

ИНСТИТУТ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ
КАФЕДРА КОНСТРУИРОВАНИЯ ПРИБОРОВ И УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КИБЕРФИЗИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 15.03.06 Мехатроника и робототехника

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, экз./зач./КСР/КП
5	3	108	32	32	0	44	0	
6	4	144	30	30	0	30	0	Э
Итого	7	252	62	62	0	74	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-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 принципы их работы У-ОПК-4 [1] – уметь применять современные информационные технологии для решения задач профессиональной деятельности В-ОПК-4 [1] – владеть навыками использования современных информационных технологий

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
проектно-конструкторский			
Разработка программного обеспечения, необходимого для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах	Мехатронные, киберфизические и робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального	ПК-2 [1] - Способен разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	З-ПК-2[1] - знать методы разработки программного обеспечения для мехатронных и робототехнических систем. ; У-ПК-2[1] - уметь разрабатывать управляющие программы для систем управления. ; В-ПК-2[1] - владеть навыками программирования микропроцессоров и микроконтроллеров.

	исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем		
научно- исследовательский			
Анализ научно-технической информации, обобщение отечественного и зарубежного опыта в области средств автоматизации и управления, проведение патентного поиска, составление описания заявки на полезную модель	Мехатронные, киберфизические и робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем	ПК-4 [1] - Способен осуществлять анализ научно-технической информации, обобщать отечественный и зарубежный опыт в области средств автоматизации и управления, проводить патентный поиск, составлять описание заявки на полезную модель <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	З-ПК-4[1] - знать виды интеллектуальной собственности, основные нормативные правовые акты, регулирующие сферу интеллектуальной собственности. ; У-ПК-4[1] - уметь проводить поиск и анализ научно-технической информации, в том числе по ГОСТ Р 15.011-96, и составлять формулу заявки на изобретение и полезную модель. ; В-ПК-4[1] - владеть навыками работы с научно-технической информацией.
Сервисно- эксплуатационный			
Настройка систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов	Мехатронные, киберфизические и робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а)	ПК-11 [1] - Способен настраивать системы управления и обработки информации, управляющие средства	З-ПК-11[1] - знать структуру систем управления технологическим оборудованием, основы

<p>и осуществление их регламентного эксплуатационного обслуживания с использованием соответствующих инструментальных средств</p>	<p>информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем</p>	<p>и комплексы и осуществлять их регламентное эксплуатационное обслуживание с использованием соответствующих инструментальных средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>регламентного эксплуатационного обслуживания систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов, особенности методов диагностики мехатронных систем. ; У-ПК-11[1] - уметь использовать инструментальные средства для настройки систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов. ; В-ПК-11[1] - владеть навыками настройки систем управления и обработки информации, управляющих средств и комплексов.</p>
<p>Проверка технического состояния оборудования, проведение его профилактического контроля и ремонта путем замены отдельных модулей</p>	<p>Мехатронные, киберфизические и робототехнические системы в атомной промышленности и их составляющие: а) информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули мехатронных и робототехнических систем; б) математическое, алгоритмическое и программное обеспечение мехатронных и робототехнических систем; в) методы и средства проектирования, моделирования,</p>	<p>ПК-12 [1] - Способен осуществлять проверку технического состояния оборудования, производить его профилактический контроль и ремонт путем замены отдельных модулей</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-12[1] - знать методические, нормативные и руководящие материалы, относящиеся к вопросам эксплуатации, модернизации и ремонта технологического оборудования, основные способы ремонта, задачи технического обслуживания оборудования. ; У-ПК-12[1] - уметь производить профилактический контроль оборудования. ; В-ПК-12[1] - владеть</p>

	экспериментального исследования мехатронных и робототехнических систем; г) научные исследования и производственные испытания мехатронных и робототехнических систем		навыками проверки технического состояния оборудования.
--	---	--	--

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия (В17)	<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</p>

		междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
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)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством

		<p>обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</p>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности (B22)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и 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>
<p>Профессиональное воспитание</p>	<p>Создание условий, обеспечивающих, формирование профессиональной ответственности, этики и культуры инженера-разработчика комплексных технических систем (B41)</p>	<p>1. Использование воспитательного потенциала дисциплин "Введение в физику взаимодействия ионизирующего излучения с веществом", "Введение в</p>

		<p>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.</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</p>

		<p>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 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</p>

		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	Часть 1	1-8	16/16/0		50	КИ-8	3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-

							ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Часть 2	9-16	16/16/0		50	КИ-16	3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-

							4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 11, У- ПК- 11, В- ПК- 11, 3-ПК- 12, У- ПК- 12, В- ПК- 12, 3-УК- 6, У- УК-6, В- УК-6
	<i>Итого за 5 Семестр</i>		32/32/0		100		
	Контрольные мероприятия за 5 Семестр				0	АТР	3- ОПК- 4, У- ОПК- 4, В- ОПК- 4, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 11, У-

							ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
	<i>6 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/16/0		25	КИ-8	3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-

							ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-6, У-УК-6, В-УК-6
2	Часть 2	9-15	14/14/0		25	КИ-15	3-ОПК-4, У-ОПК-4, В-ОПК-4, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4, 3-ПК-11, У-ПК-11, В-ПК-11, 3-ПК-12, У-ПК-12, В-ПК-12, 3-УК-6, У-УК-6,

							В- УК-6
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		30/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	3- ОПК- 4, У- ОПК- 4, В- ОПК- 4, 3-ПК- 2, У- ПК-2, В- ПК-2, 3-ПК- 4, У- ПК-4, В- ПК-4, 3-ПК- 11, У- ПК- 11, В- ПК- 11, 3-ПК- 12, У- ПК- 12, В- ПК- 12, 3-УК- 6, У- УК-6, В- УК-6

* – 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
АттР	Аттестация разделов
КИ	Контроль по итогам
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>5 Семестр</i>	32	32	0
1-8	Часть 1	16	16	0
1	Введение в КФУС 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	Введение в КФУС 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. Стадии ЖЦ, их характеристика. Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 1 ч.): Организация и управление работой Важность наличия эффективного обмена информацией в профессиональном сообществе между сотрудниками, заказчиками и иными специалистами, вовлеченными в производственный процесс. Значимость обеспечения	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	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.			
3	<p>Жизненный цикл изделий и установок</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 CAD. Работа с проблемами в системах, такими как: ложные сообщения, отсутствие ожидаемого отклика периферийных устройств, наличие очевидных дефектов в оборудовании или соединительных проводах.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		
4	<p>Жизненный цикл изделий и установок</p> <p>Эскизный проект. Технический проект. Приемка 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</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
0	0	0		

	<p>производство" (выделяется 1 ч.): Организация и управление работой Проведение работ, которые полностью отвечает техническому заданию и требованиям стандартов. Поддерживание культур производства (порядка в одежде и на рабочем месте, систематизации материалов и данных). 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. Уточнение технического задания, для максимально точного выполнения требований.</p>			
5	<p>Киберфизические устройства и системы Назначение и общие принципы системного, функционального, схемотехнического проектирования КФУС. Компонентная база разных видов киберфизических устройств и систем. Метрологическое обеспечение на этапах проектирования. Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.): Преобразование Scan-to-CAD и оптимизация 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>	<p>Всего аудиторных часов</p>	<p>2</p>	<p>2</p>
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<p>Киберфизические устройства и системы Инструментальные (программные) средства поддержки системного, функционального, схемотехнического проектирования, в т.ч. математического моделирования различных видов киберфизических устройств и систем. Техническая диагностика. Виды, методы поиска и обнаружения неисправностей. Тестовое и функциональное диагностирование. Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.): Преобразование Scan-to-CAD и оптимизация Механические системы и принципы их работы. Основы построения технических рисунков и чертежей. Основы</p>	<p>Всего аудиторных часов</p>	<p>2</p>	<p>2</p>
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	сборки компонентов. Методы сопоставления САД моделей и полигональных моделей, полученных в результате 3D оцифровки. Требования к САД моделям, предназначенным для ЧПУ обработки. Свойства материалов, применяемых в машиностроении.			
7	Принципы конструирования Базовые принципы конструирования. Модульный принцип конструирования. Монтаж электронных компонентов. Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.): Преобразование Scan-to-CAD и оптимизация Создание редактируемой САД 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).	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Принципы конструирования Виды соединений: пайка, сварка, накрутка, запрессовка, клеммники. Системы конструктивов. Специальные конструкции. Эргодизайн. Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.): Преобразование Scan-to-CAD и оптимизация 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).	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Часть 2	16	16	0
9	Электронная аппаратура Средства автоматизированного проектирования электронной аппаратуры. Конструкторская документация ЭА. Защита изделий от внешних воздействующих факторов. Темы в рамках реализации смежного образовательного модуля по компетенции FutureSkills: "Аддитивное производство" (выделяется 2 ч.): 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.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Электронная аппаратура Классификация и характеристика внешних воздействующих факторов. Механические внешние	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		

	<p>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.</p>	0	0	0
11	<p>Характеристики ЭА 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.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<p>Характеристики ЭА 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.</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	<p>Программные средства разработки и проектирования 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.):</p>	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Подготовка моделей к формообразованию Программное обеспечение для подготовки моделей, симуляции и анализа процессов формообразования.			
14	Программные средства разработки и проектирования 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.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Моделирование 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.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	Моделирование 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 Симуляция и анализ процессов формообразования. Определение необходимых процессов постобработки, их трудоемкость и стоимость.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>6 Семестр</i>	30	30	0
1-8	Часть 1	16	16	0
1	Тема 1 Техническое регулирование. Цели и принципы. Объекты стандартизации. Продукты и процессы. Роль стандартизации в обеспечении качества. Структура	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	национальной системы стандартизации Российской Федерации. Классификация документов по стандартизации			
2	Тема 2 Виды национальных стандартов. Системы стандартов (СРПД, 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		
		0	0	0
3	Тема 3 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		
		0	0	0
4	Тема 4 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		
		0	0	0
5	Тема 5 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		
		0	0	0
6	Тема 6 Обеспечение радиационной безопасности. Технические и административные средства обеспечения безопасности. Виды испытаний. Программа и методика испытаний. Подготовка к проведению испытаний. Предварительные и приемочные испытания. Приемо-сдаточные и периодические испытания. Типовые испытания. Расширенные испытания.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Тема 7 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.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8 Испытания на электромагнитную совместимость и помехоэмиссию. Радиационно-ресурсные испытания. Испытания на электробезопасность. Контрольно-	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	измерительная и испытательная аппаратура на этапах ЖЦ КФУС.			
9-15	Часть 2	14	14	0
9 - 10	Тема 9 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	Тема 10 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	Тема 11 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. Приемо-сдаточные испытания. Установочная серия.	Всего аудиторных часов		
		4	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Тема 12 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 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.	Всего аудиторных часов		
		2	2	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

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-4	З-ОПК-4	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ОПК-4	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ОПК-4	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-11	З-ПК-11	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-11	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-11	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-12	З-ПК-12	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-12	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-12	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-2	З-ПК-2	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-4	З-ПК-4	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	АтТР, КИ-8, КИ-16	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	АтТР, 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