

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 ИФТИС

Протокол № 1

от 28.08.2024 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ПРАКТИКУМ ПО ОСНОВАМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 15.03.04 Автоматизация технологических процессов  
и производств

| 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 |
|---------|------------------------|----------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|------------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------------|
| 5       | 1                      | 36                         | 0            | 32                        | 0                        |                                          | 4         | 0         |                                          |
| 6       | 2                      | 72                         | 0            | 30                        | 0                        |                                          | 42        | 0         | 3                                        |
| Итого   | 3                      | 108                        | 0            | 62                        | 0                        | 0                                        | 46        | 0         |                                          |

## АННОТАЦИЯ

В результате изучения дисциплины студенты знакомятся со структурой, основными компонентами и стадиями жизненного цикла киберфизических устройств и систем (КФУС); осваивают методы системного, функционального и схмотехнического проектирования информационно-измерительных и управляющих систем; получают навыки разработки и испытаний киберфизических устройств и систем на этапах жизненного цикла; учатся подходам к обеспечению надежности и безопасности КФУС, управлению процессом разработки и обеспечению качества при создании как аппаратного, так и программного обеспечения систем.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

- получение сведений об архитектуре и основных компонентах киберфизических устройств и систем;
- знакомство с теоретическими основами и практическими подходами к проектированию и конструированию электронной аппаратуры и оборудования КФУС, работающего в условиях воздействия дестабилизирующих факторов окружающей среды;
- приобретение практических навыков в проектировании, конструировании и проверке характеристик электронной аппаратуры и оборудования киберфизических устройств и систем.

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

Дисциплина является основой для изучения других дисциплин специализации, связанных с разработкой киберфизических устройств и систем, а также для выполнения научно-исследовательских работ студентов, курсовых проектов, производственной практики и дипломного проектирования.

Для изучения данной дисциплины студент должен обладать базовыми знаниями по основным разделам математики, физики, теоретических основ электротехники, инженерной графики.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции                                                                                                                        | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-4 [1] – Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности | З-ОПК-4 [1] – Знать: современные информационные технологии и программные средства<br>У-ОПК-4 [1] – Уметь: использовать современные информационные технологии и программные средства при моделировании технологических процессов<br>В-ОПК-4 [1] – Владеть: современными информационными технологиями и программными средствами при моделировании технологических процессов |

|                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ОПК-14 [1] – Способен разрабатывать алгоритмы и компьютерные программы, пригодные для практического применения | З-ОПК-14 [1] – Знать: основные методы алгоритмизации, языки и технологии программирования, структуру и архитектуру программного обеспечения<br>У-ОПК-14 [1] – Уметь: применять методы алгоритмизации, языки и технологии программирования при решении профессиональных задач<br>В-ОПК-14 [1] – Владеть: навыками программирования, отладки и тестирования разработанного программного обеспечения |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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>проектно-конструкторский</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                              |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Проектирование электронных систем, киберфизических устройств, информационно-измерительных систем, систем управления и автоматизации и их структурных элементов, включая аппаратное и программное обеспечение, в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования и современных информационных технологий, с учетом экологических требований и требований безопасной работы | киберфизические информационно-измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли | ПК-2 [1] - Способен проводить обоснование проектных решений<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 40.008 | З-ПК-2[1] - Знать: техническое задание, нормативно-техническую документацию, технические, технологические и экологические требования, законы и нормативные акты РФ в сфере производства, основные нормативы и стандарты надзорных органов;<br>У-ПК-2[1] - Уметь: применять и учитывать свод правил РФ и требования надзорных органов в обосновании проектных решений;<br>В-ПК-2[1] - Владеть: способами изложения проектных решений с учётом требований надзорных органов и законодательства РФ |
| <b>производственно-технологический</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                              |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Участие в разработке практических                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | киберфизические информационно-                                                                                                               | ПК-4 [1] - Способен участвовать в                                                                                         | З-ПК-4[1] - Знать: современные средства                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| мероприятий по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления изготовлением продукции, ее жизненным циклом и качеством, производственный контроль их выполнения                                                                                                         | измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли                               | разработке практических мероприятий по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления изготовлением продукции, ее жизненным циклом и качеством, производственный контроль их выполнения<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.033 | автоматизации и управления;<br>У-ПК-4[1] - Уметь: проводить мероприятия по совершенствованию систем и средств автоматизации и управления;<br>В-ПК-4[1] - Владеть: навыками проведения практических мероприятий по совершенствованию систем, а также проведение производственного контроля                                                                                                                                                                                |
| организационно-управленческий                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Участие в подготовке мероприятий по организации процессов разработки, изготовления, контроля, испытаний и внедрения продукции, средств и систем автоматизации, контроля, диагностики, управления производством, жизненным циклом продукции и ее качеством, их эффективной эксплуатации | киберфизические информационно-измерительные системы, системы контроля и управления ядерно-физических установок и производств атомной отрасли | ПК-5 [1] - Способен участвовать в разработке и практическом освоении средств, систем управления производством продукции, ее жизненным циклом и качеством, в подготовке планов освоения новой техники<br><br><i>Основание:</i><br>Профессиональный стандарт: 24.033   | 3-ПК-5[1] - Знать: основные кадровые документы (Устав, должностные инструкции персонала и их руководителей, правила внутреннего трудового распорядка, организационную структуру предприятия;<br>У-ПК-5[1] - Уметь: организовывать, руководить и координировать деятельностью подчиненного персонала в соответствии с требованиями должностных инструкций;<br>В-ПК-5[1] - Владеть: организаторскими способностями для обеспечения выполнения производственных показателей |

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели | Задачи воспитания (код) | Воспитательный потенциал |
|------------------|-------------------------|--------------------------|
|------------------|-------------------------|--------------------------|

| воспитания                  |                                                                                                                                                                            | дисциплин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (B17) | <p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.</p> |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (B18)                       | Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

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

|                             |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                                                                                              | <p>поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p> |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (В41) | <p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданным методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований,</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                    |                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    |                                                                                                                                                              | <p>отчетов, анализа результатов и подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий.</p> |
| <p>Профессиональное воспитание</p> | <p>Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства при разработке комплексных технических систем (B42)</p> | <p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданным методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования</p>       |



|                             |                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                                                                                                                                        | киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий.                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Профессиональное воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию (В43) | 1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной ответственности, творческого инженерного мышления путем проведения физических экспериментов по заданным методикам, учитывая конструктивные особенности разрабатываемой ядерно-физической, электрофизической и киберфизической аппаратуры и составления описания проводимых исследований, отчетов, анализа результатов и подготовки научных публикаций. 2. Использование воспитательного потенциала дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | интереса к инженерно-проектной деятельности через изучение вопросов применения методов программной инженерии в проектировании, повышения радиационной стойкости аппаратуры и учета внешних воздействующих факторов, ознакомление с технологиями промышленного производства посредством погружения студентов в работу научных лабораторий. |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практ. (семинары ) / Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции                                                                                                 |
|-------|-----------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | <i>5 Семестр</i>                        |        |                                                        |                                           |                               |                                     |                                                                                                                                 |
| 1     | Раздел 1                                | 1-8    | 0/16/0                                                 |                                           | 50                            | КИ-8                                | 3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ОПК-14, У-ОПК-14, В-ОПК-14, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5 |
| 2     | Раздел 2                                | 9-16   | 0/16/0                                                 |                                           | 50                            | КИ-16                               | У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5,                                                                         |

|   |                                             |      |        |  |     |       |                                                                                                                                                                           |
|---|---------------------------------------------|------|--------|--|-----|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|   |                                             |      |        |  |     |       | В-ПК-5,<br>З-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>З-ОПК-14,<br>У-ОПК-14,<br>В-ОПК-14,<br>З-ПК-2                                                                              |
|   | <i>Итого за 5 Семестр</i>                   |      | 0/32/0 |  | 100 |       |                                                                                                                                                                           |
|   | <b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b> |      |        |  | 0   | АттР  | З-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>З-ОПК-14,<br>У-ОПК-14,<br>В-ОПК-14,<br>З-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>З-ПК-4,<br>У-ПК-4,<br>В-ПК-4,<br>З-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5 |
|   | <i>6 Семестр</i>                            |      |        |  |     |       |                                                                                                                                                                           |
| 1 | Раздел 1                                    | 1-8  | 0/16/0 |  | 25  | КИ-8  | З-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>З-ОПК-14,<br>У-ОПК-14,<br>В-ОПК-14,<br>З-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>З-ПК-4,<br>У-ПК-4,<br>В-ПК-4,<br>З-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5 |
| 2 | Раздел 2                                    | 9-15 | 0/14/0 |  | 25  | КИ-15 | З-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>З-ОПК-14,<br>У-ОПК-14,<br>В-ОПК-14,<br>З-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>З-ПК-4,<br>У-ПК-4,<br>В-ПК-4,                                 |

|  |                                             |  |        |  |    |   |                                                                                                                                                                           |
|--|---------------------------------------------|--|--------|--|----|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                             |  |        |  |    |   | 3-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5                                                                                                                                              |
|  | <i>Итого за 6 Семестр</i>                   |  | 0/30/0 |  | 50 |   |                                                                                                                                                                           |
|  | <b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b> |  |        |  | 50 | 3 | 3-ОПК-4,<br>У-ОПК-4,<br>В-ОПК-4,<br>3-ОПК-14,<br>У-ОПК-14,<br>В-ОПК-14,<br>3-ПК-2,<br>У-ПК-2,<br>В-ПК-2,<br>3-ПК-4,<br>У-ПК-4,<br>В-ПК-4,<br>3-ПК-5,<br>У-ПК-5,<br>В-ПК-5 |

\* – 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 |
|-------------|---------------------|
| АТР         | Аттестация разделов |
| КИ          | Контроль по итогам  |
| З           | Зачет               |

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели     | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Лек., час.             | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|------------|
|            | <i>5 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                      | 32             | 0          |
| <b>1-8</b> | <b>Раздел 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0                      | 16             | 0          |
| 1          | <b>Киберфизические устройства и системы (КФУС).</b><br>Понятие КФУС. Типичная структура и состав КФУС.<br>Основные виды компонентов КФУС.<br>Примеры КФУС: датчик давления, система радиационного мониторинга, каротаж, импульсные нейтронные генераторы, программно-технические комплексы АЭС, БУ ПК, робот аварийный, система нейтронного мониторинга для проекта ИТЭР. Назначение и основные характеристики. | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0                      | 2              | 0          |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Онлайн                 |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0                      | 0              | 0          |
| 2 - 4      | <b>Жизненный цикл изделий. Этапы и стадии проектирования.</b><br>ЖЦ. Стадии ЖЦ, их характеристика.<br>Проектирования в жизненном цикле<br>Виды проектирования: системное, функциональное,                                                                                                                                                                                                                       | Всего аудиторных часов |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0                      | 6              | 0          |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Онлайн                 |                |            |
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0                      | 0              | 0          |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        |    |   |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|---|
|        | <p>схемотехническое, программное, конструкторское, технологическое.</p> <p>Создание инновационного продукта. Теория решения изобретательских задач.</p> <p>Патентные исследования. Этапы и стадии разработки.</p> <p>НИР. Отчеты о НИР и ПИ.</p> <p>ОКР. Техническое предложение. Техническое задание.</p> <p>Эскизный проект. Технический проект. Приемка разработки. Опытный образец. Опытное и серийное производство. Эксплуатация. Утилизация.</p> <p>Конструкторская документация в жизненном цикле.</p> <p>Состав и порядок ведения проектно-конструкторской документации.</p> <p>Информационные модели поддержки ЖЦ изделий и установок.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                        |    |   |
| 5 - 8  | <p><b>Системное, функциональное, схемотехническое проектирование киберфизических устройств и систем.</b></p> <p>Базовые принципы системной инженерии.</p> <p>Назначение и общие принципы системного, функционального, схемотехнического проектирования КФУС. Извлечение требований</p> <p>Декомпозиция объекта конструирования. Выявление функций и функциональное проектирование.</p> <p>Инструментальные (программные) средства поддержки системного и функционального проектирования.</p> <p>Эргодизайн. Схемотехническое проектирование</p> <p>Средства автоматизированного проектирования электронной аппаратуры. Конструкторская документация.</p> <p>Метрологическое обеспечение КФУС.</p> <p>Терминология. Средства измерений и их характеристики.</p> <p>Обработка результатов измерений</p>                                                                                                                                                                                           | Всего аудиторных часов |    |   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0                      | 8  | 0 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Онлайн                 |    |   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0                      | 0  | 0 |
| 9-16   | <b>Раздел 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0                      | 16 | 0 |
| 9 - 14 | <p><b>Базовые принципы конструирования информационно-измерительных и управляющих систем КФУС.</b></p> <p>Базовые принципы конструирования.</p> <p>Модульный принцип конструирования.</p> <p>Монтаж электронных компонентов. Виды соединений: пайка, сварка, накрутка, запрессовка, клеммники. Системы конструкторов. Специальные конструкции.</p> <p>Классификация и характеристика внешних воздействующих факторов. Механические внешние воздействующие факторы. Сейсмостойкость.</p> <p>Климатические внешние воздействующие факторы.</p> <p>Тепловой режим изделия и методы обеспечения нормального теплового режима. Защита от влияния влаги и от внешней агрессивной среды. Покрытия.</p> <p>Герметизация.</p> <p>Электромагнитная совместимость. Источники и виды помех. Категории жесткости электромагнитной обстановки и критерии качества функционирования.</p> <p>Методы обеспечения электромагнитной совместимости.</p> <p>Радиационная стойкость электронной аппаратуры. Состав</p> | Всего аудиторных часов |    |   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0                      | 14 | 0 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Онлайн                 |    |   |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0                      | 0  | 0 |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                        |    |   |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|---|
|         | и особенности ИИ, воздействующих на ЭА                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                        |    |   |
| 15 - 16 | <b>Основы проектирования и конструирования механического оборудования КФУС.</b><br>Виды и классификация изделий. Деление изделия на составные части. Схемы.<br>Технологичность конструкции изделия и ее обеспечение.<br>Конструкторская документации<br>Автоматизированные средства проектирования.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 2  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 0  | 0 |
|         | 6 Семестр                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0                      | 30 | 0 |
| 1-8     | <b>Раздел 1</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 16 | 0 |
| 1 - 2   | <b>Техническое регулирование. Стандартизация, сертификация и метрологическое обеспечение КФУС</b><br>Техническое регулирование. Цели и принципы.<br>Объекты стандартизации. Продукты и процессы. Роль стандартизации в обеспечении качества.<br>Национальная система стандартизации.<br>Классификация документов по стандартизации<br>Виды национальных стандартов. Системы стандартов (СРПП, ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, СПДС).<br>Отраслевая система стандартизации.<br>Стандартизация и нормативные документы на предприятии. Особенности стандартизации в ядерно-оружейном комплексе. Системы международной стандартизации (МЭК, МАГАТЭ, IEEE). Сертификация.<br>Добровольная и обязательная сертификация.<br>Государственный Реестр средств измерений.<br>Сертификация изделий в атомной отрасли. | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 4  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 0  | 0 |
| 3 - 5   | <b>Обеспечение надежности и безопасности КФУС</b><br>Показатели и расчет надежности. Структурные схемы надежности. Структурные решения для обеспечения требуемой надежности. Резервирование, дублирование, схемы с голосованием.<br>Отказы по общей причине: аппаратные, программные, строительные, природные (Фукусима). Принцип разнообразия. Виды разнообразия (NUREG/CR-7007).<br>Электробезопасность. Пожаробезопасность.<br>Информационная безопасность. Функциональная безопасность.<br>Требования к радиационной безопасности в процессе разработки и эксплуатации электрофизических и ядерных КФУС. Нормы РБ по категориям персонала. Средства обеспечения радиационной безопасности                                                                                                | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 6  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 0  | 0 |
| 6 - 8   | <b>Программно-технические платформы киберфизических устройств и систем</b><br>Обобщенная структура систем контроля и управления сложными технологическими объектами (на примере АСУ ТП АЭС).<br>Программно-технические комплексы как база современных систем контроля и управления.<br>Программно-технические платформы. Использование платформы в качестве технической базы ПТК.<br>Процессы разработки программного обеспечения.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 6  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0                      | 0  | 0 |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |   |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|---|
|         | Жизненный цикл ПО.<br>Стандарты разработки ПО для систем высокой ответственности.<br>Верификация и валидация. Документирование ПО.<br>ИИ в КФУС и системах поддержки разработки.<br>Возможности и методы реализации алгоритмов машинного обучения, в т.ч. искусственных нейросетей при реализации КФУС.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        |    |   |
| 9-15    | <b>Раздел 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 14 | 0 |
| 9 - 10  | <b>Отработка и испытания киберфизических устройств и систем на этапах ЖЦ</b><br>Виды испытаний. Программа и методика испытаний.<br>Подготовка к проведению испытаний. Предварительные и приемочные испытания. Прием-сдаточные и периодические испытания. Типовые испытания.<br>Расширенные испытания. Испытания на надежность.<br>Испытания на стойкость к внешним воздействующим факторам. Испытания на электромагнитную совместимость. Испытания на электробезопасность.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 4  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 0  | 0 |
| 11 - 13 | <b>Производство и эксплуатация киберфизических устройств и систем</b><br>Основные виды технологического оснащения производства. Технологические маршруты. Подготовка производства к изготовлению вновь разработанных изделий. Контроль в процессе производства и создание оснащения для производственного контроля.<br>Входной контроль. Сборочные операции. Настройка и регулировка. Операционный контроль. Автоматизация сборки и контроля.<br>Приемо-сдаточные испытания. Установочная серия.<br>Эксплуатация киберфизических устройств и систем.<br>Эксплуатационная документация.<br>Техническое обслуживание. Ремонт. Поверка и калибровка средств измерений. Регламентное обслуживание в эксплуатации. Сопровождение производства и эксплуатации со стороны разработчика.<br>Гарантийная и постгарантийная поддержка. Продление сроков эксплуатации. Утилизация. | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 6  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 0  | 0 |
| 14 - 15 | <b>Управление процессом разработки и обеспечение качества</b><br>Управление процессом разработки. Сетевое планирование.<br>Управление конфигурацией. Управление изменениями.<br>Система обеспечения качества. Стандарты ISO.<br>Программа обеспечения качества. Планы качества. Карты анализа несоответствий                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Всего аудиторных часов |    |   |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 4  | 0 |
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 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 ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

| Недели  | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <i>5 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1 - 8   | <b>Киберфизические устройства и системы (КФУС)</b><br>Знакомство с примерами КФУС и выявление типичных компонент КФУС. Экскурсии во ФГУП "ВНИИА".<br>Классификация датчиков. Рассмотрение принципов работы и особенностей различных видов датчиков. Датчики давления производства ФГУП "ВНИИА" |
| 9 - 12  | <b>Системное, функциональное, схмотехническое проектирование киберфизических устройств и систем</b><br>Применение методов системной инженерии для выявления требований.<br>Составление технического задания.<br>Декомпозиция сложного объекта на функциональные части                          |
| 13 - 16 | <b>Базовые принципы конструирования информационно-измерительных и управляющих систем КФУС</b><br>Знакомство с конструктивом "Евромеханика" и его элементами. Конфигурирование крейта Schroff Nvent.                                                                                            |
|         | <i>6 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1 - 2   | <b>Техническое регулирование. Стандартизация, сертификация и метрологическое обеспечение КФУС</b><br>Понятие погрешности, виды погрешностей. Составляющие и бюджет погрешности                                                                                                                 |
| 3 - 6   | <b>Обеспечение надежности и безопасности КФУС</b><br>Обеспечение надежности и безопасности КФУС<br>Расчеты надежности и пожаробезопасности                                                                                                                                                     |
| 7 - 12  | <b>Программно-технические платформы киберфизических устройств и систем</b><br>Программно-технические средства ТПТС. Программирование ТПТС.                                                                                                                                                     |
| 13 - 15 | <b>Отработка и испытания киберфизических устройств и систем на этапах ЖЦ</b><br>Испытания киберфизических устройств и систем на этапах ЖЦ                                                                                                                                                      |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Чтение лекций.

Проведение практических занятий.

Экскурсии на базовое предприятие.

Обсуждение контрольных вопросов при проведении аудиторных занятий.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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



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

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1) | Аттестационное мероприятие (КП 2) |
|-------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| ОПК-14      | З-ОПК-14            | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ОПК-14            | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ОПК-14            | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
| ОПК-4       | З-ОПК-4             | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ОПК-4             | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ОПК-4             | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
| ПК-2        | З-ПК-2              | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ПК-2              | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ПК-2              | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
| ПК-4        | З-ПК-4              | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ПК-4              | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ПК-4              | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
| ПК-5        | З-ПК-5              | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | У-ПК-5              | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |
|             | В-ПК-5              | АттР, КИ-8, КИ-16                 | З, КИ-8, КИ-15                    |

### 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 твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.                                                                                                     |
| 75-84        |                               | C           |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 70-74        |                               | D           |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 65-69        | 3 – «удовлетворительно»       | E           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.    |
| 60-64        |                               |             |                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|         |                              |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ниже 60 | 2 –<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. |
|---------|------------------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

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

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Х 17 Инженерия требований : , Халл Э. [и др.], Москва: ДМК Пресс, 2017
2. ЭИ М 91 Проектирование функциональных узлов и модулей радиоэлектронных средств : учебное пособие, Муромцев Д. Ю. [и др.], Санкт-Петербург: Лань, 2021

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.38 К65 Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры : Учебник для вузов, , М.: МГТУ, 2002
2. ЭИ Б 28 Системная и программная инженерия. Словарь-справочник : учебное пособие для вузов, Батоврин В. К., Москва: ДМК Пресс, 2010
3. ЭИ К 72 Системная инженерия. Принципы и практика : учебное пособие, Свит У. , Косяков А., Москва: ДМК Пресс, 2014

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Программный пакет ELVIS mx Instrument Launcher ()
2. Программный пакет Multisim 10.1 ()

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

## 10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

### 1. Указания для прослушивания лекций

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

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

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

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

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

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

### 2. Указания для проведения практических занятий.

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

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

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

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

Для сдачи зачета по работе подготовить ответы на задания, выданные преподавателем. В ответах должны быть отражены основные результаты и выводы.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В ходе занятия при необходимости выяснять у преподавателя неясные вопросы.

### 3. Указания для выполнения самостоятельной работы

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

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

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

По результатам контроля преподавателем выставляются баллы за соответствующие разделы курса. Если количество баллов меньше указанного в программе, в конце семестра студент должен ликвидировать задолженность по соответствующим разделам курса.

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

### 1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых 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.

Желательно использовать учебные пособия, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует рекомендовать студентам работать самостоятельно с выданными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным занятиям.

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

## 2. Указания для проведения практических занятий

На первом практическом занятии сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе. Дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников.

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

При проведении практического занятия преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, не следует увлекаться простыми примерами, оставляя их либо на студентов, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям.

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

Обязательно использовать ГОСТы, в которых используется общепринятая система обозначений.

Давать рекомендации студентам для подготовки к очередным практическим занятиям.

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

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

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

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

Требовать, чтобы основные результаты работы были зафиксированы студентами в письменном и в электронном виде.

## 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).

Автор(ы):

Федоров Владимир Алексеевич