделение функций управления между машиной и человеком. Документация по регламентированию деятельности оперативного персонала.<br>Человеческий фактор в управлении АЭС. Надежность оператора, отказы и ошибки оператора, их статистика и классификация. Методы расчета надежности человека-оператора в процедурах управления                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                      | 2 | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                      | 0 | 0 |
| 9-16    | <b>Раздел 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8                      | 8 | 0 |
| 9 - 11  | <b>Тема 5. ПТК основных подсистем АСУ ТП.</b><br>Состав и структура нижнего уровня. Технические средства и оборудование теплотехнического контроля, низковольтные комплектные устройства для управления арматурой и механизмами. Схемы подключения датчиков и исполнительных механизмов. Схемы электропитания датчиков и исполнительных механизмов<br>Состав и структура программно-технических комплексов (ПТК), технические и программные средства ПТК. Входные и выходные сигналы. Конструкция шкафных устройств, их характеристики. Компоновка шкафов в ПТК, шины связи между шкафами.<br>Состав и структура системы верхнего блочного уровня управления (СВБУ). Принципы формирования структурной схемы СВБУ. Дисплейные и индивидуальные технические средства Программные средства СВБУ. | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4                      | 4 | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                      | 0 | 0 |
| 12 - 14 | <b>Тема 6. Блочный пункт управления.</b><br>Функции и состав пунктов управления. Блочный и резервный щиты - основные пункты управления. Конструкции БПУ современных отечественных и зарубежных АЭС. Основные функциональные зоны БПУ И РПУ. Роль и место экранов коллективного пользования. Видеокадры (форматы) СВБУ - основной источник представления информации оператору современных АСУ ТП. Функциональный состав и структура видеокадров. Принципы формирования видеокадров, их взаимосвязь,                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Всего аудиторных часов |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2                      | 2 | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Онлайн                 |   |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                      | 0 | 0 |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                        |    |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|----|
|             | понятие навигации                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                        |    |    |
| 15 - 16     | <b>Тема 7. Технология создания и перспективные схемы АСУ ТП АЭС.</b><br>Требования к технологии создания. Принципы проектирования АСУ ТП. Технология проектирования ПТК. Проверка и отработка проектных решений. Требования к перспективным АСУ ТП АЭС. Перспективные концепции создания АСУ ТП. Новые БПУ. Роль и место человека-оператора в перспективных системах управления АЭС. | Всего аудиторных часов |    |    |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2                      | 2  | 0  |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |    |    |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0                      | 0  | 0  |
| <b>1-16</b> | <b>Практическая часть</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0                      | 16 | 16 |
| 1 - 16      | <b>Практическая часть</b><br>Практическая часть                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Всего аудиторных часов |    |    |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0                      | 16 | 16 |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Онлайн                 |    |    |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0                      | 0  | 0  |

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>3 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5 - 6   | <b>Структура и состав ПТК АСУТП АЭС</b><br>Датчики и механизмы. Низовая автоматика. САПР низовой автоматике (GET). Средства наладки - программатор (STRUK, STEP). Серверы, коммутаторы, рабочие станции, Платформа Портал                                                                                                                                                        |
| 7 - 8   | <b>Реализация измерительных каналов. Прием и обработка аналоговых сигналов</b><br>Унифицированный аналоговый сигнал (подключение имитатора/калибратора, параметризация датчика создание видеокadra, привязка датчика к видеокadру, метрологическая аттестация канала). Аналоговые сигналы от термопар и термометров сопротивления. Дискретные сигналы с контролем и без контроля |
| 9 - 10  | <b>Выдача аналоговых и дискретных сигналов на показывающие приборы</b><br>Выдача аналоговых сигналов (подключение показывающего прибора по схеме подключения, параметризация датчика на GET - станции, метрологическая аттестация канала). Выдача дискретных сигналов на показывающие приборы (подключение, параметризация, проверка работоспособности канала)                   |
| 11 - 12 | <b>Реализация каналов индивидуального управления (задвижкой, двигателем, клапаном)</b><br>Подключение имитатора по схеме подключения. Параметризация функции индивидуального управления на GET - станции. Создание видеокadra и привязка к                                                                                                                                       |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | видеокадру.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 13 - 14 | <b>Реализация регуляторов</b><br>Подключение имитаторов. Параметризация функции индивидуального управления на GET - станции. Создание видеокадра и привязка к видеокадру. Проверка работоспособности канала. Реализация алгоритма на GET - станции. Проверка устойчивости контура регулирования                                                                                                 |
| 15 - 16 | <b>Реализация алгоритмов блокировок, защит, АВР</b><br>Подключение имитаторов механизмов и датчиков по схемам подключения. Параметризация функций индивидуального управления и датчиков на GET - станции. Создание видеокадра и привязка к видеокадру. Проверка работоспособности механизмов и датчиков. Реализация алгоритма управления на GET - станции. Проверка работоспособности алгоритма |

## ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

| Недели  | Темы занятий / Содержание                                                 |
|---------|---------------------------------------------------------------------------|
|         | <i>3 Семестр</i>                                                          |
| 1 - 2   | <b>Тема №1</b><br>АЭС как объект управления.                              |
| 3 - 4   | <b>Тема №2</b><br>Технологические основы АСУ ТП                           |
| 5 - 8   | <b>Тема №3</b><br>Нормативная база АСУ ТП.                                |
| 9 - 12  | <b>Тема №4</b><br>Оперативный персонал и роль оператора в управлении АЭС. |
| 13 - 14 | <b>Тема №5</b><br>ПТК основных подсистем АСУ ТП.                          |
| 15 - 16 | <b>Тема №6</b><br>Блочный пункт управления.                               |

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Подача материала в лекционной форме с помощью слайдовых презентаций.
- Обсуждение контрольных вопросов при проведении аудиторных занятий.
- Практические занятия в виде лабораторных работ с интерактивным участием студентов.

## 6. 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                                 |
|             | У-ПК-10             | Э                                 |

|       |         |                |
|-------|---------|----------------|
|       | В-ПК-10 | Э              |
| 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              |
|       | У-ПК-12 | Э              |
|       | В-ПК-12 | Э              |
| ПК-13 | З-ПК-13 | Э              |
|       | У-ПК-13 | Э              |
|       | В-ПК-13 | Э              |
| ПК-3  | З-ПК-3  | Э, КИ-16       |
|       | У-ПК-3  | Э, КИ-16       |
|       | В-ПК-3  | Э, КИ-16       |
| ПК-6  | З-ПК-6  | Э, КИ-16       |
|       | У-ПК-6  | Э, КИ-16       |
|       | В-ПК-6  | Э, КИ-16       |
| ПК-9  | З-ПК-9  | Э              |
|       | У-ПК-9  | Э              |
|       | В-ПК-9  | Э              |
| УК-2  | З-УК-2  | Э, КИ-16       |
|       | У-УК-2  | Э, КИ-16       |
|       | В-УК-2  | Э, 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,                                                                                |
| 60-64        |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|         |                              |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                              |   | нарушения логической последовательности в изложении программного материала.                                                                                                                                                                                                                                 |
| Ниже 60 | 2 –<br>«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. |

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ 3-43 Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография, Зверков В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
2. 621.039 3-43 Автоматизированная система управления технологическими процессами АЭС : монография, Зверков В.В., Москва: НИЯУ МИФИ, 2014

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## 9. 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 по выполнению 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.

3. Указания по выполнению лабораторных работ.

Получить у преподавателя задание к лабораторной работе и список рекомендованной литературы.

Повторение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить предварительные выкладки и план выполнения работы.

Выполнить задание по лабораторной работе. Ознакомиться с контрольными вопросами по теме проделанной работы.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

Ответить на вопросы преподавателя. Обратить внимание на глубину понимания полученных результатов и целей проделанной работы.

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

4. 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.

## **10. 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.

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

## 2. Указания для проведения лабораторных занятий.

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

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

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

## 3. 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).

## 4. 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.

Автор(ы):



Зверков Валерий Викторович, к.т.н.