

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»**

УТВЕРЖДЕНО

**Директор физтех-школы
аэрокосмических технологий
С.С. Негодяев**

	Рабочая программа дисциплины (модуля)
по дисциплине:	Введение в цифровое производство
по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий центр образовательных программ ФАКТ
курс:	1
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 60 час.

Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2

Программу составили:

А.А. Баранов, старший преподаватель

В.Е. Кузнецов, канд. техн. наук, доцент

Программа обсуждена на заседании центра образовательных программ ФАКТ 02.12.2024

Аннотация

Участники курса «Введение в цифровое производство» освоят технику трансформации идеи в готовый материальный продукт и познакомятся с наиболее доступными и эффективными инструментами проектирования (моделирования), макетирования, прототипирования и производства.

Курс состоит исключительно из практических занятий и подразумевает серьезную самостоятельную работу обучающихся на площадке УПЦ «Физтех.Фабрика», работу головой и руками, работу с простыми и сложными инструментами.

Обучающиеся приобретут навыки технического эскизирования, компьютерного проектирования и работы в САМ системах, получат возможность освоить технологии: лазерной резки неметаллических и металлических материалов; простой и продвинутой обработки модельных и функциональных материалов на фрезерных и токарных станках с ЧПУ; эффективной настольной 3D печати; изготовления печатных плат и монтажа электронных компонентов.

Каждая освоенная тема выльется в самостоятельно спроектированный и изготовленный материальный артефакт и даст возможность дальнейшего использования ресурсов Физтех.Фабрики как в рамках настоящего курса, так и в иных своих учебных проектах.

Обучающийся самостоятельно выбирает темы для освоения, обязательными являются 3 из них. Каждое практическое занятие дополняется самостоятельной работой студента при поддержке экспертов.

Итогом аудиторной и самостоятельной работы обучающегося является предложение комплексного проекта, утилизирующего несколько освоенных технологий.

1. Цели и задачи

Цель дисциплины

Ознакомление обучающихся с базовыми основами и принципами современного технологического процесса цифрового производства на начальных этапах жизненного цикла изделия (проектирования и прототипирования в цифровой экосистеме). Приобретение обучающимися практических навыков решения прикладных задач разработки. Подготовка обучающихся к реализации инновационных инженерных и исследовательских проектов с использованием приобретенных знаний, умений и навыков.

Задачи дисциплины

- приобретение обучающимися базовых знаний в области стандартизации процесса проектирования и жизненного цикла изделия в целом, а также спектра современных цифровых технологий проектирования и производства (в том числе систем автоматизированного проектирования, передовых цифровых аддитивных технологий и др.);
- приобретение обучающимися практических умений и навыков в области технического эскизирования, компьютерного проектирования в современных САПР (CAD-системах, Computer-Aided Design) и работы в САМ-системах (Computer-Aided Manufacturing);
- приобретение обучающимися практических умений и базовых навыков работы с современным цифровым производственным оборудованием, включая машины лазерной резки неметаллических и металлических материалов; аналоговые и ЧПУ станки механической обработки; 3D принтеры;
- приобретение обучающимися практических умений и базовых навыков использования программно-аппаратных средств быстрого прототипирования электронных систем, а также навыков проектирования и изготовления печатных плат и монтажа электронных компонентов;
- подготовка обучающихся к участию в разработке и реализации проектов исследовательской и инновационной направленности;
- подготовка обучающихся к решению изобретательских задач и задач профессиональной деятельности с использованием современного программного обеспечения, цифрового и аналогового оборудования;
- формирование у обучающихся представления о системном подходе к организации проектной инженерной деятельности и современных инструментах для его реализации.

2. Перечень формируемых компетенций

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
--------------------------------	-----------------------------------

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Способен устанавливать разные виды коммуникации (учебную, научную, деловую, неформальную и др.)
	УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) иной информации	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности

обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

знать:

- основные принципы стандартизации, регулирующие процесс и подходы к проектированию, обеспечивающие сквозной и целостный цикл дизайна;
- доступные и эффективные инструменты проектирования (моделирования), макетирования, прототипирования и производства;
- принципы безопасной и эффективной работы на современном цифровом и аналоговом оборудовании;
- возможности и ограничения применения различных технологий;
- инструменты реализации проектного подхода к решению инженерных задач.

уметь:

- эффективно применять свои знания для решения задач трансформации идеи в готовый материальный продукт;
- комбинировать применение различных технологий для эффективного достижения поставленной цели;
- практически реализовывать полученные навыки для выбора технологий, освоения инструментов моделирования, макетирования, прототипирования и производства;
- формулировать проектные задачи и при необходимости искать дополнительную информацию для их решения.

владеть:

- навыками технического эскизирования, компьютерного проектирования в CAD-системах и работы в САМ-системах;
- навыками применения технологии материалов; простой и продвинутой обработки модельных и функциональных материалов на фрезерных и токарных станках с ЧПУ; эффективной настольной 3D печати; изготовления печатных плат и монтажа электронных компонентов;
- навыками работы на современном цифровом и аналоговом оборудовании.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий

№	Тема (раздел) дисциплины	Трудоемкость по видам учебных занятий, включая самостоятельную работу, час.			
		Лекции	Семинары	Лаборат. работы	Самост. работа
1	Стандартизация жизненного цикла изделия			1	2
2	Технический рисунок как средство коммуникации			1	2
3	Основы CAD-проектирования			8	16
4	Документирование жизненного цикла изделия			2	4
5	Современные технологии цифрового прототипирования и производства			14	28
6	Проектный подход как инструмент реализации инженерного замысла			4	8
Итого часов				30	60
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		90 час., 2 зач.ед.			

4.2. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

Семестр: 2 (Весенний)

1. Стандартизация жизненного цикла изделия

Основы инженерного дела, история возникновения и развития промышленности, как стандартизованного процесса опытного, серийного и массового производства. Основы стандартизации на примере системы машиностроительных стандартов. Современные способы представления информации на примере MBD. Автоматизация процессов разработки, системы автоматизированного проектирования как эффективный инструмент разработки.

2. Технический рисунок как средство коммуникации

Понятие технического рисунка. Сходство и отличия от традиционного способа представления инженерной информации - чертежей. Виды технического рисунка. Требования к техническому рисунку.

Техники выполнения технического рисунка. Понятие техники эскизирования (скетчинга). Классификация эскизирования (скетчинга). Принципы техники эскизирования (скетчинга).

3. Основы CAD-проектирования

Понятие технологии компьютерного проектирования. 3D компьютерное проектирование. Знакомство с интерфейсом CAD системы (на примере Solidworks). Основные принципы формирования плоских эскизов и объемных моделей. Экспорт объемных моделей и плоских чертежей для дальнейшей работы в САМ системах.

Эффективные техники моделирования: параметризация моделей, проектирование на основе блок-схем, проектирование "сверху вниз". Библиотеки и шаблоны. Иерархическая связность проекта в параметрических САПР.

Принципы работы в сборках и их эффективного моделирования.

4. Документирование жизненного цикла изделия

Автоматизация выпуска комплекта конструкторской документации на разрабатываемые изделия. Базовые сведения о функционале API-интерфейса современных САПР.

Понятие "управление проектом и контроль версий". Использование онлайн платформы GITHUB для работы с комплексным проектом в итерационном режиме.

5. Современные технологии цифрового прототипирования и производства

Знакомство с технологиями лазерной обработки материалов (резка и маркировка).

Принципы безопасной и эффективной работы с машиной лазерной резки, допустимые и недопустимые материалы, технологические режимы, техническое обслуживание, подготовка простых заданий.

Особенности конструирования и изготовления объемных изделий из плоских деталей, получаемых лазерной резкой. Слайсинг, развертки и соединения с тугой посадкой.

Знакомство с технологией обработки материалов резанием.

Операции фрезерного раскроя (2D). Правила безопасной работы с опасным оборудованием, принципы проектирования изделий, собираемых из деталей, полученных операциями фрезерного раскроя. Операции фрезерной обработки в 2,5 координатных осях, основные принципы, операции выборки, использование фасонных инструментов.

Операции фрезерной обработки в трех осях, основные понятия, стратегии черновой и чистовой фрезерной обработки в САМ системах, выбор инструмента, расчет технологических режимов, ориентирование и крепление заготовки.

Понятие о мнооосевой и многошпиндельной обработке, гибридных технологиях. Аналоговые машины, традиционная токарная и фрезерная обработка.

Знакомство с аддитивными технологиями.

Технология 3D печати экструдированием материала. Подготовка файлов для 3D печати, материалы, параметры печати, калибровка и обслуживание принтера.

Понятие о технологиях фотополимерной печати, печати методом лазерного спекания.

Знакомство с технологиями работы с электроникой.

Определение зоны работы с электроникой. Принципы и правила безопасной работы в зоне электроники, паяльное и измерительное оборудование, электронные компоненты и их монтаж.

Быстрое прототипирование электронных схем. Разработка и моделирование электронных схем, уточнение особенностей реализации путем быстрого прототипирования макета, устранение неисправностей.

Компьютерное проектирование и прототипирование электронных устройств.

Проектирование электронного устройства в САД и подготовка производства печатной платы методом фрезерной обработки с учетом доступных материалов и технологического инструмента.

Технологии изготовления печатной платы и монтажа электронных компонентов. Основные этапы изготовления печатной платы фрезерной обработкой. Особенности ручного монтажа электронных компонентов. Проведение измерений и отладка готового устройства.

6. Проектный подход как инструмент реализации инженерного замысла

Инструменты для реализации проектного подхода к решению комплексных инженерных инновационных задач. Проектный подход как способ сопровождения жизненного цикла изделия. Разработка и защита обучающимися проектных предложений для реализации в курсе "Практикум по цифровому производству".

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория, оснащенная автоматизированными рабочими местами (ПЭВМ: 16-20 рабочих мест), удовлетворяющих системным требованиям используемых САПР, мультимедийными средствами (проектор/широкоформатный дисплей/интерактивная доска, звуковая система, документ-камера, графический планшет).
Технологические участки УПЦ «Физтех.Фабрика», оснащенные производственным оборудованием, приборами и инструментами (<https://miptfab.ru/machines>): участки механической ЧПУ/аналоговой обработки металлических и неметаллических материалов, настольного цифрового производства, лазерной обработки, 3D печати, работы с электроникой, сварочных работ, сборочных работ, столярная мастерская.

6.Перечень рекомендуемой литературы

Основная литература

1. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике [Текст]/[А. А. Алямовский и др.], -СПб., БХВ-Петербург, 2005

Рекомендуемая литература из фонда кафедры:

1. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике [Текст]/[А. А. Алямовский и др.], -СПб., БХВ-Петербург, 2005
2. Инженерная графика. Проецирование геометрических тел [Текст] / Г. В. Буланже [и др.] ; под ред. Ю. М. Соломенцева - М.Высшая школа,2003
3. Beginner's Guide to SOLDWORKS 2017 - Level I, Parts, Assemblies, Drawing, PhotoView 360 and SimulationXpress /A. Reyes. USA, SDC Publications, 2017
4. Изучаем ARDUINO / Дж. Блум. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2022.
5. Инженерная графика [Текст] : Общий курс / под ред. В. Г. Бурова, Н. Г. Иванцевской - М.: Логос,2004
6. Резание металлов излучением мощных волоконных лазеров / Е. Д. Вакс, И. Ф. Лебёдкин, М. Н. Миленский [и др.]. – Москва: Техносфера, 2019.

Дополнительная литература

Фонд литературы кафедры прикладной механики:

1. Филина И.И., Негодяев С.С., Рыжаков М.В. Визуализация в научных исследованиях. Трехмерное моделирование объектов в SolidWorks. Элементы по сечениям. — М: МФТИ, 2008.
2. Филина И.И., Рыжаков М.В. Использование пакета SolidWorks для пространственного моделирования и динамического представления объектов проектирования при изучении общепрофессиональных дисциплин по направлению ИОП «Рациональное природопользование». — М: МФТИ, 2007.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<https://miptfab.ru/technologies> – обучающие материалы УПЦ «Физтех.Фабрика»

<http://lib.mipt.ru> – электронная библиотека МФТИ

<http://lms.mipt.ru> - платформа электронного обучения МФТИ

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень необходимого программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

ПО машиностроительной САПР (SolidWorks/T-Flex/Компас-3D), ПО САМ системы (SolidCAM/SprutCAM/ArtCAM и подобные, комплект постпроцессоров), ПО подготовки техпроцесса 3D печати (Ultimaker CURA/Prusa Slicer/Orca Slicer и подобные), ПО векторного, растрового дизайна (Corel Draw и подобные), многоязыковая среда разработки, репозиторий для хранения учебных материалов и документации, информационная сетевая структура взаимодействия ПЭВМ рабочих мест и оборудования.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Структура курса включает в себя модуль экспресс-подготовки обучающихся для получения практических навыков проектирования в современной CAD-системе (на примере Solidworks) с практическим применением машиностроительных стандартов ЕСКД.

Модуль практических занятий по получению навыков цифрового прототипирования и производства включает несколько занятий, освещающих принципы применения доступной технологической базы учебно-производственного центра "Физтех.Фабрика":

- 3D печать;
- лазерная резка;
- лазерная гравировка;
- ЧПУ и аналоговая фрезерная/токарная обработка металлических и неметаллических материалов;
- зона работы с электроникой (прототипирование электронных устройств);
- зона работы с электроникой (пайка и монтаж);
- основы робототехники.

Обучающиеся последовательно осваивают каждую технологию согласно разработанному маршруту следования групп, оптимизирующему загрузку технологического оборудования. Каждое практическое занятие дополняется самостоятельной работой студента при поддержке экспертов с использованием оборудования УПЦ «Физтех.Фабрика».

Итогом самостоятельной работы обучающегося в ходе каждого занятия является законченный прототип детали/электронного устройства, изготовленный при помощи изучаемой технологии. Работа обучающегося оценивается по 10-балльной шкале согласно критериям оценочных средств, оценка вносит вклад в итоговую оценку за курс, рассчитываемую по методу среднего арифметического (за практические занятия).

Необходимым условием прохождения итоговой аттестации является представление обучающимся к защите (в группе либо индивидуально) проектного предложения для реализации в ходе освоения дисциплины "Практикум по цифровому производству".

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

по направлению:	Прикладные математика и физика
профиль подготовки:	Радиотехника и компьютерные технологии Физтех-школа Радиотехники и Компьютерных Технологий центр образовательных программ ФАКТ
курс:	<u>1</u>
квалификация:	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 2 (весенний) - Дифференцированный зачет

Разработчики:

А.А. Баранов, старший преподаватель

В.Е. Кузнецов, канд. техн. наук, доцент

1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1 Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи
	УК-1.2 Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи
	УК-1.3 Рассматривает различные варианты решения задачи, оценивает их преимущества и недостатки
	УК-1.4 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки
	УК-1.5 Определяет и оценивает практические последствия возможных вариантов решения задачи
УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели работы, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения поставленных задач
	УК-2.2 Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3 Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде	УК-3.1 Способен устанавливать разные виды коммуникации (учебную, научную, деловую, неформальную и др.)
	УК-3.2 Взаимодействует с другими членами команды для достижения поставленной задачи
УК-6 Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни	УК-6.1 Определяет приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
	УК-6.2 Способен планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач; подвергать критическому анализу проделанную работу; находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития
ОПК-2 Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности	ОПК-2.1 Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности
	ОПК-2.2 Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
	ОПК-2.3 Знает основные требования информационной безопасности
ОПК-3 Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты)	ОПК-3.1 Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения
	ОПК-3.2 Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов)
	ОПК-3.3 Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций
	ОПК-4.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-4 Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач	ОПК-4.2 Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.3 Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности
	ОПК-4.4 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации
ОПК-5 Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре	ОПК-5.1 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок
	ОПК-5.2 Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников
	ОПК-5.3 Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры
ПК-3 Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области	ПК-3.1 Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования
ПК-4 Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов	ПК-4.1 Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области
	ПК-4.3 Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей

2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Введение в цифровое производство» обучающийся должен:

знать:

- основные принципы стандартизации, регулирующие процесс и подходы к проектированию, обеспечивающие сквозной и целостный цикл дизайна;
- доступные и эффективные инструменты проектирования (моделирования), макетирования, прототипирования и производства;
- принципы безопасной и эффективной работы на современном цифровом и аналоговом оборудовании;
- возможности и ограничения применения различных технологий;
- инструменты реализации проектного подхода к решению инженерных задач.

уметь:

- эффективно применять свои знания для решения задач трансформации идеи в готовый материальный продукт;
- комбинировать применение различных технологий для эффективного достижения поставленной цели;
- практически реализовывать полученные навыки для выбора технологий, освоения инструментов моделирования, макетирования, прототипирования и производства;
- формулировать проектные задачи и при необходимости искать дополнительную информацию для их решения.

владеть:

- навыками технического эскизирования, компьютерного проектирования в CAD-системах и работы в САМ-системах;
- навыками применения технологии материалов; простой и продвинутой обработки модельных и функциональных материалов на фрезерных и токарных станках с ЧПУ; эффективной настольной 3D печати; изготовления печатных плат и монтажа электронных компонентов;
- навыками работы на современном цифровом и аналоговом оборудовании.

3. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю

Текущий контроль осуществляется в форме допуска к практическим занятиям, оценки результатов самостоятельно работы над индивидуальным заданием по каждой теме и представления проектного предложения по итогам курса:

1. Допуск к практическому занятию по результатам самоподготовки обучающегося к практическому занятию по соответствующей теме, включающей прохождение онлайн-тестирования с использованием платформы lms.mipt.ru
2. Критериальное оценивание самостоятельной работы обучающегося по соответствующей теме. Итогом самостоятельной работы обучающегося в ходе каждого занятия является законченный прототип детали/электронного устройства, изготовленный при помощи изучаемой технологии. Работа обучающегося оценивается по 10-балльной шкале согласно критериям оценочных средств, оценка вносит вклад в итоговую оценку за курс, рассчитываемую по методу среднего арифметического (за практические занятия).
3. Подготовка и защита проектного предложения для реализации (решения) комплексной инженерной или исследовательской задачи с использованием практических знаний, умений и навыков, полученных в ходе освоения дисциплины.

4. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация проводится в форме устного опроса с учетом результатов текущего контроля в семестре.

Перечень типовых контрольных вопросов:

1. Классификация, назначение и функциональные возможности современных САПР.
2. Основные понятия и требования стандартов ГОСТ ЕСКД.
3. Принципы эффективного проектирования.
4. Принципы параметрического моделирования.
5. Стандартизация, унификация и взаимозаменяемость в проектировании.
6. Основные понятия конечноэлементного анализа. Сеточная сходимость.
7. Технологии производства и прототипирования, технологичность процесса разработки.
8. Технологии изготовления печатной платы и монтажа электронных компонентов.
9. Понятие технологии компьютерного проектирования.
10. Понятие "управление проектом и контроль версий".

Критерии оценивания

Оценка «отлично (10)» выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, а также учитываются результаты сдачи каждой темы;

оценка «отлично (9)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, а также учитываются результаты сдачи каждой темы;

оценка «отлично (8)» выставляется студенту, показавшему систематизированные, знания учебной программы, а также учитываются результаты сдачи каждой темы;

оценка «хорошо (7)» выставляется студенту по результатам сданных тем, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности;

оценка «хорошо (6)» выставляется студенту по результатам сданных тем, если он знает материал, по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе много неточностей;

оценка «хорошо (5)» выставляется студенту по результатам сданных тем, если он знает материал экзаменационного билета, излагает его, умеет применять полученные знания на практике, не допускает в ответе грубых ошибок;

оценка «удовлетворительно (4)» выставляется студенту по результатам сданных тем, а также, если во время ответа он показал фрагментарный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения;

оценка «удовлетворительно (3)» выставляется студенту по результатам сданных тем, а также, если во время ответа он показал разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушение логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации;

оценка «неудовлетворительно (2-1)» выставляется студенту по результатам контрольных по результатам сданных тем, а также, если во время ответа, он показал, что не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Дифференцированный зачет проводится по итогам текущей успеваемости: по результатам сдачи работы по каждой теме, выполнения курсового проекта, а также, при необходимости, устного опроса. Если результатом выполнения лабораторной работы является оценка неудовлетворительно или оценка отсутствует по уважительной причине, обучающемуся назначается дополнительное время, в течение которого он должен выполнить задание по пропущенной теме.