

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»  
(НИЯУ МИФИ)



«УТВЕРЖДАЮ»  
Первый проректор НИЯУ МИФИ

Нагорнов О.В.

18 " июля 2022 г.

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЕРЕПОДГОТОВКИ  
Основы 3D-моделирования, промышленного дизайна и  
прототипирования в CAD/CAM/CAE**

*(наименование программы)*

Москва, 2022

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ

Дополнительная профессиональная программа (программа профессиональной переподготовки) ИТ-профиля «Основы 3D-моделирования, промышленного дизайна и прототипирования в CAD/CAM/CAE» (далее – Программа) разработана в соответствии с нормами:

- Федерального закона РФ от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», с учетом требований приказа Минобрнауки России от 1 июля 2013 г. № 499 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам», с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 15 ноября 2013 г. № 1244 «О внесении изменений в Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным профессиональным программам, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 1 июля 2013 г. № 499»;
- приказа Министерства образования и науки РФ от 23 августа 2017 г. N 816 «Об утверждении Порядка применения организациями, осуществляющими образовательную деятельность, электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации образовательных программ»;
- паспорта федерального проекта «Развитие кадрового потенциала ИТ-отрасли» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»;
- постановления Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729 «О мерах по реализации программы стратегического лидерства «Приоритет-2030» (в редакции постановления Правительства Российской Федерации от 14 марта 2022 г. № 357 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729»);
- приказа Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 28 февраля 2022 г. № 143 «Об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и признании утратившими силу некоторых приказов Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации об утверждении методик расчета показателей федеральных проектов национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (далее – приказ Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации № 143);

- устава Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» от 28.12.2018 (с учетом редакций от 26.02.2020 и 20.12.2021);
- положения о разработке и реализации программ дополнительного профессионального образования НИЯУ МИФИ СМК-ДП-7.5-04 от 17.03.2017;
- положения о применении электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в НИЯУ МИФИ СМК-ДП-7.5-14 от 01.09.2017;
- положения о практической подготовке обучающихся НИЯУ МИФИ СМК-ДП-7.5-02 от 21.04.2021;
- стратегии инновационного развития и технологической модернизации Госкорпорации «Росатом» на период до 2030 года;
- Единой цифровой стратегией Госкорпорации «Росатом» 4.0;
- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.06 – Мехатроника и робототехника, профиль подготовки «Мехатроника и робототехника в атомной промышленности», квалификация (степень) – бакалавр, утвержденного приказом Минобрнауки России от 17 августа 2020 г. № 1046, (далее вместе – ФГОС ВО)),
- профессионального стандарта «Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 16 марта 2018 года N 149н.

### **1.1. Цель реализации программы**

Цель программы – формирование у слушателей компетенций (на базовом уровне) в рамках проекта «Цифровые кафедры» в сфере цифровых компетенций «Системы проектирования, CAD/CAM системы», необходимых для профессиональной деятельности в области разработки физико-технических интеллектуальных систем, изделий и процессов, обладающих качественно новыми функциями, свойствами и возможностями для применения в различных областях атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях, а также приобретение квалификации «Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий».

Реализация программы направлена на достижение целевых показателей эффективности реализации программ развития и непосредственно влияет на показатель «численность лиц, прошедших обучение по дополнительным профессиональным программам в университете, в том числе посредством онлайн-курсов».

Программа направлена на освоение базовых компетенций в сфере работы с системами проектирования (CAD/CAM/CAE-системами) для 3D-моделирования, промышленного дизайна и прототипирования при проектировании и разработке технических систем различного назначения. Слушатели освоят навыки работы в отечественном программном обеспечении САПР Компас-3D в области создания простых и сложных моделей, деталей, сборочных единиц, в том числе – для 3D-печати; научатся оформлять и работать с конструкторской и технической документацией при проектировании и разработке технических систем; проводить соответствующие инженерные расчеты с применением CAE-систем.

Программа является преемственной к основной образовательной программе высшего образования направления подготовки 15.03.06 – Мехатроника и робототехника, профиль подготовки «Мехатроника и робототехника в атомной промышленности», квалификация (степень) – бакалавр.

Программа разработана для обучающихся по специальностям и направлениям подготовки, не отнесенным к ИТ-сфере.

## **1.2. Характеристика нового вида профессиональной деятельности, новой квалификации**

Область профессиональной деятельности слушателя, прошедшего обучение по программе профессиональной переподготовки для выполнения нового вида профессиональной деятельности «Основы 3D-моделирования, промышленного дизайна и прототипирования в CAD/CAM/CAE», включает:

- проектирование и разработку элементов физико-технических интеллектуальных систем, изделий и процессов, обладающих качественно новыми функциями, свойствами и возможностями для применения в различных областях атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях с применением CAD/CAM/CAE-систем;
- разработку конструкторской и технической документации для элементов физико-технических интеллектуальных систем, изделий и процессов, обладающих качественно новыми функциями, свойствами и возможностями для применения в

различных областях атомной промышленности других высокотехнологичных отраслях с применением CAD/CAM/CAE-систем;

- проведение инженерных расчетов при проектировании и разработке элементов физико-технических интеллектуальных систем, изделий и процессов, обладающих качественно новыми функциями, свойствами и возможностями для применения в различных областях атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях.

Объектами профессиональной деятельности являются:

- информационно-сенсорные, исполнительные и управляющие модули физико-технических интеллектуальных систем;
- методы и средства проектирования, моделирования, экспериментального исследования физико-технических интеллектуальных систем;
- научные исследования и производственные испытания физико-технических интеллектуальных систем.

Программа профессиональной переподготовки ориентирована на подготовку слушателя к следующим видам профессиональной деятельности:

- проектно-конструкторская деятельность;
- научно-исследовательская;
- производственно-технологическая деятельность.

Слушатель, успешно завершивший обучение по данной программе, должен решать следующие профессиональные задачи в соответствии с видами профессиональной деятельности:

**• проектно-конструкторская деятельность:**

- **Задача 1:** расчет и проектирование отдельных блоков и устройств физико-технических интеллектуальных систем, управляющих, информационно-сенсорных и исполнительных подсистем и модулей в соответствии с техническим заданием, в том числе с учетом воздействия неблагоприятных факторов ядерных излучений;

- **Задача 2:** использование средств и инструментов 3D-моделирования;
- **Задача 3:** использование специальных технических программ CAD/CAM;
- **Задача 4:** использование специальной технической документации при решении задач проектирования в соответствии с нормативной базой.

***научно-исследовательская деятельность:***

- **Задача 5:** анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области разработки и исследования физико-технических интеллектуальных систем;
- **Задача 6:** составление обзоров и рефератов;
- **Задача 7:** подготовка отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах, участие во внедрении результатов исследований и разработок.

***производственно-технологическая деятельность:***

- **Задача 8:** разработка проектной и конструкторской документации технического проекта, включая отдельные мехатронные модули, конструктивные элементы физико-технических интеллектуальных систем, а также их электрическую и электронную части;
- **Задача 9:** разработка технологической части проекта, составление рабочей документации, участие в технологической подготовке производства, оформление отчетов по законченным проектно-конструкторским работам;
- **Задача 10:** контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

### **1.3. Требования к результатам освоения программы**

#### **1.3.1 Перечень компетенций слушателя программы**

Слушатель в результате освоения программы должен обладать следующими профессиональными компетенциями:

Код компетенции	Вид профессиональной деятельности	Формулировка компетенции
ПК-1	Проектно-конструкторская деятельность	Способен осуществлять расчет и проектирование отдельных блоков и устройств физико-технических интеллектуальных систем, управляющих, информационно-сенсорных и исполнительных подсистем и модулей в соответствии с техническим заданием, в том числе с учетом воздействия неблагоприятных факторов ядерных излучений.
ПК-2		Использует 3D-моделирование.
ПК-3		Использует специальные технические программы CAD/CAM.
ПК-4		Использует специальную техническую документацию при решении задач проектирования в соответствии с нормативной базой.
ПК-5	Научно-исследовательская	Способен осуществлять анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области разработки и исследования физико-технических интеллектуальных систем.
ПК-6		Способен осуществлять составление обзоров и рефератов.
ПК-7		Способен осуществлять подготовку отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах, участие во внедрении результатов исследований и разработок.
ПК-8	Производственно-технологическая	Способен осуществлять разработку проектной конструкторской документации технического проекта, включая отдельные модули, конструктивные элементы физико-технических интеллектуальных систем, а также их электрическую и электронную части.
ПК-9		Способен осуществлять разработку технологической части проекта, составление рабочей документации, участие в технологической подготовке производства,

		оформление отчетов по законченным проектно-конструкторским работам.
ПК-10		Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.

**1.3.2 Характеристика новой квалификации, связанной с видом профессиональной деятельности и трудовыми функциями в соответствии с профессиональным стандартом**

Область профессиональной деятельности	Задача профессиональной деятельности	Код и наименование профессиональной компетенции	Профессиональный стандарт	Код и наименование ОТФ (ТФ)
<p><i>проектирование и разработка элементов физико-технических интеллектуальных систем, изделий и процессов, обладающих качественно новыми функциями, свойствами и возможностями для применения в различных областях атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях с применением CAD/CAM/CAE-систем</i></p>	<p><b>Задача 2:</b> использование средств и инструментов 3D-моделирования;</p>	ПК-2	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий	А/6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии
	<p><b>Задача 3:</b> использование специальных технических программ CAD/CAM;</p>	ПК-3	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий	А/6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии
	<p><b>Задача 4:</b> использование специальной технической документации при решении задач проектирования в соответствии с нормативной базой.</p>	ПК-4	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий	А/6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии
	<p><b>Задача 5:</b> анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта в области разработки и исследования физико-технических интеллектуальных систем;</p>	ПК-5	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий	А/6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии

	<b>Задача 6:</b> составление обзоров и рефератов;	ПК-6	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий	А/6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии
	<b>Задача 7:</b> подготовка отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах, участие во внедрении результатов исследований и разработок.	ПК-7	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий	А/6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии
<i>разработка конструкторской и технической документации для элементов физико-технических интеллектуальных систем, изделий и процессов, обладающих качественно новыми функциями, свойствами и возможностями для применения в различных областях атомной промышленности других высокотехнологичных отраслях с применением CAD/CAM/CAE-систем</i>	<b>Задача 8:</b> разработка проектной и конструкторской документации технического проекта, включая отдельные мехатронные модули, конструктивные элементы физико-технических интеллектуальных систем, а также их электрическую и электронную части;	ПК-8	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий	А/6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии
	<b>Задача 9:</b> разработка технологической части проекта, составление рабочей документации, участие в технологической подготовке производства, оформление отчетов по законченным проектно-конструкторским работам;	ПК-9	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий	А/6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии
	<b>Задача 10:</b> контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.	ПК-10	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий	А/6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и безопасности объектов использования атомной энергии
<i>проведение инженерных расчетов при проектировании и разработке элементов физико-технических</i>	<b>Задача 1:</b> расчет и проектирование отдельных блоков и устройств физико-технических интеллектуальных систем, управляющих, информационно-сенсорных и исполнительных подсистем и модулей в	ПК-1	Профессиональный стандарт «24.078. Специалист-исследователь в области ядерно-энергетических технологий	А/6. Проведение прикладных научных исследований в соответствии с рабочими планами по повышению эффективности и

интеллектуальных систем, изделий и процессов, обладающих качественно новыми функциями, свойствами и возможностями для применения в различных областях атомной промышленности и других высокотехнологичных отраслях	соответствии с техническим заданием, в том числе с учетом воздействия неблагоприятных факторов ядерных излучений			безопасности объектов использования атомной энергии
--	--	--	--	---

**1.3.3 Характеристика новой и развиваемой цифровой компетенции в ИТ-сфере, связанной с уровнем формирования и развития в результате освоения Программы (на основе Модели цифровых компетенций, разрабатываемых университетом ИННОПОЛИС)**

Наименование сферы	Код и наименование профессиональной компетенции	Пример инструментов	0 — способность не проявляется/ проявляется в степени, недостаточной для отнесения к 1 уровню сформированности компетенции	1 — способность проявляется под внешним контролем / при внешней постановке задачи/ обучающийся пользуется готовыми, рекомендованными продуктами	2 — способность проявляется, но обучающийся эпизодически прибегает к экспертной консультации/ самостоятельно подбирает и пользуется готовыми продуктами	3 — способность проявляется системно / обучающийся модифицирует способность под определенные задачи / создает новый продукт, обучает других
Системы проектирования CAD/C	ПК-2. Использует 3D-моделирование	Компас 3D, Логос, ГОСТ 25346-2013, ГОСТ 2.102-2013, ГОСТ 2789-73, ГОСТ 30893.2-2002, ГОСТ 5264-80,		+		

АМ систем ы		ГОСТ Р 53442-2009, ГОСТ 25142-82, ГОСТ 2.309-73				
	ПК-3. Использует специальные технические программы САД/САМ.	Компас 3D, Логос, ГОСТ 25346-2013, ГОСТ 2.102-2013, ГОСТ 2789-73, ГОСТ 30893.2-2002, ГОСТ 5264-80, ГОСТ Р 53442-2009, ГОСТ 25142-82, ГОСТ 2.309-73		+		
	ПК-4. Использует специальную техническую документацию при решении задач проектирования в соответствии с нормативной базой.	Компас 3D, Логос, ГОСТ 25346-2013, ГОСТ 2.102-2013, ГОСТ 2789-73, ГОСТ 30893.2-2002, ГОСТ 5264-80, ГОСТ Р 53442-2009, ГОСТ 25142-82, ГОСТ 2.309-73		+		

### **1.3.4. Знания, умения и навыки, приобретаемые слушателем в рамках освоения материала Программы**

Выпускник должен обладать знаниями и умениями в следующих областях науки, техники и технологий разработки физико-технических интеллектуальных изделий, систем и процессов, обладающих качественно новыми функциями, свойствами и возможностями для применения в различных областях атомной промышленности и в других высокотехнологичных отраслях:

#### **Знать:**

- особенности интерфейса и принципы работы в САД КОМПАС-3D для точного 3D-моделирования, построения технических и технологических сборок узлов и устройств, разработке графических (2D) документов, подготовки технической и технологической документации, создания фотореалистичных иллюстраций точных 3D-моделей, анимирования работы сборки (узла) при разработке физико-технических интеллектуальных систем;
- особенности интерфейса и принцип работы в Логос для проведения инженерных расчетов при разработке физико-технических интеллектуальных систем;
- основы разработки конструкторских документов при разработке физико-технических интеллектуальных систем;
- требования ГОСТ и других нормативных документов к оформлению текстовых и графических материалов при разработке физико-технических интеллектуальных систем.

#### **Уметь:**

- выполнять точное 3D-моделирование, построение технических и технологических сборок узлов и устройств, разработку графических (2D) документов, подготовку технической и технологической документации, создание фотореалистичных иллюстраций точных 3D-моделей, анимирование работы сборки (узла) в САД КОМПАС-3D при разработке физико-технических интеллектуальных систем;
- проводить инженерные расчеты в Логос при разработке физико-технических интеллектуальных систем;
- выполнять разработку конструкторских документов при разработке физико-технических интеллектуальных систем;
- применять требования ГОСТ и другие нормативных документов к оформлению текстовых и графических материалов при разработке физико-технических интеллектуальных систем.

#### **Владеть:**

- навыками проведения точного 3D-моделирования, построения технических и технологических сборок узлов и устройств, разработке графических (2D) документов, подготовки технической и технологической документации, создания

фотореалистичных иллюстраций точных 3D-моделей, анимирования работы сборки (узла) в САД КОМПАС-3D при разработке физико-технических интеллектуальных систем;

- навыками проведения инженерных расчетов в Логос при разработке физико-технических интеллектуальных систем;
- навыками разработки конструкторских документов при разработке физико-технических интеллектуальных систем;
- навыками применения требований ГОСТ и других нормативных документов к оформлению текстовых и графических материалов при разработке физико-технических интеллектуальных систем.

#### **1.4. Требования к уровню подготовки поступающего на обучение, необходимому для освоения программы**

К освоению Программы в рамках проекта допускаются лица получающие высшее образование по очной (очно-заочной) форме, лица, освоившие основную профессиональную образовательную программу (далее – ОПОП ВО) бакалавриата – в объеме не менее первого курса (бакалавры 2-го курса), ОПОП ВО специалитета – не менее первого и второго курсов (специалисты 3-го курса), а также магистратуры, обучающиеся по ОПОП ВО, не отнесенным к ИТ-сфере.

#### **1.5. Трудоемкость обучения**

Нормативная трудоемкость обучения по данной программе - 324 часа, включая все виды аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) учебной работы слушателя.

#### **1.6. Форма обучения**

Форма обучения – очная с использованием дистанционных образовательных технологий.

При реализации настоящей программы используются следующие образовательные технологии:

- **Информационно-коммуникативные технологии (ИКТ)**

Программа реализуется дистанционно при помощи LMS, различных электронных ресурсов и интерактивных средств.

- **Модульная технология**

Обучение на программе предполагает модульное освоение дисциплин.

- **Кейс-технология**

Кейсы и практические задачи, рассматриваемые в ходе обучения, обеспечиваются организацией, представители которой участвовали в разработке программы.

- **Технология уровневой дифференциации**

Настоящая программа рассчитана на обучение слушателей разных уровней подготовки и предполагает возможность выполнения заданий разного уровня сложности.

- **Смешанное обучение**

В ходе обучения слушателям предлагается посещать не только лекционные и семинарские занятия, но и изучать самостоятельно материалы, представленные в формате онлайн-курсов, вспомогательных видеозаписей и электронных пособий.

## 2. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 2.1. Учебный план

Наименование дисциплин	Общая трудоемкость, час.	Всего, ауд. час.	Дистанционные занятия, час.			СРС, час.	Текущий контроль* (шт.)			Промежуточная аттестация	
			Онлайн-курс	Лаб.	Прак.		ЛР	Тест	КР, КП	Зачет	Экзамен
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Модуль 1.</b> Основы 3д-моделирования в КОМПАС-3D	72		72				-	-	-	1(Д)	
<b>Модуль 2.</b> Основы создания конструкторской и технической документации	72		72				-	-	-	1(Д)	
<b>Модуль 3.</b> Инженерные расчеты при проектировании технических систем	72			16	16	40	-	-	-	1(Д)	

Практика, подготовка и защита выпускной квалификационной работы	108	60			60	48	-	-	-	1(Д)	
Итого	324										
Итоговая аттестация	<b>Выпускная аттестационная работа</b>										
* КП - курсовой проект, КР - курсовая работа, Тест – тестирование, ЛР – лабораторные работы											

## **2.2. Дисциплинарное содержание программы**

### **МОДУЛЬ 1. ОСНОВЫ 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ В КОМПАС-3D.**

В рамках модуля обучающиеся получают базовые навыки создания простых и сложных 3д-моделей и сборок в САПР КОМПАС-3D, в том числе - применимых для 3д-печати.

#### **1.1. Введение в САПР-системы на примере КОМПАС-3D.**

Особенности и возможности САПР-систем. Основные возможности САПР-систем.

#### **1.2. Базовое 3D-моделирование в КОМПАС-3D.**

Интерфейс КОМПАС-3D. Работа с простейшими твердотельными операциями в КОМПАС-3D. Работа с эскизами. Особенности построения сложных эскизов. Дополнительные операции для построения сложных эскизов. Параметризация. Базовые принципы работы твердотельных операций. Основные особенности построения сложных эскизов. Алгоритм работы твердотельного моделирования. Работа с операцией «Выдавливание (выталкивание)». Работа с операцией «Вращение». Работа с дополнительными твердотельными операциями. Работа с массивами.

#### **1.3. Разработка сложных 3д-моделей в КОМПАС 3D.**

Комбинирование операций. Базовые решения при создании сложных поверхностей. Примеры разработки сложных многоуровневых 3D-объектов.

#### **1.4. Разработка 3д-моделей сборок из нескольких элементов.**

Основные принципы и алгоритм работы со сборками, правила и особенности. Степени свободы в сборке. Привязки. Параметризация в сборках. Стандартные изделия. Добавление готовых элементов и их форматирование.

## **МОДУЛЬ 2. ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.**

В рамках модуля обучающиеся получают базовые навыки в области создания конструкторской и технической документации в САПР КОМПАС-3D.

### **2.1 Введение в техническую и технологическую документацию.**

Базовые знания и принципы работы с конструкторскими и техническими документами. Работа с электронными техническими документами. Стандарты (ГОСТ, ISO, DIN и др).

### **2.2 Введение в ЕСКД.**

Виды и комплектность конструкторских документов. Отраслевые стандарты.

### **2.3 Базовые понятия основ конструирования при моделировании и прототипировании.**

Основные термины и понятия в области конструирования. Работа с измерительным инструментом. Отклонения размеров. Взаимозаменяемость. Допуск размера. Допуск формы. Допуск расположения. Шероховатость поверхности. Разъемные и неразъемные соединения. Сварка. Технологии изготовления и обработки изделий. Конструкционные материалы.

### **2.4 Разработка конструкторской документации.**

Понятие рабочего чертежа. Сборочный чертеж. Чертеж общего вида. Габаритный чертеж. Спецификация. Стандартные и прочие изделия. Технические и технологические документы. Основы применения САПР КОМПАС-3D для разработки конструкторской и технической документации.

## **МОДУЛЬ 3. ИНЖЕНЕРНЫЕ РАСЧЕТЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ.**

В рамках модуля обучающиеся получают базовые навыки проведения расчетов при проектировании технических систем с использованием CAE-систем.

### **3.1 Основы работы с программными пакетами моделирования физических процессов.**

Базовые понятия при работе с программными пакетами моделирования физических процессов. Основы работы с программными пакетами моделирования физических процессов. Построение расчетных сеток. Подключение пакетов расчета. Базовое введение в численные методы для решения инженерных задач. Алгоритмы работы. Импорт 3D

модели из САПР-системы и их использование при расчете и моделировании сопутствующих физических процессов.

### **3.2 Прочностные расчеты.**

Основы проведения расчетов: расчет коррозионной стойкости; расчет простых элементов конструкций; расчеты сложных элементов конструкций.

### **3.3 Расчет внутренних колебаний системы.**

Основы моделирования и расчета внутренних колебаний систем различных технологических изделий и компонентов.

### **3.4 Расчет теплового расширения (сжатия).**

Основы моделирования и расчета теплового расширения простых компонентов конструкций и комплексов.

### **3.5 Расчет систем охлаждения.**

Основы моделирования и расчета различных систем охлаждения (вентиляторы, радиаторы, СВО).

## **3. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **3.1. Материально-технические условия реализации программы**

<b>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</b>	<b>Вид занятий</b>	<b>Наименование оборудования, программного обеспечения</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Компьютерный класс	практические и лабораторные занятия	Компьютер, КОМПАС 3D, Логос

### **3.2. Учебно-методическое обеспечение программы**

Учебно-методическое обеспечение программы осуществляется с использованием онлайн-курсов Национального исследовательского университета «МИФИ» на национальной платформе «Открытое образование». Слушатели должны успешно освоить онлайн-курсы, соответствующие дисциплинам (модулям) 1-3 настоящей программы, с получением сертификатов. Доступ к материалам онлайн-курсов и соответствующим

аттестационным испытаниям с получением сертификатов осуществляется для слушателей настоящей программы на безвозмездной основе.

### **3.3. Организация практической подготовки обучающихся**

Практика проводится на базе ФГУП «ВНИИА» и других индустриальных партнеров НИЯУ МИФИ. В ходе программы обучающиеся выполняют работы по проектированию и разработке элементов технических систем различного назначения, в том числе киберфизических систем, создания 3д-модели, проведения сопутствующих инженерных расчетов и создания конструкторской и технической документации.

## **4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

Промежуточная аттестация по дисциплинам (модулям) 1-3 осуществляется на основании переаттестации результатов обучения на соответствующих онлайн-курсов НИЯУ МИФИ на национальной платформе «Открытое образование».

Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю) 4 осуществляется в виде защиты итогового проекта, выполненного в процессе производственной практики, в формате презентации.

## 5. СОСТАВИТЕЛИ И ПРЕПОДАВАТЕЛИ ПРОГРАММЫ

ФИО	Образование	Должность, место работы	Опыт работы
<p>Берестов Александр Васильевич</p> <p><b>руководитель программы</b></p>	<p>НИЯУ МИФИ, 1976 г., специальность «Ядерные реакторы и энергетические установки», квалификация инженер-физик</p> <p>кандидат социологических наук</p>	<p>Доцент, заместитель директора института физико-технических интеллектуальных систем НИЯУ МИФИ</p>	<p><b>Педагогический стаж</b> 42 года</p>
			<p><b>Перечень основных публикаций</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Optimization of temperature regimes of the hotend for devices of additive manufacturing // Materials Science Forum, 2021 Vol. 1037 MSF, Q4 pp. 41-46</li> <li>2. Sample printing device for additive manufacturing of electronic housings // Materials Science Forum, 2021 Vol. 1037 MSF, Q4 pp. 105-110</li> <li>3. Application of VR instruments in preprofessional education in the area of mechatronics and robotics in a nuclear research university // Procedia Computer Science, 2021 Vol. 190, Q2 pp. 745-749</li> <li>4. Application of the CDIO standards for cyber-physical education in mechatronics and robotics in a research university on the example of development of 3D-modeling and design skills // Procedia Computer Science, 2021 Vol. 190, Q2 pp. 812-816</li> <li>5. Application of Information Measuring Systems for Development of Engineering Skills for Cyber-Physical Education // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2021 Vol. 1310, HET pp. 32-39</li> <li>6. Precision Spectrometric Search Dosimeter-Radiometer Based on a Matrix SiPM, Designed to Restore the Geometry of Ionizing Radiation Sources // Springer Proceedings in Physics, 2021 Vol. 255, HET pp. 113-120</li> <li>7. Investigation of the elastic modulus and internal friction temperature dependences for the fuel rods by the resonance method tested by the modernized high-temperature device in hot cell // Journal of Physics: Conference Series, 2020 Vol. 1439, No. 1, Q4</li> <li>8. Determination of types and degree of corrosion damage of fuel cladding by informative ranges of divergences of their natural oscillation frequencies // Journal of Physics: Conference Series, 2020 Vol. 1439, No. 1, Q4</li> <li>9. The Concept of a Digital Twin of a Radiotherapy System // Biomedical Engineering, 2020</li> </ol>

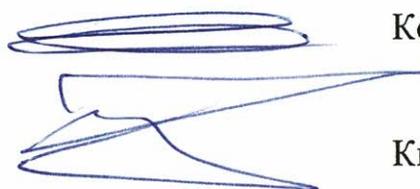
			10. Автоматизированный контроль качества серийно производимых элементов Пельтье // Современные проблемы физики и технологий, 2019г. Стр. 353-354
Барышев Геннадий Константинович	НИЯУ МИФИ, 2012 г., специальность «Ядерные реакторы и энергетические установки», квалификация инженер-физик	старший преподаватель кафедры конструирования приборов и установок института физико-технических интеллектуальных систем, заместитель начальника центра онлайн-образования НИЯУ МИФИ	<b>Стаж работы в IT-сфере или в отрасли цифровой экономики</b> 10 лет
			<b>Педагогический стаж</b> 8 лет  Преподаваемые дисциплины: 1. Детали машин и основы конструирования 2. Курсовой проект по конструированию приборов и установок 3. Технологическая подготовка производства 4. Основы конструирования киберфизических устройств и систем  Практические профориентационные занятия в области 3D-моделирования, промышленного дизайна и прототипирования в CAD/CAM/CAE для школьников.  Дополнительное образование для учителей в области 3D-моделирования, промышленного дизайна и прототипирования в CAD/CAM/CAE.

Токарев Антон Николаевич	НИЯУ МИФИ, 2016 г., специальность «Ядерные реакторы и энергетические установки», квалификация инженер-физик	старший преподаватель кафедры конструирования приборов и установок института физико-технических интеллектуальных систем НИЯУ МИФИ	<b>Стаж работы в IT-сфере или в отрасли цифровой экономики</b> 9 лет
			<b>Педагогический стаж</b> 2 года  Преподаваемые дисциплины: 1. Детали машин и основы конструирования 2. Курсовой проект по конструированию приборов и установок 3. Технологическая подготовка производства 4. Основы конструирования киберфизических устройств и систем  Практические профориентационные занятия в области 3D-моделирования, промышленного дизайна и прототипирования в CAD/CAM/CAE для школьников.  Дополнительное образование для учителей в области 3D-моделирования, промышленного дизайна и прототипирования в CAD/CAM/CAE.
Тутнов Игорь Александрович	Московское высшее техническое училище, 1973 Специальность «Физико-энергетические установки»	Начальник лаборатории НИЦ "Курчатовский институт"	<b>Стаж работы в IT-сфере или в отрасли цифровой экономики</b>  Тутнов И.А. в составе коллектива НИЦ «Курчатовский институт» участвует в создании инструментов полного инновационного цикла в реальном секторе экономики, в том числе осуществляет формирование и развитие специализированного технопарка открытых инноваций в сфере деятельности Центра.

Коллектив разработчиков настоящей программы имеет опыт участия в реализации следующих проектов IT-профиля, включая:

1. Создание и развитие Международного научного-методического центра НИЯУ МИФИ в рамках реализации федерального проекта «Кадры для цифровой экономики» национальной программы «Цифровая экономика в Российской Федерации»;
2. Создание Диджитал-Центра НИЯУ МИФИ в рамках программы развития НИЯУ МИФИ при поддержке ГК «Росатом»;
3. Цифровая трансформация НИЯУ МИФИ.

И.о. руководителя МНМЦ



Когос К.Г.

Декан ФПКПК

Киреев С.В.