

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

**УТВЕРЖДЕНО**

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

	<b>Рабочая программа дисциплины (модуля)</b>
<b>по дисциплине:</b>	Практикум по цифровому производству
<b>по направлению:</b>	Техническая физика
<b>профиль подготовки:</b>	Техническая физика космических летательных аппаратов Физтех-школа Аэрокосмических Технологий центр образовательных программ ФАКТ
<b>курс:</b>	2
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - Дифференцированный зачет

Аудиторных часов: 30 всего, в том числе:

лекции: 0 час.

семинары: 0 час.

лабораторные занятия: 30 час.

Самостоятельная работа: 15 час.

Всего часов: 45, всего зач. ед.: 1

Количество контрольных работ, заданий: 1

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 «Практикум по цифровому производству» 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».

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.

Каждое практическое занятие дополняется самостоятельной работой студента при поддержке экспертов.

Итогом аудиторной и самостоятельной работы обучающегося является комплексный проект, утилизирующий несколько освоенных технологий. Защита выполненного проекта является условием успешного завершения курса.

## 1. Цели и задачи

### Цель дисциплины

Приобретение и развитие обучающимися практических навыков решения инженерно-прикладных задач разработки и доведения проекта от идеи (замысла) до состояния функционального прототипа в условиях ограничений временных, материальных и аппаратных ресурсов. Освоение обучающимися культуры планирования проекта по разработке функционального изделия, формирования команды проекта, контроля и управления процессом эффективного исполнения.

### Задачи дисциплины

- формирование у обучающихся системного подхода в сфере проектной деятельности и привитие им инженерной культуры, умения целенаправленно работать с аналоговым и цифровым оборудованием, используя его для решения профессиональных задач;
- подготовка обучающихся к участию в разработке и реализации проектов исследовательской и инновационной направленности;
- развитие у обучающихся навыков эффективного распределения ролей и ответственности в команде исполнителей;
- подготовка обучающихся к решению изобретательских задач и задач профессиональной деятельности с использованием современного программного обеспечения, цифрового и аналогового оборудования.

## 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-3 Способен осуществлять теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Способен проводить анализ проблем и задач, возникающих в избранной области технической физики
	ОПК-3.2 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований
	ОПК-3.3 Обладает способностью к освоению и применению новых знаний, полученных при изучении литературы, научных статей и других источников
ОПК-4 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-4.1 Знает основные источники научной информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной информации
	ОПК-4.3 Знает основные требования к информационной безопасности
ОПК-5 Способен самостоятельно работать в средах современных операционных систем, наиболее распространенных прикладных программ и программ компьютерной графики	ОПК-5.1 Знаком с основными видами современных операционных систем и прикладными программами, включая программы компьютерной графики
	ОПК-5.2 Способен выбирать наиболее подходящее программное обеспечение для решения конкретных задач
	ОПК-5.3 Умеет применять прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
ОПК-6 Способен работать с распределенными базами данных, с информацией в глобальных компьютерных сетях, применяя современные образовательные и информационные технологии	ОПК-6.1 Знаком с принципами работы с распределенными базами данных и с информацией в глобальных компьютерных сетях
	ОПК-6.2 Использует современные образовательные и информационные технологии и сервисы сети Интернет при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК-7 Способен использовать методы физической, аналитической и технологической аппаратуры	ОПК-7.1 Понимает принципы работы используемой физической, аналитической и технологической аппаратуры

ОПК- / Способен самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	ОПК-7.2 Владеет навыками безопасной работы с современной физической, аналитической и технологической аппаратурой
	ОПК-7.3 Проводит эксперимент с использованием физической, аналитической и технологической аппаратуры
ПК-1 Способен применять эффективные методы исследования физико-технических объектов и процессов, проводить испытания технологических процессов и (или) изделий с использованием современных аналитических средств технической физики	ПК-1.1 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ПК-1.2 Владеет аналитическими, вычислительными и экспериментальными методами исследования
	ПК-1.3 Способен разрабатывать и применять наиболее подходящие теоретические и экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности	ПК-2.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ПК-2.2 Знает перечень ведущих отечественных и зарубежных периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области
ПК-3 Готов составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости	ПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ПК-3.2 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного исследования
	ПК-3.3 Умеет использовать математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-3.4 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов

### 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.

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;
- организовывать работу, в том числе команды исполнителей, над проектом с учетом имеющихся возможностей и ограничений;
- формулировать проектные задачи и при необходимости искать дополнительную информацию для их решения.

владеть:

- навыками технического эскизирования, компьютерного проектирования в САД-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;
- практикой организации индивидуальной и командной работы над собственным комплексным проектом.

#### 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			4	2
2	Современные технологии цифрового прототипирования и производства			4	2
3	Разработка функционального прототипа изделия в проектном формате			22	11
Итого часов				30	15
Подготовка к экзамену		0 час.			
Общая трудоёмкость		45 час., 1 зач.ед.			

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

Семестр: 3 (Осенний)

###### 1. Стандартизация жизненного цикла изделия

Основные принципы формирования плоских эскизов и объемных моделей. 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.

Автоматизация выпуска комплекта конструкторской документации на разрабатываемые изделия. Понятие "управление проектом и контроль версий". Работа с комплексным проектом в итерационном режиме.

###### 2. 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.

### 3. Разработка функционального прототипа изделия в проектном формате

Консультации по разработке комплексного проекта с использованием нескольких освоенных технологий.

Результатом реализации комплексного проекта является разработанное и изготовленное функциональное устройство, способное тем или иным способом реагировать на меняющиеся условия внешней среды. Проект может быть основан на известных решениях, но должен обладать признаками новизны.

Пояснительная записка к проекту должна содержать:

- 1) Описание продукта (устройства);
- 2) Анализ существующих аналогов и формулировки отличительных признаков проекта;
- 3) Описание процесса проектирования и изготовления продукта;
- 4) Описание процесса тестирования продуктов и анализ его результатов.

Предпочтительная форма презентации проекта – короткий видеоролик.

Студент самостоятельно выбирает тему проекта и согласовывает ее с преподавателем или получает тему проекта в формате задания от преподавателя. В последнем случае студент не получает подробное техническое задание на продукт, а лишь краткое его описание, допускающее интерпретацию функциональности продукта в широком диапазоне.

Защита выполненного проекта является условием успешного завершения курса.

## 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 два занятия-интенсива для возобновления практических навыков проектирования в современной CAD-системе (на примере Solidworks) с практическим применением машиностроительных стандартов ЕСКД.

За подготовительным занятием следует цикл практических занятий по получению дополнительных навыков цифрового прототипирования и производства, который 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.

Обучающийся самостоятельно выбирает темы (разделы) дисциплины для освоения, в том числе с учетом текущей и прогнозируемой загрузки технологического оборудования, в соответствии с реализуемым проектом. Каждое практическое занятие дополняется самостоятельной работой студента при поддержке экспертов с использованием оборудования УПЦ «Физтех.Фабрика».

Итогом самостоятельной работы обучающегося является комплексный проект с использованием нескольких освоенных технологий.

Результатом реализации комплексного проекта является разработанное и изготовленное функциональное устройство, способное тем или иным способом реагировать на меняющиеся условия внешней среды. Проект может быть основан на известных решениях, но должен обладать признаками новизны.

Пояснительная записка к проекту должна содержать:

- 1) Описание продукта (устройства);
- 2) Анализ существующих аналогов и формулировки отличительных признаков проекта;
- 3) Описание процесса проектирования и изготовления продукта;
- 4) Описание процесса тестирования продуктов и анализ его результатов.

Предпочтительная форма презентации проекта – короткий видеоролик.

Обучающийся самостоятельно выбирает тему проекта и согласовывает ее с преподавателем или получает тему проекта в формате задания от преподавателя. В последнем случае обучающийся не получает подробное техническое задание на продукт, а лишь краткое его описание, допускающее интерпретацию функциональности продукта в широком диапазоне.

Защита выполненного проекта является условием успешного завершения курса.



**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

<b>по направлению:</b>	Техническая физика
<b>профиль подготовки:</b>	Техническая физика космических летательных аппаратов Физтех-школа Аэрокосмических Технологий центр образовательных программ ФАКТ
<b>курс:</b>	<u>2</u>
<b>квалификация:</b>	бакалавр

Семестр, формы промежуточной аттестации: 3 (осенний) - 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-3 Способен осуществлять теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности	ОПК-3.1 Способен проводить анализ проблем и задач, возникающих в избранной области технической физики
	ОПК-3.2 Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований
	ОПК-3.3 Обладает способностью к освоению и применению новых знаний, полученных при изучении литературы, научных статей и других источников
ОПК-4 Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	ОПК-4.1 Знает основные источники научной информации в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.2 Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной информации
	ОПК-4.3 Знает основные требования к информационной безопасности
ОПК-5 Способен самостоятельно работать в средах современных операционных систем, наиболее распространенных прикладных программ и программ компьютерной	ОПК-5.1 Знаком с основными видами современных операционных систем и прикладными программами, включая программы компьютерной графики
	ОПК-5.2 Способен выбирать наиболее подходящее программное обеспечение для решения конкретных задач

графики	ОПК-5.3 Умеет применять прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области
ОПК-6 Способен работать с распределенными базами данных, с информацией в глобальных компьютерных сетях, применяя современные образовательные и информационные технологии	ОПК-6.1 Знаком с принципами работы с распределёнными базами данных и с информацией в глобальных компьютерных сетях
	ОПК-6.2 Использует современные образовательные и информационные технологии и сервисы сети Интернет при решении задач в области профессиональной деятельности
ОПК-7 Способен самостоятельно осваивать современную физическую, аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней	ОПК-7.1 Понимает принципы работы используемой физической, аналитической и технологической аппаратуры
	ОПК-7.2 Владеет навыками безопасной работы с современной физической, аналитической и технологической аппаратурой
	ОПК-7.3 Проводит эксперимент с использованием физической, аналитической и технологической аппаратуры
ПК-1 Способен применять эффективные методы исследования физико-технических объектов и процессов, проводить испытания технологических процессов и (или) изделий с использованием современных аналитических средств технической физики	ПК-1.1 Способен использовать исследовательские методы при решении новых задач, применяя знания в различных областях науки (техники)
	ПК-1.2 Владеет аналитическими, вычислительными и экспериментальными методами исследования
	ПК-1.3 Способен разрабатывать и применять наиболее подходящие теоретические и экспериментальные методы исследований к конкретной научной задаче и интерпретировать полученные результаты
ПК-2 Готов изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности	ПК-2.1 Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности
	ПК-2.2 Знает перечень ведущих отечественных и зарубежных периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области
ПК-3 Готов составить план заданного руководителем научного исследования, разработать адекватную модель изучаемого объекта и определить область ее применимости	ПК-3.1 Способен анализировать задачу, планировать пути решения, предлагать и комбинировать способы решения
	ПК-3.2 Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного исследования
	ПК-3.3 Умеет использовать математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях
	ПК-3.4 Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов

## 2. Показатели оценивания компетенций

В результате изучения дисциплины «Практикум по цифровому производству» 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.

#### **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;
- организовывать работу, в том числе команды исполнителей, над проектом с учетом имеющихся возможностей и ограничений;
- 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;
- практикой организации индивидуальной и командной работы над собственным комплексным проектом.

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

Текущий контроль осуществляется в двухстадийной форме:

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](https://lms.mipt.ru)
2. Критериальное оценивание курсовой (проектной) работы в формате защиты. Итогом самостоятельной работы обучающегося (либо команды) должен являться комплексный проект с использованием нескольких освоенных технологий.

Результатом реализации комплексного проекта является разработанное и изготовленное функциональное устройство, способное тем или иным способом реагировать на меняющиеся условия внешней среды. Проект может быть основан на известных решениях, но должен обладать признаками новизны.

Пояснительная записка к проекту должна содержать:

- 1) Описание продукта (устройства);
- 2) Анализ существующих аналогов и формулировки отличительных признаков проекта;
- 3) Описание процесса проектирования и изготовления продукта;
- 4) Описание процесса тестирования продуктов и анализ его результатов.

Предпочтительная форма презентации проекта – короткий видеоролик.

### **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.