

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ  
КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО УМС ИФТИС

Протокол № 1

от 26.04.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/В СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экс./зач./КР/КП
5	2	72	32	32	0	8	0	З
6	4	144	30	30	0	39	0	Э
Итого	6	216	62	62	0	47	0	

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина дает обучающимся возможность изучения физических принципов действия, проектирования и конструирования приборов, физических установок и технологического оборудования, используемых в атомной и других высокотехнологичных отраслях; типовых конструкций деталей, механизмов и узлов приборов и установок; методов и методик расчетов физических установок и их элементов; правил разработки и оформления конструкторской документации, а также приобретения соответствующих компетенций.

В рамках реализации государственного задания на выполнение работы «Методическое обеспечение образовательной деятельности» по теме «Методологическое сопровождение внедрения образовательных программ по компетенциям «Ворлдскиллс» в образовательную деятельность организаций высшего образования» в данную дисциплину добавлен смежный образовательный модуль по компетенции FutureSkills: «Аддитивное производство».

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины «Основы проектирования киберфизических устройств и систем» является приобретение студентами знаний, умений, навыков и компетенций, необходимых для:

- выбора физического принципа действия и технических решений создаваемых устройств, систем и их элементов;
- разработки проектной и конструкторской документации;
- обоснования соответствия характеристик конструкций и устройств требованиям технических заданий, требованиям безопасности, стандартов и других нормативных документов.

В рамках смежного образовательного модуля «Аддитивное производство» студенты приобретут знания, умения, навыки и компетенции, необходимые для:

- создания объектов гораздо более сложных форм;
- снижения массы готового изделия, благодаря оптимизации геометрии, используя только необходимое количество материала, что дает экономический эффект даже несмотря на более высокую стоимость материала;
- комбинирования материалов, создания градиентных «сплавов» или сплавов из металлов, склонных к ликвации;
- уменьшения количества сборочных единиц, изготавливая сложные объекты как единые целые, обеспечивая при этом прежнюю или лучшую функциональность;
- сокращения времени на НИОКР и подготовку производства новой продукции.
- способности к анализу и синтезу пространственных форм и отношений на основе графических моделей пространства, практически реализуемых в виде твердотельных 3D-моделей, изделий, полученных с использованием аддитивных технологий.

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

Для изучения дисциплины необходимо владение базовыми знаниями, умениями, навыками и компетенциями в области инженерных расчетов, материаловедения, инженерной графики и геометрического моделирования, а также информационных технологий и САПР.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен использовать базовые знания естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>З-ОПК-1 [1] – Знать базовые законы естественнонаучных дисциплин; основные математические законы; основные физические явления, процессы, законы и границы их применимости; сущность основных химических законов и явлений; методы математического моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p> <p>У-ОПК-1 [1] – Уметь выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</p> <p>В-ОПК-1 [1] – Владеть математическим аппаратом для разработки моделей процессов и явлений, решения практических задач профессиональной деятельности; навыками использования основных общефизических законов и принципов</p>

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

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	Объект или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
проектный			
расчет и проектирование элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO	киберфизические приборы и системы в атомной отрасли, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, современная электронная схемотехника, системы диагностики, управления и контроля ядерных и других	<p>ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.011, 40.178, Анализ</p>	<p>З-ПК-4[1] - знать типовые методики планирования и проектирования систем ;</p> <p>У-ПК-4[1] - уметь использовать стандартные средства автоматизации проектирования;;</p> <p>В-ПК-4[1] - владеть методами расчета и проектирования деталей и узлов</p>

	физических установок, системы автоматизированного управления установками, разработка и технологии применения киберфизических систем для анализа веществ	опыта: Расчет и проектирование элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO.	приборов и установок в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO
проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов	киберфизические приборы и системы в атомной отрасли, ядерные реакторы, материалы ядерных реакторов, ядерные материалы и системы обеспечения их безопасности, современная электронная схемотехника, системы диагностики, управления и контроля ядерных и других физических установок, системы автоматизированного управления установками, разработка и технологии применения киберфизических систем для анализа веществ	ПК-5 [1] - Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078, 40.008, 40.037, Анализ опыта: Проведение предварительного технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов.	З-ПК-5[1] - знать методы анализа для технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов; ; У-ПК-5[1] - уметь проводить предварительные технико-экономическое обоснование проектных решений при разработке установок и приборов; В-ПК-5[1] - владеть методами проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных решений при разработке установок и приборов

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных	1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в нейтронную физику" для формирования профессиональной

	<p>технических систем (В41)</p>	<p>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.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства при разработке комплексных технических систем (В42)</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</p>

		<p>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 творческого инженерного мышления и стремления к постоянному самосовершенствованию (В43)</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 киберфизических устройств и систем» для формирования приверженности к профессиональным ценностям, этике и культуре инженера-разработчика, повышения интереса к инженерно-проектной</p>

		<p>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>
--	--	---

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (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	Часть 1	1-8	16/16/0		50	КИ-8	3-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-5, У-ПК-5, В-ПК-5
2	Часть 2	9-16	16/16/0		50	КИ-16	3-ОПК-

							1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/32/0		100		
	<b>Контрольные мероприятия за 5 Семестр</b>				0	3	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5
	<i>6 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3-ПК-



							4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5
2	Часть 2	9-15	14/14/0		25	КИ-15	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 5, У- ПК-5, В- ПК-5
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/30/0		50		
	<b>Контрольные мероприятия за 6 Семестр</b>				50	Э	3- ОПК- 1, У- ОПК- 1, В- ОПК- 1, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 5, У- ПК-5,

							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
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Неделя	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	32	32	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	16	16	0
1	<b>Введение в КФУС</b> Понятие КФУС. Типичная структура и состав КФУС (сенсоры, интеллектуальные средства обработки, исполнительные устройства). Основные виды компонентов КФУС (механические, электрофизические, электронные, программно-технические). Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 1 ч.): Организация и управление работой Назначение и область применения Аддитивного производства. Важность и необходимость технического задания для выполнения работ. Важность учета и планирования времени выполнения работ. Существующие международные стандарты (ISO) и стандарты, используемые в настоящее время в промышленности. Техническую терминологию и обозначения соответствующие области. Связанные с компетенцией теоретические и прикладные разделы математики, геометрии и физики. Общеизвестные информационно-вычислительные системы и специальные профессиональные программы для Аддитивного производства и САД. Важность точного и четкого представления проектов потенциальным пользователям.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	<b>Введение в КФУС</b> 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	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>характеристики. Стадии ЖЦ, их характеристика.</p> <p>Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 1 ч.):</p> <p>Организация и управление работой</p> <p>Важность наличия эффективного обмена информацией в профессиональном сообществе между сотрудниками, заказчиками и иными специалистами, вовлеченными в производственный процесс. Значимость обеспечения культуры производства (порядка в одежде и на рабочем месте, систематизации материалов и данных). Важность обеспечения высокого уровня информированности о новых и развивающихся технологиях. Роль инновационного творческого подхода при решении технических проектных проблем и вызовов времени. Законодательство в области техники безопасности и норм охраны здоровья и лучшие практики со специальными мерами безопасности при работе на автоматизированных рабочих местах с использованием видео дисплеев и устройств бесконтактной оцифровки.</p>			
3	<p><b>Жизненный цикл изделий и установок</b></p> <p>Виды проектирования в жизненном цикле: системное, функциональное, схемотехническое, программное, конструкторское, технологическое. Этапы и стадии разработки. НИР, ОКР. Патентные исследования. Отчеты о НИР и ПИ. Техническое предложение. Техническое задание.</p> <p>Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 1 ч.):</p> <p>Организация и управление работой</p> <p>Самостоятельный разбор технического задания, планирование времени его выполнения и соблюдение установленных временных рамок. Последовательное применение существующих международных стандартов (ISO) и стандартов, используемых в настоящее время в промышленности. Применение и продвижение применения законодательства и лучших практик в области техники безопасности и норм охраны труда на рабочем месте. Использование в Аддитивном производстве знания в области прикладной математики, физики и геометрии. Использование в соответствующей области терминологию и специальные обозначения. Использование общепризнанных информационно-вычислительных систем и специальных профессиональных программы для Аддитивного производства и САД. Работа с проблемами в системах, такими как: ложные сообщения, отсутствие ожидаемого отклика периферийных устройств, наличие очевидных дефектов в оборудовании или соединительных проводах.</p>	<b>Всего аудиторных часов</b>		
		2	2	0
		<b>Онлайн</b>		
		0	0	0
4	<p><b>Жизненный цикл изделий и установок</b></p> <p>Эскизный проект. Технический проект. Приемка</p>	<b>Всего аудиторных часов</b>		
		2	2	0

	<p>разработки. Опытный образец. Опытное и серийное производство. Эксплуатация. Утилизация.</p> <p>Конструкторская документация в жизненном цикле. Состав и порядок ведения проектно-конструкторской документации. Информационные модели поддержки ЖЦ изделий и установок. Базовые принципы системной инженерии.</p> <p>Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 1 ч.):</p> <p>Организация и управление работой</p> <p>Проведение работ, которые полностью отвечает техническому заданию и требованиям стандартов.</p> <p>Поддерживание культур производства (порядка в одежде и на рабочем месте, систематизации материалов и данных).</p> <p>Обеспечение эффективной коммуникации между специалистами, вовлеченными в проект и заказчиком, которая гарантирует соответствие производимого Аддитивного производства требованиям технического задания и стандартам. Объяснение заказчикам и другим профессионалам роль и практические приложения Аддитивного производства. Разъяснения экспертам и не экспертам по сложным техническим вопросам Аддитивного производства, обращая внимание на ключевые элементы. Поддерживание непрерывного профессионального развития в целях обеспечения соответствия знаний и навыков новым и развивающимся в Аддитивном производстве технологиям и практикам.</p> <p>Уточнение технического задания, для максимально точного выполнения требований.</p>	Онлайн		
		0	0	0
5	<p><b>Киберфизические устройства и системы</b></p> <p>Назначение и общие принципы системного, функционального, схемотехнического проектирования КФУС. Компонентная база разных видов киберфизических устройств и систем. Метрологическое обеспечение на этапах проектирования.</p> <p>Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.):</p> <p>Преобразование Scan-to-CAD и оптимизация</p> <p>Программное обеспечение для преобразования 3D SCAN-TO-CAD (GOM Inspect). Программное обеспечение CAD (Autodesk Inventor). Требования к полигональным моделям для возможности извлечения из них (построения на их основе) примитивов для целей Аддитивного производства. Методы извлечения примитивов из полигональных моделей для целей Аддитивного производства.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<p><b>Киберфизические устройства и системы</b></p> <p>Инструментальные (программные) средства поддержки системного, функционального, схемотехнического проектирования, в т.ч. математического моделирования различных видов киберфизических устройств и систем.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	<p>Техническая диагностика. Виды, методы поиска и обнаружения неисправностей. Тестовое и функциональное диагностирование.</p> <p>Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.):</p> <p>Преобразование Scan-to-CAD и оптимизация</p> <p>Механические системы и принципы их работы. Основы построения технических рисунков и чертежей. Основы сборки компонентов. Методы сопоставления CAD моделей и полигональных моделей, полученных в результате 3D оцифровки. Требования к CAD моделям, предназначенным для ЧПУ обработки. Свойства материалов, применяемых в машиностроении.</p>			
7	<p><b>Принципы конструирования</b></p> <p>Базовые принципы конструирования. Модульный принцип конструирования. Монтаж электронных компонентов.</p> <p>Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.):</p> <p>Преобразование Scan-to-CAD и оптимизация</p> <p>Создание редактируемой CAD модели по данным оцифровки (по полигональным моделям). Восполнение недостающих данных об отдельных элементах проектируемого объекта по имеющимся в полигональной модели данным об объекте (например, на зубчатом колесе сохранился только 1 зуб, или на червяке - 1 виток, или имеется только 1/3 фланца).</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
8	<p><b>Принципы конструирования</b></p> <p>Виды соединений: пайка, сварка, накрутка, запрессовка, клеммники. Системы конструктивов. Специальные конструкции. Эргодизайн.</p> <p>Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.):</p> <p>Преобразование Scan-to-CAD и оптимизация</p> <p>Восполнение недостающих данных об отдельных элементах проектируемого объекта по данным, снятым с ответных деталей. Восполнение недостающих данных об отдельных элементах проектируемого объекта по данным, снятым ручным инструментом с имеющегося объекта (например, определение глубины глухого отверстия глубиномером или его диаметра - нутромером).</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
9-16	<b>Часть 2</b>	16	16	0
9	<p><b>Электронная аппаратура</b></p> <p>Средства автоматизированного проектирования электронной аппаратуры. Конструкторская документация ЭА. Защита изделий от внешних воздействующих факторов.</p> <p>Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.):</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		

	Преобразование Scan-to-CAD и оптимизация Внесение в создаваемые компьютерные модели изменения, в соответствии с техническим заданием. Анализ отклонений проектируемого объекта от результатов 3D оцифровки. Проведение анализа и оптимизации структуры модели в соответствии с техническим заданием.			
10	<b>Электронная аппаратура</b> Классификация и характеристика внешних воздействующих факторов. Механические внешние воздействующие факторы. Сейсмостойкость. Климатические внешние воздействующие факторы. Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.): Преобразование Scan-to-CAD и оптимизация Создание рабочих чертежей в стандарте ISO, при необходимости сопровождаемые письменными инструкциями. Применение стандартов на условные размеры и допуски и на геометрические размеры и допуски, соответствующие стандарту ISO.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Характеристики ЭА</b> Тепловой режим изделия и методы обеспечения нормального теплового режима. Защита от влияния влаги и от внешней агрессивной среды. Покрытия. Герметизация. Электромагнитная совместимость. Источники и виды помех. Категории жесткости электромагнитной обстановки и критерии качества функционирования. Методы обеспечения электромагнитной совместимости. Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.): Обработка и анализ данных 3D оцифровки Программное обеспечение для обработки данных 3D оцифровки (GOM Inspect etc.). Методы работы с данными 3D оцифровки.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Характеристики ЭА</b> Радиационная стойкость электронной аппаратуры. Состав и особенности ИИ, воздействующих на ЭА. Структурные радиационные дефекты в полупроводниковых приборах (ПП) и интегральных схемах (ИС). Оценка и прогнозирование стойкости электронной аппаратуры. Защита ЭА от ИИ. Конструкционные и функциональные материалы. Типовые компоненты и стандартное оборудование. Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.): Обработка и анализ данных 3D оцифровки Требования к полигональным моделям, полученным в результате 3D оцифровки, предназначенным для последующей работы, например, Аддитивного производства.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

13	<p><b>Программные средства разработки и проектирования</b>  Методы и инструментальные (программные) средства проектирования и конструирования. Расчетное обоснование проектных решений. Автоматизированные средства проектирования. Разработка цифровых моделей электрофизических и ядерно-физических КФУС.  Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 1 ч.):  Подготовка моделей к формообразованию  Программное обеспечение для подготовки моделей, симуляции и анализа процессов формообразования.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	<p><b>Программные средства разработки и проектирования</b>  Программные средства для разработки, моделирования, обеспечения автономного функционирования, самоуправления, самодиагностики, самообучения и коммуникаций КФУС. Методы и инструментальные (программные) средства разработки и проектирования элементов и узлов электрофизических и ядерно-физических КФУС.  Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 1 ч.):  Подготовка моделей к формообразованию  Технологии постобработки и их возможности.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<p><b>Моделирование</b>  Моделирование электромагнитных полей, теплофизических процессов, динамики потоков заряженных частиц, процессов генерации ионизирующих излучений и их взаимодействия с веществом.  Моделирование деградации свойств КФУС под воздействием ионизирующего излучения и других внешних факторов.  Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 1 ч.):  Подготовка моделей к формообразованию  Подготовка модели для 3D печати с учетом достижения наилучшего качества и минимизации затрат на построение и постобработку.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	<p><b>Моделирование</b>  Конструкционные, электроизоляционные и функциональные материалы ядерно- и электрофизической аппаратуры. Типовые компоненты и стандартное оборудование источников ионизирующего излучения, средств регистрации излучения и радиационной защиты. Физические принципы работы, схмотехника, составные элементы и узлы мощных электроимпульсных систем.  Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 1 ч.):  Подготовка моделей к формообразованию</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Симуляция и анализ процессов формообразования. Определение необходимых процессов постобработки, их трудоемкость и стоимость.			
	<i>6 Семестр</i>	30	30	0
<b>1-8</b>	<b>Часть 1</b>	16	16	0
1	<b>Тема 1</b> Техническое регулирование. Цели и принципы. Объекты стандартизации. Продукты и процессы. Роль стандартизации в обеспечении качества. Структура национальной системы стандартизации Российской Федерации. Классификация документов по стандартизации	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
2	<b>Тема 2</b> Виды национальных стандартов. Системы стандартов (СРПЦ, ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД, СПДС и т.д.). Отраслевая система стандартизации. Стандартизация и нормативные документы на предприятии. Особенности стандартизации в ядерно-оружейном комплексе.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
3	<b>Тема 3</b> Системы международной стандартизации (МЭК, МАГАТЭ, IEEE). Сертификация. Добровольная и обязательная сертификация. Государственный Реестр средств измерений. Сертификация изделий в атомной отрасли. ГСОЕИ. Метрологическое обеспечение (МО) измерительных систем.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
4	<b>Тема 4</b> Измерительная система как особая разновидность средств измерений. Основные термины и определения метрологии. Базовые нормативные документы в части МО ИС. Современное направление развития МО ИС.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
5	<b>Тема 5</b> Показатели и расчет надежности. Структурные схемы надежности. Структурные решения для обеспечения требуемой надежности. Резервирование, дублирование, схемы с голосованием. Отказы по общей причине: аппаратные, программные, строительные, природные (Фукусима). Принцип разнообразия. Виды разнообразия (NUREG/CR-7007). Электробезопасность. Пожаробезопасность. Кибербезопасность. Требования к радиационной безопасности в процессе разработки и эксплуатации электрофизических и ядерных КФУС. Нормы РБ по категориям персонала. Программные средства для расчетов радиационной опасности и радиационной защиты.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
6	<b>Тема 6</b> Обеспечение радиационной безопасности. Технические и административные средства обеспечения безопасности. Виды испытаний. Программа и методика испытаний. Подготовка к проведению испытаний. Предварительные и приемочные испытания. Приемосдаточные и периодические испытания. Типовые испытания. Расширенные испытания.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
7	<b>Тема 7</b>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		



	Испытания на надежность. Испытания на стойкость к механическим ВВФ и сейсмостойкость. Климатические испытания. Испытания на термо и влагостойкость, степени пыле-влагозащиты. Испытания на коррозионную стойкость.	2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	<b>Тема 8</b> Испытания на электромагнитную совместимость и помехоэмиссию. Радиационно-ресурсные испытания. Испытания на электробезопасность. Контрольно-измерительная и испытательная аппаратура на этапах ЖЦ КФУС.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	<b>Часть 2</b>	14	14	0
9 - 10	<b>Тема 9</b> Обобщенная структура систем контроля и управления сложными технологическими объектами (на примере АСУ ТП АЭС). Иерархический принцип построения СКУ. Уровень КИП, контроллерный уровень, уровень операторского управления. Программно-технические комплексы как база современных систем контроля и управления. Типовые функции ПТК. Программно-технические платформы. Принципиальные различия между ПТК и ПТП. Использование платформы в качестве технической базы ПТК.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11 - 12	<b>Тема 10</b> Структура программно-технической платформы. Архитектура аппаратных средств ПТП. Архитектура программных средств ПТП. Обзор современных отечественных и зарубежных ПТП. Процессы разработки программного обеспечения. Жизненный цикл ПО. Стандарты разработки ПО для систем высокой ответственности. Верификация и валидация. Документирование ПО.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13 - 14	<b>Тема 11</b> Средства искусственного интеллекта в структуре КФС и системах поддержки разработки. Возможности и методы реализации алгоритмов машинного обучения, в т.ч. искусственных нейросетей при реализации КФУС. Основные виды технологического оснащения производства. Технологические маршруты. Подготовка производства к изготовлению вновь разработанных изделий. Контроль в процессе производства и создание оснащения для производственного контроля. Входной контроль. Сборочные операции. Настройка и регулировка. Операционный контроль. Автоматизация сборки и контроля. Приемосдаточные испытания. Установочная серия.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Тема 12</b> Эксплуатация киберфизических устройств и систем. Эксплуатационная документация. Техническое обслуживание. Ремонт. Поверка и калибровка средств измерений. Регламентное обслуживание в эксплуатации. Сопровождение производства и эксплуатации со стороны	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

разработчика. Гарантийная и постгарантийная поддержка. Продление сроков эксплуатации. Утилизация. Управление процессом разработки. Сетевое планирование. Управление конфигурацией. Управление изменениями. Система обеспечения качества. Стандарты ISO. Программа обеспечения качества. Планы качества. Карты анализа несоответствий.			
---	--	--	--

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

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В учебном процессе используются интерактивные методы и информационные технологии как во время аудиторных занятий, так и во время самостоятельной работы студента.

## 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-1	З-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-1	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-5	З-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-5	З, КИ-8, КИ-16	Э, 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 – <i>«отлично»</i>	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 – <i>«хорошо»</i>	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 – <i>«удовлетворительно»</i>	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 – <i>«неудовлетворительно»</i>	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 А 65 Детали машин и основы конструирования. Курсовое проектирование : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2013
2. ЭИ В 21 Модели и способы взаимодействия пользователя с киберфизическим интеллектуальным пространством : монография, Санкт-Петербург: Лань, 2019

3. ЭИ Р 26 Электронные сигналы и цепи. Цифровые сигналы и устройства : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2016

4. 621.8 В67 Сборник задач по курсу "Детали машин и основы конструирования" : учебное пособие для вузов, З. С. Волкова, Ю. А. Капралов, В. Р. Островский, Москва: МИФИ, 2007

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.8 И20 Детали машин : учебник для вузов, Москва: Высшая школа, 2010

2. ЭИ Т 98 Детали машин : учебное пособие, Санкт-Петербург: Лань, 2013

3. 621 Т38 Техническая механика Кн.1 Теоретическая механика, Москва: Машиностроение, 2012

4. 621 Т38 Техническая механика Кн.2 Сопротивление материалов, Москва: Машиностроение, 2012

5. 621 Т38 Техническая механика Кн.3 Основы теории механизмов и машин, Москва: Машиностроение, 2012

6. 621 Т38 Техническая механика Кн.4 Детали машин и основы проектирования, Москва: Машиностроение, 2012

7. 681 Д42 Конструирование вакуумных вводов движения с механической связью : Учеб. пособие, В. А. Джонсон, М.: МИФИ, 1991

8. 004 Е51 Автоматизация проектирования в программном комплексе T-Flex : учебное пособие, В. Г. Елисеев, В. М. Коробов, Н. Н. Милованов, Москва: НИЯУ МИФИ, 2010

9. 65 К20 Сборник задач по курсу "Основы конструирования приборов , установок и САПР" : Учеб. пособие, Ю. А. Капралов, Ю. А. Кречко, В. В. Сизов, М.: МИФИ, 1983

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

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

1. Компьютер преподавателя (А-220)

2. Компьютер студента 13 шт. (А-220)

3. Оптический 3D-сканер RangeVision Spectrum (А-120)

#### 4. 3D принтер Anycubic Formax (A-120)

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

Цель методических рекомендаций для студентов – оптимизация процесса изучения данной дисциплины.

Учебно-методические материалы выдаются преподавателем в электронном виде. Эти материалы не являются дословным изложением лекций и семинаров, а лишь их кратким содержанием. Они должны активно использоваться при подготовке к аттестации разделов и экзамену.

Следует помнить, что в устные опросы и экзаменационные вопросы не входит материал, который не был прочитан на лекциях или обсужден на семинарах. Тем не менее, для целей эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет – ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе, особенно выдаваемой в электронном виде, изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего специалиста.

### **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

Учебно-методические материалы выдаются преподавателем в электронном виде. Они должны активно использоваться при подготовке к текущему и рубежному контролю успеваемости.

Для целей эффективного использования полученных знаний рекомендуется ознакомиться с интернет – ресурсами и литературой. В рекомендованной литературе, особенно выдаваемой в электронном виде, изучаемые вопросы рассматриваются более глубоко, их изучение повышает квалификацию будущего специалиста.

Автор(ы):

Берестов Александр Васильевич, к.соц.н., доцент