

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 07 » мая 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Основы цифрового проектирования и изготовления БПЛА
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 252 (7)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов
(код и наименование направления)

Направленность: Проектирование, производство и эксплуатация беспилотных
летательных аппаратов из композиционных материалов
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: формирование комплекса знаний, умений и навыков необходимых для осуществления профессиональной деятельности в условиях современного цифрового проектирования и производства беспилотных летательных аппаратов.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение основ и подходов автоматизированной разработки цифровых геометрических моделей для описания конструктивных параметров беспилотных летательных аппаратов;
- изучение основ и подходов автоматизированной разработки технологических операций изготовления элементов беспилотных летательных аппаратов, выполняемых на оборудовании с числовым программным управлением;
- формирование умения построения и редактирования цифровых геометрических моделей деталей и сборочных единиц, представляющих в конструкции совокупность взаимосвязанных стандартных и нестандартных геометрических форм, в том числе сложных криволинейных поверхностей, построенных с использованием пространственных и плоских кривых;
- формирование умения применять компьютерные средства автоматизации проектирования технологических процессов изготовления элементов беспилотных летательных аппаратов на оборудовании с числовым программным управлением
- формирование навыков работы с цифровыми геометрическими моделями беспилотных летательных аппаратов в программном комплексе трехмерного моделирования с применением широкого спектра параметров формообразующих операций и вспомогательной трёхмерной геометрии;
- формирование навыков разработки маршрутов обработки заготовок, определения последовательности обработки поверхностей заготовки, составления операционных эскизов, схем установки и закрепления заготовок, назначения технологических переходов и выбора соответствующих им режущих инструментов, назначения припусков и определения режимов обработки, оформления технологической документации.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Объекты учебной дисциплины

- современные цифровые инструменты и технологии для конструкторской подготовки производства;
- методы автоматизированной разработки конструкций беспилотных летательных аппаратов в цифровой среде;
- современные цифровые производственные технологии и оборудование с числовым программным управлением, в т.ч. роботизированные комплексы;
- методы автоматизированной разработки технологических операций, выполняемых на оборудовании с числовым программным управлением;
- современные программные средства и комплексы для управления цифровыми производственными данными и планирования работ и ресурсов.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.2	ИД-1ПК-2.2	Знает: - методы и средства геометрического моделирования БПЛА, предназначенные для сочетания в конструкции заданной произвольной формы и специальной геометрии; - методы и средства автоматизации твердотельного геометрического моделирования БПЛА, содержащих типовые элементы и стандартные изделия	Знает структуру справочно-информационных баз системы автоматизированного проектирования; материалов; методы задания свойств композиционных материалов и методы построения деталей и конструкций из композиционных материалов в системах автоматизированного проектирования	Зачет
ПК-2.2	ИД-2ПК-2.2	Умеет строить твердотельные модели деталей и сборочных единиц, представляющих в конструкции совокупность взаимосвязанных стандартных и нестандартных геометрических форм, поверхностей сложной геометрии и конструкций с особенностями геометрических характеристик	Умеет использовать справочно-информационные базы системы автоматизированного проектирования; при выборе моделей; задавать композиционные материалы с различными структурными параметрами с использованием систем автоматизированного проектирования; применять методы построения конструкций из композиционных материалов	Индивидуальное задание
ПК-2.2	ИД-3ПК-2.2	Владеет навыками применения современных методов проектирования конструкций деталей и сборочных единиц с использованием трёхмерного моделирования	Владеет навыками построения твердотельных моделей конструкций и деталей; навыками расчета конструкций и деталей из композиционных материалов в системах автоматизированного проектирования	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.3	ИД-1ПК-2.3	Знает состав и назначение современных программных систем и комплексов для автоматизации процессов разработки конструкций беспилотных летательных аппаратов, технологий их изготовления и управления цифровыми данными на предприятиях	Знает методы получения неметаллических композиционных материалов; технологию производства неметаллических композиционных материалов; современные методы и оборудование для проведения исследований, испытаний и отработки неметаллических композиционных материалов; современные методы и оборудование для проведения исследований, испытаний и отработки неметаллических композиционных материалов; методы расчета и оптимизации проведения эксперимента; физико-химические, физико-механические и адгезионные характеристики неметаллических композиционных материалов; Порядок оформления методик комплексного анализа, планов мероприятий; требования, предъявляемые к неметаллическим композиционным материалам; требования техники безопасности и электробезопасности при работе в лаборатории или на производстве	Дифференцированный зачет
ПК-2.3	ИД-2ПК-2.3	Умеет планировать работы и подбирать оснащение для производства изделий с использованием информационных баз данных и специализированных программных модулей	Умеет выбирать методы и средства проведения исследований и отработок; использовать лабораторное оборудование для проведения экспериментальных работ; составлять описания проводимых исследований и анализировать их результаты; применять современные методы и	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			технические средства для проведения исследований и отработки неметаллических композиционных материалов ; систематизировать, обрабатывать и подготавливать данные проведенных работ для составления планов мероприятий и методик	
ПК-2.3	ИД-3ПК-2.3	Владеет навыками автоматизированного технологического анализа конструкций деталей и сборочных единиц	Владеет навыками анализа условий эксплуатации новых неметаллических композиционных материалов для определения технических характеристик; проведения анализа функциональных и эксплуатационных характеристик неметаллических композиционных материалов с новыми свойствами; разработки и оформления плана мероприятий на проведение исследований; проведения лабораторных испытаний новых основных и вспомогательных неметаллических композиционных материалов; разработки промежуточного отчета о проведенных испытаниях новых неметаллических композиционных материалов с предложениями и рекомендациями ; внесения изменений в существующие методики определения физико–химических, физико–механических, теплофизических и адгезионных характеристик; разработки	Отчёт по практическому занятию

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
			и оформления новой методики по результатам исследований новых неметаллических композиционных материалов	

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	6
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	96	54	42
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	50	36	14
- лабораторные работы (ЛР)	14		14
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	28	16	12
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	2	2
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	156	90	66
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	252	144	108

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
5-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Общие понятия проектирования БПЛА	6	0	2	14
Тема 1. Основные понятия и классификация конструкций беспилотных летательных аппаратов. Проектирование в жизненном цикле БПЛА. Тема 2. Иерархия описания БПЛА. Определение служебного назначения, технической функции, физического принципа действия и структуры БПЛА. Тема 3. Критерии развития и показатели качества конструкции БПЛА. Законы, закономерности и тенденции развития конструкций БПЛА. Прогнозирование в области создания новых конструкций БПЛА.				
Основы теории проектирования	6	0	2	14
Тема 4. Общие принципы методологии проектирования. Концепция и процедурная модель проектирования. Индивидуальная и коллективная работа. Тема 5. Обзор традиционных методов проектирования. Метод проб и ошибок. Метод адаптивного поиска. Метод случайного поиска. Принципы поиска нового технического решения. Тема 6. Морфологическое проектирование. Анализ и синтез технических решений. Выбор наиболее эффективных технических решений.				
Этапы проектирования	4	0	4	12
Тема 7. Техническое задание. Требования к содержанию и порядку разработки технического задания. Анализ прототипов и аналогов. Формирование и анализ множества решений технической задачи. Выбор оптимального технического решения. Тема 8. Эскизный, технический и рабочий проект. Разработка принципиальной схемы объекта проектирования. Выявление и компоновка составных частей. Расчет функциональных параметров и показателей качества технического объекта. Конструктивная проработка узлов и деталей. Унификация составных элементов и узлов.				
Разработка инженерно-технической документации	6	0	4	14
Тема 9. Понятие ЕСКД и виды руководящих документов для разработки конструкторской документации. Тема 10. Понятие ЕСТД и виды руководящих документов для разработки технической документации. Тема 11. Применение стандартов системы менеджмента качества, ЕСКД, ЕСТД.				
Проектирование элементов и узлов БПЛА	14	0	4	36

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Тема 12. Общие правила конструирования БПЛА. Конструктивная преемственность и унификация элементов БПЛА.</p> <p>Тема 13. Обеспечение эксплуатационных показателей БПЛА. Масса и материалоемкость конструкции.</p> <p>Тема 14. Правила проектирования деталей из листовых материалов.</p> <p>Тема 15. Правила проектирования деталей изготавливаемых методом механической обработки.</p> <p>Тема 16. Правила проектирования деталей изготавливаемых методом литья.</p> <p>Тема 17. Правила проектирования деталей изготавливаемых методами аддитивных технологий.</p> <p>Тема 18. Технологии обратного инжиниринга элементов конструкции беспилотных летательных аппаратов.</p>				
ИТОГО по 5-му семестру	36	0	16	90
6-й семестр				
Основы числового программного управления	4	2	2	18
<p>Тема 19. Типы станков с числовым программным управлением, их назначение и отличительные особенности конструкции.</p> <p>Тема 20. Функциональные составляющие (подсистемы) ЧПУ. Автоматическое и автоматизированное управление.</p> <p>Тема 21. Станочная система координат. Нулевая точка станка и направления перемещений. Нулевая точка программы и рабочая система координат. Учет параметров инструмента. Абсолютные и относительные координаты.</p> <p>Тема 22. Языки для программирования. Структура управляющей программы. Комментарии в управляющей программе. G-коды и M-коды.</p>				
Основы эксплуатации станков с числовым программным управлением	4	2	2	20
<p>Тема 23. Техника безопасности при эксплуатации станков с числовым программным управлением.</p> <p>Тема 24. Операторский контроль станком с числовым программным управлением. Органы управления. Основные режимы работы. Индикация системы координат. Установление рабочей системы координат. Измерение инструмента и детали.</p> <p>Тема 25. Наладка станков с числовым программным управлением. Базирование и закрепление заготовок. Настройка и установка инструмента. Установка режимов работы. Калибровка и размерная настройка станков с</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
числовым программным управлением. Контроль деталей и инструмента непосредственно на станке. Тема 26. Управляющая программа. Прямоугольная система координат. Создание управляющей программы. Передача управляющей программы на станок. Визуализация управляющей программы. Отладка управляющей программы.				
Цифровые технологии производства	6	10	8	28
Тема 27. Цифровые средства автоматизации подготовки производства. Тема 28. Цифровое производство с использованием технологии лазерной резки. Тема 29. Цифровое производство с использованием технологии фрезерования. Тема 30. Цифровое производство с использованием технологии литья. Тема 31. Цифровое производство на основе аддитивных технологий. Тема 32. Методы эффективного использования автоматизированного оборудования.				
ИТОГО по 6-му семестру	14	14	12	66
ИТОГО по дисциплине	50	14	28	156

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Описание конструкции беспилотного летательного аппарата заданного типа
2	Анализ характеристик беспилотных летательных аппаратов различных типов
3	Исследование применения традиционных методов проектирования при разработке решений, на основе описанных в патентах
4	Составление технического задания на проектирование конструкции беспилотного летательного аппарата заданного типа
5	Виды работ при выполнении эскизного, технического и рабочего проекта
6	Подготовка комплекта документов по ГОСТ ЕСКД
7	Конструктивная преемственность и унификация элементов БПЛА
8	Способы снижения массы и материалоемкости конструкции БПЛА
9	Проектирование деталей из листовых материалов
10	Проектирование деталей изготавливаемых методом механической обработки
11	Проектирование деталей изготавливаемых методом литья
12	Проектирование деталей изготавливаемых методами аддитивных технологий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
13	Обратный инжиниринг элементов конструкции беспилотного летательного аппарата
14	Основы разработки технологических процессов. Основные понятия о ТУк, ТИ, ТП. Ознакомление с нормативно-технологической документацией. Требования системы СМК, ЕСТД.
15	Наладка, запуск и регламентные работы станков с числовым программным управлением
16	Анализ управляющей программы для станка с числовым программным управлением
17	Цифровые средства автоматизации подготовки производства с использованием технологии лазерной резки
18	Цифровые средства автоматизации подготовки производства с использованием технологии фрезерования
19	Цифровые средства автоматизации подготовки производства с использованием технологии литья
20	Цифровые средства автоматизации подготовки производства с использованием аддитивной технологии

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Подготовка шаблона документов по ГОСТ ЕСТД
2	Составление карты наладки станка с ЧПУ
3	Подготовка маршрутной карты и управляющих программ на деталь БПЛА изготавливаемую по технологии лазерной резки
4	Подготовка маршрутной карты и управляющих программ на деталь БПЛА изготавливаемую по технологии фрезерования
5	Подготовка маршрутной карты и управляющих программ на деталь БПЛА изготавливаемую по технологии литья
6	Подготовка маршрутной карты и управляющих программ на деталь БПЛА изготавливаемую с использованием аддитивных технологий
7	Изготовление элемента конструкции беспилотного летательного аппарата с использованием заданной технологии

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Большаков В. П., Бочков А. Л., Лячек Ю. Твёрдотельное моделирование деталей в CAD-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, Inventor, Creo : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург [и др.] : Питер, 2015. 476 с. 38,700 усл. печ. л.	12
2	Гибсон Я., Розен Д., Стакер Б. Технологии аддитивного производства : пер. с англ. Москва : Техносфера, 2016. 646 с. 41 печ. л.	1

3	Иванов А. А. Проектирование систем автоматизированного машиностроения : учебник. Москва : ФОРУМ, 2014. 319 с. 20,0 усл. печ. л.	5
4	Информационная поддержка жизненного цикла изделий машиностроения. Принципы, системы и технологии CALS/ИПИ : учебное пособие для вузов / Ковшов А. Н., Назаров Ю. Ф., Ибрагимов И. М., Никифоров А. Д. Москва : Академия, 2007. 304 с. 19,0 усл. печ. л.	16
5	Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2013. 136 с. 8,625 усл. печ. л.	24
6	Ярушин С. Г., Схиртладзе А.Г. Проектирование нестандартного оборудования : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. Пермь : ПГТУ, 2004. 439 с.	69
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Автоматизация технологических процессов : учебное пособие / Схиртладзе А. Г., Бочкарев С. В., Лыков А. Н., Борискин В. П. Старый Оскол : ТНТ, 2022. 523 с. 30,46 усл. печ. л.	3
2	Автоматизация технологических процессов : учебное пособие для вузов / Схиртладзе А. Г., Бочкарев С. В., Лыков А. Н., Борискин В. П. Старый Оскол : ТНТ, 2012. 523 с. 30,46 усл. печ. л.	104
3	Внедрение и развитие Индустрии 4.0. Основы, моделирование и примеры из практики : пер. с нем. Москва : Техносфера, 2017. 294 с. 18 печ. л.	1
4	Волчкевич Л. И. Автоматизация производственных процессов : учебное пособие для вузов. 2-е изд., стер. Москва : Машиностроение, 2007. 379 с. 23,52 усл. печ. л.	3
5	Ефремов Г. В., Ньюкалова С. И. Инженерная и компьютерная графика на базе графических систем : учебное пособие для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. Старый Оскол : ТНТ, 2016. 262 с. 30,69 усл. печ. л.	60
6	Справочник технолога / Суслов А. Г., Безъязычный В. Ф., Базров Б. М., Бабичев А. П. Москва : Инновационное машиностроение, 2019. 799 с. 65,0 усл. печ. л.	11
7	Фельдштейн Е.Э., Корниевич М.А. Обработка деталей на станках с ЧПУ : учебное пособие. 3-е изд., доп. Минск : Новое знание, 2008. 298 с.	10
8	Шеффер Э. Индустрия X.0. Преимущества цифровых технологий для производства : пер. с англ. Москва : Точка, 2019. 319 с.	1
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Балла О. М. Инструментообеспечение современных станков с ЧПУ	http://elib.pstu.ru/Record/lan97677	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Гаштова М. Е. Технология формирования систем автоматического управления типовыми технологическими процессами, средствами измерений, несложными мехатронными устройствами и системами	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-142328	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Копылов Ю. Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-125736	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Ли К. Основы САПР. CAD/CAM/CAE: [пер. с англ.] / К. Ли. - Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2004	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2396	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Лукинов А. П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств	http://elib.pstu.ru/Record/lan2765	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Савельев Ю. Ф. Инженерная компьютерная графика. Твердотельное моделирование объектов в среде «Компас-3D»: учебное пособие / Савельев Ю. Ф., Симак Н. Ю. - Омск: ОмГУПС, 2017	https://e.lanbook.com/book/129207	локальная сеть; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Трусов А. Н. Автоматизация технологических процессов и производств	http://elib.pstu.ru/Record/lanRU-LAN-BOOK-105407	локальная сеть; авторизованный доступ
Основная литература	Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства: учебное пособие / А. Ю. Крюков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013	https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=339	локальная сеть; авторизованный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	NX 11 (акад. лиц. дог. Р/43469-04) каф.МКМК, АКФ
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	КОМПАС-3D V18 Уч.вер.(АКФ, МКМК, лиц.Иж-17-00089)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	https://www.elsevier.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	https://elib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	http://325290.inkip.ru/docs

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	3D-принтер	1
Лабораторная работа	3D-сканер	1
Лабораторная работа	лазерный и фрезерный станок с ЧПУ	1
Лекция	ноутбук, компьютер	1

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	проектор	1
Практическое занятие	компьютеры	15

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе.